



# Landbouw en klimaatverandering in Zuid-Holland

Erik van Well en Carin Rougoor



# Landbouw en klimaatverandering in Zuid-Holland

**Abstract:** Beschrijving van de broeikasgasemissies vanuit de landbouw in Zuid-Holland, mogelijke maatregelen en stimuleringsopties.

**Auteurs:** Erik van Well en Carin Rougoor

© CLM-913, november 2016

## CLM Onderzoek en Advies

**Postbus:**

Postbus 62  
4100 AB Culemborg

**Bezoekadres:**

Gutenbergweg 1  
4104 BA Culemborg

T 0345 470 700

F 0345 470 799

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

# Inhoud

<b>Samenvatting</b>	<b>3</b>
<b>1 Inleiding</b>	<b>6</b>
1.1 Doelen van het project	6
1.2 Leeswijzer	7
<b>2 Broeikasgassen en energiegebruik</b>	<b>8</b>
2.1 Afbakening	8
2.2 Berekeningsmethodiek	8
2.3 Arealen in de provincie	11
2.4 De omvang van de veestapel	12
2.5 Emissies per sector in Zuid-Holland	13
2.6 Resultaten broeikasgasberekeningen	14
2.7 Vergelijking met landelijke en regionale cijfers	18
2.8 Ontwikkelingen in de tijd	19
2.9 Klimaatdoelstellingen	20
2.9.1 Covenantafspraken 2020	20
2.9.2 EU-afspraken 2030	21
2.9.3 LULUCF vanaf 2021	21
<b>3 Mogelijke maatregelen t.b.v. emissiereductie</b>	<b>23</b>
3.1 De landbouw in de toekomst	24
3.2 Energiebesparende maatregelen	24
3.3 Voermaatregelen	25
3.4 Bemestingsmaatregelen	25
3.4.1 Verandering van kunstmestsoort	25
3.4.2 Mestvergisting	26
3.5 Veemaatregelen	26
3.6 Goed bodembeheer	26
3.7 Effect van maatregelen op provinciaal niveau	29
3.8 Stimuleringsmogelijkheden	29
3.8.1 Subsidieregelingen voor investeringen	29
3.8.2 Stimuleringsmaatregelen	30
3.8.3 Structuur- en omgevingsvisie	31
<b>4 Klimaatadaptatie</b>	<b>32</b>
4.1 Klimaatverandering	32
4.2 Melkveehouderij	32
4.3 Akkerbouw	33
<b>5 Conclusies en aanbevelingen</b>	<b>35</b>
5.1 Conclusies	35
5.2 Aanbevelingen	36
<b>Bijlagen</b>	<b>38</b>
Bijlage 1 Bronnen	39
Bijlage 2 Kwantificering broeikasemissie van de landbouw binnen de provincie	41
Bijlage 3 Mogelijke adaptatiemaatregelen	45

# Samenvatting

## Doelstelling

De provincie Zuid-Holland heeft CLM gevraagd in beeld te brengen wat de broeikasgasemissies vanuit de landbouw (al dan niet grondgebonden) in de provincie zijn, hoe dit zich heeft ontwikkeld over de tijd en hoe deze ontwikkeling is te verklaren. Deze rapportage beschrijft de resultaten van deze studie.

## Afbakening en werkwijze

In deze rapportage hebben we zowel de directe als de indirecte broeikasgasemissies in beeld gebracht volgens de IPCC-benadering. Directe emissies ontstaan op het bedrijf en/of het land. Indirecte emissies ontstaan bij de productie van grondstoffen en producten die in de landbouw worden gebruikt. IPCC rekent emissies bij de productie van grondstoffen toe aan deze afzonderlijke schakels. In deze studie is er voor gekozen dit toe te rekenen aan de gebruikers van de grondstoffen, de landbouw. Emissies uit de bodem als gevolg van aanwending van dierlijke mest worden toegekend aan de veehouderij waar deze mest is geproduceerd. Er is veel onbekend en onzeker over emissies uit de bodem als gevolg van verandering in de organische stofbalans van bodem. Daarom is dit niet meegenomen in deze analyse.

## De landbouw in Zuid-Holland

Ruim 60% van de landbouwgrond in Zuid-Holland valt onder de categorie groenvoedergewassen en is daarmee doorgaans in gebruik bij de melkveehouderij. Het areaal in beheer bij de melkveehouderij ligt daarmee net onder het landelijk gemiddelde van 66%. Akkerbouw scoort met een kleine 30% ongeveer gemiddeld. Het areaal glastuinbouw is in Zuid-Holland relatief groot, al beslaat het nog geen 4% van het totale landbouwareaal in de provincie, het is meer dan de helft van het landelijke totaalareaal, dat op landelijke basis ongeveer 0,5% van de landbouwgrond beslaat. Overigens is de afname van het areaal landbouwgrond sinds 1990 fors, bijna 15% tegen zo'n 8% op landelijk niveau.

## Resultaten broeikasgasberekeningen

De broeikasgasemissies vanuit de landbouw in Zuid-Holland worden voor 2014 geschat op 3.617 kton CO<sub>2</sub>-eq. Van alle sectoren draagt de glastuinbouw met 2.306 kton CO<sub>2</sub>-eq. het meest bij. Als we kijken naar de verschillende emissiebronnen dan blijkt dat de bedrijfsemisies veruit het hoogste scoren (2.385 kton CO<sub>2</sub>-eq., waarvan 2.226 kton afkomstig uit de glastuinbouw).

In de melkveehouderij veroorzaakt pens- en darmfermentatie de grootste emissie. Dit fenomeen (met 454 kton CO<sub>2</sub>-eq.) vormt de op een na belangrijkste emissiebron van de Zuid-Hollandse landbouw. De bijdrage van de akkerbouw is beperkt tot 98 kton CO<sub>2</sub>-eq.

Hoewel 7% van de landbouwgrond in Nederland in Zuid-Holland ligt, vormen de emissies vanuit de landbouw ruim 11% van de landelijke landbouwemissies. Dit kan worden verklaard door het grote aandeel glastuinbouw in Zuid-Holland in vergelijking met landelijke cijfers. Opvallend is dat de landbouwemissies in Zuid-Holland tussen 1990 en 2014 zijn gedaald met 26%, terwijl landelijk een daling van 18% werd gerealiseerd. Dit is een gevolg van de teruglevering van elektriciteit door glastuinbouwbedrijven. Daarnaast nam het landbouwareaal in Zuid-Holland tussen 1990 en 2014 sterker af (-15%) dan het landelijk gemiddelde (-8%). Volgens de cijfers van emissieregistratie.nl bedragen de landbouwemissies in Zuid-Holland 11% van alle broeikasgasemissies in de provincie. De CO<sub>2</sub>-emissie als gevolg van veenoxidatie ter grootte van 1.440 kton CO<sub>2</sub>-eq wordt in deze studie niet aan de landbouw toegerekend.

De chemische en overige industrie is de belangrijkste bron van emissies in Zuid-Holland.

### **Maatregelen**

Een melkveebedrijf op veengrond in Zuid-Holland kan op bedrijfsniveau de emissies met circa 30% reduceren door via voeraanpassingen een lager ureumgetal te realiseren, door de levensduur van de melkkoe te verhogen, door 'slimme kunstmestkeuzes', compensatie van het elektriciteitsgebruik door productie van groene stroom en vergisting van 70% van alle mest op het bedrijf.

Op provinciaal niveau betekent dit een reductie met circa 3 tot 4% van de totale emissies uit de landbouw, waarbij in dit cijfer gecorrigeerd is voor een verwachte implementatiegraad van de maatregelen.

Een andere lange termijn maatregel, in het bijzonder in de akkerbouw (op klei- of zandgrond), is verhoging van het organische stofgehalte in de bodem. De schattingen van de praktische mogelijkheden hiertoe variëren sterk. Een voorzichtige schatting is dat via deze weg in Zuid-Holland 15 jaar tijd op akkerland 395 kton CO<sub>2</sub> in de bodem kan worden vastgelegd. Dit komt overeen met een compensatie van zo'n 0,7% van de emissies per jaar. Ruimere schattingen lopen op tot 2,4%.

Daarnaast kan op veengrond bodemdaling worden tegengegaan. Als op 50% van de veengrond de bodemdaling wordt beperkt van 10 naar 5 mm per jaar, betekent dit een verlaging van de emissies met 360 kton CO<sub>2</sub>. Dit komt overeen met een compensatie van 10% van de emissies vanuit de landbouw.

Dit rapport gaat niet nader in op maatregelen die in de glastuinbouw kunnen worden getroffen voor verdergaande emissiereductie.

### **Adaptatie**

De klimaatverandering leidt vooral tot meer extremen in de weersituatie. Veehouders en akkerbouwers spelen daar vooral op in als er meerdere jaren achtereen schade is opgetreden of sprake was van dreigende schade.

Bij klimaatadaptatie staat de bodem centraal. Een goede bodemstructuur met een hoog organische stofpercentage zorgt voor een snelle vochtopname en een goed vochtvasthoudend vermogen. Bodem is daarmee voor zowel mitigatie als adaptatiemaatregelen interessant, zowel voor veengrond als voor de akkerbouw op andere grondsoorten.

Ook de ziektedruk in gewassen kan toenemen als gevolg van klimaatverandering (warmer en vochtiger). Het zoeken naar minder gevoelige rassen, aandacht voor voldoende vruchtwisseling en tijdige detectie van ziekten en plagen zijn hiervoor van belang.

### **Aanbevelingen**

Vermindering van de klimaatemissies wordt landelijk o.a. gestimuleerd via nationale subsidies t.a.v. investeringen in duurzame productiemiddelen, zoals MIA en SDE+. Aanvullend hierop kan de provincie zelf investeringssubsidie verstrekken. Daarnaast kan de provincie door voorlichtings- en/of begeleidingsprogramma's maatregelen stimuleren die (ook) bijdragen aan reductie van de emissies. Een voorbeeld is het Utrechtse programma voor een energieneutrale melkveehouderij. Dit kan gericht zijn op communicatie, maar kan ook worden uitgebreid met financiële prikkels, zoals betaling voor specifieke klimaatdiensten. Het verhogen van het organische stofgehalte van de klei- en zandbodem levert op langere termijn financieel voordeel op, maar op korte termijn kan het een dip in inkomsten betekenen. Een tijdelijke financiële impuls kan helpen om boeren toch deze stap te laten zetten.

De provincie Zuid-Holland kan, al dan niet in IPO-verband, stimuleringsmogelijkheden van andere partijen onder de aandacht brengen. Zo kunnen:

- gemeenten, waterschappen en het rijk vanuit hun rol als grondeigenaren gebruiksvoorwaarden stellen aan de grond
- markt- en ketenpartijen kunnen de primaire sector aanzetten tot verdere verduurzaming
- het GLB biedt mogelijkheden om via de vergoeringsvoorwaarden maatregelen te stimuleren die ook een positieve impact op het klimaat hebben.

De provincie Zuid-Holland is in 2015 'de sprong naar duurzame landbouw' gestart. De provincie richt zich daarbij op zgn. proeftuinen. Een ander onderdeel van de nadere uitwerking van deze 'sprong' kan zijn dat bij vergunningverlening specifiek ruimte wordt geboden aan bedrijven die werken aan verduurzaming van bijvoorbeeld de energieproductie, bijvoorbeeld met behulp van zonnepanelen en/of een windmolen.

## 1

# Inleiding

## 1.1

### Doelen van het project

De klimaatproblematiek staat de laatste tijd weer breed in de belangstelling. Landbouw is een belangrijke sector in dit verband. Een aanzienlijk deel van de broeikasgassen komt uit de landbouw. Deze sector is samen met de bosbouw bovendien de enige die CO<sub>2</sub> effectief kan vastleggen in de bodem, in de vorm van organische stof<sup>1</sup>. En ten derde is de landbouw, met zijn grote areaal, instrumenteel in adaptatie aan klimaatverandering, bijvoorbeeld het opvangen van neerslagpieken en droogte.

De ontwikkelingen in de landbouw gaan snel; zo maakt de melkveehouderij de laatste jaren – door de afschaffing van het melkquotum – een sterke groei door. Wat betekent dit voor de broeikasgasemissies vanuit deze sector? Daar staat tegenover dat ook in de melkveehouderij veel technieken worden toegepast om energie op te wekken. Wat dragen die bij aan de vermindering van de uitstoot van broeikasgassen? Ook de akkerbouw is een bron van emissies, door energiegebruik en uitstoot van lachgas uit de bodem, vooral door gebruik van kunstmest.

In deze rapportage beantwoorden we de volgende onderzoeksvragen:

1. Wat zijn de broeikasgasemissies vanuit de landbouw in 1990, 2005 en 2014 in Zuid-Holland?
2. Welke ontwikkelingen en maatregelen in de landbouw zien we in die periode die de trends in emissies verklaren? Is sprake van een verschuiving tussen sectoren? Hoe verhoudt dit zich tot landelijke doelstellingen?
3. Wat is in de provincie Zuid-Holland de omvang van de broeikasgasemissies vanuit individuele bedrijven? Welke verschillen zien we hier tussen bedrijven, c.q. welke ‘speelruimte’ is er voor verbetering?
4. Hoe kunnen agrarische bedrijven in de provincie Zuid-Holland de emissies als gevolg van hun bedrijfsvoering verminderen? Kan de opslag van CO<sub>2</sub> op bedrijfsniveau worden gestimuleerd? En hoe kunnen agrarische bedrijven de productie van duurzame energie vergroten?
5. Hoe kunnen agrarische bedrijven in de provincie Zuid-Holland hun bedrijfsvoering aanpassen aan de klimaatverandering, de veranderende omstandigheden?
6. Welke mogelijkheden heeft de provincie Zuid-Holland om reductie van broeikasgasemissies vanuit de landbouw en de productie van duurzame energie te stimuleren en te faciliteren?

---

<sup>1</sup> NB. Ook in agrarische producten wordt koolstof vastgelegd. Deze koolstof komt echter weer vrij als het product wordt geconsumeerd. Deze zogenaamde kort-cyclische koolstofvastlegging draagt daardoor niet bij aan de oplossing van het klimaatprobleem. Zie paragraaf 2.2. voor een nadere uitleg.

## 1.2 Leeswijzer

De opzet van de rapportage is als volgt:

- In hoofdstuk 2 beschrijven we de broeikasgasemissies en het energiegebruik in de Zuid-Hollandse landbouw; we geven daarbij eerst een afbakening en een methodiekbeschrijving weer, waarna de kwantitatieve gegevens worden beschreven.
- In hoofdstuk 3 staan we stil bij mogelijke maatregelen, die we per type maatregel beschrijven en waarbij we een indicatie geven voor het reductiepotentieel voor de provincie Zuid-Holland.
- In hoofdstuk 4 gaan we in op de vraag hoe de grondgebonden sectoren binnen de Zuid-Hollandse landbouw de bedrijfsvoering kan aanpassen aan de klimaatverandering (klimaatadaptatie).
- In hoofdstuk 5 trekken we conclusies en doen we aanbevelingen voor inzet op emissiereductie vanuit de landbouw.



# 2

## Broeikasgassen en energiegebruik

### 2.1 Afbakening

Voor het bepalen van het broeikaseffect van de landbouw zijn directe en indirecte broeikasgas-emissies in kaart gebracht. De directe emissies zijn afkomstig van processen op het bedrijf zoals het verwarmen van gebouwen, het gebruik van diesel maar ook emissies uit mestopslag en mestaanwending. Indirecte emissies ontstaan bij de productie van grondstoffen en producten die in de landbouw worden gebruikt. Voorbeelden hiervan zijn veevoerders, bestrijdingsmiddelen en kunstmest. Het broeikaseffect wordt veroorzaakt door de broeikasgassen kooldioxide (CO<sub>2</sub>), methaan (CH<sub>4</sub>), lachgas (N<sub>2</sub>O) en fluorhoudende gassen (HFK, CFK en SF<sub>6</sub>).

In deze analyse zijn de broeikasgasemissies bepaald voor de veehouderij, de glastuinbouw en de akkerbouw. Voor de veehouderij zijn de broeikasgasemissie bepaald voor varkens, runderen (melk en vlees), leghennen, vleeskuikens, schapen, geiten en paarden. Vanwege de geringe bijdrage aan de uitstoot van broeikasgassen zijn pelsdieren en konijnen in deze analyse buiten beschouwing gelaten.

### 2.2 Berekeningsmethodiek

Voor het berekenen van het broeikaseffect van de Zuid-Hollandse landbouw is gebruik gemaakt van de IPCC benadering (Ministerie van I&M, 2014a t/m e) gecombineerd met het toerekenen van emissies ontstaan in de keten. De emissies van de broeikasgassen methaan (CH<sub>4</sub>), lachgas (N<sub>2</sub>O) en koolstofdioxide (CO<sub>2</sub>) worden berekend voor de belangrijkste emissiebronnen (tabel 1). Hieronder volgt een korte beschrijving van deze emissiebronnen. In Bijlage 1 staan alle bronnen en protocollen weergegeven waar het model op is gebaseerd. Ook zijn in Bijlage 1 de bronnen weergegeven waaruit de data zijn gebruikt.

**Stalmestemissies.** Uit de stal en bij de opslag van mest komen door biologische processen emissies van CH<sub>4</sub> en N<sub>2</sub>O vrij.

**Bodememissies direct.** Door het gebruik van stikstof in mest en kunstmest komt lachgas (N<sub>2</sub>O) vrij als gevolg van nitrificatie en denitrificatie processen in de bodem. De hoeveelheid lachgas verschilt per kunstmestsoort, mest aanwendingstechniek (injecteren, bovengronds uitrijden en beweiding) en de grondsoort waarop de kunst(mest) wordt toegediend. In deze analyse zijn de emissies uit de bodem als gevolg van dierlijke mest toegerekend aan de landbouw ook als deze mest niet wordt gebruikt in de provincie zelf.

**Bodem emissies indirect.** Indirect wordt lachgas gevormd in bodem en aquatische systemen ten gevolge van stikstofverliezen. Er wordt hierbij onderscheid gemaakt tussen twee bronnen van indirecte lachgasemissies. Ten eerste atmosferische depositie van stikstof ten gevolge van de verdamping van ammoniak en stikstofoxiden uit de landbouw. Ten tweede wordt via denitrificatie lachgas gevormd in bodem en grondwater door uitspoeling van stikstof. Emissies als gevolg van dierlijke mest zijn toegerekend aan de landbouw in de provincie zelf. In het model is gerekend met de landelijke verdeling tussen veen en overige grondsoorten (d.w.z. 13% veengrond, 87% overige gronden). Hier is voor gekozen omdat een nadere uitsplitsing van grondsoorten voor alle individuele gewassen op provinciaal niveau niet beschikbaar zijn.

**Pens- en darmfermentatie.** In de pens en ingewanden van landbouwhuisdieren, vooral herkauwers als runderen en schapen, wordt methaan (CH<sub>4</sub>) gevormd. De hoeveelheid methaan die een dier uitscheidt is grotendeels afhankelijk van het soort en de hoeveelheid voer.

**Bedrijfsemissies.** Door het gebruik van energiedragers (diesel, aardgas en elektriciteit) ontstaan broeikasemissies op het bedrijf en bij de productie. Het betreft hierbij vooral de emissie van koolstofdioxide (CO<sub>2</sub>) maar ook kleine hoeveelheden lachgas (N<sub>2</sub>O) en methaan (CH<sub>4</sub>). Deze emissies zijn berekend middels een energieanalyse.

**Emissie grondstofaanwending.** Door het gebruik van veevoeder, kunstmest, bestrijdingsmiddelen en diergeneesmiddelen ontstaan in de productieketen broeikasgasemissies. IPCC rekent deze emissies toe aan elke afzonderlijke schakel. Echter, zonder landbouw zouden deze grondstoffen niet worden geproduceerd. Maatregelen in de landbouw hebben dan ook een direct effect op de uitstoot van broeikasgassen door de productie van deze grondstoffen. Bovendien geeft het meenemen van deze maatregelen in de berekening de boer ook direct handelingsperspectief: slimmer bemesten scheelt emissies en kosten. Er is in deze analyse daarom voor gekozen deze emissie toe te rekenen aan de landbouw. Per bedrijf, dier en/of gewas wordt bepaald hoeveel van een grondstof verbruikt is. De hoeveelheden worden vermenigvuldigd met de specifieke emissiefactoren.

**Emissie mesttransport.** Dierlijke mest wordt deels geproduceerd op niet grondgebonden bedrijven. Voordat mest kan worden toegepast dient het daarom eerst te worden getransporteerd. Door het verbruik van diesel komen bij dit transport broeikasgasemissies vrij.

**Emissies kapitaalgoederen.** Bij de productie van kapitaalgoederen, landbouwmachines, gebouwen, etc., komen ook broeikasgasemissies vrij. In deze analyse is ervoor gekozen om deze emissies niet mee te nemen.

**Verandering organische stofbalans bodem.** Er is veel onzekerheid en onbekendheid over emissies uit de bodem ten gevolge van en verandering in de organische stofbalans om een goede kwantificering mogelijk te maken. Ook binnen de IPCC-methodiek wordt dit buiten beschouwing gelaten. Daarom zijn de gevolgen van de verandering in de organische stofbalans van de bodem niet meegenomen in deze analyse. In het beleid wordt echter wel gewerkt aan de integratie van 'Land-Use, Land-Use-Change and Forestry' (LULUCF) in het beleid. Zie paragraaf 2.9.3. Daarom geven we in paragraaf 3.6. wel een globale indicatie wat de ordegrrootte is van de verandering in organische stof en hoe 'opslag van organische stof in de bodem' zich verhoudt tot andere maatregelen die de landbouw kan nemen.

Om de bijdragen van de verschillende broeikasgassen onderling en met de Nederlandse landbouw te vergelijken worden de emissies uitgedrukt in CO<sub>2</sub>-equivalenten. Met behulp van de 'Global Warming Potential' voor broeikasgassen is het mogelijk N<sub>2</sub>O en CH<sub>4</sub>-emissies om te rekenen naar

equivalente CO<sub>2</sub>-emissies. Hierbij staat de emissie van 1 eenheid N<sub>2</sub>O equivalent aan 298 eenheden CO<sub>2</sub> en 1 eenheid CH<sub>4</sub> equivalent aan 25 eenheden CO<sub>2</sub>.

**Kort-cyclische koolstofvastlegging.** Conform internationale afspraken zijn kort-cyclische broeikasgasemissies (cyclus minder dan 10 jaar) uitgesloten van de berekeningen. Omdat er in de praktijk veel verwarring bestaat over bijvoorbeeld de opname van CO<sub>2</sub> door gewassen, hetgeen niet in de berekeningen wordt meegenomen, beschrijven we in hier beknopt de kort-cyclische CO<sub>2</sub>-kringloop.

Tijdens de groei nemen gewassen, zoals gras en maïs, CO<sub>2</sub> op uit de atmosfeer. Na de oogst worden deze gewassen doorgaans binnen een jaar opgegeten. Dan komt de vastgelegde CO<sub>2</sub> weer vrij en terug in de atmosfeer. De vastlegging en emissie van dergelijke kort-cyclische CO<sub>2</sub> wordt niet meegenomen in berekeningen van de broeikasgasemissie, omdat het geen netto effect heeft op de broeikasgasemissies.

Het deel van de CO<sub>2</sub> dat langdurig wordt vastgelegd in organische stof en wortels in de bodem scoort een stuk positiever. Maar in Nederland is de voorraad organische stof in de bodem de afgelopen decennia gemiddeld constant gebleven (Smit et al., 2007). Uitzondering hierop zijn veengronden waar organische stof wordt afgebroken en voor extra emissies zorgt. Zie het kader 'Emissies door bodemdaling van veengronden'.

#### Emissies door bodemdaling van veengronden

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

Om in Zuid-Holland op de veengrond een vitale landbouw mogelijk te maken vindt ontwatering plaats. Door ontwatering treedt oxidatie op en verdwijnt veen als CO<sub>2</sub> naar de atmosfeer. Hierdoor daalt het maaiveld gemiddeld 10 mm per jaar. De CO<sub>2</sub>-emissie als gevolg van de veenoxidatie is afhankelijk van het waterpeil en wordt geschat op ruim 2 ton CO<sub>2</sub>/ha per mm bodemdaling (Kuikman et al, 2005). Volgens bodemkaartgegevens ligt er 38.600 ha veengrond in de provincie. Daarnaast is een groot deel van de bodem klei op veen. Het is moeilijk goede cijfers te krijgen van de omvang hiervan. Een ruwe schatting is dat er 50.000 ha klei op veen landbouwgrond is in Zuid-Holland.

Uitgaande van 5 mm bodemdaling per jaar van klei-op-veengronden en 10 mm bodemdaling van veengronden komt de totale uitstoot van het broeikasgas CO<sub>2</sub> door bodemdaling in Zuid-Holland op  $2,259 \text{ ton CO}_2\text{-eq./ha} \times (10 \text{ mm} \times 38.600 \text{ ha} + 5 \text{ mm} \times 50.000 \text{ ha}) = 1.440 \text{ kton CO}_2\text{-eq.}$  per jaar vanuit landbouwgronden. Dit komt overeen met 40% van de totale broeikasgasemissie van de Zuid-Hollandse landbouw.

Deze emissiebron wordt volgens IPCC-systematiek niet aan de landbouw toegeschreven. In deze rapportage wordt deze bron dan ook niet vermeld bij de emissies.

##### Lachgas

Door verlies van koolstof uit de bodem komt ook stikstof vrij. De hoeveelheid stikstof die mineraliseert kan worden bepaald op basis van de C:N verhouding met behulp van de CO<sub>2</sub> emissie. Tijdens omzetting van stikstofverbindingen in de bodem door nitrificatie en denitrificatie komt lachgas (N<sub>2</sub>O) vrij. Bij een emissiefactor van 2% voor lachgasvorming (conform IPCC methodiek) is de gemiddelde jaarlijkse N<sub>2</sub>O emissie door bodemdaling 2,5 ton CO<sub>2</sub>-eq./ha. Deze emissie wordt in de IPCC-protocollen wel als landbouwbron meegerekend. Omdat de emissies van deze bron in deze rapportage in de directe bodememissie zijn opgenomen, worden deze hier niet meer apart vermeld.

Tabel 1. Meegerekende emissiebronnen en processen

<b>Emissiebronnen/processen</b>	<b>Broeikasgas</b>	<b>Meegerekend (J/N)</b>
Stalmest emissies	N <sub>2</sub> O, CH <sub>4</sub>	J
Bodem emissies direct	N <sub>2</sub> O	J
Bodem emissies indirect	N <sub>2</sub> O	J
Pens- en darmfermentatie	CH <sub>4</sub>	J
Bedrijfsemissies	CO <sub>2</sub> -eq.	J
Emissies grondstof aanwending	CO <sub>2</sub> -eq.	J
Emissies mesttransport	CO <sub>2</sub> -eq.	J
Emissie door veenmineralisatie	CO <sub>2</sub>	Apart vermeld
Emissie door veenmineralisatie	N <sub>2</sub> O	In bodememissies direct
Emissies kapitaalgoederen	CO <sub>2</sub> -eq.	N
Verandering organische stofbalans bodem	CO <sub>2</sub> , N <sub>2</sub> O, CH <sub>4</sub>	N

### 2.3 Arealen in de provincie

Tabel 2 geeft een overzicht van het grondgebruik door de landbouw in Zuid-Holland in 1990, 2005 en 2014. Het areaal landbouwgrond in Zuid-Holland beslaat in 2014 ruim 127.700 ha. Dit is 7% van het totale landbouwareaal in Nederland. Ruim 60% van het areaal in Zuid-Holland bestaat uit groenvoedergewassen en is daarmee grotendeels toe te rekenen aan de melkveehouderij. Landelijk is dit 66%. Het aandeel grasland in Zuid-Holland is 57%. Landelijk is dit 54%. Landelijk zien we de trend dat het areaal grasland sinds 1990 met 9% is afgenomen. In Zuid-Holland is het areaal grasland sinds 1990 met 11% afgenomen. Het aandeel maïsland is relatief laag in Zuid-Holland; in 2014 is dit bijna 4% van het areaal, landelijk ligt dit op 12%. Het totaal areaal landbouwgrond nam sinds 1990 met bijna 15% af, landelijk was dit 8%.

Tabel 2. Landbouwarealen in Zuid-Holland en Nederland in 1990, 2005 en 2014

	Zuid-Holland (ha)			Nederland (ha)		
	1990	2005	2014	1990	2005	2014
Akkerbouwgewassen	48.373	40.778	37.158	608.308	568.098	512.117
Wv aardappelen	12.634	10.129	10.101	175.318	155.781	156.252
Wv graan	19.509	16.758	15.103	192.996	222.589	192.338
Wv suikerbieten	8.576	6.444	4.862	124.995	91.313	75.094
Wv overig	7.655	7.446	7.092	114.999	98.416	88.432
Mais	1.317	4.451	4.841	201.811	235.085	226.151
Grasland	81.894	79.350	72.908	1.096.496	999.976	993.462
Braak	641	2.187	513	5.939	34.888	7.718
Vollegrondsgroente	4.676	3.014	1.709	21.596	24.076	25.089
Fruut open grond	1.650	1.086	930	23.251	18.498	18.383
Glastuinbouw	6.075	5.620	4.837	9.912	10.520	9.493
Bloemen, bollen en planten	4632	5.250	4.364	26.632	40.406	43.362
Totaal	149.387	142.431	127.710	1.993.945	1.931.548	1.835.776

## 2.4 De omvang van de veestapel

Tabel 3 geeft een overzicht van de omvang en samenstelling van de veestapel in Zuid-Holland. In verhouding tot de hoeveelheid landbouwgrond kent Zuid-Holland minder veehouderij dan het landelijk gemiddelde; 5% van de runderen, 1% van de vleeskuikens, 12% van de schapen, 3% van de geiten en 1% van de varkens in Nederland worden in 2014 gehouden in Zuid-Holland. Sinds 1990 is hierin niet heel veel veranderd.

Tabel 3. Landbouwhuisdieren in Zuid-Holland en Nederland

	Zuid-Holland (aantal dieren)			Nederland (aantal dieren)		
	1990	2005	2014	1990	2005	2014
Rundvee	245.572	193.290	191.382	4.926.023	3.818.353	4.068.331
Varkens	244.432	152.425	118.356	13.915.048	11.311.558	12.238.120
Leghennen	303.340	384.260	209.375	44.319.880	41.047.700	46.570.093
Vleeskuikens	1.105.270	807.244	626.403	48.444.190	50.284.466	54.914.618
Schapen	165.758	153.643	110.352	1.702.406	1.360.509	958.602
Geiten	1.800	10.542	14.710	37.472	291.891	431.421
Paarden	4.549	7.009	12.272	69.592	132.551	126.586

## 2.5 Emissies per sector in Zuid-Holland

Tabel 4 laat de bijdrage van de Zuid-Hollandse landbouw zien aan het broeikaspotentieel in vergelijking met de andere sectoren in de provincie Zuid-Holland volgens cijfers van de emissieregistratie. Landbouw is met 5.320 kton CO<sub>2</sub>-eq. een belangrijke sector, na de energiesector, industrie en verkeer en vervoer. De landbouwemissies bedragen 11% van de totale broeikasgasemissies in Zuid-Holland.

Tabel 4. Broeikasgasemissies per sector in Zuid-Holland in 2013<sup>2</sup> (bron: emissieregistratie.nl)

Sector	Emissie (kton CO <sub>2</sub> -eq.)
Energiesector	11.630
Chemische en overige industrie	14.780
Landbouw	5.320 (*)
Verkeer en vervoer	6.630
Consumenten	4.100
Afvalverwijdering	2.390
Handel, Diensten en Overheid (HDO)	2.700
Bouw	120
Natuur	150
Riolering en waterzuiveringsinstallaties	140
Drinkwatervoorziening	10
Totaal	47.970

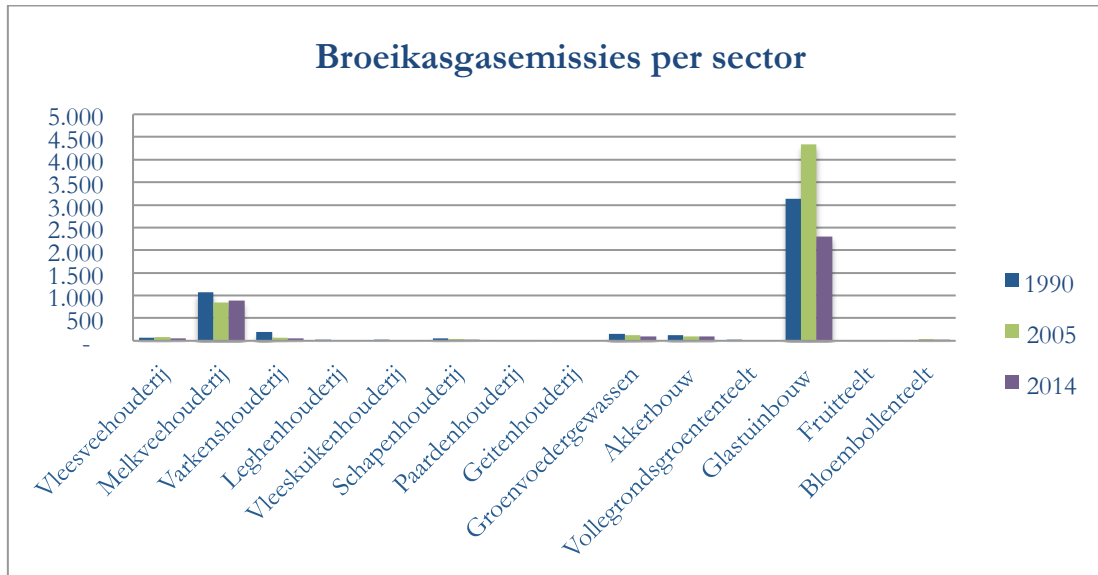
(\*) Zou gelijkloidend moeten zijn aan onze berekeningen. De cijfers van de emissieregistratie rekenen echter zonder teruglevering van energie (binnen de glastuinbouw).

De emissies van de landbouw in tabel 4 wijken enigszins af van onze berekeningen. In onze berekeningen worden het transport en kunstmest ten behoeve van de landbouw toegerekend aan de landbouw. In de cijfers op emissieregistratie.nl worden de transportemissies toegerekend aan de transportsector, energie aan de energiesector, etc. We hebben hiervoor gekozen omdat de besparingsmogelijkheden van deze emissies (grotendeels) bij de landbouw liggen. Daarnaast is in onze berekening de teruglevering van elektriciteit door glastuinbouwbedrijven aan het elektriciteitsnet meegenomen in de berekening van de landbouwemissies. Ook deze cijfers worden in de emissieregistratie niet aan de landbouw toegerekend, maar aan de energiesector. Met name dit laatste getal verklaart verschil in de berekende landbouwemissies volgens emissieregistratie.nl en onze berekeningen zoals deze in de volgende paragraaf worden besproken.

<sup>2</sup> Het jaar 2013 is het meest recente jaar waarover de emissieregistratie rapporteert op het moment van het opstellen van deze rapportage.

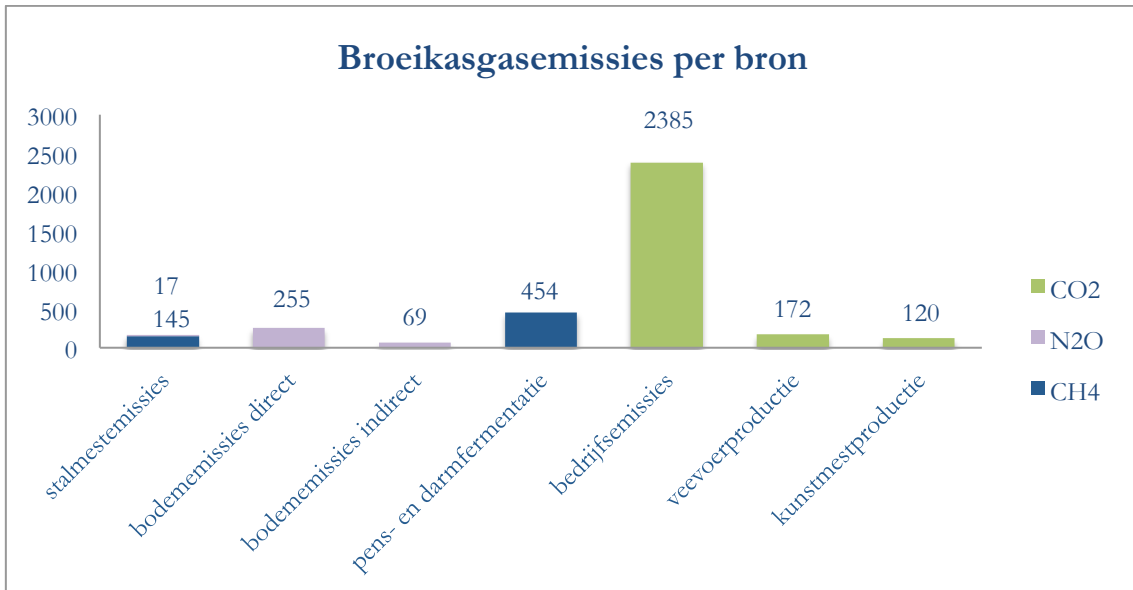
## 2.6 Resultaten broeikasgasberekeningen

Op basis van de besproken berekeningsmethodiek, de arealen en het aantal dieren is het broeikaseffect van de landbouw in de provincie berekend op 3.617 kton CO<sub>2</sub>-eq. De grootste bijdrage levert de glastuinbouw met 2.306 kton CO<sub>2</sub>-eq. De veestapel is vervolgens goed voor 1.063 kton CO<sub>2</sub>-eq., waarna de gewassen in volle grond (d.w.z. groenvoedergewassen, akkerbouw, vollegrondsgroenten, fruitteelt en bloembollen) nog eens 247 kton CO<sub>2</sub>-eq bijdragen. Akkerbouwgewassen en groenvoedergewassen vormen hierbinnen de grootste groepen, met respectievelijk 98 kton CO<sub>2</sub>-eq. en 101 kton CO<sub>2</sub>-eq. Overigens moet daarbij worden aangetekend dat de emissies van de groenvoedergewassen met name zijn toe te schrijven aan gras- en maïsland. Berekeningen zijn uitgevoerd op basis van het daadwerkelijk landgebruik. Er is geen informatie beschikbaar welke sector welke percelen in gebruik heeft. In werkelijkheid kan vrijwel de hele emissie van groenvoedergewassen aan de melkveehouderij worden toegeschreven, omdat deze gewassen uiteindelijk in de melkveehouderij worden gevoederd. Opmerking hierbij is dat we alle broeikasgasemissies als gevolg van mestaanwending toerekenen aan de veestapel die de mest heeft geproduceerd. In praktijk wordt een deel van de mest aangewend op land van andere sectoren. Het zou dus juist zijn de emissies bij aanwending van de mest toe te kennen aan de sector waar de mest uiteindelijk wordt aangewend. Er zijn echter geen data beschikbaar die inzicht geven waar de mest vanuit de verschillende sectoren (provinciaal) wordt toegepast. Om die reden hebben we dit onderscheid niet gemaakt. Circa 20% van de totale emissies die hier zijn toegekend aan de varkenshouderij zijn (directe en indirecte) bodememissies en moeten in feite worden toegekend aan de sector die deze mest aanwendt. Eenzelfde redenatie geldt voor dat (beperkte) deel van de mest van melkveebedrijven dat niet op het eigen bedrijf wordt aangewend.



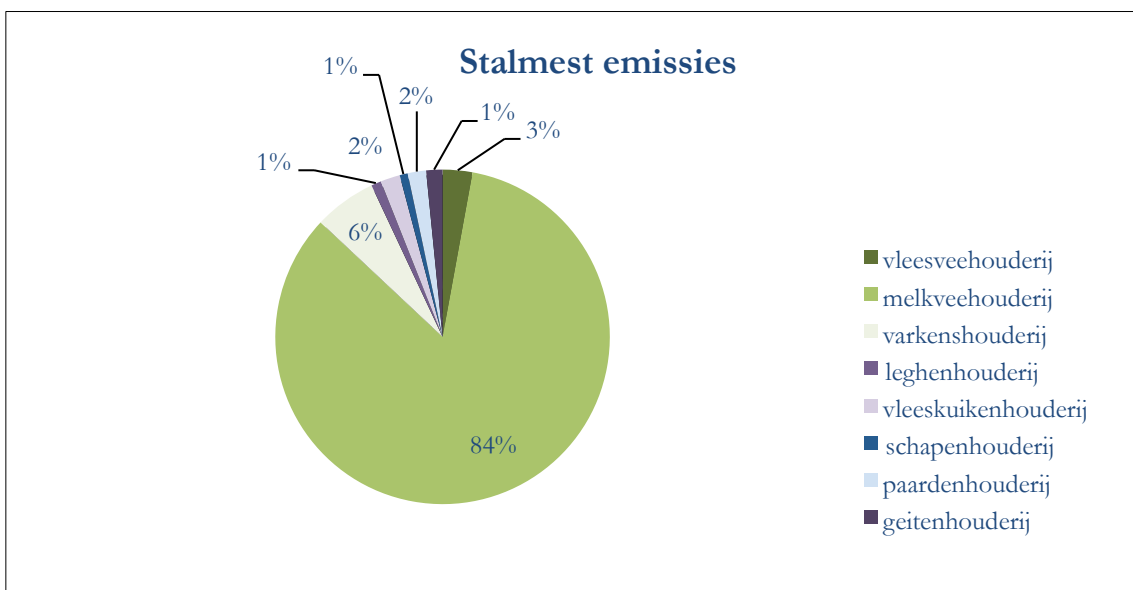
Figuur 1. Het broeikaseffect van de Zuid-Hollandse landbouw per sector (in kton CO<sub>2</sub>-eq.)

Als we kijken naar de verschillende emissiebronnen (figuur 2) dan blijkt dat bedrijfsemisies het hoogste scores, (2.385 kton CO<sub>2</sub>-eq.) voor het grootste deel afkomstig uit de glastuinbouw. De emissies als gevolg van pens- en darmfermentatie scores hierna het hoogst (454 kton CO<sub>2</sub>-eq.), gevolgd door directe bodememissies en emissies als gevolg van veevoerproductie. Exacte cijfers per sector, bron en jaar zijn opgenomen in Bijlage 2.



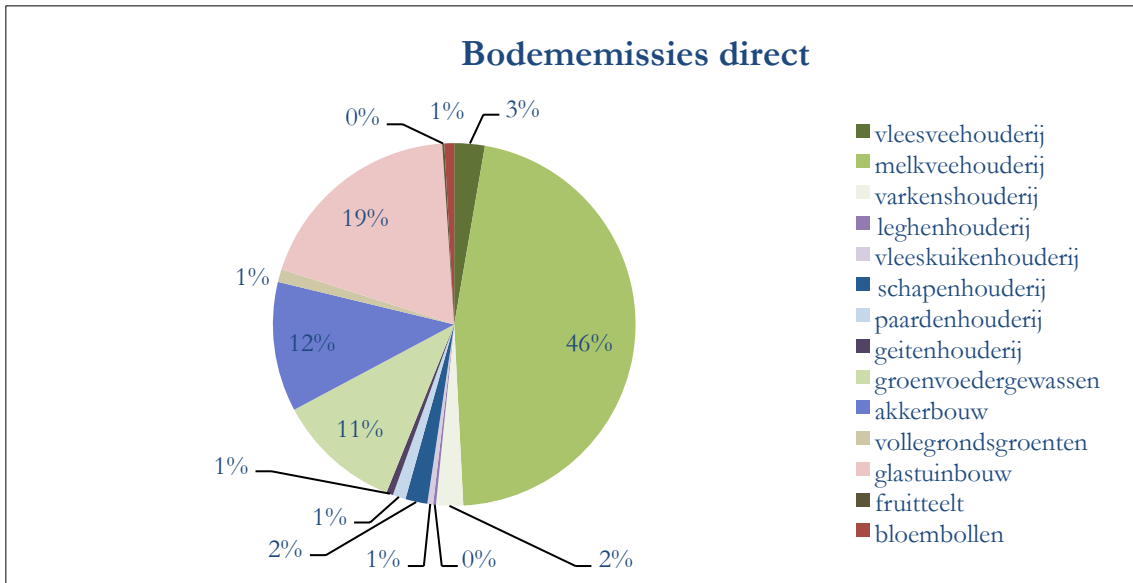
Figuur 2. Broeikasgasemissies in Zuid-Holland per bron in 2014 (in kton CO2-eq.)

De figuren 3 t/m 9 laten een verdere onderverdeling zien van de emissiebronnen in 2014. De melkveehouderij veroorzaakt veruit de meeste stalmestemissies, directe en indirecte bodememissies, emissies als gevolg van pens- en darmfermentatie en emissies die ontstaan bij de veevoerproductie. De glastuinbouw heeft het grootste aandeel (93%) in de emissies als gevolg van bedrijfsprocessen (figuur 7). Dit zijn emissies als gevolg van het gebruik van energiebronnen (diesel, gas, elektriciteit, etc.). Slechts 2% en 1% van de emissies als gevolg van bedrijfsprocessen kunnen worden toegerekend aan de melkveehouderij en de akkerbouw. De emissies als gevolg van gebruik van kunstmest zijn voor 28% toe te schrijven aan de akkerbouw, voor 25% aan de glastuinbouw en voor 40% aan groenvoedergewassen. Deze groenvoedergewassen worden grotendeels geteeld voor de melkveehouderij (figuur 9).

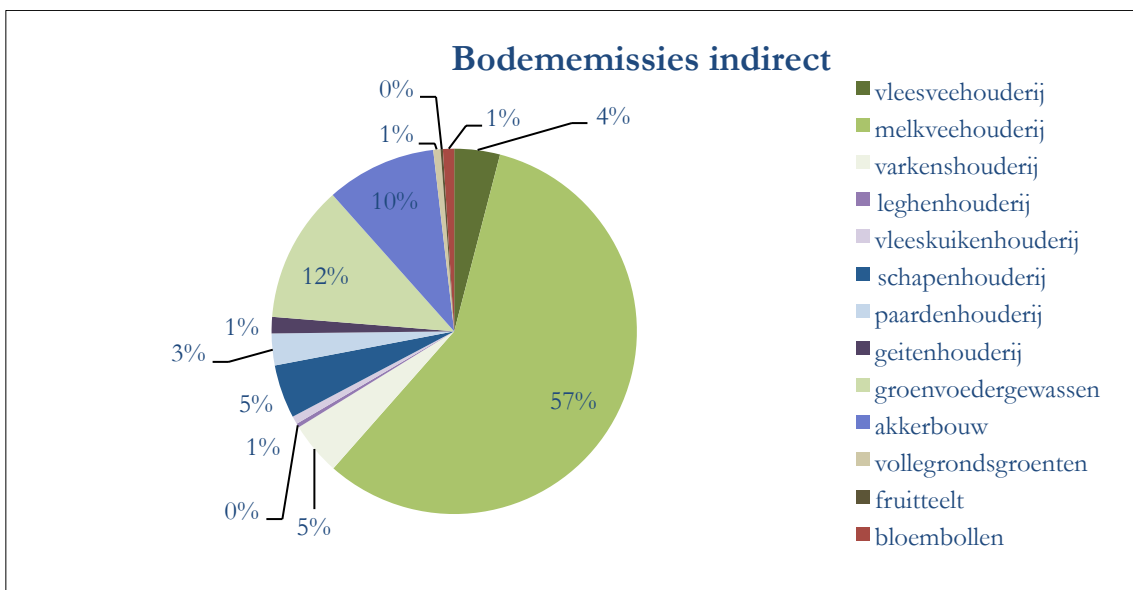


Figuur 3. Procentuele bijdrage van de verschillende veehouderijsectoren aan de stalmest emissies in Zuid-Holland in 2014

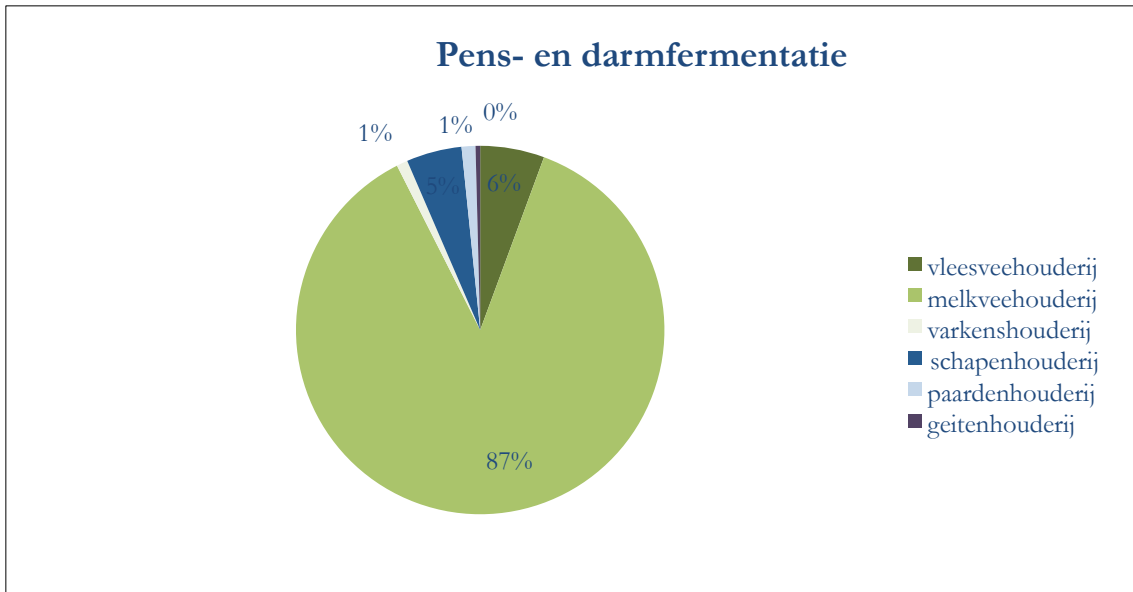




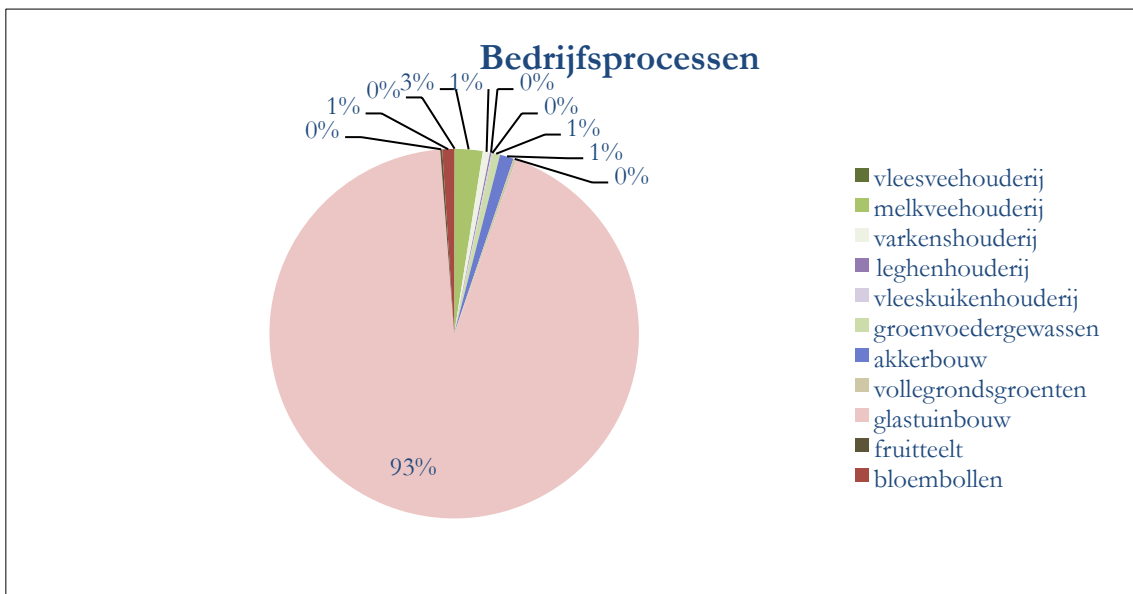
Figuur 4. Procentuele bijdrage van de verschillende sectoren aan de directe bodememissies in Zuid-Holland in 2014



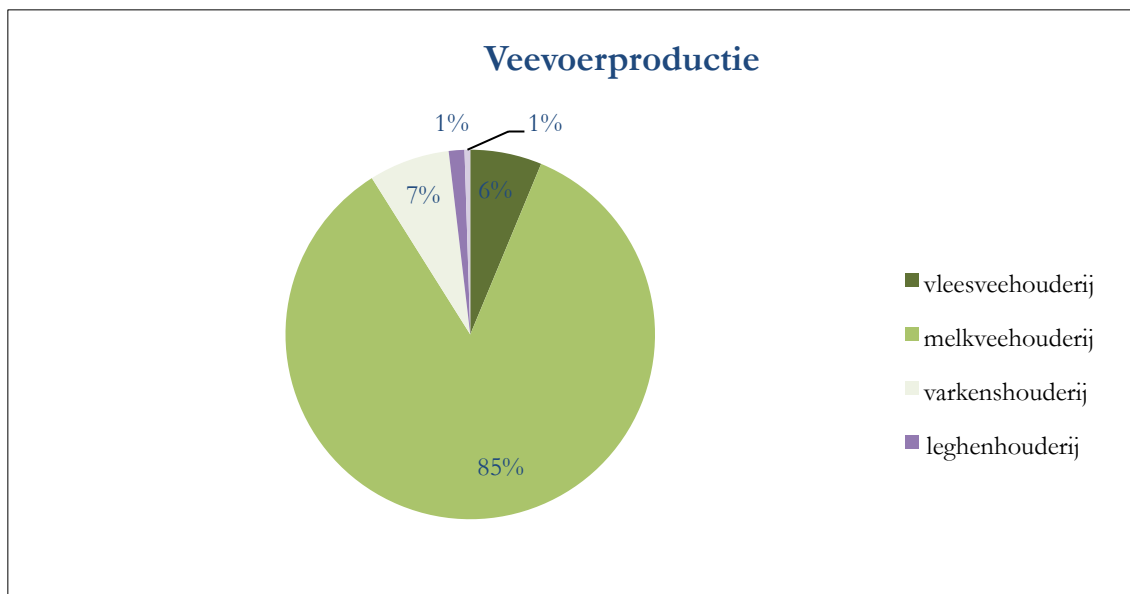
Figuur 5. Procentuele bijdrage van de verschillende sectoren aan de indirecte bodememissies in Zuid-Holland in 2014



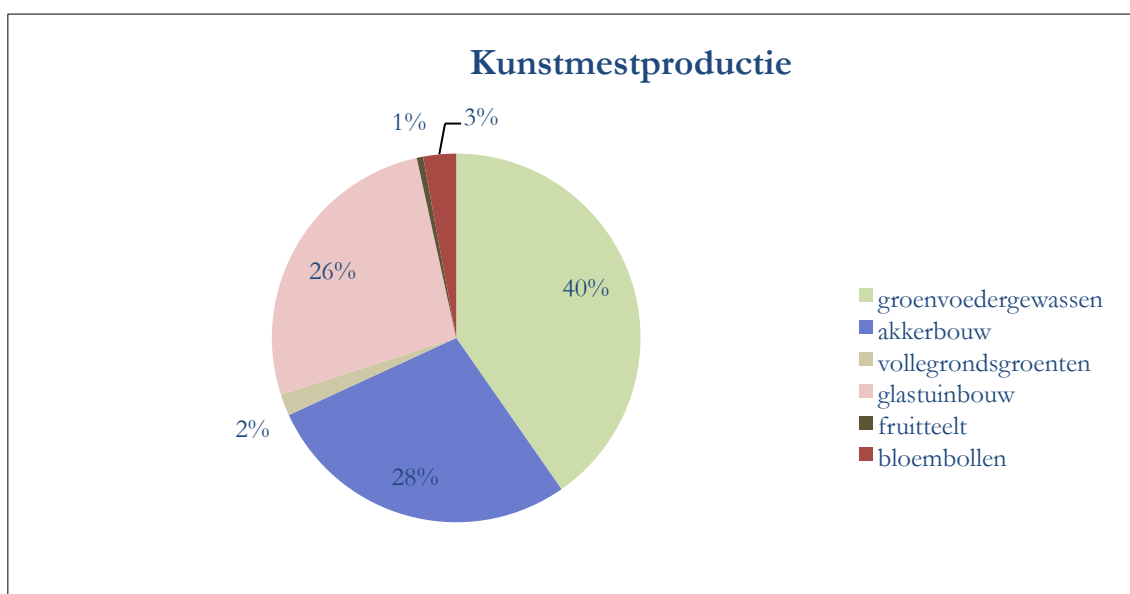
Figuur 6. Procentuele bijdrage van de verschillende veehouderijsectoren aan de emissies als gevolg van pens- en darmfermentatie in Zuid-Holland in 2014



Figuur 7. Procentuele bijdrage van de verschillende sectoren aan de emissies als gevolg van bedrijfsprocessen in Zuid-Holland in 2014



Figuur 8. Procentuele bijdrage van de verschillende veehouderijsectoren aan de emissies als gevolg van veevoerproductie (voor die sectoren in Zuid-Holland, maar veelal elders geproduceerd) in 2014



Figuur 9. Procentuele bijdrage van de verschillende sectoren aan de emissies bij kunstmestproductie voor de landbouw in Zuid-Holland in 2014

## 2.7 Vergelijking met landelijke en regionale cijfers

De broeikasgasemissies van de Zuid-Hollandse landbouw dragen in 2014 voor 11,5% bij aan de landelijke broeikasgasemissies uit de landbouw (zie tabel 5). Doordat het aandeel glastuinbouw in Zuid-Holland veel groter is dan het landelijk gemiddelde, en de bedrijfsemmissies hier zeer hoog zijn, scoort deze bron ook hoog in verhouding tot de rest van Nederland (66% t.o.v. 22%). Emissies uit andere bronnen, worden door deze grote bron procentueel gezien kleiner. Toch is de emissie vanuit

pens- en darmfermentatie met 5,4% in lijn met de landelijke emissie uit deze bron; zo'n 4,7% van de runderen staat in Zuid-Holland.

Tabel 5. Broeikasgasemissie per emissiebron in Zuid-Holland vergeleken met Nederland voor 1990, 2005 en 2014 (kton CO<sub>2</sub>-eq.). Zie de figuren 3 t/m 9 voor informatie welk deel van deze emissies zijn toe te rekenen aan de verschillende sectoren

	Zuid-Holland			Nederland		
	1990	2005	2014	1990	2005	2014
Stalmest emissies	163	150	162 (4%)	4.246	3.876	4.080 (13%)
Bodememissies direct	335	295	255 (7%)	4.813	4.449	4.111 (13%)
Bodememissies indirect	146	78	69 (2%)	2.773	1.559	1.458 (5%)
Pens- en darmfermentatie	522	449	454 (13%)	9.222	7.755	8.400 (27%)
Bedrijfsprocessen	3.333	4.411	2.385 (66%)	10.138	10.887	7.045 (22%)
Veevoerproductie	234	173	172 (5%)	5.659	4.639	5.135 (16%)
Kunstmestproductie	163	141	120 (3%)	1.767	1.504	1.325 (4%)
Totaal	4.896	5.697	3.617 (100%)	38.617	34.670	31.554 (100%)

## 2.8 Ontwikkelingen in de tijd

Tabel 6 geeft de ontwikkeling van de broeikasgasemissie in de landbouw in Nederland en Zuid-Holland weer in 1990, 2005 en 2014. De totale broeikasgasemissies vanuit de landbouw zijn in Zuid-Holland gedaald van 4.896 kton in 1990 naar 3.617 kton in 2014, een afname met 26%. Landelijk is sprake van een afname van 18%. Dit verschil kan met name worden verklaard door de sterke terugdringing van de emissies uit de glastuinbouw als gevolg van warmtekrachtkoppeling. Daarnaast namen de melkveehouderij en varkenshouderij in Zuid-Holland iets sterker af dan het landelijk gemiddelde en het totale landbouwgrondareaal daalde ook sterker dan landelijk. Landelijk nam het aantal melkkoeien in Nederland af tot 2007. Vanaf 2007 is weer sprake van lichte groei van de melkveestapel. Dit verklaart dat de melkveehouderij in 2005 landelijk lagere emissies realiseerde dan in 1990 en 2014. Een mogelijk effect van verlaging van de gebruiksnormen is in deze waarden niet terug te zien, omdat deze emissies niet zijn opgenomen in de post 'melkveehouderij' maar in de post 'groenvoergerassen'. Deze emissiepost is gedaald van 155 kton in 1990 naar 101 kton in 2014. Een daling van 35%, terwijl het areaal slechts 7% kleiner is geworden in die periode. In Zuid-Holland blijken de emissies vanuit de melkveehouderij in 2014 iets meer gedaald ten opzichte van 1990 dan landelijk. Waar landelijk de emissies uit de melkveehouderij met 13% zijn gedaald tussen 1990 en 2014, daalde dit in Zuid-Holland met ruim 16%. Dit komt omdat in Zuid-Holland het aantal melkkoeien in 2014 met 22% daalde ten opzichte van 1990, terwijl landelijk sprake is van een daling met 16%. De landelijke emissies vanuit de melkveehouderij worden ingeschat op 14.484 kton in 2014. Daarnaast moet een groot deel van de emissies bij de teelt van groenvoergerassen (totaal 1.576 kton) ook worden toegerekend aan de melkveehouderij. Onze berekening van de totale emissies uit de melkveehouderij komt daarmee goed overeen met de berekening van Reijs et al. (2015) van 15.480 kton in 2014.

Tabel 6. Broeikasgasemissies (in kton CO<sub>2</sub>-eq.) in 1990, 2005 en 2014 in Zuid-Holland en landelijk vanuit de verschillende sectoren

	Zuid-Holland			Nederland		
	1990	2005	2014	1990	2005	2014
Vleesveehouderij	70	77	52 (1%)	2.563	2.734	2.629 (8%)
Melkveehouderij	1.067	845	893 (25%)	16.689	12.882	14.484 (46%)
Varkenshouderij	197	74	51 (1%)	7.181	4.649	4.118 (13%)
Legghouderij	19	14	8 (0%)	1.273	1.070	1.103 (3%)
Vleeskuikenuderij	21	14	8 (0%)	903	821	706 (2%)
Schapenhouderij	56	44	32 (1%)	582	396	275 (1%)
Paardenhouderij	5	8	13 (0%)	81	151	138 (0%)
Geitenhouderij	1	5	7 (0%)	19	141	203 (1%)
Groenvoedergewassen	155	127	101 (3%)	2.413	1.859	1.576 (5%)
Akkerbouw	126	103	98 (3%)	1.568	1.412	1.313 (4%)
Vollegrondsgroententeelt	25	14	12 (0%)	106	104	112 (0%)
Glastuinbouw	3.133	4.329	2.306 (64%)	5.015	8.084	4.528 (14%)
Fruitteelt	12	7	5 (0%)	167	103	99 (0%)
Bloembollenteelt	10	37	31 (1%)	58	265	269 (1%)
			3.617			31.554
Totaal	4.896	5.697	(100%)	38.617	34.670	(100%)

## 2.9

### Klimaatdoelstellingen

#### 2.9.1

##### Convenantafspraken 2020

In 2008 heeft het kabinet met de agrosectoren convenantafspraken gemaakt om de broeikasgasemissies sterk te reduceren. In dit convenant, Schone en Zuinige Agrosectoren, zijn doelstellingen geformuleerd voor Nederland tot 2020 met betrekking tot de volgende thema's:

- Energiebesparing;
- Duurzame energieproductie;
- Reductie overige broeikasgassen.

De afspraken in het convenant worden hieronder beschreven per sector (reducties t.o.v. 1990).

Melkveehouderij:

- Energiegebruik (diesel, gas, electra) -25%
- Methaanemissie dieren -5% (per melkkoe t.o.v. 2007)
- Methaanemissie stal -15%
- Emissie kunstmest -25%

Varkens en pluimvee:

- Energiegebruik (diesel, gas, electra) -25%
- Verbranding pluimveemest 66% van de mest
- Methaanemissie stal -15%

Open teelten:

- Energiegebruik (diesel, gas, electra) -25%
- Emissie kunstmest -25%

Glastuinbouw:

- Energiegebruik (diesel, gas, electra) -25%

Een specifieke uitwerking van elk van deze deelafspraken blijkt lastig terug te rekenen naar provinciaal niveau. Energiegebruik zou moeten worden teruggerekend naar productie-eenheden of product-eenheden (bijvoorbeeld kWh per koe of per kg melk). Eenvoudiger is om het hoofddoel van het convenant voor ogen te houden: een broeikasgasemissiereductie van 20% op sectorniveau in 2020 ten opzichte van 1990. Maar ook daar gaat de vlieger voor een vergelijking op provinciaal niveau niet helemaal op. In Zuid-Holland nam de broeikasgasemissie vanuit de landbouw in de periode 1990-2014 met 26% af. Dit is met name een gevolg van de energieverduurzaming in de glastuinbouw. De emissies vanuit de glastuinbouw in Zuid-Holland daalden van 3.133 kton in 1990 naar 2.306 kton in 2014, een afname met 26%. Landelijk namen de emissies vanuit de glastuinbouw met 10% af. Dit verschil is te verklaren door de omvang van de sector; de glastuinbouw in Zuid-Holland was in 2014 20% kleiner in oppervlakte dan in 1990. Landelijk was de afname slechts 4%. Ook het totaal landbouwareaal nam in Zuid-Holland sneller af dan het landelijk gemiddelde. Het totale landbouwoppervlak in Zuid-Holland was in 2014 15% kleiner dan in 1990. Landelijk was de afname 8%.

## 2.9.2

### EU-afspraken 2030

Binnen de EU wordt momenteel gewerkt aan wijzigingen van het EU-emissiehandelsysteem (EU ETS), met als doelstelling om de broeikasgassen in met minimaal 40% te reduceren in 2030 ten opzichte van 1990. Deze reductiedoelstelling is in 2014 door de EU overeengekomen. Om dit te kunnen realiseren, moeten de sectoren die onderdeel zijn van het ETS met 43% reduceren t.o.v. 2005. Dit betekent dat vanaf 2021 de emissies jaarlijks met 2,2% moeten dalen, Op dit moment is deze afname gesteld op 1,74% per jaar.

Elk land binnen de EU heeft een nationale doelstelling voor emissiereductie binnen de sectoren die geen deel uitmaken van de ETS, zoals de landbouw. Dit is vastgelegd in een voorstel; 'the Effort Sharing Regulation'. Het voorgestelde doel voor niet-ETS sectoren in Nederland is een reductie van 36% van de emissies in 2030 ten opzichte van 2005.

De gegevens laten landelijk een daling van de emissies vanuit de landbouw zien van 9% in de periode 2005 tot 2014. De glastuinbouw valt deels onder het ETS-systeem en deels onder een speciale CO<sub>2</sub>-regeling voor de glastuinbouw. Om de prestaties van de landbouw te beoordelen in het licht van 'the Effort Sharing Regulation' zetten we de prestaties van de glastuinbouw apart van de overige landbouwsectoren. De overige sectoren realiseren een emissie van 26.586 kton in 2005 en een emissie van 27.026 kton in 2014, een toename van 2%. Deze toename is bijna volledig toe te schrijven aan een stijging van de emissies vanuit de melkveehouderij. Kijken we specifiek naar Zuid-Holland, dan zien we dat de glastuinbouw een reductie heeft gerealiseerd van 4.329 kton naar 2.306 kton in die periode. Dit is een reductie van 47%. De overige sectoren in Zuid-Holland weten een kleine reductie te realiseren van 1.368 kton naar 1.311 kton, een reductie van 6%.

## 2.9.3

### LULUCF vanaf 2021

Momenteel wordt gewerkt aan een voorstel te bepalen hoe de Land-Use, Land-Use Change and Forestry (LULUCF)-sector vanaf 2021 in het klimaatbeleid zal worden opgenomen. Als afspraak wordt hierin opgenomen dat de LULUCF geen netto-emissies veroorzaakt. Als referentiejaar geldt

de periode 2005-2007. Het Nederlands beleid is dat ondernemers een eigen verantwoordelijkheid hebben en houden om een eventuele toename van organische stof in de bodem te realiseren. Door LULUCF apart te benoemen en verbeteringen te honoreren, wordt een positieve prikkel gegeven om als sector te werken aan verhoging van organische stof in de bodem. In het volgende hoofdstuk nemen we 'goed bodembeheer' (paragraaf 3.6.) dan ook bewust mee als mogelijke klimaatmaatregel.

## 3

## Mogelijke maatregelen t.b.v. emissiereductie

In dit hoofdstuk schetsen we kort enkele ontwikkelingen binnen de landbouw het komende decennium en bespreken we mogelijke maatregelen (alleen melkveehouderij en akkerbouw/akkerbouwmatige groenten) om de broeikasgasemissies te reduceren. We maken hierbij onderscheid naar energiebesparende maatregelen, voermaatregelen, bemestingsmaatregelen, veemaatregelen en bodemmaatregelen. Om op bedrijfsniveau inzicht te krijgen in de effecten van maatregelen, zijn berekeningen uitgevoerd met de klimaatlat melkveehouderij. In het model is uitgegaan van een ‘gemiddeld’ melkveebedrijf met 56 ha grasland op veengrond. In de tabel 7 staat de uitgangssituatie voor dit bedrijf weergegeven.

Tabel 7. Uitgangssituatie berekeningen klimaatlat melkveehouderij

Uitgangssituatie	
Aantal melkkoeien	75
Stuks jongvee 0-1 jaar	26
Stuks jongvee 1-2 jaar	26
Ureumgetal	28
Grasland scheuren (%/jr)	5%
Grasland (ha)	56
Maïsland (ha)	0
gebruikt kunstmest	KAS
Elektriciteitsgebruik (kWh/jr)	35.000
Dieselgebruik (liter/jr)	5.000

In de eerste paragrafen bespreken we de effecten van de maatregelen aan de hand van deze berekeningen op bedrijfsniveau. Vervolgens bespreken we wat dit betekent voor de landbouwemissies in Zuid-Holland als geheel en welke stimuleringsopties de provincie heeft.



### 3.1 De landbouw in de toekomst

In voorgaand hoofdstuk hebben we teruggekeken naar de ontwikkelingen sinds 1990. Het afgelopen decennium zijn enkele ontwikkelingen ingezet die ook de komende jaren verder zullen worden doorgezet. Dit zijn ontwikkelingen die deels bedrijfseconomisch zijn gedreven, deels door wetgeving worden gestimuleerd of verplicht. Denk hierbij aan verdere schaalvergroting en (in de veehouderij) de mogelijkheden om via emissiearme huisvesting en het voerspoor de ammoniakproblematiek en de mestproblematiek aan te pakken. Deze ontwikkelingen hebben ook invloed op de broeikasgasemissies, maar dat is naar verwachting beperkt.

Op het melkveebedrijf maken emissies vanuit de mest(opslag) in de stal zo'n 15% uit van de totale emissies (zie cijfers tabel B2 in Bijlage 2). Indien dit deel van de emissies substantieel kan worden teruggebracht, is ook op het totaal een emissiereductie te behalen. Ontwikkelingen naar meer emissiearme stallen, dragen echter weliswaar bij aan de afname van de ammoniakemissie per dier, maar de hoeveelheid methaan (en indirect lachgas) zal maar beperkt afnemen.

Kijken we naar het voerspoor dan zijn effecten op de broeikasgasemissie diffuus: wijzigingen in het rantsoen kunnen o.a. gevolgen hebben voor de broeikasgasemissies bij de teelt van het voer (in binnen- of buitenland), bij het transport en voor de methaanemissie in de pens. Dit maakt dat het voerspoor netto zowel positief als negatief kan bijdragen aan de broeikasgasemissies.

Vanuit het beleid is er momenteel relatief weinig aandacht voor het beperken van de broeikasgasemissies op bedrijfsniveau (met uitzondering van subsidies voor energieproductie). De aandacht gaat met name uit naar het mest- en ammoniakbeleid. In de volgende paragrafen gaan we in op maatregelen die naar verwachting juist wel de broeikasgasemissies verder kunnen beperken.

### 3.2 Energiebesparende maatregelen

Energiebesparing in de melkveehouderij kan bijvoorbeeld worden gerealiseerd door technische maatregelen zoals de installatie van een voorkoeler, een frequentieregelaar en door aanpassingen in de verlichting (zie onderstaand kader). Uit berekeningen met de klimaatlat melkveehouderij blijkt dat de totale broeikasgasemissies van het melkveebedrijf met 0,6% dalen als het elektriciteitsgebruik met 20% kan worden gereduceerd.

Als het melkveebedrijf het eigen elektriciteitsgebruik geheel zelf opwekt (bijvoorbeeld met behulp van zonnepanelen), oftewel als een reductie van het elektriciteitsgebruik met 100% wordt gerealiseerd, daalt de emissie van het bedrijf met circa 3%.

Als het melkveebedrijf daarnaast kans ziet het dieselverbruik met 20% te reduceren, levert dit nogmaals 0,6% reductie van de broeikasgasemissies op voor het melkveebedrijf.

Het **electriciteitsverbruik** in de melkveehouderij kan o.a. door de volgende maatregelen worden verminderd:

- Installatie van een voorkoeler of warmteterugwinning;
- Installatie van een frequentieregelaar op de vacuumpomp van de melkmachine;
- Energiezuinige verlichting

### 3.3 Voermaatregelen

Aanpassingen in veevoeding kunnen leiden tot een verandering in N-uitscheiding en methaanemissie. In deze paragraaf werken we deze aanpassingen uit.

Het is mogelijk om met een gerichte veevoeding de N-uitscheiding in de mest aanzienlijk te verlagen. Een goed onderbouwd kengetal om daarop te sturen is het ureumgehalte in de melk, het zgn. ureumgetal. Het ureumgetal geeft een indicatie van de N-voorziening in het rantsoen en daarmee ook de N-uitscheiding in de mest. Hoe lager dit getal, hoe beter de N-benutting door het dier en hoe lager de N-uitscheiding. Door nauwkeurig naar behoefte te voeren en door een iets lagere kunstmestgift op grasland (waardoor het eiwitgehalte in het gras lager zal zijn), kan het ureumgehalte worden gereduceerd. De laatste jaren wordt gemiddeld in Nederland een ureumgehalte van circa 23 mg / 100 g melk gerealiseerd. In veenweidegebieden is dit iets hoger; op een gemiddeld veenweidebedrijf in Zuid-Holland is het ureumgehalte circa 28 mg. Berekeningen met de klimaatlat melkveehouderij laten zien dat een reductie van 28 naar 23 mg / 100 g in beide bedrijfssituaties een reductie van de broeikasgasemissies op bedrijfsniveau met 4,1% tot gevolg heeft.

### 3.4 Bemestingsmaatregelen

#### 3.4.1

##### Verandering van kunstmestsoort

Uitgangspunt binnen deze studie is dat het gebruik van kunstmest een broeikaspotentieel genereert van 7,1 kg CO<sub>2</sub>-eq. per kg N. Dit betreft de emissies 'tot de deur van de kunstmestfabriek'. Emissies bij aanwending zijn hierin dus niet meegenomen. Aanname hierbij is dat in praktijk veelal kunstmest op basis van ammoniumnitraat wordt gebruikt en dat in 25% van de gevallen een ander product (ureum, ammoniumsulfaat, vloeibare kunstmest) wordt gebruikt. Door gebruik te maken van andere soorten kunstmest is het mogelijk dit potentieel aanzienlijk te verlagen. Tabel 8 laat zien met hoeveel procent het broeikaspotentieel van kunstmest kan worden gereduceerd door gebruik te maken van een ander soort kunstmest dan NPK.

Tabel 8. Broeikaspotentieel van verschillende soorten kunstmest (bron: Kool e.a., 2012).

Kunstmest	Broeikaspotentieel (kg CO <sub>2</sub> -eq./kg N)	Reductie t.o.v. NPK (%)
NPK	7,5	n.v.t.
Ammoniumnitraat	8,0	-7%
UAN	5,8	23%
Ammoniumsulfaat	2,1	72%
CAN	8,0	-7%
Ureum	3,5	53%

Berekeningen met de klimaatlat melkveehouderij laten zien dat bij een gemiddeld broeikaspotentieel dat 10% lager is, door deels de keuze te maken voor een kunstmestsoort met een lager broeikaspotentieel, een reductie wordt gerealiseerd van 0,3% op de totale bedrijfsemissies van het gemiddelde Zuid-Hollands melkveebedrijf. Dit is deels het gevolg van de lagere emissies bij productie van de kunstmest (het broeikaspotentieel), en daarnaast een reductie van de lachgasemissies bij aanwending.

### 3.4.2

#### **Mestvergisting**

Mestvergisting draagt bij aan een vermindering van de broeikasgasemissies doordat energie wordt opgewekt, waardoor sprake is van vermeden emissies. Daarnaast vermindert bij vergisting ook de emissie van methaan vanuit mestopslagen, omdat geen langdurige opslag plaatsvindt. Uitgangspunt in deze studie is dat bij mestvergisting de methaanemissie uit de mest met 80% wordt gereduceerd (Daniëls en Koelmeijer, 2016). Berekeningen laten zien dat als op het gemiddelde Zuid-Hollandse melkveebedrijf 70% van de mest die normaal gesproken wordt aangewend op het eigen bedrijf, eerst wordt vergist, dat dit een reductie van de broeikasgasemissies op bedrijfsniveau van 19,8% tot gevolg heeft.

Een nuancering die hierbij moet worden gemaakt is dat bij mestvergisting een deel van de organische stof in de vergister wordt afgebroken. Deze organische stof was anders (bij toediening van onvergiste mest) in de bodem gekomen. Van Geel en Van Dijk (2013) berekenen dat bij toepassing van digestaat uit runderdrijfmest de opbouw van organische stof in de bodem circa 10% lager is dan bij toepassing van onvergiste runderdrijfmest. Mestvergisting werkt daarmee koolstofopslag in de bodem dus tegen (zie verder paragraaf 3.6.).

## 3.5

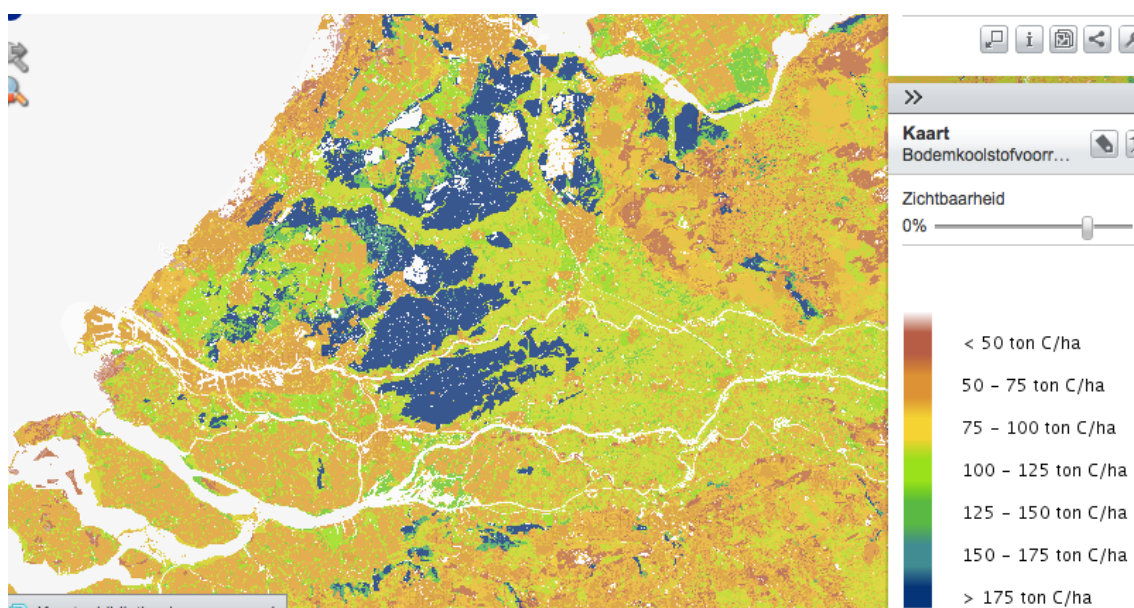
### **Veemaatregelen**

Verlenging van de levensduur van melkvee leidt ertoe dat minder jongvee hoeft te worden opgefokt om de bestaande veestapel in de toekomst te kunnen vervangen. Bij een gelijkblijvende totale melkproductie levert dit dus een kleinere veestapel op. De benodigde hoeveelheid voer voor het opfokken van jongvee neemt af. Minder jongvee leidt tot minder methaanemissie uit de pens en ook een lagere mestproductie. Dit reduceert de emissie van lachgas en methaan. Berekeningen laten zien dat een verlenging van de levensduur van melkkoeien met circa een half jaar, waardoor op het bedrijf in totaal 15% minder jongvee wordt aangehouden, een reductie van de emissies met 1,1% op bedrijfsniveau tot gevolg heeft.

## 3.6

### **Goed bodembeheer**

Een goed bodembeheer draagt bij aan het organische stofgehalte in de bodem. Figuur 10 op de volgende pagina geeft de bodemkoolstofvoorraad in Zuid-Holland weer.



Figuur 10. Koolstofvoorraad in de bodem in de bovenste 30 cm in de provincie Zuid-Holland

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

Maatregelen om het organische stofgehalte te verhogen zijn o.a. het telen van gewassen die veel organische stof achterlaten, het telen van groenbemesters, het bewerken van de bodem tot een minimum beperken en het aanvoeren van dierlijke mest met een hoog gehalte aan effectieve organische stof. Berekeningen met de klimaatat melkveehouderij laten zien dat het achterwege laten van het jaarlijks scheuren van 5% van het graslandareaal de afbraak van organische stof in de bodem wordt gereduceerd. Deze reductie van de afbraak van organische stof komt overeen met circa 1,5% van de broeikasgasemissies van het melkveebedrijf.

Akkerrandenbeheer heeft ook een toename van organische stofgehalte tot gevolg, omdat de randen niet meer worden geploegd. Ook de gewaskeuze speelt een rol. Zo neemt bij de teelt van graan het organische stofgehalte doorgaans toe. De potentie voor koolstofvastlegging in de bodem is regio-specifiek en hangt af van het gewas en bodemtype.

Als de aanname is dat het mogelijk is op zand- en kleigrond het organische stofgehalte in de bodem met 0,5% in 15 jaar te verhogen, betekent dit dat globaal 10 ton C/ha, oftewel 36 ton CO<sub>2</sub>/ha wordt vastgelegd (Credits for Carbon Care, 2013). Vraag is of dit realistisch is. Lesschen et al. (2012) stellen dat maximaal 200 kg C/ha/jaar kan worden vastgelegd, oftewel 3 ton C/ha in 15 jaar. TCB (2016) geeft aan dat er een generatie overheen kan gaan om het OS-gehalte in de bodem met 1% te verhogen. Het verhogen van het OS-gehalte vergt grote hoeveelheden verse OS, een lange adem en kent risico's op nutriëntenuitspoeling en lachgasvorming. Het vergt een continu en consequent beheer om het gehalte op het gewenste niveau te houden.

Gezien deze complexiteit berekenen we in deze studie zowel de effecten van de relatief lage schatting dat in 15 jaar tijd 3 ton C/ha extra kan worden vastgelegd, als ook van 10 ton C/ha. De totale hoeveelheid akkerbouwgrond in Zuid-Holland bedraagt 36.600 ha. Dit zal grotendeels klei- en zandgrond zijn. Als op al deze grond in 15 jaar tijd 3 ton C/ha wordt vastgelegd, betekent dit een totale vastlegging van 395 kton CO<sub>2</sub> extra in de bodem. Als we uitgaan van de hoge schatting (10 ton C/ha in 15 jaar) dan wordt op alle akkerbouwpercelen gezamenlijk 1.318 kton CO<sub>2</sub> extra in de bodem vastgelegd.

Een ander belangrijk onderdeel van goed bodembeheer is het tegengaan van bodemverdichting. Uit figuur 11 blijkt dat verdichting van de ondergrond in delen van Zuid-Holland een probleem is.



Figuur 11. Areal verdichte ondergrond (percentages zijn indicatief) (Van den Akker et al., 2014)

Bodemverdichting heeft o.a. negatieve gevolgen voor het bodemleven en de opbrengst, maar daarnaast vereist verdichte grond meer trekkracht en daardoor een hoger brandstofverbruik. Dit effect van bodemverdichting op brandstofverbruik is niet exact gekwantificeerd, maar er wordt wel gesproken over 'een verdubbeling van het energiegebruik'<sup>3</sup>. Door hier specifiek aandacht aan te besteden kunnen de 'bedrijfsemissies akkerbouw' worden verminderd.

Tenslotte is het mogelijk de emissies door veenoxidatie te beperken door bodemdaling tegen te gaan. Dit kan bijvoorbeeld door toepassing van onderwaterdrainage. Op veengronden kan de bodemdaling hierdoor met 50% worden gereduceerd. In paragraaf 2.2. is aangegeven dat deze emissies volgens de IPCC-methode niet worden toegerekend aan de landbouw. Daarom hebben we ze hier ook niet meegerekend in de totaalcijfers, maar wel een inschatting gemaakt van de omvang. Jaarlijks is dit naar schatting 1.440 kton. Als op de helft van de betreffende percelen onderwaterdrainage wordt aangelegd waardoor de bodemdaling daar halveert, betekent dit jaarlijks een reductie van 360 kton.

<sup>3</sup> <http://www.mechaman.nl/landbouwmechanisatie/2016/01/14/machines-kopen-gebruik-zelfbeheersing-en-intelligentie/>

### 3.7 Effect van maatregelen op provinciaal niveau

Als een gemiddeld melkveebedrijf in Zuid-Holland het ureumgetal weet te verlagen van 28 naar 23 mg / 100 gram melk, de levensduur van de melkkoeien met circa een half jaar weet te verlengen (met minder jongvee), geen grasland meer scheurt, het elektriciteitsgebruik volledig compenseert door eigen productie, 20% diesel weet te besparen, door een 'slimme' kunstmestkeuze de emissies bij de productie van kunstmest met 10% weet te verlagen en 70% van de mest vergist, dan zijn de emissies op bedrijfsniveau circa 30% lager.

Op provinciaal niveau zijn we er vanuit gegaan dat niet alle melkveebedrijven deze reductie realiseren. De melkveehouderij kan op provinciaal niveau 15% besparen als we aannemen dat alle melkveebedrijven de levensduur van het melkvee weten te verlengen, het ureumgetal verlagen, geen grasland meer scheuren en 'slim kunstmest kiezen' en als daarnaast 75% van de melkveebedrijven het elektriciteitsgebruik volledig compenseert door duurzame stroomproductie en minder diesel gebruikt en als 25% van de melkveebedrijven mestvergisting toepast. Als de mestvergisting toch minder van de grond komt en uiteindelijk slechts 10% van de melkveebedrijven vergisting toepassen, komt de besparing voor de totale Zuid-Hollandse melkveehouderij op circa 12%.

Door deze aanpassingen kan de totale emissie van de landbouw in Zuid-Holland worden gereduceerd met circa 100 tot 150 kton. Dit is een reductiepercentage van 3 tot 4% van de totale emissies vanuit de landbouw. Dit klinkt beperkt doordat twee derde van de broeikasgasemissies vanuit de Zuid-Hollandse landbouw toe te schrijven zijn aan de glastuinbouw.

Als daarnaast in 15 jaar tijd het OS-gehalte van de bodem met 3 tot 10 ton C/ha kan worden verhoogd op alle akkerbouwgrond, betekent dit een extra vastlegging van 395 tot 1.318 kton CO<sub>2</sub>-equivalenten.

### 3.8 Stimuleringsmogelijkheden

Hieronder bespreken we de verschillende mogelijkheden die de provincie heeft om broeikasgasemissiereductie te stimuleren.

#### 3.8.1 Subsidieregelingen voor investeringen

Landelijk zijn er verschillende subsidiemogelijkheden t.a.v. investeringen in duurzame productiemiddelen, zoals:

- KIA: kleinschaligheidsinvesteringsaftrek. Dit is gericht op investeringen van beperkte omvang in bedrijfsmiddelen van het midden- en kleinbedrijf
- MIA: milieu-investeringsaftrek. Als een bedrijf een bedrijfsmiddel aanschaft dat op Milieulijst is opgenomen, dan is er een extra aftrek mogelijk.
- EIA: Energie-investeringsaftrek: fiscaal voordeel bij investeringen in energiezuinige technieken en duurzame energie
- Vamil: willekeurige afschrijving milieu-investeringen.
- Voor zonnepanelen is er de SDE+-subsidie.
- POP3 kent o.a. de subsidie Jonge landbouwers, waarmee ondernemers (tot en met 40 jaar) kunnen investeren in gebouwen, grond, machines en verplaatsbare installaties.

Aanvullend op deze regelingen kan de provincie zelf investeringssubsidie verstrekken. Zo is er de provinciale regeling 'Asbest eraf, zonnepanelen erop', waarvoor in de provincie Zuid-Holland in september 2016 nog budget beschikbaar is. De provincie Zuid-Holland probeert actief energiebesparing en de overgang naar schone energie te stimuleren via de Zuid-Hollandse

Energieagenda. O.a. het stimuleren van innovatie en samenwerken in de regio vormen hier onderdeel van. Een ander voorbeeld is het project ‘Energie neutrale Melkveehouderij Utrecht’, waarin experts melkveebedrijven helpen om bedrijven energieneutraal te maken. Officieel verplicht het Activiteitenbesluit in de Wet milieubeheer een bedrijf om alle mogelijke energiebesparende maatregelen te treffen met een terugverdientijd van 5 jaar of minder. In eerste instantie zijn voor 7 bedrijfstakken lijsten opgesteld van maatregelen die onder deze regeling vallen. Landbouw hoort niet bij deze groep. Momenteel wordt gewerkt aan een lijst ‘erkende maatregelen’ voor o.a. de landbouw.

### 3.8.2

#### Stimuleringsmaatregelen

Veel van de maatregelen die in voorgaande paragrafen zijn besproken, zijn geen investeringsmaatregel, maar zijn managementmaatregelen. Hier zijn geen specifieke subsidies voor beschikbaar. De provincie kan deze maatregelen wel stimuleren door een voorlichtings- en/of begeleidingsprogramma op te zetten. Dat kan in de vorm van communicatie maar ook met financiële prikkels zoals betalingen voor specifieke klimaatdiensten.

Een deel van de genoemde maatregelen, zoals verlenging van de levensduur van melkvee, en nauwkeuriger bemesten kunnen ook bedrijfseconomische voordelen opleveren. Een extra financiële prikkel voor deze maatregelen ligt daarom niet voor de hand. Wel kan er aandacht zijn voor informatievoorziening aan boeren, bijvoorbeeld via LTO.

Bodemmaatregelen zijn een speciaal geval. Het verhogen van het organische stofgehalte in de bodem voor zowel mitigatie als adaptatie, is een maatregel die de boer op langere termijn voordeel oplevert. Op korte termijn kan het echter een dip in inkomsten betekenen, bijvoorbeeld omdat de akkerbouwer zijn stro niet verkoopt maar onderploegt. Een tijdelijke financiële stimulans om die drempel over te stappen zou effectief kunnen zijn.

Andere instrumenten die de boer kunnen prikkelen tot klimaatvriendelijk bodembeheer zijn in handen van andere actoren. De rol van de provincie is in dit geval te ageren voor goed beleid bij anderen.

- Gemeenten, waterschappen en rijk (Rijksvastgoedbedrijf) hebben landbouwgrond in bezit die aan boeren wordt verpacht. Gewoonlijk stellen de grondeigenaren geen harde gebruiksvoorwaarden aan die grond. Dat zouden ze wel kunnen doen, met oog op verbetering van de bodemkwaliteit. Provincie Noord-Brabant heeft dit voor de eigen gronden dit jaar in gang gezet (zie [www.groenontwikkelingsfondsbrabant.nl/grondpacht](http://www.groenontwikkelingsfondsbrabant.nl/grondpacht)). Provincie Zuid-Holland zou, al dan niet in IPO-verband of gezamenlijk met de andere noordelijke provincies, bij de grondeigenaren kunnen aandringen op bodemvoorwaarden aan pacht.
- Het Gemeenschappelijk Landbouwbeleid (GLB) kent momenteel een aantal eisen voor de toekenning van de vergroeningspremie. Deze hebben in sommige gevallen potentieel positieve impact voor het klimaat, denk aan permanent grasland en onderhoud landschapselementen. De discussie over aanpassing van het GLB is inmiddels begonnen. Provincie Zuid-Holland kan in IPO-verband inbrengen dat klimaatmaatregelen een nadrukkelijker vergroeningsvoorwaarde moeten worden in het herziene GLB.
- Marktpartijen die producten van boeren afnemen sturen vaak op duurzame productie. FrieslandCampina stimuleert hun leden o.a. via groencertificaten om duurzame energie op te wekken. Daarnaast gebruikt FrieslandCampina een puntensysteem in zijn tool Foqus Planet om duurzaamheid te belonen. In dit puntensysteem zijn o.a. punten te behalen als de levensduur van de melkkoeien op het melkveebedrijf langer is dan gemiddeld en als het energiegebruik per kg melk lager is dan gemiddeld. Bodemkwaliteit en de mogelijkheden het organische stofgehalte te verhogen krijgt binnen Foqus Planet niet direct aandacht.

### 3.8.3

#### Structuur- en omgevingsvisie

De provincie heeft de mogelijkheid enigszins te sturen in een gewenste richting door bijvoorbeeld specifiek ruimte te bieden aan bedrijven die werken aan verduurzaming. In 2015 is de provincie Zuid-Holland 'de sprong naar duurzame landbouw' gestart (Provinciale Staten Zuid-Holland, juni 2016). De provincie richt zich daarbij op zgn. proeftuinen. De klimaatproblematiek wordt hierin ook benoemd. Enkele belangrijke aspecten die een rol kunnen spelen bij de nadere uitwerking van deze 'sprong' op het vlak van klimaat zijn:

- Terugdringen van bodemdaling (en veenoxidatie), met name in de gebieden met een veenondergrond;
- Stimuleren van goed bodembeheer. Door verdichting van bodem en ondergrond kost het nu veel energie om de bodem te bewerken en de bodem kan onvoldoende fungeren als waterbuffer. Daardoor intensiveert het waterbeheer dat op zichzelf weer extra energie kost. Door te stimuleren de veerkracht van het systeem te vergroten, kan deze energie- en koolstoflek worden doorbroken. Stimuleren van tegengaan en opheffen van bodemverdichting kan een belangrijk speerpunt zijn.
- Verduurzaming van de energieproductie bijvoorbeeld door opwekken van duurzame energie op het bedrijf.

Daarnaast kan bij de vergunningverlening specifiek ruimte worden geboden aan bedrijven die werken aan verduurzaming van bijvoorbeeld de energieproductie. Provincies Brabant past zo'n toets al toe voor de veehouderij met de Brabantse Zorgvuldigheidsscore. In die toets wordt klimaat niet, maar energiegebruik wel meegewogen. Groningen kent een soortgelijke aanpak, het Groninger Verdienmodel voor de melkveehouderij. Deze is van kracht sinds 2014. Binnen dit model kunnen punten worden gehaald met de productie van duurzame energie en energiebesparing.



## 4

## Klimaatadaptatie

De landbouw draagt niet alleen bij aan klimaatverandering door middel van broeikasgasemissies, maar heeft ook te maken met de effecten van die verandering. In dit hoofdstuk bespreken we wat die effecten zijn en welke maatregelen er in respectievelijk de melkveehouderij en de akkerbouw genomen kunnen worden om de sector of het bedrijf hier op aan te passen (adaptatie).

### 4.1 Klimaatverandering

Het klimaat verandert. Maar wat zijn dan precies de verwachtingen? Wat zijn de effecten van klimaatverandering op de omstandigheden in Nederland? Het KNMI heeft daarover diverse studies uitgebracht. Voor het jaar 2100 zijn verschillende scenario's berekend, waarbij de volgende effecten in meerdere of mindere mate optreden:

- zachtere winters en warmere zomers;
- nattere winters met meer extreme neerslaghoeveelheden;
- minder regendagen in de zomer, maar met extreme regenbuien;
- zeespiegelstijging en daardoor verzilting in kustgebieden;
- toename van het CO<sub>2</sub>-gehalte in de atmosfeer.

### 4.2 Melkveehouderij

De melkveehouderij is een flexibele sector die niet direct heel grote consequenties ervaart als gevolg van klimaatverandering. Uit een studie die CLM eerder uitvoerde bleek dat melkveehouders het er doorgaans wel over eens zijn dat het klimaat verandert. Ze ervaren met name zachtere winters en toenemende weersextremen. Goede weersomstandigheden moeten meer en meer snel worden aangegrepen om werkzaamheden uit te voeren, hetgeen zorgt voor meer hectiek op het bedrijf. Concrete knelpunten en mogelijkheden om hiermee om te gaan op het melkveebedrijf zijn de volgende:

- Verslechtering van de bodemstructuur: door meer extreme neerslag moet er vaker onder ongunstige omstandigheden geoogst worden. De bodemstructuur loopt daardoor schade op. Ook geldt voor kleigronden dat door minder vorst in de winters de structuur minder goed herstelt. Een goede bodemstructuur wordt in de toekomst nog belangrijker: enerzijds om grotere hoeveelheden water op te vangen, anderzijds om in droge periodes het water ook langer vast te houden. Goed bodembeheer, minimale grondbewerking en diepwortelende gewassen zijn hier het antwoord.

- Wateroverlast en watertekort: extreme neerslag leidt tot wateroverlast, droge periodes leiden juist tot watertekort. Vocht vasthouden is belangrijk. Grasopbrengsten nemen in het voor- en najaar toe, in de hoogzomer ontstaat er mogelijk juist een dip in de opbrengsten. Om hierop in te spelen is het van belang goed te draineren, tijdig sloten te schonen en te werken aan een hoog percentage in de (klei- en zand)bodem. Ook het zoeken naar geschikte(re) robuuste gras- en maisrassen is een optie.
- Afnemend aantal beweidingdagen: op natte percelen kunnen koeien minder lang weiden. De graszode wordt kapotgetrapt en de kwaliteit van het gras verandert: het bevat meer water en minder suikers. In periodes van extreem warm weer is weiden niet verstandig in verband met hittestress.
- Toename en verschuiving in ziekten en plagen: warmere winters en nattere zomers leiden tot meer insecten. Meer vliegen leiden tot meer maden bij kalveren, knutten brengen blauwtong mee en leverbot komt meer voor dan voorheen. In de gewassen kan een toename van bladvlekkenziekte en maïswortelkever ontstaan een toenemende onkruiddruk. Tijdig vliegen bestrijden (sluipwespen, zwaluwen) kan helpen, maar ook het aanpakken van een bron van veel vliegen is van belang.
- Mest uitrijden moeilijker te optimaliseren: de veranderende neerslagpatronen hebben ook effect op bemesting. Uitrijden in het voorjaar kan soms niet omdat het land te nat is. Aanwending met een sleepslang is dan een oplossing om niet met een zware mesttank het land op te hoeven.

In de literatuur zijn overzichten te vinden van adaptatiestrategieën van de landbouw. Zie bijvoorbeeld bijlage 3.

### 4.3 Akkerbouw

In de akkerbouw kunnen de consequenties van veranderende weersomstandigheden aanzienlijk groter zijn. Een mislukte oogst door verrotting of onbegaanbaar land heeft een grotere impact dan groeivertraging in het grasland. En ook hier blijkt de hectiek toegenomen omdat meer dan voorheen de gunstige tijdstippen benut moeten worden.

Concrete knelpunten en mogelijkheden om hiermee om te gaan in de akkerbouw zijn de volgende:

- Verslechtering van de bodemstructuur: door meer extreme neerslag moet er vaker onder ongunstige omstandigheden geogst worden. De bodemstructuur loopt daardoor schade op. Ook geldt voor kleigronden dat door minder vorst in de winters de structuur minder goed herstelt. Een goede bodemstructuur wordt in de toekomst nog belangrijker: enerzijds om grotere hoeveelheden water op te vangen, anderzijds om in droge periodes het water ook langer vast te houden. Goed bodembeheer, minimale grondbewerking, betere ruimere vruchtwisseling en een diepwortelende gewassen zijn hier het antwoord. Ook precisielandbouw en toepassing van GPS is een oplossing: GPS maakt het mogelijk om steeds hetzelfde rijspoor te gebruiken. Hierdoor wordt de bodemstructuur gespaard. GPS maakt het daarnaast mogelijk om alleen die delen van een perceel die het nodig hebben te beregenen, bemesten of bespuiten.
- Wateroverlast en watertekort: extreme neerslag leidt tot wateroverlast, droge periodes leiden juist tot watertekort. De hoeveelheden neerslag en de gevolgen daarvan verschillen sterk per regio.
- Opslag als gevolg van warme winters: oogstresten vriezen niet meer dood. Hierdoor vraagt met name aardappelopslag extra aandacht.
- Toename en verschuiving in ziekten en plagen: door een warmer najaar hebben akkerbouwers meer last van luizen in hun gewassen. In suikerbieten komt de laatste jaren meer meeldauw en cerco-sportia voor. Dit geldt ook voor alternaria in aardappelen en meeldauw in uien. Door hogere temperaturen en vochtgehalten is het klimaat aantrekkelijker voor schimmels.
- Bewaring van het product wordt lastiger: mechanische koeling wordt steeds belangrijker.

- Uitspoeling van nutriënten en residuen bij piekbelasting: door veranderde neerslagpatronen vinden er meer piekbelastingen bij afspoeling en uitspoeling van meststoffen en bestrijdingsmiddelen plaats. Bemesting en bestrijding goed afstemmen op het gewas is daardoor lastiger en de waterkwaliteit verslechtert daardoor.
- Verzilting kan op termijn leiden tot minder gewasopbrengsten. Hierover is echter nog veel onduidelijk. Recente onderzoeken wijzen erop dat gewassen wellicht veel minder gevoelig zijn voor zoutschade dan eerder werd aangenomen.

## 5

## Conclusies en aanbevelingen

### 5.1 Conclusies

Op basis van de berekeningen van de broeikasgasemissies vanuit de landbouw in Zuid-Holland in 1990, 2005 en 2014 kunnen we het volgende concluderen:

- Volgens de cijfers van emissieregistratie.nl bedragen de landbouwemissies in Zuid-Holland 11% van alle broeikasgasemissies in de provincie.
- De broeikasgasemissies vanuit de landbouw in Zuid-Holland bedroegen in 2014 ruim 3.600 kton CO<sub>2</sub>-eq., waarvan ruim 2.300 kton vanuit de glastuinbouw en 1.064 kton vanuit de veehouderij.
- De emissie als gevolg van bedrijfsprocessen vormde hierbinnen de grootste post (te weten 2.385 kton), gevolgd door pens- en darmfermentatie (454 kton) en directe bodememissies (255 kton).
- Hoewel slechts 7% van de landbouwgrond in Nederland in Zuid-Holland ligt, vormen de emissies vanuit de landbouw ruim 11% van de landelijke landbouwemissies. Dit kan worden verklaard door het grote aandeel glastuinbouw in Zuid-Holland in vergelijking met landelijke cijfers.
- Opvallend is dat de landbouwemissies in Zuid-Holland tussen 1990 en 2014 zijn gedaald van 4.896 naar 3.617 kton, een afname met 26%, terwijl landelijk een daling van 18% werd gerealiseerd. Dit kan met name worden verklaard door de sterke terugdringing van de emissies uit de glastuinbouw als gevolg van glastuinbouw. Daarnaast is het landbouwareaal in Zuid-Holland de afgelopen 25 jaar in Zuid-Holland sneller afgenomen dan in de rest van Nederland.
- Landelijk zijn in 2008 met de agrosectoren convenantafspraken gemaakt om de broeikasgasemissies sterk te reduceren. In dit convenant zijn voor verschillende (deel)sectoren doelstellingen geformuleerd voor Nederland tot 2020. Het hoofddoel van het convenant is een broeikasgasemissiereductie van 20% op sectorniveau in 2020 ten opzichte van 1990. In Zuid-Holland namen de emissies tussen 1990 en 2014 met 26% af.
- Momenteel wordt gewerkt aan een voorstel hoe LULUCF kan worden opgenomen in het klimaatbeleid. Door dit apart te benoemen en verbeteringen te honoreren, wordt een positieve prikkel gegeven om als landbouw te werken aan verhoging van organische stof in de bodem.

Maatregelen:

- Als op een gemiddeld Zuid-Hollands melkveebedrijf alle elektriciteit zelf wordt opgewekt, levert dit een emissiereductie op van circa 3% op bedrijfsniveau.
- Kunstmestproductie kost veel energie. Door 'slimme keuzes' te maken ten aanzien van het soort kunstmest kan een gemiddeld melkveebedrijf de emissies op bedrijfsniveau met respectievelijk 0,3% reduceren.

- Als door voeraanpassingen het ureumgetal op een melkveebedrijf kan worden gereduceerd van 28 naar 23 mg/100 g melk dan levert dit een reductie van de broeikasgasemissies op bedrijfsniveau van 4,1% op.
- Verlengen van de levensduur van melkvee met een half jaar levert een emissiereductie op het bedrijf van 1,1% op.
- Als op een melkveebedrijf 70% van de mest wordt vergist, resulteert dit in een reductie van de broeikasemissies op bedrijfsniveau van circa 20%.
- Door geen grasland meer te scheuren als melkveehouder, kan organische stof afbraak in de bodem worden gereduceerd. Als gestopt wordt met het jaarlijks scheuren van 5% van het graslandareaal, betekent dit een vermindering van afbraak van organische stof gelijk aan respectievelijk 1,5% van de broeikasgasemissies van het melkveebedrijf.
- Als de melkveebedrijven in Zuid-Holland bovengenoemde maatregelen nemen, kan op provinciaal niveau een reductie van de totale broeikasgasemissies vanuit de landbouw met 100 tot 150 kton CO<sub>2</sub>-eq. (circa 3% tot 4% van de totale landbouwemissies) worden gerealiseerd.
- Goed bodembeheer is een belangrijke mogelijkheid om koolstof in de bodem vast te leggen. Een voorzichtige schatting is dat op provinciaal niveau in 15 jaar tijd de akkerbouw 395 kton CO<sub>2</sub>-eq. extra kan vastleggen op klei- en zandgrond. Een hoge schatting is dat 1.318 kton CO<sub>2</sub>-eq. extra kan worden vastgelegd.

Op basis van literatuur en ervaringen van veehouders en akkerbouwers, kunnen we constateren dat klimaatverandering vooral leidt tot meer extremen in de weersituatie. Veehouders en akkerbouwers spelen daar vooral op in als er meerdere jaren achtereen schade is opgetreden of sprake was van dreigende schade.

Ook bij klimaatadaptatie is de bodem een belangrijke schakel. Een goede bodemstructuur met een hoog organische stofpercentage zorgt voor een snelle vochtopname en een goed vochtvasthoudend vermogen. Bodem is daarmee voor zowel mitigatie als adaptatiemaatregelen interessant.

Ook de ziektedruk in gewassen kan toenemen als gevolg van klimaatverandering (warmer en vochtiger). Het zoeken naar minder gevoelige rassen, aandacht voor voldoende vruchtwisseling en tijdige detectie van ziekten en plagen zijn hiervoor van belang.

## 5.2 Aanbevelingen

Stimuleringsmogelijkheden:

- Landelijk zijn er verschillende subsidiemogelijkheden t.a.v. investeringen in duurzame productiemiddelen, zoals KIA, MIA, ELA, Vamil en SDE+. Aanvullend hierop kan de provincie zelf investeringssubsidie verstrekken. De provinciale regeling ‘Asbest eraf, zonnepanelen erop’ is hiervan een goed voorbeeld.
- Managementmaatregelen die bijdragen aan vermindering van de broeikasgasemissies kunnen door de provincie worden gestimuleerd door voorlichtings- en/of begeleidingsprogramma’s. Dit kan gericht zijn op communicatie, maar kan ook worden uitgebreid met financiële prikkels, zoals betaling voor specifieke klimaatdiensten. Betaling voor maatregelen die ook bedrijfseconomische voordelen op (kunnen) leveren, zoals verlenging van de levensduur van melkvee, licht niet voor de hand. Informatievoorziening is dan voldoende.
- Het verhogen van het organische stofgehalte van de bodem voor zowel mitigatie als adaptatie, levert boeren op langere termijn financieel voordeel op, maar op korte termijn kan het een dip in inkomsten betekenen. Een tijdelijke financiële impuls kan helpen om boeren toch deze stap te laten zetten.
- De provincie Zuid-Holland kan, al dan niet in IPO-verband, stimuleringsmogelijkheden van andere partijen onder de aandacht brengen, zoals:

- a. Gemeenten, waterschappen en het rijk kunnen vanuit hun rol als grondeigenaren gebruiksvoorwaarden stellen aan de grond, met het oog op verbetering van de bodemkwaliteit.
- b. Binnen de vergroeningsvoorwaarden van het GLB.
- c. De mogelijkheden van markt- en ketenpartijen om de primaire sector aan te zetten tot verdere verduurzaming.

## **Bijlagen**

## Bijlage 1 Bronnen

### Het regionaal klimaatmodel is gebaseerd op de volgende bronnen en protocollen:

Kool, A., M. Marinussen, H. Blonk (2012) LCI data for calculation tool feedprint for greenhouse gas emissions of feed production and utilization. GHG Emissions of N, P and K fertilizer production. Blonk Consultants.

Ministerie van Infrastructuur en Milieu (maart 2014a) Protocol 14-027 Pens- en darmfermentatie.

Ministerie van Infrastructuur en Milieu (maart 2014b) Protocol 14-028 Mest N<sub>2</sub>O.

Ministerie van Infrastructuur en Milieu (maart 2014c) Protocol 14-029 Mest CH<sub>4</sub>.

Ministerie van Infrastructuur en Milieu (maart 2014d) Protocol 14-030 Landbouwbodem indirect.

Ministerie van Infrastructuur en Milieu (maart 2014e) Protocol 14-031 Landbouwbodem direct.

Ministerie van Infrastructuur en Milieu Greenhouse gas emissions in The Netherlands 1990-2012. National Inventory Report 2014.

Ministerie van Infrastructuur en Milieu Greenhouse gas emissions in The Netherlands 1990-2013. National Inventory Report 2015.

[www.statline.cbs.nl](http://www.statline.cbs.nl)

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

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

Velden, N.J.A. van der en P.X. Smit (2014). Energiemonitor van de Nederlandse glastuinbouw 2013. LEI 2014-025.

KWIN AGV 1990/1991, 2006, 2012 en 2015

KWIN Bloembollen 2005

Van Dam en Reuler, 2013. Update adviesbasis voor de bemesting van bloembolgewassen juni 2013.

Bruggen, C. van, C.M. Groenestein, B.J. de Haan, M.W. Hoogeveen, J.F.M. Huijsmans, S.M. Sluis en G.L. Velthof. Ammoniakemissie uit dierlijke mest en kunstmest in 2009: berekeningen met het Nationaal emissiemodel voor Ammoniak. WOT rapport 251, 2011.

### Overige bronnen:

Akker, J.J.H. van den, A. Visser, D. Brus, W.J.M. de Groot, M. Pleijter, L. Schlebbs, F. De Vries, M.J.D. Hack-ten Broeke. 2014. Managementsamenvatting PRISMA Onderzoek. Fase 2: Veldwaarnemingen en ervaringen in de praktijk. Alterra, CLM.



Credits for Carbon Care, 2013. Achtergronddocument 1. De uitdaging van meten, monitoren en verwaarden van bodemkoolstof. CLM, LBI, Alterra, april 2013.

Daniëls, Bert en Robert Koelemeijer (coördinerend auteurs) 2016. Kostenefficiëntie van beleidsmaatregelen ter vermindering van broeikasgasemissies. Bijlage bij het IBO kostenefficiëntie CO2-reductiemaatregelen. Februari 2016, ECN-E-15-060, PBL publicatienummer 1748.

Geel, Willem van, Wim van Dijk (2013) Toepassing van digestaat in de landbouw: bemestende waarde en risico's. Deskstudie in het kader van Energierijk. ACRRES-Wageningen UR, mei 2013, PPO-nr. 565.

Kuikman, P.J., J.J.H. van den Akker & F. De Vries, 2005. Emissie van N2O en CO2 uit organische landbouwbodems. Alterra Wageningen UR. Alterra rapport 1035-2.

Lesschen, Jan Peter, Hanneke Heesmans, Janet Mol-Dijkstra, Anne van Doorn, Eric Verkaik, Isabel van den Wyngaert en Peter Kuikman, 2012. Mogelijkheden voor koolstofvastlegging in de Nederlandse landbouw en natuur. Alterra-rapport 2396.

Provinciale Staten Zuid-Holland (juni 2016) Samen voor een flinke sprong. Derde stap in de strategische verkenning landouw. Ambitiedocument InnovatieAgenda Duurzame Landbouw.

Reijs, J.W., G.J. Doornewaard, J.H. Jager en A.C.G. Beldman, 2015. Sectorrapportage Duurzame Zuivelketen. Prestaties 2014 in perspectief. LEI, Duurzame Zuivelketen.

Schaap, Ben, Rob Hoefs, Tia Hermans, Jan Verhagen. Klimaatadaptatie op bedrijfsniveau, strategie of gangbare praktijk? Wageningen UR.

Wit, J. De, D. Swart en E. Luijendijk, 2009. Klimaat en landbouw Noord-Nederland: 'effecten van extremen'. Grontmij Nederland BV, Houten.

## Bijlage 2 Kwantificering broeikasemissie van de landbouw binnen de provincie

In deze bijlage worden de gehanteerde berekeningsmethodiek in meer detail toegelicht en worden de resultaten weergegeven

### 1 Rekenmethodiek

Nederland heeft in 1992 het United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC) ondertekend. Conform de internationale eisen in deze overeenkomst is Nederland jaarlijks verplicht een inventarisatie van de broeikasgassen te maken. Om de uitstoot van broeikasgassen in Nederland te inventariseren wordt gebruikt gemaakt van de berekeningmethodiek van de IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) van de Verenigde Naties. Deze methodiek wordt ook gebruikt om te bepalen of de 6% reductie in 2010 t.o.v. 1990 zoals bepaald in het Kyoto-protocol is gehaald. Deze rapportage maakt gebruik van de IPCC methoden m.b.t. de berekening van de emissies van niet-CO<sub>2</sub> broeikasgassen uit de landbouw (methaan (CH<sub>4</sub>) en lachgas (N<sub>2</sub>O)). Daarnaast gebruikt de landbouw grondstoffen en emitteert het CO<sub>2</sub> door gebruik van fossiele brandstoffen op het bedrijf. IPCC rekent de emissies eerder in de keten niet toe aan de landbouw maar aan elke schakel afzonderlijk. Zo wordt de emissies van de industrie (veevoer, kunstmest etc.) meegerekend bij de industrie en niet bij de landbouw. In deze studie zijn die emissie wel toegerekend aan de landbouw. Daarbij is gedacht dat zonder veehouderij er geen veevoerindustrie is en zonder grondgebruikers geen kunstmest industrie. De emissie die eerder in de keten vrijkomen worden bepaald middels energie analyses. De berekeningen gebruikt voor de verschillende bronnen staan in Tabel B1.

Tabel B1. Gebruikte berekening voor de verschillende broeikasgasemissie bronnen.

Emissie bron/proces	Broeikasgas	Berekening
Stalemissie	CH <sub>4</sub>	totale emissie = $\sum$ aantal dieren $i$ * mest productie per dier $i$ * emissie factor per kg dier mest $i$
	N <sub>2</sub> O	totale emissie = $\sum$ 44/28 * ((aantal dieren $i$ * N excretie per dier $i$ ) - NH <sub>3</sub> -N emissie) * emissie factor per kg N in dierlijke mest $i$ )
Bodem emissies direct	N <sub>2</sub> O	totale emissie = $\sum$ 44/28 * [ EF <sub>ij</sub> (kg N <sub>2</sub> O-N/kg N in aanvoerbron ) $ij$ * [ hoeveelheid N per aanvoerbron ( $i$ ) per bodem type( $j$ ) (kg) ]
Bodem emissies indirect	N <sub>2</sub> O atmosferische depositie	totale emissie = $\sum$ 44/28 * [ EF <sub>i</sub> (kg N <sub>2</sub> O-N/kg N in aanvoerbron $i$ ) ] * [ hoeveelheid N aanvoerbron $i$ (kg)]
	N <sub>2</sub> O uitspoeling	totale emissie = $\sum$ 44/28 * [ EF <sub>i</sub> (kg N <sub>2</sub> O -N/kg N in aanvoerbron $i$ ) ] * lek fractie* [ hoeveelheid N in aanvoerbron $i$ (kg)]
Pens- en darmfermentatie	CH <sub>4</sub>	totale emissie = $\sum$ EF <sub>i</sub> (kg CH <sub>4</sub> /dier $i$ ) * [aantal dieren per dier categorie $i$ ]
Bedrijfsemissies	CO <sub>2</sub> -eq.	totale emissie = $\sum$ energiedrager $i$ op bedrijf $j$ * CO <sub>2</sub> -eq. energiedrager $i$ * aantal bedrijven $j$
Emissies grondstof	CO <sub>2</sub> -eq.	totale emissie = $\sum$ grondstof $i$ (kg product) * EF grondstof $i$ (CO <sub>2</sub> -eq./kg)
Emissies mesttransport	CO <sub>2</sub> -eq.	totale emissie = $\sum$ mest transportafstand $i$ (ton) * transportafstand $i$ (km) * EF transportmiddel $i$ (CO <sub>2</sub> -eq./ tonkm)

## 2 Afwijkingen in jaren

Van enkele bronnen bleken de cijfers voor 2014 (nog) niet beschikbaar. Voor deze bronnen hebben we gezocht naar het meest recente jaar waarvoor wel data beschikbaar was. Het gaat daarbij om de volgende gegevens (tussen haakjes het vervangende jaar waaruit gegevens zijn gebruikt):

- Energiegebruik (en -teruglevering) in de glastuinbouw (2013)
- Bemesting gewassen (grotendeels 2015, enkele gegevens 2012)
- Ook de emissiefactoren die gebruikt zijn uit de NIR-rapportage zijn van 2012.

## 3 Overzichtstabel broeikasemissie Zuid-Holland

Tabel B2. Emissies uit de Zuid-Hollandse landbouw in 1990, 2005 en 2014 (ton CO<sub>2</sub>-eq.).

<b>Emissies (ton CO<sub>2</sub> eq.)</b>			
<b>Dierlijk</b>	<b>1990</b>	<b>2005</b>	<b>2014</b>
<b>Vleesveehouderij</b>			
Pensfermentatie CH <sub>4</sub>	35.060	35.511	25.558
Mestemissie stal CH <sub>4</sub>	5.278	4.034	4.197
Mestemissie stal N <sub>2</sub> O	534	627	457
Bodememissie N <sub>2</sub> O direct	10.548	10.252	6.926
Bodememissie N <sub>2</sub> O indirect	6.105	4.074	2.770
Veevoerproductie CO <sub>2</sub>	9.908	15.946	10.797
Bedrijfsprocessen CO <sub>2</sub>	3.008	6.678	930
<b>Totaal</b>	<b>70.440</b>	<b>77.123</b>	<b>51.635</b>
<b>Melkveehouderij</b>			
Pensfermentatie CH <sub>4</sub>	442.507	372.131	394.470
Mestemissie stal CH <sub>4</sub>	109.447	107.244	130.200
Mestemissie stal N <sub>2</sub> O	7.290	5.845	6.170
Bodememissie N <sub>2</sub> O direct	140.542	128.780	118.669
Bodememissie N <sub>2</sub> O indirect	90.635	42.319	39.396
Veevoerproductie CO <sub>2</sub>	188.270	136.124	146.026
Bedrijfsprocessen CO <sub>2</sub>	88.015	52.461	58.301
<b>Totaal</b>	<b>1.066.706</b>	<b>844.903</b>	<b>893.232</b>
<b>Varkenshouderij</b>			
Pensfermentatie CH <sub>4</sub>	9.166	5.716	4.438
Mestemissie stal CH <sub>4</sub>	24.571	18.276	9.020
Mestemissie stal N <sub>2</sub> O	1.247	999	743
Bodememissie N <sub>2</sub> O direct	8.404	8.099	6.145
Bodememissie N <sub>2</sub> O indirect	8.729	4.330	3.221
Veevoerproductie CO <sub>2</sub>	30.719	16.163	12.176
Bedrijfsprocessen CO <sub>2</sub>	114.367	20.424	14.889
<b>Totaal</b>	<b>197.203</b>	<b>74.007</b>	<b>50.634</b>
<b>Leghenhouderij</b>			
Pensfermentatie CH <sub>4</sub>	998	306	185
Mestemissie stal CH <sub>4</sub>	1.635	2.186	1.383
Mestemissie stal N <sub>2</sub> O	874	1.666	646
Bodememissie N <sub>2</sub> O direct	566	630	244
Bodememissie N <sub>2</sub> O indirect	3.673	3.832	2.360
Veevoerproductie CO <sub>2</sub>	11.300	4.978	3.203
<b>Totaal</b>	<b>19.046</b>	<b>13.597</b>	<b>8.021</b>
<b>Vleeskuikenshouderij</b>			
Pensfermentatie CH <sub>4</sub>	489	383	244
Mestemissie stal CH <sub>4</sub>	6.447	4.158	2.816
Mestemissie stal N <sub>2</sub> O	2.861	3.247	1.319

Bodememissie N <sub>2</sub> O direct	1.789	1.192	484
Bodememissie N <sub>2</sub> O indirect	1.790	1.071	858
Veevoerproductie CO <sub>2</sub>	7.322	3.727	2.379
<b>Totaal</b>	<b>20.699</b>	<b>13.778</b>	<b>8.101</b>
<b>Schapenhouderij</b>			
Pensfermentatie CH <sub>4</sub>	33.152	30.729	22.070
Mestemissie stal CH <sub>4</sub>	703	729	538
Mestemissie stal N <sub>2</sub> O	2.782	1.825	727
Bodememissie N <sub>2</sub> O direct	11.153	6.754	5.001
Bodememissie N <sub>2</sub> O indirect	7.824	4.390	3.251
<b>Totaal</b>	<b>55.612</b>	<b>44.428</b>	<b>31.587</b>
<b>Paardenhouderij</b>			
Pensfermentatie CH <sub>4</sub>	2.047	3.154	5.522
Mestemissie stal CH <sub>4</sub>	285	397	509
Mestemissie stal N <sub>2</sub> O	986	1.361	2.364
Bodememissie N <sub>2</sub> O direct	1.067	1.687	2.967
Bodememissie N <sub>2</sub> O indirect	825	1.097	1.929
<b>Totaal</b>	<b>5.210</b>	<b>7.696</b>	<b>13.291</b>
<b>Geitenhouderij</b>			
Pensfermentatie CH <sub>4</sub>	225	1.318	1.839
Mestemissie stal CH <sub>4</sub>	28	147	198
Mestemissie stal N <sub>2</sub> O	335	1.748	2.356
Bodememissie N <sub>2</sub> O direct	165	1.136	1.531
Bodememissie N <sub>2</sub> O indirect	147	738	995
<b>Totaal</b>	<b>901</b>	<b>5.086</b>	<b>6.919</b>
<b>Plantaardig</b>			
<b>Groenvoedergewassen</b>			
Bodememissies N <sub>2</sub> O direct	47.664	36.525	28.366
Bodememissies N <sub>2</sub> O indirect	16.662	10.656	8.328
Kunstmestproductie-emissies CO <sub>2</sub> , N <sub>2</sub> O	68.378	59.140	48.251
Bedrijfsprocessen CO <sub>2</sub>	22.094	20.224	15.734
<b>Totaal</b>	<b>154.798</b>	<b>126.546</b>	<b>100.679</b>
<b>Akkerbouw</b>			
Bodememissies N <sub>2</sub> O direct	42.039	32.622	29.516
Bodememissies N <sub>2</sub> O indirect	10.218	7.289	6.682
Kunstmestproductie-emissies CO <sub>2</sub> , N <sub>2</sub> O	45.573	36.752	33.281
Bedrijfsprocessen CO <sub>2</sub>	27.910	26.413	28.616
<b>Totaal</b>	<b>125.739</b>	<b>103.075</b>	<b>98.095</b>
<b>Vollegrondsgroenten</b>			
Bodememissies N <sub>2</sub> O direct	7.251	4.085	2.920
Bodememissies N <sub>2</sub> O indirect	1.196	500	443
Kunstmestproductie-emissies CO <sub>2</sub> , N <sub>2</sub> O	5.315	2.678	2.276
Bedrijfsprocessen CO <sub>2</sub>	11.363	6.446	5.956
<b>Totaal</b>	<b>25.123</b>	<b>13.710</b>	<b>11.594</b>
<b>Glastuinbouw</b>			
Kunstmestproductie-emissies CO <sub>2</sub> , N <sub>2</sub> O	38.475	36.913	31.753
Bedrijfsprocessen CO <sub>2</sub>	3.035.673	4.235.849	2.226.088

Bodem-/substraatmissies N <sub>2</sub> O	58.874	56.483	48.588
Totaal	3.133.023	4.329.246	2.306.429
<b>Fruitteelt</b>			
Kunstmestproductie-emissies CO <sub>2</sub> , N <sub>2</sub> O	1.181	777	663
Bedrijfsprocessen CO <sub>2</sub>	9.775	5.032	4.119
Bodememissies N <sub>2</sub> O direct	812	535	456
Bodememissies N <sub>2</sub> O indirect	286	163	139
Totaal	12.054	6.507	5.377
<b>Bloembollen</b>			
Bodememissies N <sub>2</sub> O direct	2.503	2.883	2.229
Bodememissies N <sub>2</sub> O indirect	882	877	678
Kunstmestproductie-emissies CO <sub>2</sub> , N <sub>2</sub> O	3.898	4.443	3.452
Bedrijfsprocessen CO <sub>2</sub>	2.317	28.968	24.691
Totaal	9.601	37.172	31.051
<b>Totaal</b>	<b>4.896.157</b>	<b>5.696.873</b>	<b>3.616.645</b>

(Bron: regionaal klimaatmodel CLM versie 3.0)

## Bijlage 3 Mogelijke adaptatiemaatregelen

*Tabel 4.1 Lijst met een aantal voorbeelden van mogelijke adaptatiemaatregelen voor de landbouw (bron: maatregeldatabase uit klimaat-effectatlas door Masselink en Goosen)*

Adaptatiemaatregel	Beschrijving
Aanpassen van vruchtwisseling en zaai- en oogstdata	Vruchtwisseling en zaai- en oogstdata kunnen worden aangepast om productieverliezen te minimaliseren en te voorkomen dat er in de lente of herfst niet gewerkt kan worden door te natte condities
Keuze van gewas variëteit en genotype	Een belangrijke adaptatiestrategie voor de landbouw is het kruisen of genetisch-manipuleren van gewassen zodat de planten beter bestand zijn tegen de gevolgen van klimaatverandering
Nieuwe gewassen	Nieuwe gewassen zoals de druif of artisjok vinden in de toekomst mogelijk een beter klimaat in Nederland
Ploegtechnieken om concentratie organische stof in de bodem te verhogen	Met behulp van bepaalde ploegtechnieken kunnen overblijfselen van gewassen met de bodem worden vermixt. Hierdoor kan de bodem meer vocht vasthouden, droogt de bodem minder snel uit, en is minder vatbaar voor erosie
Diversificatie van gewassen	Agrariërs zijn vaak gespecialiseerd in de teelt van een gewas. Door de focus te verleggen naar meerdere gewassen, zijn slechte jaren voor één gewas, op te vangen met andere
Irrigatie	Irrigatie van landbouwgebieden is een adaptatiestrategie die gebruikt kan worden tijdens droge en hete zomers. Irrigatie is een kostbare aangelegenheid die veel water kost. Ontwikkeling van innovatieve irrigatietechnieken kan deze kosten omlaag brengen. Gedacht moet worden aan bodemvocht monitoring in combinatie met beregening
Wateropslag op landbouwgronden	(in combinatie met een vergoeding) is dit een van de blauwe diensten die agrariërs kunnen leveren. Gedacht moet worden aan het verbreden van sloten, wateropslag of overloop op landbouwgebieden, of het uit productie nemen van land
Onderwater drainage van veengebieden	Een adaptatiemaatregel om bodemdaling en oxidatie van veengebieden tegen te gaan als gevolg van lage grondwaterstanden. Onder het veengebied wordt een pijpsysteem aangelegd, dat in contact staat met omliggende sloten. Deze buizen voeren een constante stroom van water aan, dat de grondwaterspiegel op peil moet houden.
Watermanagement en landbouw	Het vernatten van landbouwgebieden heeft verschillende voordelen. 1) het opvangen van piekneerslag of piekafvoer, 2) grondwaterstanden kunnen op peil worden gehouden, wat belangrijk is voor natuurgebieden, 3) grondwaterstanden worden langer aangevuld waardoor land minder snel verdroogt 4) bodemdaling in veengebieden wordt tegen gegaan
Drijvende kassen en water opslag onder kassen	Door kassen op drijvende vlonders te plaatsen, kunnen ze meebewegen met een fluctuerend waterpeil. Hierdoor kan de polder, naast landbouw, ook tijdelijk worden gebruikt voor wateropslag of overloopgebied. Opslag van water onder kassen - ten tijde van een wateroverschot; geen ruimte claim, toch watervoorziening
Verzekeren van agrarische bedrijven en productie	Door klimaatverandering zullen weersextremen toe gaan nemen. De schade als gevolg van stromen en overstromingen zullen voor de landbouw een van de grootste kostenposten zijn als gevolg van klimaatverandering. Verzekeren kan voor deze extreme gebeurtenissen oplossing bieden
Verbreding van landbouwactiviteiten	In plaats van steeds verder te specialiseren, is een adaptatiestrategie voor landbouw het verbreden van activiteiten. Gedacht kan worden aan het ontwikkelen van recreatieve en toeristische activiteiten of het aanbieden van groenblauwe diensten. Door het halen van inkomsten uit meerdere bronnen, neemt de kwetsbaarheid van een bedrijf voor extreme gebeurtenissen af
Zoutwaterlandbouw - het kweken van zouttolerante gewassen	In plaats van proberen vast te houden aan zoetwater gewassen, kan het kweken van zouttolerante gewassen - zoals kraal en spelt - een andere optie zijn. Daarnaast kunnen ook gronden die ongeschikt zijn voor landbouwproductie, wel gebruikt worden voor zoutwaterlandbouw
Kweken van algen	Algen kunnen worden gebruikt voor de productie van biobrandstoffen. Deze organismen gedijen uitstekend onder zoute condities
Kweken van vissen	Veel vissoorten hebben zoutwater nodig om te overleven; kweken onder zoute condities is mogelijk
Beregenen met brakwater	Ervaring bij agrariërs in het Westland heeft geleerd dat de schade door droogte vaak groter is dan de schade door beregenen met brak water. Dit hangt echter af van veel factoren, onder andere het type gewas.
Vaccinatie	Door veranderende klimatologische omstandigheden kan het voorkomen dat nieuwe ziekten de kop op steken. Vaccinatie kan nodig zijn voor mens en dier
Monitoring van ziekten	Goede monitoring van het voorkomen van ziekten is essentieel bij de bestrijding ervan
Koelen van stallen	In de volle zon kunnen stallen erg heet worden in de zomer, wat ten koste gaat van de productie. Koeling van stallen is een adaptatiestrategie die de gezondheid van dieren verhoogt
Weersvoorspelling en waarschuwingen	Accurate weersvoorspellingen en vroege waarschuwingen helpen mensen voorzorgsmaatregelen te nemen tegen weersextremen

**CLM Onderzoek en Advies**

**Postadres**

Postbus 62  
4100 AB Culemborg

**Bezoekadres**

Gutenbergweg 1  
4104 BA Culemborg

T 0345 470 700  
F 0345 470 799

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