

# Landbouw en klimaat- verandering in Overijssel

E. van Well  
C. Rougoor

# Landbouw en klimaatverandering in Overijssel

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

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

© CLM-publicatienummer 939, september 2017

## 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>4</b>
<b>1 Inleiding</b>	<b>7</b>
1.1 Doelen van het project	7
1.2 Samenhang met eerdere berekeningen	8
1.3 Leeswijzer	8
<b>2 Broeikasgassen en energiegebruik</b>	<b>9</b>
2.1 Afbakening	9
2.2 Berekeningsmethodiek	9
2.3 Arealen in de provincie	13
2.4 De omvang van de veestapel	13
2.5 Emissies per sector in Overijssel	14
2.6 Resultaten broeikasgasberekeningen	15
2.7 Vergelijking met landelijke cijfers	20
2.8 Ontwikkelingen in de tijd	21
2.9 Klimaatdoelstellingen	21
<b>3 Mogelijke maatregelen</b>	<b>23</b>
3.1 Uitgangssituatie berekeningen	23
3.2 De landbouw in de toekomst	24
3.3 Energiebesparende maatregelen	25
3.4 Voermaatregelen	26
3.5 Verandering van kunstmestsoort	26
3.6 Mestvergisting	27
3.7 Veemaatregelen	28
3.8 Goed bodembeheer	28
3.9 Effect van maatregelen op provinciaal niveau	30
3.10 Stimuleringsmogelijkheden	31
<b>4 Klimaatadaptatie</b>	<b>34</b>
4.1 Klimaatverandering	34
4.2 Melkveehouderij	34
4.3 Akkerbouw	35
<b>5 Gevolgen van omzetting naar natuur</b>	<b>37</b>
5.1 Ontwikkeling van organische stof in de bodem	37
5.2 Nitrificatie en denitrificatie	38
5.3 Broeikasgasemissie uit veengrond	39
5.4 Mogelijke vastlegging in bomen	40
5.5 Methaanemissie door wild	40
5.6 Samenvattend	40

<b>6 Conclusies en aanbevelingen</b>	<b>42</b>
6.1 Conclusies	42
6.2 Aanbevelingen	43
<b>Bijlagen</b>	<b>45</b>
Bijlage 1 Bronnen	46
Bijlage 2 Kwantificering broeikaseffect van de landbouw binnen de provincie	49
Bijlage 3 Mogelijke adaptatiemaatregelen	54
Bijlage 4 Emissies volgens NIR-rekenmethode	55

# Samenvatting

## Doelstelling

De provincie Overijssel heeft CLM gevraagd in beeld te brengen wat de broeikasgasemissies vanuit de landbouw in de provincie is, hoe dit zich heeft ontwikkeld over de tijd en hoe deze ontwikkeling is te verklaren. Deze rapportage beschrijft de resultaten van de inventarisatie die CLM heeft uitgevoerd.

## 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 Overijssel

Bijna driekwart van de landbouwgrond in Overijssel is grasland. Dit is iets meer dan het landelijke percentage van 55%. Slechts 7% van het Overijsselse areaal is akkerbouwland; landelijk is dit 28%. Het aandeel veehouderij in Overijssel ligt wat hoger dan landelijk gezien; op 11% van het landelijke landbouwareaal wordt 16% van het rundvee gehouden en 13% van de varkens en geiten. Overigens is pluimvee met 8% juist wat minder dan gemiddeld vertegenwoordigd in de provincie.

## Resultaten broeikasgasberekeningen

De broeikasgasemissies vanuit de landbouw in Overijssel worden voor 2016 berekend op 3.930 kton CO<sub>2</sub>-eq. Van alle sectoren draagt de melkveehouderij met 2.529 kton CO<sub>2</sub>-eq. het meest bij. Tellen we daarbij de groenvoedergewassen op (gras en maïs, die voor het overgrote deel bij de melkveehouderij horen), dan komen we op 2.704 kton CO<sub>2</sub>-eq. Als we kijken naar de verschillende emissiebronnen dan blijkt dat emissie als gevolg van pens- en darmfermentatie het hoogst scoren (1.337 kton CO<sub>2</sub>-eq.), gevolgd door veevoerproductie (777 kton CO<sub>2</sub>-eq.) en stalemissies (620 kton CO<sub>2</sub>-eq.).

Zo'n 11% van de landbouwgrond in Nederland ligt in Overijssel, de emissies vanuit de provincie bedragen ruim 12% van de totale landbouwemissies in Nederland. Dit kan worden verklaard door het grotere aandeel melkveehouderij in Overijssel in vergelijking met landelijke cijfers. Deze sector heeft een relatief hoge emissie per hectare. De landbouwemissies in Overijssel zijn tussen 1990 en 2016 gedaald met 18%. Landelijk werd een zelfde percentage daling gerealiseerd. Apart van een hoger aandeel melkveehouderij in Overijssel en een lager aandeel glastuinbouw wijkt de bijdrage van de verschillende sectoren in Overijssel ook niet veel af van de landelijke cijfers. Volgens de cijfers van emissieregistratie.nl bedragen de landbouwemissies in Overijssel 31% van alle broeikasgasemissies in de provincie. De landbouw is daarmee duidelijk de belangrijkste bron van broeikasgasemissies in Overijssel.

### **Maatregelen**

Een varkensbedrijf in Overijssel kan de broeikasgasemissies onder andere beperken door reductie van het elektriciteitsgebruik (zowel door besparing als door opwekking van energie op het eigen bedrijf) en door de voerconversie te verbeteren of andere voeders te kiezen. Ook mestvergisting kan een forse bijdrage leveren aan het verminderen van de emissies. Alle maatregelen gezamenlijk kunnen op vleesvarkensbedrijven tot zo'n 30% emissiereductie opleveren.

Een melkveebedrijf kan op bedrijfsniveau de emissies circa 30% reduceren door via voeraanpassingen een lager ureumgetal te realiseren, door de levensduur van de melkkoe te verhogen, door 'slimme kunstmestkeuzes', 20% te besparen op dieselgebruik, geen grasland meer te scheuren, 70% van de mest te vergisten en door compensatie van het elektriciteitsgebruik door productie van groene stroom.

Op provinciaal niveau betekent dit een reductie van rond 10% van de totale emissies uit de landbouw, er van uitgaande dat niet alle varkens- en melkveebedrijven alle maatregelen zullen nemen.

Een andere lange termijn maatregel is verhoging van het organischestofgehalte in de bodem. De schattingen van de praktische mogelijkheden hiertoe variëren sterk. Schattingen zijn dat via deze weg in Overijssel per jaar 113 tot 377 kton CO<sub>2</sub> in de bodem kan worden vastgelegd. Dat komt overeen met een compensatie van 3% tot 10% van de emissies per jaar.

### **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.

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.

### **Gevolgen van omzetting naar natuur**

Als landbouwgrond wordt omgezet in natuur wordt veelal een afname van de organische stof in de bodem gezien. Het C-gehalte van natuurgrond ligt naar schatting 25% lager dan op bouwland en 33% lager dan op grasland, d.w.z. 85 tot 125 ton CO<sub>2</sub> per ha minder.

Lachgas ontstaat in de bodem als gevolg van nitrificatie (de omzetting van ammonium in nitraat door nitrificerende bacteriën) en denitrificatie (de omzetting van nitraat naar stikstof in de lucht).

Op zandgrond neemt de lachgasemissie toe bij verhoging van het waterpeil. Op veengrond neemt de lachgasemissie juist af door vernatting. Mest is een belangrijke stikstofbron voor lachgas. Als niet wordt bemest (in natuurgebieden) is de lachgasemissie veelal onder de detectiegrens.

Als veengrond wordt drooggelegd kan lucht de bodem indringen en het veen worden afgebroken, waarbij CO<sub>2</sub> en lachgas vrijkomt. Methaan ontstaat juist als het veen onder water staat, door anaerobe afbraak van organisch materiaal.

Naast vastlegging in, en emissies vanuit de bodem, heeft ook de vastlegging in de vorm van biomassa invloed op de totale broeikasgasemissies vanuit natuur. Door de opslag van hout in bos wordt jaarlijks naar schatting 13 ton CO<sub>2</sub>-eq. per ha bos vastgelegd. De methaanemissie door wild per hectare natuur in Nederland lijkt op dit moment verwaarloosbaar.

Vooraf in veengebieden is het verschil in broeikasgasemissies tussen landbouw en (natte) natuur groot, doordat bij landbouwkundig gebruik (met lagere grondwaterstand) hoge CO<sub>2</sub>-emissies optreden door veenoxidatie.

De vastlegging van koolstof in de bodem van natuur op zandgrond is veelal lager dan op gras- en bouwland. Dit zal echter meer dan gecompenseerd worden doordat bij natuur de lachgas- en methaanemissie vanuit respectievelijk bodem en wild verwaarloosbaar is.

### **Aanbevelingen**

Vermindering van de klimaatemissies wordt landelijk onder andere gestimuleerd via 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. Dit kan gericht zijn op communicatie, maar kan ook worden uitgebreid met financiële prikkels, zoals betaling voor specifieke klimaatdiensten. Het verhogen van het organischestofgehalte 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 Overijssel kan, al dan niet gezamenlijk met de andere noordelijke provincies of in IPO-verband, stimuleringsmogelijkheden van andere partijen onder de aandacht brengen:

- Gemeenten, waterschappen en het rijk kunnen 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 vergroeningsvoorwaarden maatregelen te stimuleren die ook een positieve impact op het klimaat hebben.

## 1

# Inleiding

## 1.1

### Doelen van het project

De klimaatproblematiek staat de laatste jaren, sinds de afspraken in Parijs eind 2015 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>. Daarbij kan de landbouw, met zijn grote areaal, een belangrijke bijdrage leveren aan de adaptatie aan de klimaatverandering, bijvoorbeeld door het opvangen van neerslagpieken en droogte.

De ontwikkelingen in de landbouw gaan snel. Zo is de melkveehouderij de laatste jaren eerst fors gegroeid, onder andere door de afschaffing van het melkquotum, maar dit jaar juist weer gekrompen door de invoering van fosfaatrechten in 2018. Wat betekent dit voor de broeikasgasemissies vanuit deze sector? Daar staat tegenover dat ook in de melkveehouderij veel technieken worden toegepast om duurzame 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 het gebruik van kunstmest.

In deze rapportage beantwoorden we de volgende onderzoeksvragen:

1. Wat zijn de broeikasgasemissies vanuit de landbouw in 1990, 2005 en 2016 in Overijssel?
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 Overijssel 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 Overijssel 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?

---

<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.



5. Hoe kunnen agrarische bedrijven in de provincie Overijssel hun bedrijfsvoering aanpassen aan de klimaatverandering, de veranderende omstandigheden?
6. Welke mogelijkheden heeft de provincie Overijssel om reductie van broeikasgasemissies vanuit de landbouw en de productie van duurzame energie te stimuleren en te faciliteren?

## **1.2 Samenhang met eerdere berekeningen**

CLM heeft eerder berekeningen uitgevoerd voor verschillende provincies. Toen zijn voor twee jaren berekeningen uitgevoerd, waaronder 1990. In de huidige studie worden de emissies voor 1990 opnieuw berekend en weergegeven. Deze wijken enigszins af van de waarden zoals deze zijn gegeven in de eerdere studie. Dit is het gevolg van voortschrijdend inzicht, zoals (kleine) wijzigingen (door de IPCC) in de emissiefactoren. Om een zinvolle vergelijking tussen jaren te kunnen maken, zijn daarom de berekeningen voor 1990 opnieuw uitgevoerd, met als basis de huidige inzichten.

## **1.3 Leeswijzer**

De opzet van de rapportage is als volgt:

- In hoofdstuk 2 beschrijven we de broeikasgasemissies en het energiegebruik in de Overijsselse 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 Overijssel.
- In hoofdstuk 4 gaan we in op de vraag hoe de Overijsselse landbouw de bedrijfsvoering kan aanpassen aan de klimaatverandering (klimaatadaptatie).
- In hoofdstuk 5 bespreken we de emissies vanuit natuurgrond i.v.m. landbouwgrond.
- In hoofdstuk 6 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 broeikasgasemissies 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 veevoeders, 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 tuinbouw 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

#### 2.2.1 Toelichting verschillende emissiebronnen

Voor het berekenen van het broeikaseffect van de Overijsselse 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 §2.5 gaan we in op de verschillen tussen de berekeningen in deze rapportage en de berekeningen volgens de IPCC-systematiek zoals opgenomen in de National Inventory Report. 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 ( $N_2O$ ) 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. 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.

**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.

**Pens- en darmfermentatie**

In de pens en ingewanden van landbouwhuisdieren, vooral herkauwers als runderen en schapen, wordt methaan ( $CH_4$ ) gevormd. De hoeveelheid methaan die een dier uitscheidt is grotendeels afhankelijk van het soort en de hoeveelheid voer. In versie 4.2 van het Regionaal Klimaatmodel, die voor deze rapportage is gebruikt, is een nauwkeuriger berekening van de methaanemissie voor melkvee en vleesvee opgesteld. Overigens is daarbij uitgegaan van dezelfde basis als de NIR 2017; het WOT-technical report 90 (Van Bruggen et al., 2017).

**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 ( $CO_2$ ) maar ook kleine hoeveelheden lachgas ( $N_2O$ ) en methaan ( $CH_4$ ). 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 de productiesector/industrie. 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.

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. In tabel 1 staat de ‘Global Warming Potential’ weergegeven per eenheid van de verschillende broeikasgassen ten opzichte van eenzelfde hoeveelheid CO<sub>2</sub>.

Tabel 1. Global Warming Potential van de verschillende broeikasgassen.

Broeikasgas	Global Warming Potential
CO <sub>2</sub>	1
CH <sub>4</sub>	25
N <sub>2</sub> O	298

Bron: National Inventory Report, RIVM, 2017

### 2.2.2

#### Koolstofvastlegging in bodem en gewas

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. Daarom zijn de gevolgen van de verandering in de organische stofbalans van de bodem niet meegenomen in deze analyses van de broeikasgasemissies in 1990, 2005 en 2016. In paragraaf 3.8. geven we wel een indicatie hoeveel koolstof kan worden vastgelegd in de bodem door de Overijsselse landbouw en wat dat aan emissie kan compenseren.

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’ op de volgende pagina.

## Emissies door bodemdaling van veengronden

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

Om in Overijssel 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 2,5 tot 5 mm/jaar bij een grondwaterstand van < 0,4 meter; bij een grondwaterstand vanaf 0,4 m daalt het veen 10 tot 20 mm/jaar. De CO<sub>2</sub>-emissie als gevolg van de veenoxidatie is afhankelijk van het waterpeil en wordt geschat op 2,259 ton CO<sub>2</sub>/ha per mm bodemdaling (Kuikman et al, 2005). Momenteel ligt er naar schatting circa 25.500 ha veengrond (waarvan 19.400 ha in gebruik door de landbouw) in de provincie Overijssel. Het areaal landbouwgrond op veen bedraagt daarmee in Overijssel ± 10%.

De totale uitstoot van het broeikasgas CO<sub>2</sub> door bodemdaling van landbouwgrond op veen in Overijssel kan op basis van bovenstaande informatie worden geschat op 220 tot 440 kton CO<sub>2</sub>-eq. per jaar. We gaan dan uit van een bodemdaling van gemiddeld 5-10 mm per jaar. Dit komt overeen met 6-11% van de totale broeikasgas-emissie van de Overijsselse 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 landbouw-bron meegerekend. De emissies van deze bron zijn in deze rapportage in de directe bodememissie opgenomen en worden niet meer apart vermeld.

Tabel 2 geeft een samenvattend overzicht welke emissiebronnen wel en niet zijn meegerekend in de analyse. In §2.5 gaan we in op de verschillen tussen de berekeningen in deze rapportage en de berekeningen volgens de IPCC-systematiek, zoals opgenomen in de National Inventory Report.

Tabel 2. Meegerekende emissiebronnen en processen

<u>Emissiebronnen/processen</u>	<u>Broeikasgas</u>	<u>Meegerekend (J/N)</u>
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
<u>Verandering organische stofbalans bodem</u>	<u>CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O, CH<sub>4</sub></u>	<u>Opgenomen in maatregelen</u>

## 2.3 Arealen in de provincie

Tabel 3 geeft een overzicht van het grondgebruik door de landbouw in Overijssel in 1990, 2005 en 2016. Het areaal landbouwgrond in Overijssel beslaat in 2016 bijna 200.000 ha. Dit is 11% van het totale landbouwareaal in Nederland. Het aandeel grasland in Overijssel bedraagt 73%, landelijk is dit 54%. In Overijssel is 7% van het areaal akkerbouw, terwijl dit landelijk 28% is. Door de tijd zien we hier een lichte verschuiving optreden; het totale areaal landbouwgrond is tussen 1990 en 2016 in Overijssel met 8% afgenomen, landelijk is deze afname 11%. Een aantal (kleine) deelsectoren zijn daarentegen sterk gegroeid: graanteelt (+75%), vollegrondsgroenten (+261%), glastuinbouw (+89%) en bloemen, bollen en planten (+650%). Overigens is het areaal van deze sectoren zoals genoemd klein: graanteelt 2,1% en bloemen, bollen en planten 1,0% van het totale landbouwareaal in de provincie. Vollegrondsgroenten en glastuinbouw vormen respectievelijk 0,3% en 0,1% van het areaal.

Tabel 3. Landbouwarealen in Overijssel en Nederland in 1990, 2005 en 2016

	Overijssel (ha)			Nederland (ha)		
	1990	2005	2016	1990	2005	2016
<b>Akkerbouwgewassen</b>	15.069	19.598	13.856	608.308	568.098	496.622
Wv aardappelen	8.414	7.134	6.773	175.318	155.781	157.900
Wv graan	2.360	8.936	4.135	192.996	222.589	180.058
Wv suikerbieten	2.335	2.317	1.916	124.995	91.313	70.722
Wv overig	1.961	1.211	1.032	114.999	98.416	87.942
Maïs	38.836	44.800	35.514	201.811	235.085	206.868
Grasland	156.677	144.715	143.047	1.096.496	999.976	975.150
Braak	212	1.966	209	5.939	34.888	7.365
Vollegrondsgroente	155	703	559	21.596	24.076	23.191
Fruit open grond	96	99	92	23.251	18.498	20.201
Glastuinbouw	62	125	117	9.912	10.520	9.229
Bloemen, bollen en planten	251	1.415	1.885	26.632	40.406	45.691
<b>Totaal</b>	<b>211.389</b>	<b>213.452</b>	<b>195.413</b>	<b>1.993.945</b>	<b>1.931.548</b>	<b>1.784.316</b>

Bron: CBS Statline

## 2.4 De omvang van de veestapel

Tabel 4 op de volgende pagina geeft een overzicht van de omvang en samenstelling van de veestapel in Overijssel. In verhouding tot de hoeveelheid landbouwgrond kent Overijssel iets meer veehouderij dan het landelijk gemiddeld. Binnen de provincie wordt 16% van de runderen, 13% van de varkens, 13% van de geiten, 12% van de vleeskuikens, 11% van de paarden, 8% van de leghennen en 7% van de schapen in Nederland gehouden. Er zijn geen grote verschuivingen in deze aandelen ten opzichte van 1990, alleen het aandeel leghennen steeg van 6,5% naar 8%. Voor het overige ontwikkelen de dieraantallen zich redelijk nauw overeenkomstig de landelijk trend.

Tabel 4. Landbouwhuisdieren in Overijssel en Nederland

	Overijssel (aantal dieren)			Nederland (aantal dieren)		
	1990	2005	2016	1990	2005	2016
<b>Rundvee</b>	759.751	586.799	665.824	4.926.023	3.818.353	4.251.456
<b>Varkens</b>	1.800.813	1.531.034	1.627.010	13.915.048	11.311.558	12.478.594
<b>Leghennen</b>	2.865.890	2.773.960	3.660.510	44.319.880	41.047.700	46.212.320
<b>Vleeskuikens</b>	6.017.020	6.208.661	6.127.302	48.444.190	50.284.466	50.665.541
<b>Schapen</b>	95.110	95.886	57.492	1.702.406	1.360.509	783.906
<b>Geiten</b>	4.661	35.944	64.819	37.472	291.891	499.556
<b>Paarden</b>	8.194	16.820	8.815	69.592	132.551	82.313

Bron: CBS Statline

## 2.5 Emissies per sector in Overijssel

Tabel 5 laat de bijdrage van de Overijsselse landbouw zien aan het broeikaspotentieel in vergelijking met de andere sectoren in de provincie Overijssel volgens cijfers van de emissieregistratie.

Landbouw is met 3.049 kton CO<sub>2</sub>-eq. de belangrijkste sector. Verkeer en vervoer vormt de op een na belangrijkste emissiebron. De landbouwemissies bedragen 31% van de totale emissies in Overijssel.

Tabel 5. Broeikasgasemissies per sector in Overijssel in 2015<sup>2</sup>

Sector	Emissie (kton CO <sub>2</sub> -eq.)
Energiesector	57
Chemische industrie	376
Overige industrie	413
Landbouw	3.049
Verkeer en vervoer	2.242
Consumenten	1.395
Afvalverwijdering	1.436
Handel, Diensten en Overheid (HDO)	432
Bouw	30
Natuur	255
Riolering en waterzuiveringsinstallaties	88
Drinkwatervoorziening	3
<b>Totaal</b>	<b>9.977</b>

Bron: emissieregistratie.nl

<sup>2</sup> Het jaar 2015 is het meest recente jaar waarover de emissieregistratie rapporteert op het moment van het opstellen van deze rapportage.

De emissies van de landbouw worden in tabel 5 lager ingeschat dan in onze berekeningen (zie de volgende paragraaf, waarden zijn respectievelijk 3.049 kton en 3.930 kton). Hiervoor zijn meerdere redenen aan te wijzen. In de eerste plaats rekenen we in onze systematiek de emissie die vrijkomt bij bemesting toe aan de veehouderij. Dat geeft mogelijk een overschatting als er netto mest uit de provincie geëxporteerd wordt. Daarnaast worden in onze berekeningen transport, krachtvoer en kunstmest ten behoeve van de landbouw volledig toegerekend aan de landbouw. In de NIR-systematiek worden deze emissies daarentegen volledig toegekend aan de energiesector, de veevoerindustrie, etc. In de cijfers op [emissieregistratie.nl](http://emissieregistratie.nl) wordt grotendeels de NIR-systematiek gehanteerd, maar wijkt hier op details af van de NIR-systematiek. Een deel van het energiegebruik wordt in de emissieregistratie wel toegekend aan de landbouw (categorie 1A4c binnen de NIR-systematiek). Dit maakt dat de schatting in tabel 5 hoger is dan volgens de NIR-systematiek, maar lager dan in onze berekeningen. In bijlage 4 geven we de emissies weer volgens de CLM rekenmethode met kunstmest, krachtvoer en energie, en op volgens de NIR-systematiek, zonder deze ‘aanvoerposten’.

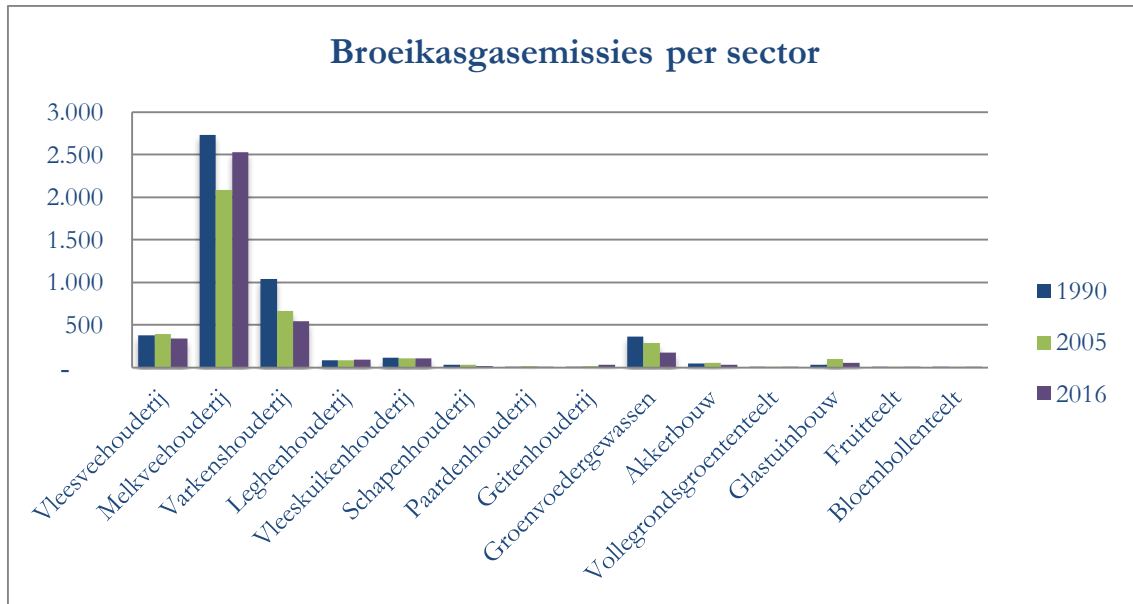
## 2.6 Resultaten broeikasgasberekeningen

Op basis van de besproken berekeningsmethodiek, de arealen en het aantal dieren is het broeikasemissie-effect van de landbouw in de provincie in 2016 berekend op 3.930 kton CO<sub>2</sub>-eq. De veestapel levert met 3.657 kton CO<sub>2</sub>-eq. een veel grotere bijdrage aan het broeikasemissie-effect dan de gewassen, 273 kton CO<sub>2</sub>-eq. 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, er vanuit gaande dat de varkenshouderij nauwelijks zelf grond bezit en gewassen verbouwt. Eenzelfde redenatie geldt voor dat (beperkte) deel van de mest van melkveebedrijven dat niet op het eigen bedrijf wordt aangewend.

In het algemeen kan gesteld worden dat voor Overijssel een lichte overschatting van de broeikasgasemissies van de landbouw plaatsvindt. Gezien de veedichtheid in de provincie wordt vermoedelijk een deel van de mest buiten de provincie aangewend. Zou 20% van de in Overijssel geproduceerde mest buiten de provincie worden aangewend, dan zou de emissie in de provincie tot  $\pm 3\%$  lager zijn.

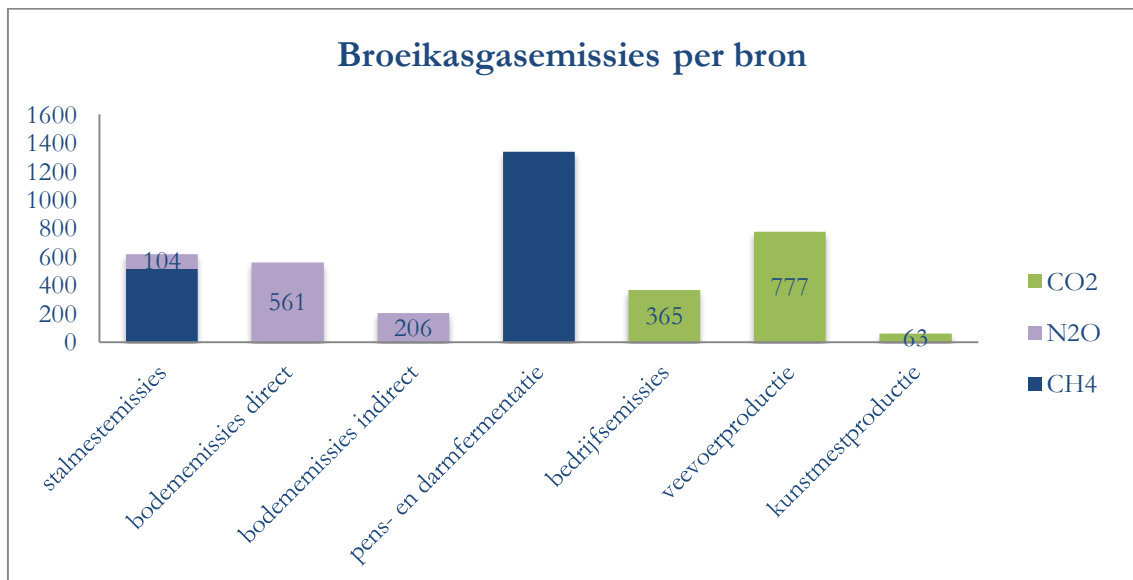
Van alle sectoren draagt de melkveehouderij met 2.529 kton CO<sub>2</sub>-eq. het meest bij. De varkenshouderij volgt met 538 kton CO<sub>2</sub>-eq en de vleesveehouderij met 339 kton CO<sub>2</sub>-eq. De teelt van groenvoedergewassen volgt op afstand op de vierde plaats met 175 kton CO<sub>2</sub>-eq. Overigens moet daarbij worden aangetekend dat de emissies van de groenvoedergewassen met name zijn toe te schrijven aan gras- en maïsland. In werkelijkheid kan vrijwel de hele emissie van groenvoedergewassen aan de melkveehouderij worden toegeschreven.





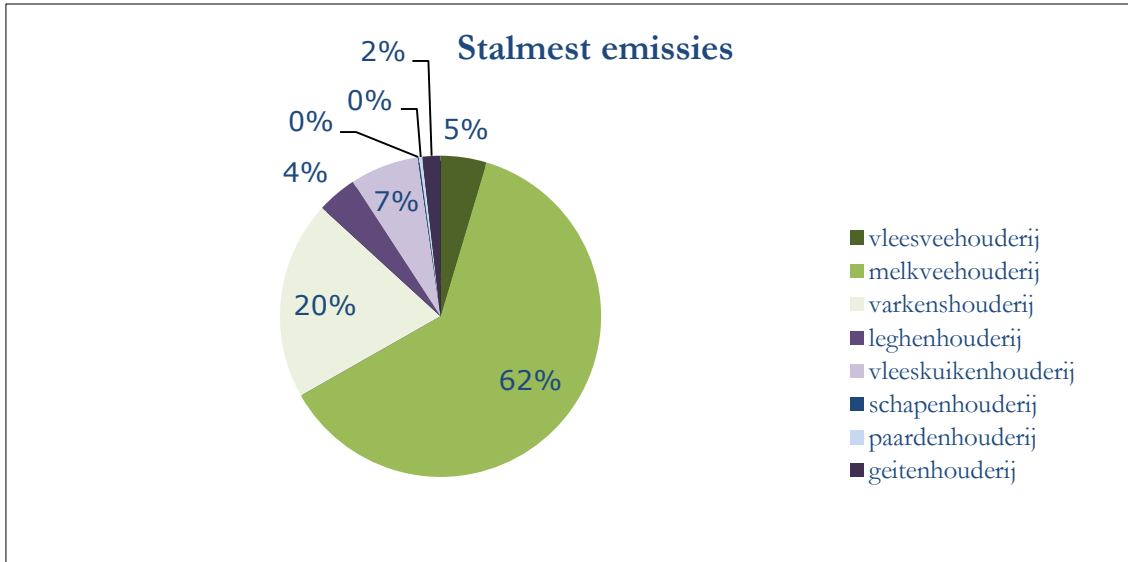
Figuur 1. Het broeikaseffect van de Overijsselse landbouw per sector (in kton CO<sub>2</sub>-eq.).

Als we kijken naar de verschillende emissiebronnen (figuur 2) dan blijkt dat emissies als gevolg van pens- en darmfermentatie het hoogst scoren (1.337 kton CO<sub>2</sub>-eq.), gevolgd emissies als gevolg van veevoerproductie (777 kton CO<sub>2</sub>-eq.), emissie vanuit stalmest (620 kton CO<sub>2</sub>-eq.) en door directe bodememissies (561 kton CO<sub>2</sub>-eq.). Exacte cijfers per sector, bron en jaar zijn opgenomen in Bijlage 2. In Bijlage 4 staan de cijfers voor Overijssel vergeleken met de landelijke cijfers.

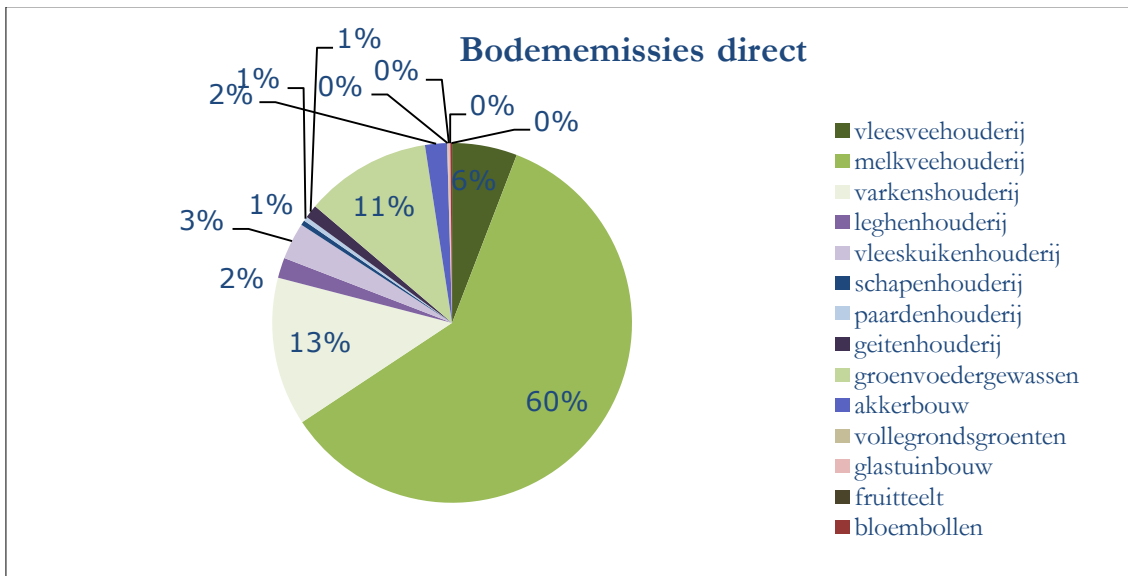


Figuur 2. Broeikasgasemissies in Overijssel per bron in 2016 (in kton CO<sub>2</sub>-eq.).

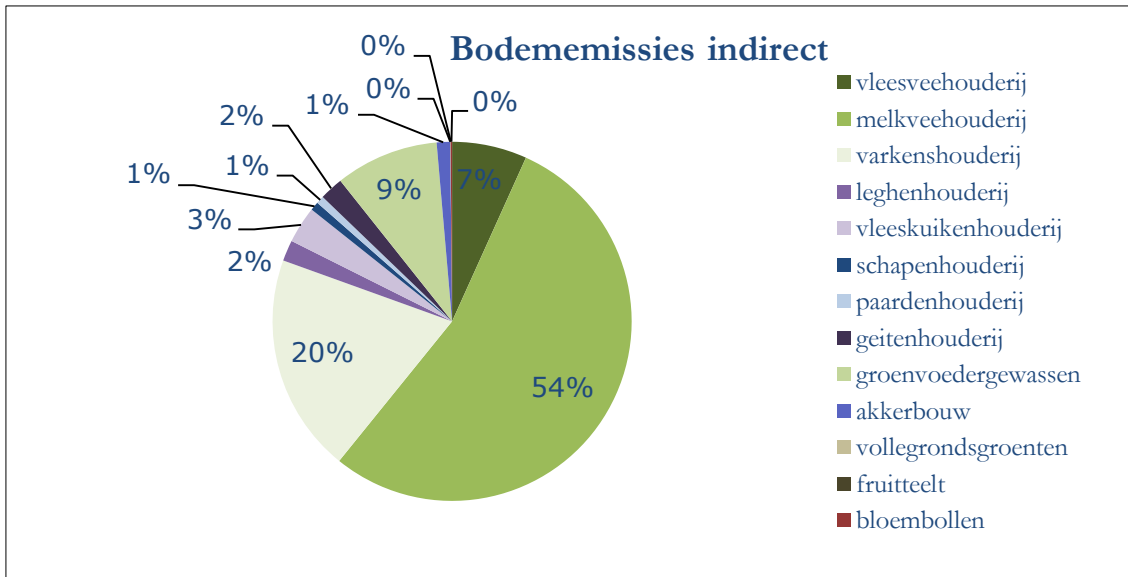
De figuren 3 t/m 9 laten een verdere onderverdeling zien van de emissiebronnen in 2016. De melkveehouderij is op alle onderdelen verantwoordelijk voor het grootste deel van de emissies, gevolgd door de varkenshouderij en de vleesveehouderij. De emissies als gevolg van gebruik van kunstmest zijn bijna volledig toe te schrijven aan de teelt van groenvoedergewassen, en daarmee dus in feite merendeels aan de melkveehouderij (figuur 9).



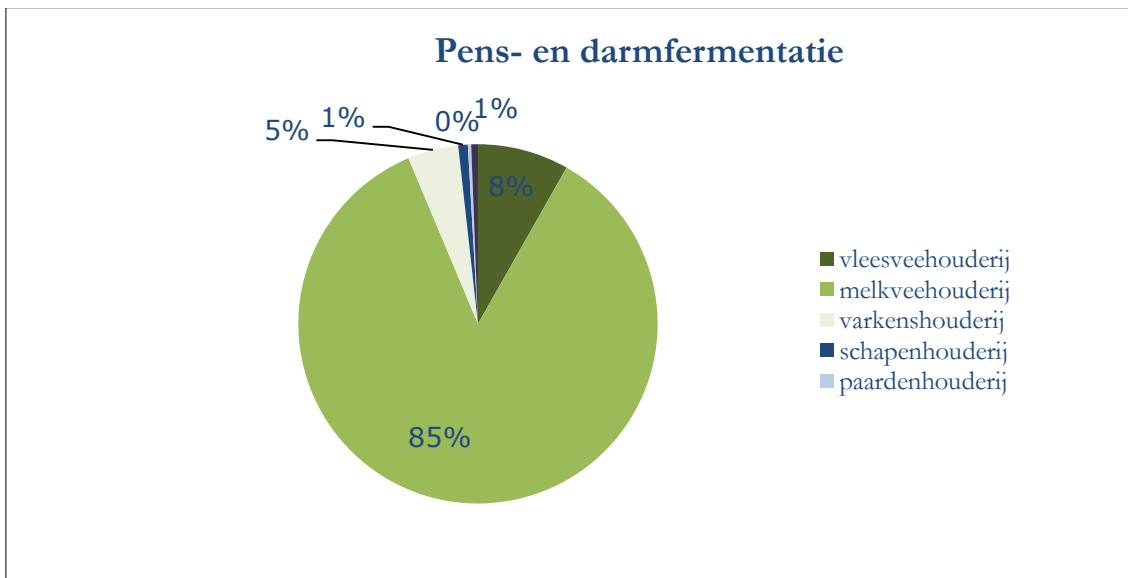
Figuur 3. Procentuele bijdrage van de verschillende veehouderijsectoren aan de stalmest emissies in Overijssel in 2016.



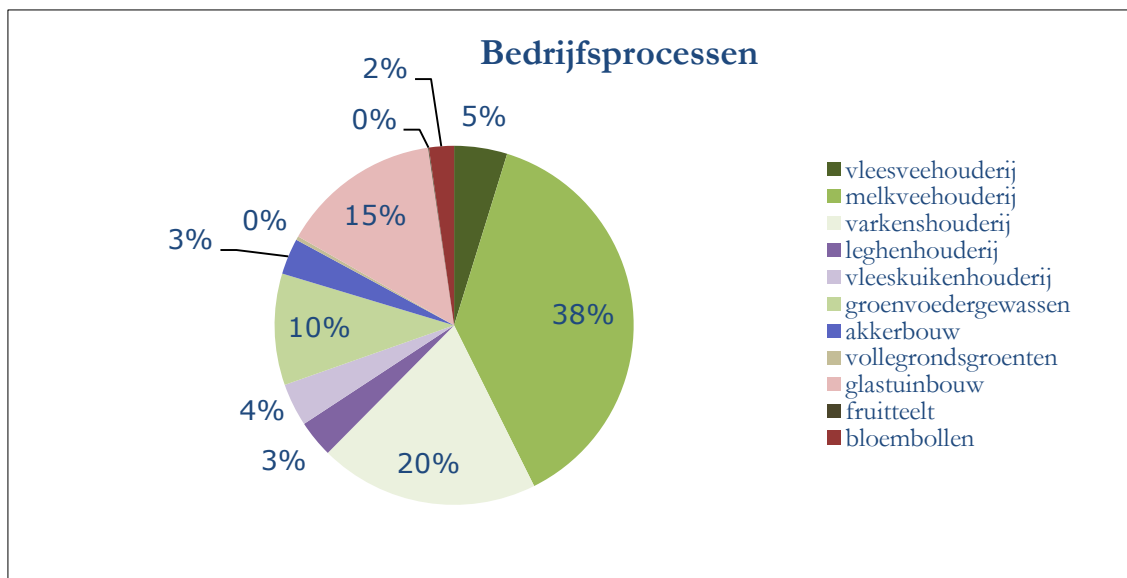
Figuur 4. Procentuele bijdrage van de verschillende sectoren aan de directe bodememissies in Overijssel in 2016.



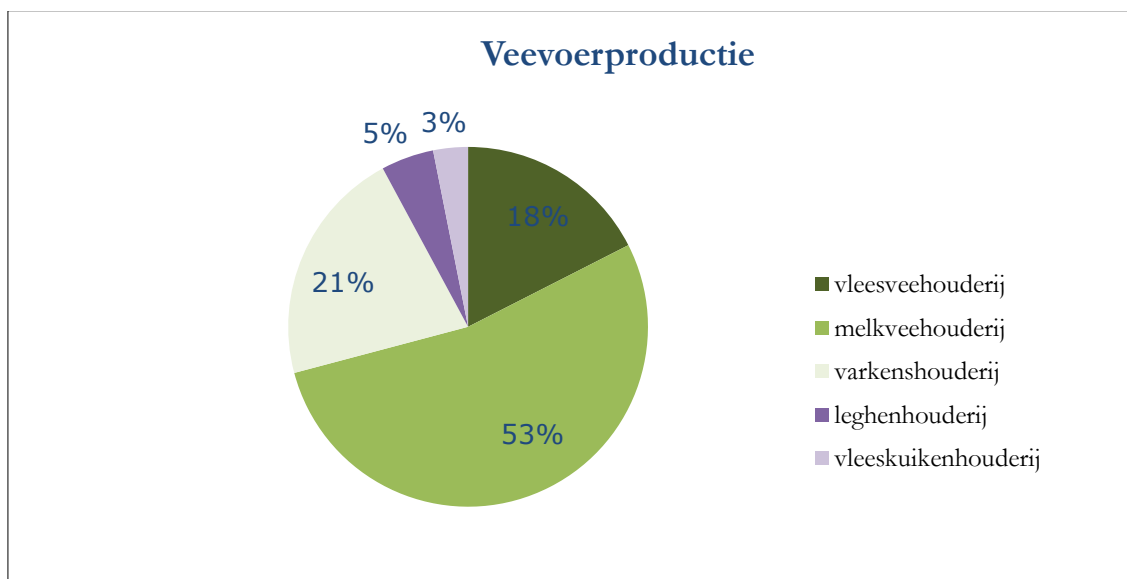
Figuur 5. Procentuele bijdrage van de verschillende sectoren aan de indirecte bodememissies in Overijssel in 2016.



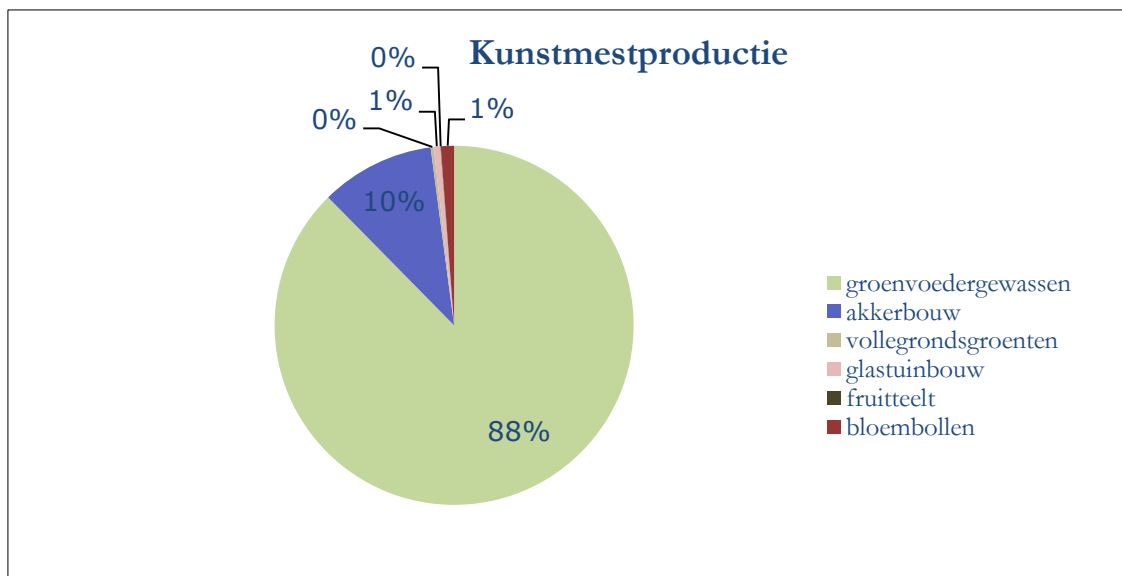
Figuur 6. Procentuele bijdrage van de verschillende veehouderijsectoren aan de emissies als gevolg van pens- en darmfermentatie in Overijssel in 2016.



Figuur 7. Procentuele bijdrage van de verschillende sectoren aan de emissies als gevolg van bedrijfsprocessen in Overijssel in 2016.



Figuur 8. Procentuele bijdrage van de verschillende veehouderijsectoren aan de emissies als gevolg van veevoerproductie (voor die sectoren in Overijssel, maar veelal elders geproduceerd) in 2016.



Figuur 9. Procentuele bijdrage van de verschillende sectoren aan de emissies bij kunstmestproductie voor de landbouw in Overijssel in 2016.

## 2.7 Vergelijking met landelijke cijfers

De broeikasgasemissies van de Overijsselse landbouw dragen in 2016 voor ruim 12% bij aan de landelijke broeikasgasemissies uit de landbouw; dat is vrijwel gelijk aan het percentage in 1990 (zie tabel 6). Doordat het aandeel melkvee in Overijssel iets groter is dan het landelijk gemiddelde, zijn de emissies als gevolg van de pens- en darmfermentatie naar verhouding iets groter. Emissies als gevolg van bedrijfsprocessen zijn iets lager dan landelijk gezien, doordat de glastuinbouw in Overijssel klein van omvang is.

Tabel 6. Broeikasgasemissie per emissiebron in Overijssel vergeleken met Nederland voor 1990, 2005 en 2016 (in kton CO<sub>2</sub>-eq.)

	Overijssel			Nederland		
	1990	2005	2016	1990	2005	2016
<b>Stalmest emissies</b>	589	548	620 (16%)	4.246	3.876	4.294 (14%)
<b>Bodememissies direct</b>	624	584	561 (14%)	4.813	4.449	4.226 (13%)
<b>Bodememissies indirect</b>	387	213	206 (5%)	2.773	1.559	1.496 (5%)
<b>Pens- en darmfermentatie</b>	1.397	1.181	1.337 (34%)	9.222	7.755	8.639 (27%)
<b>Bedrijfsprocessen</b>	817	484	365 (9%)	10.264	10.887	6.920 (22%)
<b>Veevoerproductie</b>	821	657	777 (20%)	5.659	4.639	5.389 (17%)
<b>Kunstmestproductie</b>	180	155	63 (2%)	1.756	1.504	647 (2%)
<b>Totaal</b>	4.816	3.824	3930 (100%)	38.733	34.670	31.611 (100%)

## 2.8 Ontwikkelingen in de tijd

Tabel 7 geeft de ontwikkeling van de broeikasgasemissie in de landbouw in Nederland en Overijssel weer in 1990, 2005 en 2016. De totale broeikasgasemissies vanuit de landbouw zijn in Overijssel gedaald van 4.816 kton in 1990 naar 3.930 kton in 2016, een afname van 18%. Dat percentage komt overeen met het landelijke percentage afname van emissies.

Landelijk nam het aantal melkkoeien in Nederland iets af tot 2007. Vanaf 2007 is weer sprake van lichte groei van de melkveestapel. Dit verklaart dat de melkveehouderij in 2005 landelijk en in Overijssel lagere emissies realiseerde dan in 1990 en 2016.

Tabel 7. Broeikasgasemissies (in kton CO<sub>2</sub>-eq.) in 1990, 2005 en 2016 in Overijssel en landelijk vanuit de verschillende sectoren

	Overijssel			Nederland		
	1990	2005	2016	1990	2005	2016
<b>Vleesveehouderij</b>	373	388	339 (9%)	2.563	2.734	2.187 (7%)
<b>Melkveehouderij</b>	2.728	2.083	2.529 (64%)	16.689	12.882	15.800 (50%)
<b>Varkenshouderij</b>	1.038	661	538 (14%)	7.181	4.649	4.069 (13%)
<b>Leghenhouderij</b>	81	80	88 (2%)	1.273	1.070	1.107 (4%)
<b>Vleeskuikenuhouderij</b>	113	105	107 (3%)	903	821	771 (2%)
<b>Schapehouderij</b>	33	28	16 (0%)	582	396	224 (1%)
<b>Paardenhouderij</b>	10	19	10 (0%)	81	151	91 (0%)
<b>Geitenhouderij</b>	2	17	30 (1%)	19	141	235 (1%)
<b>Groenvoedergewassen</b>	363	286	175 (4%)	2.413	1.859	1.152 (4%)
<b>Akkerbouw</b>	43	50	32 (1%)	1.568	1.412	1.098 (3%)
<b>Vollegrondsgroententeelt</b>	1	2	2 (0%)	106	104	91 (0%)
<b>Glastuinbouw</b>	29	97	54 (1%)	5.015	8.084	4.411 (14%)
<b>Fruitteelt</b>	1	0	0 (0%)	167	103	102 (0%)
<b>Bloembollenteelt</b>	1	7	10 (0%)	173	265	273 (1%)
<b>Totaal</b>	4.816	3824	3.930 (100%)	38.733	34.670	31.611 (100%)

## 2.9 Klimaatdoelstellingen

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 hierna per sector beschreven (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. Bij ontwikkelingen die op provinciaal niveau uit de pas lopen met landelijke ontwikkelingen is die doorvertaling niet zomaar te maken. In Overijssel lag de procentuele afname van de emissie op provinciaal niveau gelijk aan de afname op landelijk niveau; beide namen in de periode 1990-2016 met 18% af. De grootste verschillen zien we in de bijdragen vanuit de melkveehouderij in Overijssel, die hoger is dan het landelijke cijfer, maar daar staat een lagere bijdrage vanuit de glastuinbouw tegenover.

# 3

## Mogelijke maatregelen

In dit hoofdstuk schetsen we kort enkele ontwikkelingen binnen de landbouw het komende decennium en bespreken we mogelijke maatregelen om de broeikasgasemissies te reduceren. We maken hierbij onderscheid naar energiebesparende maatregelen, voermaatregelen, bemestingsmaatregelen, veemaatregelen en bodemmaatregelen.

### **3.1 Uitgangssituatie berekeningen**

Om op bedrijfsniveau inzicht te krijgen in de effecten van maatregelen, zijn berekeningen uitgevoerd met de klimaatlat melkveehouderij en de klimaatlat varkenshouderij. In deze modellen wordt gerekend op de 'CLM-wijze', zoals beschreven voor het regionale klimaatmodel. Enige verschil daarbij is dat in het regionaal emissiemodel de emissies als gevolg van aanwending van mest wordt toegeschreven aan de sectoren waar de mest wordt geproduceerd. In de klimaatlat worden de emissies als gevolg van aanwending van mest toegeschreven aan het gebruikende bedrijf. In de modellen is uitgegaan van een 'gemiddeld' vleesvarkensbedrijf en een 'gemiddeld' en 'intensief' melkveebedrijf. In tabel 8 op de volgende pagina staat de uitgangssituatie voor deze bedrijven weergegeven. Het intensieve melkveebedrijf moet, in tegenstelling tot het gemiddelde bedrijf, mest afvoeren en meer voer aankopen. Hier wordt in de berekeningen rekening mee gehouden.



Tabel 8. Uitgangssituatie berekeningen klimaatlatten melkveehouderij en varkenshouderij

	Melkvee		Varkens
	Gemiddeld	Intensief	Gemiddeld
Aantal melkkoeien	90	200	
Stuks jongvee 0-1 jaar	31	70	
Stuks jongvee 1-2 jaar	30	70	
Ureumgetal	23	23	
Grasland scheuren (%/jr)	18%	18%	
Grasland (ha)	45	45	-
Maïsland (ha)	11	11	-
Aantal vleesvarkensplaatsen	-	-	1250
Afgeleverde dieren/jaar	-	-	3850
Voederconversie	-	-	2,70
gebruikt kunstmest (ha)	KAS	KAS	
Elektriciteitsgebruik (kWh/jr)	45.000	80.000	43.750
Gasgebruik (m <sup>3</sup> /jr)	0	0	5.500
Dieselgebruik (liter/jr)	10.000	14.000	500

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 Overijssel als geheel en welke stimuleringsopties de provincie heeft.

### 3.2 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 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 onder andere 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 duurzame 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.

### 3.3 Energiebesparende maatregelen

#### 3.3.1

##### Energiebesparing in de varkenshouderij

Energiebesparing op een varkensbedrijf kan op meerdere manieren. Op een vleesvarkensbedrijf zoals hier doorgerekend valt te denken aan verlichting en ventilatie. Een reductie van 20% van het totale energiegebruik, zorgt dat de broeikasgasemissie van het totale bedrijf met 0,8% daalt. Door bijvoorbeeld de plaatsing van zonnepanelen kan de varkenshouder daarnaast al de benodigde elektriciteit zelf opwekken. Hierdoor dalen de emissies op bedrijfsniveau met 4,1%.

#### 3.3.2

##### Energiebesparing in de melkveehouderij

Energiebesparing in de melkveehouderij kan bijvoorbeeld worden gerealiseerd door technische maatregelen zoals de installatie van een voorcoeler, een frequentieregelaar en door aanpassingen in de verlichting (zie onderstaand kader). Uit berekeningen met de klimaatlat melkveehouderij blijkt dat de totale broeikasgasemissies van het gemiddelde en het intensievere melkveebedrijf (inclusief de productie van voedergewassen) met respectievelijk 0,7% en 0,6% dalen als het elektriciteitsgebruik met 20% kan worden gereduceerd.

Als de melkveebedrijven het eigen elektriciteitsgebruik geheel opwekken als duurzame energie (bijvoorbeeld met behulp van zonnepanelen), oftewel als een reductie van het elektriciteitsgebruik met 100% wordt gerealiseerd, dalen de emissies van de genoemde melkveebedrijven met respectievelijk 3,6% en 3,1%.

Als het melkveebedrijf daarnaast kans ziet het diesilverbruik met 20% te reduceren, levert dit nogmaals 0,7% reductie van de broeikasgasemissies op voor het gemiddelde melkveebedrijf. Op het intensieve melkveebedrijf is dit relatief gezien iets minder, 0,5%, omdat de totale emissies op het bedrijf groter zijn, maar de arealen gras- en maïsland (en de bijbehorende werkzaamheden) gelijk zijn. Voor het intensieve bedrijf geldt dat een groter deel van het energieverbruik verdisconteerd zit in de post 'veevoederproductie'. Voor veevoer dat wordt aangevoerd op het bedrijf, is immers ook energie nodig voor de teelt en transport.

Het **elektriciteitsverbruik** in de melkveehouderij kan onder andere door de volgende maatregelen worden verminderd:

- Installatie van een voorcoeler of warmteterugwinning;
- Installatie van een frequentieregelaar op de vacuümpomp van de melkmachine;
- Energiezuinige verlichting

### 3.4 Voermaatregelen

Aanpassingen in veevoeding kunnen leiden tot een verandering in N-uitscheiding en methaanemissie. In deze paragraaf werken we deze aanpassingen uit. Daarnaast kan met efficiënt voeren vaak ook nog wel winst worden gehaald. In de onderstaande paragrafen werken we een en ander verder uit.

#### 3.4.1

##### Voer in de varkenshouderij

In de berekeningen voor de vleesveehouderij hebben we gerekend met een voerconversie van 2,7. Daarmee wordt 2,7 kg droge stof gevoerd voor 1 kg groei. Deze voerconversie is het gemiddelde dat Agrimatie meldt over 2016. De voerconversie is daarmee sinds 2008 gedaald met 6%. De productie is daarmee dus efficiënter geworden. Zou de voerconversie de komende jaren nog eens met 6% kunnen dalen, dan zou dat een emissiereductie van 3,2% opleveren.

Een andere mogelijkheid om de emissies vanuit de varkenshouderij terug te dringen is een deel van het krachtvoer te vervangen door restproducten. Vervanging van 25% van het krachtvoer door bijproducten kan een emissiereductie opleveren van ruim 10%. Uiteraard hangt het sterk samen met het soort bijproducten waardoor het krachtvoer wordt vervangen, aangezien de emissies per kg restproduct verschillen.

#### 3.4.2

##### Voer in de melkveehouderij

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 een ureumgehalte van circa 23 mg / 100 g melk gerealiseerd. Berekeningen met de klimaatatlas melkveehouderij laten zien dat een reductie van 23 naar 19 mg / 100 g op het gemiddelde melkveebedrijf een reductie van de broeikasgasemissies op bedrijfsniveau met circa 2,3% tot gevolg heeft. Op het intensieve bedrijf is dit 2,5%.

Uit een proef blijkt dat het loont om na het melken het ureumgetal te meten en het rantsoen hier direct op af te stemmen. De krachtvoergift kan hierdoor worden beperkt (Feenstra, 2016).

### 3.5

#### Verandering van kunstmestsoort

Uitgangspunt binnen deze studie is dat het gebruik van kunstmest een broeikaspotentieel genereert van afgerond 3,5 kg CO<sub>2</sub>-eq. per kg N. Aanname hierbij is dat in praktijk veelal kunstmest op basis van ammoniumnitraat wordt gebruikt en dat in 25% van de gevallen een ander product (NPK, ureum, ammoniumsulfaat, vloeibare kunstmest) wordt gebruikt. Door gebruik te maken van andere soorten kunstmest is het mogelijk dit potentieel te verlagen. Tabel 10 op de volgende pagina laat zien met hoeveel procent het broeikaspotentieel van kunstmest kan worden gereduceerd door gebruik te maken van een ander soort kunstmest dan in de berekening opgenomen.

Tabel 10. Broeikaspotentieel van verschillende soorten kunstmest

Kunstmest	Broeikaspotentieel (kg CO <sub>2</sub> -eq./kg N)	Reductie t.o.v. NPK (%)
Gemiddelde in studie	3,5	n.v.t.
Ammoniumnitraat	3,4	2%
NPK	4,1-4,7	-26%
UAN	2,4	31%
Ammoniumsulfaat	2,7	23%
CAN/KAS	3,5	0%
Ureum	1,9	46%

Bron: Cool Farm Tool v2.1

Berekeningen met de klimaatlat melkveehouderij laten zien dat bij een keuze voor een kunstmestsoort met een 10% lager broeikaspotentieel, een reductie wordt gerealiseerd van 0,4% op de totale bedrijfsemissies van het gemiddelde Overijsselse melkveebedrijf. Op het intensievere bedrijf is de reductie procentueel lager, namelijk 0,2%. Dit verschil is te verklaren doordat op het intensieve bedrijf de totale emissies per ha hoger zijn, omdat de melkproductie per ha hoger is.

## 3.6 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 Koelemeijer, 2016).

### 3.6.1

#### Vergisting in de varkenshouderij

Ongeveer 25% van de emissies op het varkensbedrijf komt vrij in de vorm van methaan uit de mestopslag. Mestvergisting is daarbij een optie om deze emissies terug te dringen. Daarbij levert vergisting naast minder methaanemissie ook energie op. Dit wordt doorgaans in de vorm van elektriciteit op het eigen bedrijf gebruikt of terug geleverd aan het net. Het rendement zou hoger zijn als het biogas zou worden opgewerkt en aan het gasnet zou worden geleverd. Dat vergt echter een grotere investering. Als we er vanuit gaan dat 70% van de mest op het varkensbedrijf wordt vergist, levert dat een emissiereductie op bedrijfsniveau op van 20,3%. Daarbij zijn we er vanuit gegaan dat de biogas wordt terug geleverd aan het aardgasnet.

### 3.6.2

#### Vergisting in de melkveehouderij

Berekeningen laten zien dat als op het gemiddelde Overijsselse melkveebedrijf 70% van de mest wordt vergist, alvorens die op het eigen bedrijf wordt aangewend of wordt afgevoerd naar anderen, dan heeft dit een reductie van de broeikasgasemissies op bedrijfsniveau van 15,3% tot gevolg. Op het intensieve bedrijf is de reductie 16,7%. 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 circa 10% lager is dan bij toepassing van onvergiste runderdrijfmest. Mestvergisting op een melkveebedrijf werkt daarmee koolstofopslag in de bodem dus tegen (zie verder paragraaf 3.8).

FrieslandCampina is coöperatie Jumpstart gestart om mestvergisting voor een grotere groep melkveehouders beschikbaar te maken. Door collectieve afspraken met leveranciers wordt geprobeerd de grootste knelpunten voor de aanschaf en het gebruik van een mestvergister weg te nemen. Doel van Jumpstart is dat er in 2017 tweehonderd melkveehouders in Nederland een monovergister in gebruik hebben en duizend melkveehouders in 2020.

### 3.7 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 1 jaar, waardoor op het gemiddeld bedrijf en op het intensieve bedrijf in totaal 25% minder jongvee wordt aangehouden, een reductie van de emissies met respectievelijk 3,0% en 3,7% op bedrijfsniveau tot gevolg heeft.

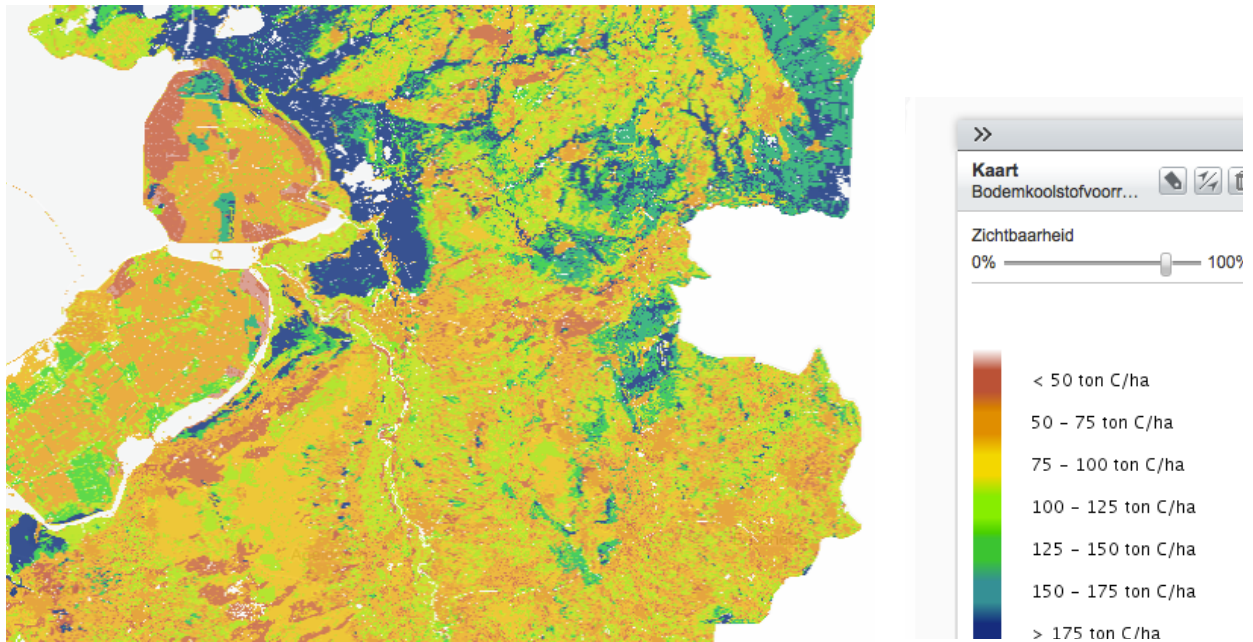
Binnen de Duurzame Zuivelketen is als doel gesteld dat de gemiddelde levensduur van melkkoeien in 2020 met 6 maanden is toegenomen t.o.v. 2011. Reijs et al. (2016) geven aan dat om dit doel te bereiken nog een forse extra inspanning is vereist. In 2015 was de gemiddelde leeftijd bij afvoer van een melkkoe slechts 19 dagen hoger dan in 2011.

### 3.8 Goed bodembeheer

Een goed bodembeheer draagt bij aan het organischestofgehalte in de bodem. Figuur 10 op de volgende pagina geeft de bodemkoolstofvoorraad in en om Overijssel weer.

Maatregelen om het organischestofgehalte te verhogen zijn onder andere 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 10% van het grasland areaal, een extra vastlegging van organische stof per jaar betekent dat gelijk is aan respectievelijk 1,1% en 0,5% van de broeikasgasemissies van het gemiddelde en het intensieve melkveebedrijf.

Akkerrandenbeheer heeft ook een toename van organischestofgehalte tot gevolg, omdat de randen niet meer worden geploegd. Ook de gewaskeuze speelt een rol. Permanent maïs op zandgronden geeft tot 130 kg C/ha/jaar verlies, terwijl onder grasland tot 130 kg C/ha/jaar vastlegging mogelijk is. De potentie voor koolstofvastlegging in de bodem is regio-specifiek en hangt af van het gewas en bodemtype.



Figuur 10. Koolstofvoorraad in de bodem in de bovenste 30 cm (Bron: [www.atlasnatuurlijkkapitaal.nl](http://www.atlasnatuurlijkkapitaal.nl)).

Als de aanname is dat het mogelijk is het organischestofgehalte 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. Op een akkerbouwbedrijf van 60 ha betekent vastlegging van 3 ton C/ha in 15 jaar een totale vastlegging van 648 ton CO<sub>2</sub> extra in de bodem. Als we aannemen dat dit op een melkveebedrijf ook haalbaar is op graspercelen, maar niet op de maïspancelen, betekent dit voor een bedrijf met 45 ha grasland een vastlegging in 15 jaar van 486 ton CO<sub>2</sub> extra in de bodem.

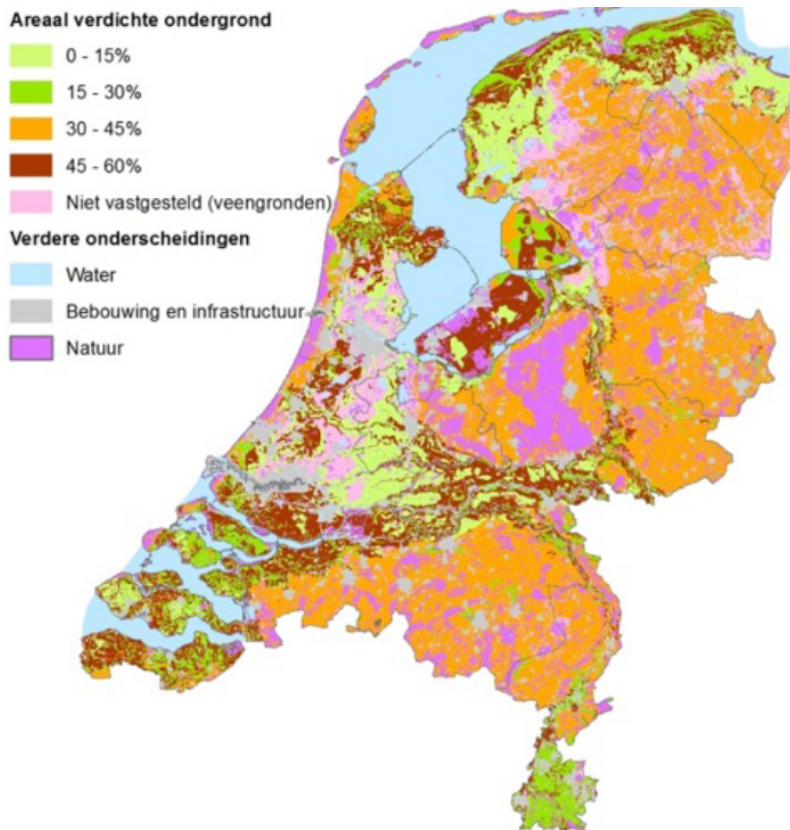
Als we uitgaan van de hoge schatting (10 ton C/ha in 15 jaar) dan wordt op het melkveebedrijf 1.620 ton CO<sub>2</sub> extra in de bodem vastgelegd.

Een ander belangrijk onderdeel van goed bodembeheer is het tegengaan van bodemverdichting. Uit Figuur 11 op de volgende pagina blijkt dat verdichting van de ondergrond op 30 tot 45% van de gronden in Overijssel een probleem is.

Bodemverdichting heeft onder andere 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

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

besteden kunnen de ‘bedrijfsemissies akkerbouw’ en ‘bedrijfsemissies groenvoedergewassen’ worden verminderd.



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

### 3.9 Effect van maatregelen op provinciaal niveau

Als een melkveebedrijf in Overijssel het ureumgetal weet te verlagen van 23 naar 19 mg / 100 gram melk, de levensduur van de melkkoeien met circa 1 jaar weet te verlengen (met minder jongvee), geen grasland meer scheurt, het elektriciteitsgebruik volledig compenseert door productie van groene stroom, 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 rond 30% lager. Dit percentage geldt voor zowel een gemiddeld als voor een intensief melkveebedrijf; de verschillen zijn beperkt.

De melkveehouderij kan op provinciaal niveau 14% 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 Overijsselse melkveehouderij op 12%.

De varkenshouderij kan in Overijssel tot zo'n 30% emissiereductie bereiken. We gaan er echter vanuit dat niet alle bedrijven de genoemde maatregelen zullen implementeren. Zo kunnen we voor mestvergisting net als in de melkveehouderij beter rekenen op zo'n 25% vergisting. We komen dan met genoemde maatregelen totaal op zo'n 15% reductie in de (vlees)varkenshouderij. Door deze aanpassingen kan de totale emissie van de landbouw in Overijssel worden gereduceerd met circa 308 tot 360 kton CO<sub>2</sub>-eq vanuit de melkveehouderij. Vanuit de varkenshouderij is dit zo'n 80 kton CO<sub>2</sub>-eq. Dit is een reductiepercentage van 10% tot 11% van de totale emissies vanuit de landbouw. Als ook de andere sectoren de broeikasgasemissies weten te reduceren, kan op provinciaal niveau de reductie enkele procenten hoger worden. Als daarnaast in 15 jaar tijd het OS-gehalte van de bodem met 3 tot 10 ton C/ha kan worden verhoogd op akkerbouwgrond en grasland (totaal 14.064 + 143.047 ha), betekent dit een extra vastlegging van 113 tot 377 kton CO<sub>2</sub>-eq per jaar, ofwel 3 tot 10% van de emissies.

### 3.10 Stimuleringsmogelijkheden

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

#### 3.10.1

##### 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. FrieslandCampina wil het plaatsen van zonnepanelen op melkveebedrijven stimuleren d.m.v. het zonne-energieprogramma 'Solar'. Hiervoor is een SDE-subsidie van ruim 200 miljoen euro toegekend.
- POP3 kent nder andere 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 enkele provincies nog budget beschikbaar is.

Officieel verplicht het Activiteitenbesluit in de Wet milieubeheer een bedrijf om alle mogelijke energiebesparende maatregelen te treffen met een terugverdiëntijd 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 onder andere de landbouw.

#### 3.10.2

##### 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 maatregelen (diensten) die gericht zijn op beperking van de broeikasgasemissies of vastlegging van koolstof in de bodem (zgn. klimaatdiensten). In het Innovatieprogramma Landbouw Veenkoloniën 2012-2020 wordt de productie van lokale groene energie specifiek als doel geformuleerd. Daarnaast is er binnen het programma ook aandacht voor het anticiperen op klimaatverandering, waaronder het feit dat op langere termijn de beschikbaarheid van voldoende water in het gebied onder druk staat. Aan deze doelen in het programma wordt gewerkt door praktijknetwerken en innovatieprojecten. De inhoud van het Innovatieprogramma kan op onderdelen mogelijk specifiek gericht worden op het thema klimaat.

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. In Overijssel lopen stimuleringsprojecten voor boeren om op hun bedrijven te werken op basis van kringloop. Zo wordt efficiënter gebruik gemaakt van mineralen, hetgeen ook een klimaatvoordeel oplevert.

Bodemmaatregelen zijn een speciaal geval. Het verhogen van het organischestofgehalte in de bodem 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.

Verdere 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.groenontwikkelfondsbrabant.nl/grondpacht](http://www.groenontwikkelfondsbrabant.nl/grondpacht)). Provincie Overijssel 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 Overijssel 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 onder andere 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 onder andere 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 organischestofgehalte te verhogen krijgt binnen Foqus Planet niet direct aandacht.

### 3.10.3

#### Structuur- en omgevingsvisie

Een provincie heeft de mogelijkheid enigszins te sturen in een gewenste richting door bijvoorbeeld in de omgevingsvisie enkele belangrijke aspecten te benoemen als het gaat om klimaatverandering. De provincie Overijssel heeft al op verschillende punten in de omgevingsvisie hier aandacht voor:

- Terugdringen van bodemdaling (en veenoxidatie), met name in de gebieden met een veenondergrond. In de Omgevingsvisie Overijssel wordt terugdringen van veenoxidatie al specifiek benoemd;
- 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 intensificeert het waterbeheer dat op zichzelf weer extra energie kost. Door te stimuleren de veerkracht van het systeem te vergroten kan deze energie- en koolstof lek worden doorbroken. Goed bodembeheer en het stimuleren van tegengaan en opheffen van bodemverdichting worden benoemd in de 'Handreiking Kwaliteitsimpuls agro en food'. De Handreiking is bedoeld alle betrokken partijen handelingsperspectief te bieden.

Daarnaast kan bij de vergunningverlening specifiek ruimte worden geboden aan bedrijven die werken aan verduurzaming van bijvoorbeeld de energieproductie. In de Kwaliteitsimpuls agro en food staat beschreven dat de provinciale ambitie 'een innovatieve en concurrerende agro en foodsector' is, 'een footprintloze landbouw'. Daarnaast is de ambitie dat de Overijsselse agro- en foodsector een inspirerende bijdrage levert aan de uitvoering van de ambities uit de Uitvoeringsagenda Duurzame Veehouderij (UDV). Twee van deze ambities uit de UDV richten zich op klimaat:

- 'de Nederlandse veehouderij gebruikt geen energie uit eindige bronnen, zoals fossiele brandstoffen, zowel op het primaire bedrijf als in de ketenschakels ervoor en erna.'
- 'De Nederlandse veehouderij heeft naar rato bijgedragen aan het beperken van de globale temperatuurstijging tot maximaal 2°C.'

De provincie biedt ondernemers ruimte voor ontwikkeling (groei van het bedrijf) in ruil voor kwaliteitswinst op het vlak van duurzaamheid. Deze kwaliteitswinst kan bestaan uit een bijdrage aan de energietransitie en productie van hernieuwbare energie en/of klimaatadaptatie, zo staat beschreven in de kwaliteitsimpuls. Deze regelgeving is vanaf voorjaar 2017 van kracht.

# 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 kunnen 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. Met name op de hogere zandgronden is er eigenlijk alleen water als het regent. Vocht vasthouden is dan 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 organische stofpercentage in de bodem. Ook het zoeken naar geschikte(re) robuuste gras- en maïsrassen 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 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, 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. In Overijssel speelt beregening bij droogte een steeds grotere rol.
- 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-sporta voor. Dit geldt ook voor alternaria in aardappelen en meeldauw in uien. Door hogere temperaturen en vochtgehaltes 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.

# 5

## Gevolgen van omzetting naar natuur

In voorgaande hoofdstukken is onder andere besproken wat de broeikasgasemissies zijn vanuit landbouwgrond. Echter niet alleen landbouwgrond, maar ook natuur heeft broeikasgasemissies tot gevolg. In dit hoofdstuk beschrijven we kwalitatief welke (bodem)processen hierbij een rol spelen en wat dit betekent voor de uiteindelijke emissies. Belangrijke aspecten die bepalen wat de broeikasgasemissie vanuit natuur is, als gevolg van bodembeheer en als gevolg van flora en fauna is, zijn:

1. De ontwikkeling van de organische stof in de bodem
2. Nitrificatie en denitrificatie in de bodem, waar lachgas bij vrij komt
3. Methaanemissie uit veengrond
4. Mogelijke vastlegging van organische stof in bomen
5. Methaanemissie van wild (runderen, herten)

Deze onderwerpen bespreken we hieronder.

### 5.1

#### Ontwikkeling van organische stof in de bodem

Als landbouwgrond wordt omgezet in natuur blijken er duidelijke veranderingen op te treden in de bodem. De bodemontwikkeling wijst op een afname van organische stofvoorraden door organische stofdecompositie in combinatie met zuurder wordende omstandigheden (Kemmers et al, 2007).

Ook cijfers van Smit en Kuikman (2005) laten een lager gehalte aan organische stof zien in natuur dan onder gras- en bouwland. Zie tabel 11 op de volgende pagina. Het C-gehalte van natuurgrond ligt naar schatting gemiddeld 25% lager dan op bouwland en 33% lager dan op grasland. Dit betekent dat een hectare natuur gemiddeld 85 tot 125 ton CO<sub>2</sub> per ha minder opslag in de bodem heeft. Onduidelijk is echter of bij omzetting van landbouwgrond naar natuurgrond het organischestofgehalte daadwerkelijk met deze hoeveelheid zal afnemen. Dit hangt ook af van de bodem; een deel van de natuur in Nederland kent bodems die 'van nature' armer zijn dan de landbouwgronden op rijkere bodems. Hoe ontwikkelt de bodem zich als deze rijke grond wordt omgezet in landbouwgrond?

Tabel 11. Berekende koolstofvoorraad in de NL-bodem (0-30 cm)

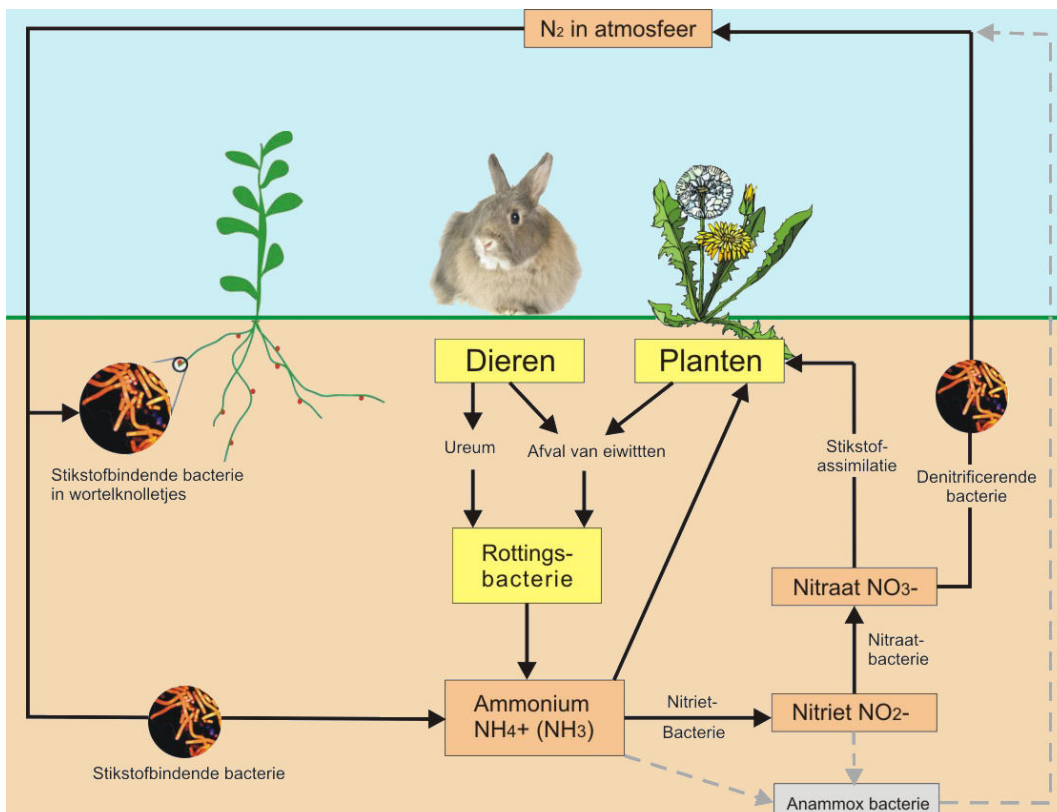
Landgebruik	Ha (x 1000)	C-voorraad (Mton C)	Ton CO <sub>2</sub> per ha
Grasland	1.426	148	381
Bouwland	920	85	339
Bos (incl. overige natuur)	445	31	255
Totaal	2.791	264	

Gebaseerd op Smit en Kuikman, 2005

## 5.2 Nitrificatie en denitrificatie

Nitrificatie en denitrificatie zijn processen die sneller verlopen naarmate er een overvloed aanwezig is van organische stof en water. In figuur 12 staan de bodemprocessen weergegeven:

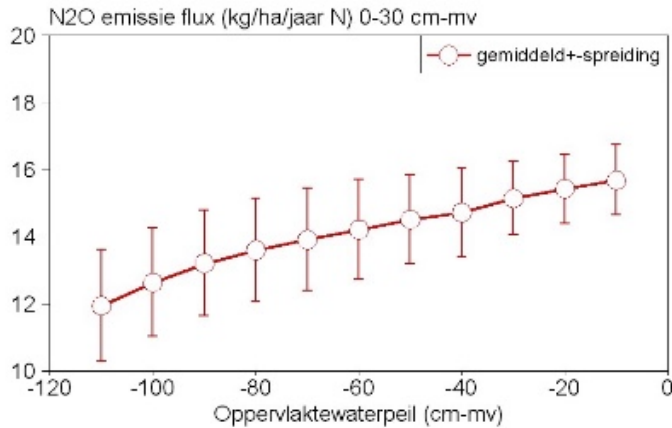
- Nitrificatie (de omzetting van ammonium in nitraat door nitrificerende bacteriën) vindt vooral plaats bij weinig vocht. Bij dit proces komt ook lachgas vrij.
- Denitrificatie (de omzetting van nitraat naar stikstof in de lucht). Ook hierbij komt lachgas vrij (als tussenproduct bij de vorming van N<sub>2</sub> en O<sub>2</sub> uit nitraat), en meer dan bij nitrificatie. Als de bacteriën niet voldoende zuurstof in de bodem vinden voor de omzetting of als er naar verhouding veel N aanwezig is (door bemesting), zal een deel van de nitraat onvolledig denitrificeren in lachgas.
- Lachgas kan ook indirect ontstaan uit ammoniak. Ammoniak dat neerslaat op/in de bodem, kan via nitrificatie van ammonium in nitraat worden omgezet en kan dan weer gedeeltelijk denitrificeren.



Figuur 12. Stikstofkringloop (Bron: biologiepagina.nl)

Kroes et al. (2000) geven aan:

- Dat op zandgrond de lachgasemissie toeneemt bij hoger waterpeil (zie figuur 13 hieronder). Een verhoging van het waterpeil van 60 naar 20 cm onder maaiveld levert een extra N-emissie in de vorm van lachgas van circa 1,5 kg N. Dit komt overeen met 2,4 kg lachgas, oftewel een toename met circa 700 kg CO<sub>2</sub> per ha.



Figuur 13. Berekende lachgas-emissie (in kg N/ha/jaar) onder zandgrond bij verschillend waterpeilen (verticale lijnen geven spreiding als gevolg van weereffecten) (Bron: Kroes et al., 2000).

- Op veengrond is het tegenovergestelde het geval: de lachgasemissie neemt af als het natter wordt, zeker als de bodem volledig met water verzadigd raakt.
- In natuurlijke ecosystemen kan C limiterend zijn voor denitrificatie. In andere ecosystemen kan de denitrificatie geremd worden door beperkte beschikbaarheid van NO<sub>3</sub><sup>-</sup>.

De invloed van bemesting op de lachgasemissie is groot. Kunstmest en dierlijke mest zijn belangrijke stikstofbronnen en daarmee belangrijke bronnen van lachgas (De Vries et al., 2009). Algemeen wordt gesteld dat lachgasemissie afneemt bij de omzetting naar natuurlijke ecosystemen (Eagle et al, 2012). In natuurgebieden zonder bemesting is de lachgasemissie veelal onder de detectiegrens (De Vries et al., 2009). Het lijkt dan ook reëel de lachgasemissie bij natuur op nul te stellen.

Waterbeheer heeft echter ook effect op de afbraaksnelheid van organische stof, op de gewasgroei, en op de opname van nutriënten door de plant.

### 5.3 Broeikasgasemissie uit veengrond

Als veengrond grotendeels onder water staat, kan het veen niet verteren. Als gevolg van drooglegging kan lucht de bodem indringen en kan het veen worden afgebroken. Hierbij komt CO<sub>2</sub> en lachgas vrij. Methaan ontstaat juist als het veen onder water staat, door anaerobe afbraak van organisch materiaal. Dit treedt vooral op bij bodems die langdurig een hoge grondwaterstand hebben (De Vries et al, 2009).



Uit onderzoek in een nat natuurgebied (in de jaren '90 teruggegeven aan de natuur) op veengrond, zonder afvoer van gewassen blijkt dat netto meer broeikasgassen worden vastgelegd dan worden uitgestoten. Dit komt door vastlegging van CO<sub>2</sub>, naast emissie van lachgas en methaan. Mogelijk is op een tijdschaal van enkele honderden jaren dit netto effect kleiner (Kwakernaak et al., 2010). De Vries et al. (2009) constateren dat vooral in veengebieden het verschil in broeikasgasemissies tussen landbouw en natuur groot is. Bij landbouwkundig gebruik van veenbodems treedt hoge emissie van CO<sub>2</sub> op als gevolg van oxidatie van veen; het veen verdwijnt daardoor op den duur. Bij natte natuurgebieden is deze CO<sub>2</sub>-emissie sterk verminderd of kan dit worden omgezet in opname van CO<sub>2</sub>. Deze opname wordt overigens weer geheel of gedeeltelijk teniet gedaan door de emissie van het veel sterkere broeikasgas CH<sub>4</sub>. Echter, zelfs dan blijft de emissie van natuurgebieden gunstiger dan die van landbouw.

#### **5.4 Mogelijke vastlegging in bomen**

Als bos bos blijft, is sprake van een evenwicht. In een ha bos wordt per jaar circa 6 tot 7 kuub hout vastgelegd. De vastgelegde CO<sub>2</sub> blijft uit de atmosfeer gedurende de initiële levensduur van het houtproduct dat ervan wordt gemaakt. En daarna door het hergebruiken en recyclen ervan. De gemiddelde levensduur van houtproducten voor kranten bedraagt slechts 2 maanden, voor constructiehout gemiddeld 75 jaar. Wordt bij hout gerekend met een gecombineerd effect van zowel opslag van 0,9 ton CO<sub>2</sub>/m<sup>3</sup> (Centrum Hout, 2010) hout en een besparing van 1,1 ton CO<sub>2</sub> voor vervanging van andere materialen (0,4 ton/ m<sup>3</sup> steen of beton en 4-5 ton/ m<sup>3</sup> staal (Centrum Hout, 2010)), dan wordt op 1 ha 6,5 m<sup>3</sup> x 2 ton CO<sub>2</sub>-eq. = 13 ton CO<sub>2</sub>-eq. vastgelegd.

#### **5.5 Methaanemissie door wild**

Ook runderen en herten die in het wild leven emitteren methaan. Om een inschatting te maken wat de omvang van deze emissie gemiddeld in Nederland per hectare natuur, maken we een inschatting van de methaanemissie van reeën. Nederland telt circa 110.000 reeën (bron: Wikipedia) en 490.000 ha bos en open natuurlijk terrein (bron: CBS-Statline). Uitgaande van een gemiddeld gewicht per ree van 20 kg en een methaanuitstoot van 25 kg per 100 kg hert (Ponsioen et al., 2010) komt dit neer op een gemiddelde methaanemissie door reeën van ruim 1 kg methaan per ha, oftewel circa 28 kg CO<sub>2</sub>-eq/ha. Dit lijkt verwaarloosbaar t.o.v. de andere emissieposten.

#### **5.6 Samenvattend**

De broeikasgasemissie van natuurgrond in vergelijking met landbouwgrond is bij natte natuur op veengrond in vergelijking met grasland op veengrond (met lagere grondwaterstand) veel lager. Tabel 12 op de volgende pagina vat dit samen.

Tabel 12. Broeikasgasemissies vanuit landbouwgrond en natuurgrond op veen.

	<b>Landbouwgrond op veen</b>	<b>Natte natuur op veengrond</b>
<b>CO<sub>2</sub></b>	Hoge emissie (veenafbraak)	Opname van CO <sub>2</sub> of veel lagere emissie
<b>Lachgas N<sub>2</sub>O</b>	Bij mestaanwending	Afwezig of veel minder
<b>Methaan CH<sub>4</sub></b>	Emissie uit vee en mest	In de vorm van moerasgas (anaerobe vorming)

De broeikasgasemissie van natuurgrond op zand in vergelijking met grasland op zand staat in tabel 13 weergegeven. De vastlegging van koolstof in de bodem is op natuurgrond veelal lager dan op gras- en bouwland. Dit zal echter meer dan gecompenseerd worden doordat de lachgasemissie vanuit onbemeste natuur verwaarloosbaar is, net als de methaanemissie uit wild en het feit dat ook in bomen koolstof wordt vastgelegd.

Tabel 13. Broeikasgasemissies vanuit landbouwgrond en natuurgrond op zand

	<b>Grasland op zandgrond</b>	<b>Natuur op zandgrond</b>
<b>Organische stof in de bodem</b>	Circa 381 ton CO <sub>2</sub> /ha	Circa 33% lager (255 ton CO <sub>2</sub> /ha)
<b>C in bomen</b>	n.v.t.	In bos vastlegging van 13 ton CO <sub>2</sub> -eq./ha/jaar
<b>Lachgas N<sub>2</sub>O</b>	Bij mestaanwending	Afwezig of veel minder
<b>Methaan CH<sub>4</sub></b>	Emissie uit vee en mest	Emissie uit wild verwaarloosbaar

## 6

## Conclusies en aanbevelingen

### 6.1 Conclusies

Op basis van de berekeningen van de broeikasgasemissies vanuit de landbouw in Overijssel in 1990, 2005 en 2016 kunnen we het volgende concluderen:

- De broeikasgasemissies vanuit de landbouw in Overijssel bedroegen in 2016 circa 3.930 kton CO<sub>2</sub>-eq., waarvan circa 3.657 kton vanuit de veehouderij en circa 273 kton vanuit de gewasteelt.
- Volgens de cijfers van emissieregistratie.nl bedragen de landbouwemissies in Overijssel 31% van alle broeikasgasemissies in de provincie. Daarmee is de landbouw de belangrijkste emissiebron in de provincie.
- Emissies als gevolg van pens- en darmfermentatie vormden hierbinnen de grootste post (te weten 1337 kton), gevolgd door veevoerproductie (777 kton) en stalemissies (620 kton).
- Elf procent van de landbouwgrond in Nederland ligt in Overijssel. De bijdrage van de Overijsselse landbouw aan de landelijke broeikasgasemissies uit de landbouw is ruim 12 procent. De bijdrage uit de melkveehouderij is relatief hoog (16%), de verschillende plantaardige sectoren leveren juist een relatief beperkte bijdrage. De glastuinbouw levert een bijdrage van 1% van de landelijke emissies vanuit deze deelsector.
- De landbouwemissies in Overijssel zijn tussen 1990 en 2016 gedaald met 18%, gelijk aan de landelijke daling in die periode.
- 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 Overijssel lijkt dit doel met een afname van 18% tot op heden dus binnen handbereik.

Maatregelen:

- Als op een gemiddeld Overijssels melkveebedrijf alle elektriciteit zelf duurzaam wordt opgewekt, levert dit een emissiereductie op van circa 3,6% op bedrijfsniveau.
- Kunstmestproductie kost veel energie. Door 'slimme keuzes' te maken ten aanzien van het soort kunstmest kan een gemiddeld Overijssels melkveebedrijf de emissies op bedrijfsniveau met circa 0,4% reduceren.
- Als door voeraanpassingen het ureumgetal op een melkveebedrijf kan worden gereduceerd van 23 naar 19 mg/100 g melk dan levert dit een reductie van de broeikasgasemissies op bedrijfsniveau van rond 2,5% op.

- Verlengen van de levensduur van melkvee met 1 jaar levert een emissiereductie op het bedrijf van circa 3% op.
- Als op een melkveebedrijf 70% van de mest wordt vergist, resulteert dit in een reductie van de broeikasemissies op bedrijfsniveau van 15 tot 17%.
- Door geen grasland meer te scheuren als melkveehouder, kan organische stof opbouw in de bodem worden gestimuleerd. Als gestopt wordt met het jaarlijks scheuren van 18% van het graslandareaal, betekent dit een extra vastlegging van organische stof gelijk aan respectievelijk 1,1% en 0,5% van de broeikasgasemissies van het gemiddelde en het intensieve melkveebedrijf.
- Uitgangspunt is dat het op provinciaal niveau haalbaar is dat alle melkveebedrijven de levensduur van het melkvee kunnen verlengen, het ureumgetal verlagen, geen grasland meer scheuren en ‘slimme’ keuzes maken t.a.v. kunstmest. Driekwart van de bedrijven kan groene stroom produceren en minder diesel verbruiken en tenslotte kan 10% tot 25% van de melkveebedrijven mestvergisting toepassen. Dit levert op provinciaal niveau een reductie van de totale broeikasgasemissies vanuit de landbouw op van circa 308 tot 360 kton CO<sub>2</sub>-eq vanuit de melkveehouderij en circa 80 kton vanuit de varkenshouderij. Totaal is dit circa 11% van de landbouwemissies.
- Goed bodembeheer is een belangrijke mogelijkheid om koolstof in de bodem vast te leggen. Een voorzichtige schatting is dat op provinciaal niveau gedurende 15 jaar tijd de landbouw 113 kton CO<sub>2</sub>-eq. per jaar extra kan vastleggen, Een hoge schatting is dat jaarlijks 377 kton CO<sub>2</sub>-eq. extra kan worden vastgelegd.

Op basis van literatuur en op grond van 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.

Een vergelijking tussen de broeikasgasemissies per hectare landbouwgrond in vergelijking met een hectare natuur laat zien dat vooral in veengebieden het verschil in emissies tussen landbouw en (natte) natuur groot is, doordat bij landbouwkundig gebruik (met lagere grondwaterstand) hoge CO<sub>2</sub>-emissies optreden door veenoxidatie.

De vastlegging van koolstof in de bodem van natuur op zandgrond is veelal lager dan op gras- en bouwland. Dit zal echter meer dan gecompenseerd worden doordat bij natuur de lachgas- en methaanemissie vanuit respectievelijk bodem en wild verwaarloosbaar is.

## 6.2 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, zoals bijvoorbeeld al gebeurt via de regeling ‘Asbest eraf, zonnepanelen erop’.
- 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, ligt niet voor de hand. Informatievoorziening is dan voldoende.

- Het verhogen van het organischestofgehalte 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 Overijssel 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:

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.

Ministerie van Infrastructuur en Milieu Greenhouse gas emissions in The Netherlands 1990-2015. National Inventory Report 2017.

[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.

Bruggen, C. van, A. Bannink, C.M. Groenestein, J.F.M. Huijsmans, H.H. Luesink, S.V. Oude Voshaar, S.M. van der Sluis, G.L. Velthof & J. Vonk, 2017: Emissies naar lucht uit de landbouw in 2014. Berekeningen met het model NEMA. WOt technical report 90. WOt Natuur & Milieu, Wageningen, the Netherlands

### 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.

Centrum Hout (2010) Timmer aan minder klimaatverandering.

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.

Eagle, A.J., L.P. Olander, L.R. Henry, K. Haugen-Kozyra, N. Millar, G.P. Robertson (2012) Greenhouse gas mitigation potential of agricultural land management in the United States. A synthesis of the literature. Companion report to Assessing gas mitigation opportunities and implementation strategies for agricultural land management in the United States.

Feenstra, Jelle (2016) Van 8 naar 12 kilo droge stof uit vers gras. Aleid Blitterswijk realiseert beter saldo met dagelijks meten van melkureum. Veeteelt, februari 2, 2016.

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.

Kemmers, R.H., J. Bloem, J.H. Faber, G.A.J.M. Jagers op Akkerhuis (2007) Bodemkwaliteit en bodembiodiversiteit bij natuurontwikkeling op voormalige landbouwgronden. Alterra

Kroes, J.G., F.J.E. van der Bolt, P. Groenendijk, I.E. Hoving, M.H.A. de Haan (2000) Beperking van lachgasemissie door waterbeheer. Alterra-rapport 114-6.

Kuikman, P.J., J.J.H. van den Akker & F. De Vries, 2005. Emissie van N<sub>2</sub>O en CO<sub>2</sub> uit organische landbouwbodems. Alterra Wageningen UR. Alterra rapport 1035-2.

Kwakernaak, Cees, Jan van den Akker, Elmar Veenendaal, Ko van Huissteden en Petra Kroon (2010) Veenweiden en klimaat. Mogelijkheden voor mitigatie en adaptatie. Bodem, nummer 3, juni 2010.

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.

NIR (2017)

Ponsioen, Tommie, Roline Broekema, Hans Blonk (11 mei 2010) Koeien op gras. Milieueffecten van Nederlandse en buitenlandse rundvleesproductiesystemen. Blonk Milieuvadvis

Reijs, J.W., G.J. Doornewaard, J.H. Jager, M.W. Hoogeveen en A.C.G. Beldman (2016) Sectorrapportage Duurzame Zuivelketen. Prestaties 2015 in perspectief. LEI, Duurzame Zuivelketen.

Smit, Annemieke en Peter Kuikman (2005) Organische stof. Onbemind of onbekend? Alterra-rapport 1126.

TCB (2016) Advies. Toestand en dynamiek van organische stof in Nederlandse landbouwbodems. TCB A110(2016).



Vries, de. F., J.P. Lesschen, J. van den Akker, A.M.R. Petrescu, J. van Huissteden, I. Van den Wyngaert (2009) Bodemgerelateerde emissies van broeikasgassen in Drenthe. De huidige situatie. Alterra en VU Amsterdam.

## 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

1. Nederland heeft in 1992 het United Nations Framework Convention on Climate Change 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 gebruik gemaakt van de berekeningsmethodiek 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 op de volgende pagina.

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 ) ] * [ 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 2016 (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)
- De emissiefactoren die gebruikt zijn uit de NIR-rapportage zijn van 2015 (rapportage 2017)

## 3 Overzichtstabel broeikasemissies Overijssel

Tabel B2. Emissies uit de Overijsselse landbouw in 1990, 2005 en 2016 (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>2016</b>
<b>Vleesveehouderij</b>			
Pens- en darmfermentatie CH <sub>4</sub>	177.693	175.067	109.859 <sup>4</sup>
Mestemissie stal CH <sub>4</sub>	38.536	16.502	25.730
Mestemissie stal N <sub>2</sub> O	3.105	2.925	2.906
Bodememissie N <sub>2</sub> O direct	40.744	39.079	32.847
Bodememissie N <sub>2</sub> O indirect	27.259	16.032	13.911
Veevoerproductie CO <sub>2</sub>	75.528	113.727	136.050
Bedrijfsprocessen CO <sub>2</sub>	9.693	24.861	17.457
<b>Totaal</b>	<b>372.556</b>	<b>388.193</b>	<b>338.760</b>
<b>Melkveehouderij</b>			
Pens- en darmfermentatie CH <sub>4</sub>	1.128.259	917.741	1.143.032
Mestemissie stal CH <sub>4</sub>	274.865	261.599	367.895
Mestemissie stal N <sub>2</sub> O	18.470	14.355	17.432
Bodememissie N <sub>2</sub> O direct	361.253	319.714	335.873
Bodememissie N <sub>2</sub> O indirect	231.934	104.916	111.480
Veevoerproductie CO <sub>2</sub>	483.025	336.217	414.818
Bedrijfsprocessen CO <sub>2</sub>	230.457	127.976	138.363
<b>Totaal</b>	<b>2.728.264</b>	<b>2.082.518</b>	<b>2.528.894</b>
<b>Varkenshouderij</b>			
Pens- en darmfermentatie CH <sub>4</sub>	67.530	57.414	61.013
Mestemissie stal CH <sub>4</sub>	179.772	175.842	114.800
Mestemissie stal N <sub>2</sub> O	9.189	9.688	9.362
Bodememissie N <sub>2</sub> O direct	63.120	76.646	74.935
Bodememissie N <sub>2</sub> O indirect	64.324	41.981	40.568
Veevoerproductie CO <sub>2</sub>	219.171	162.344	165.303
Bedrijfsprocessen CO <sub>2</sub>	434.918	136.614	72.279
<b>Totaal</b>	<b>1.038.024</b>	<b>660.528</b>	<b>538.261</b>
<b>Leghenuderij</b>			
Pens- en darmfermentatie CH <sub>4</sub>	7.226	2.171	2.900
Mestemissie stal CH <sub>4</sub>	12.462	15.516	21.926
Mestemissie stal N <sub>2</sub> O	6.663	11.831	10.251
Bodememissie N <sub>2</sub> O direct	4.314	4.471	3.874
Bodememissie N <sub>2</sub> O indirect	26.264	27.136	36.852
Veevoerproductie CO <sub>2</sub>	24.362	18.387	12.166
<b>Totaal</b>	<b>81.292</b>	<b>79.511</b>	<b>87.970</b>

<sup>4</sup> NB: de rekenwijze voor methaanemissie vanuit de pens in in de laatste versie van het regionaal klimaatmodel aangepast en nauwkeuriger geworden. De cijfers voor pens- en darmfermentatie in de vleesveehouderij en melkveehouderij wijken daardoor in 2016 af en zijn niet 1 op 1 vergelijkbaar met 1990 en 2005. Het totaal van deze post bij de genoemde 2 sectoren is wel vergelijkbaar.

<b>Vleeskuikenhoudertij</b>			
Pens- en darmfermentatie CH <sub>4</sub>	2.987	3.018	3.299
Mestemissie stal CH <sub>4</sub>	36.989	34.274	39.681
Mestemissie stal N <sub>2</sub> O	16.418	26.763	18.591
Bodememissie N <sub>2</sub> O direct	10.264	9.825	6.825
Bodememissie N <sub>2</sub> O indirect	17.506	17.188	24.269
Veevoerproductie CO <sub>2</sub>	28.983	14.312	14.127
Totaal	113.146	105.380	106.792
<b>Schapenhoudertij</b>			
Pens- en darmfermentatie CH <sub>4</sub>	19.022	19.177	11.498
Mestemissie stal CH <sub>4</sub>	452	462	267
Mestemissie stal N <sub>2</sub> O	1.789	1.157	361
Bodememissie N <sub>2</sub> O direct	7.174	4.279	2.484
Bodememissie N <sub>2</sub> O indirect	5.032	2.782	1.614
Totaal	33.469	27.857	16.225
<b>Paardenhoudertij</b>			
Pens- en darmfermentatie CH <sub>4</sub>	3.687	7.569	3.967
Mestemissie stal CH <sub>4</sub>	539	998	383
Mestemissie stal N <sub>2</sub> O	1.864	3.421	1.778
Bodememissie N <sub>2</sub> O direct	2.017	4.240	2.231
Bodememissie N <sub>2</sub> O indirect	1.560	2.756	1.450
Totaal	9.667	18.984	9.809
<b>Geitenhoudertij</b>			
Pens- en darmfermentatie CH <sub>4</sub>	583	4.493	8.102
Mestemissie stal CH <sub>4</sub>	73	500	871
Mestemissie stal N <sub>2</sub> O	869	5.959	10.381
Bodememissie N <sub>2</sub> O direct	428	3.873	6.748
Bodememissie N <sub>2</sub> O indirect	381	2.517	4.386
Totaal	2.333	17.342	30.488
<b>Plantaardig</b>			
<b>Groenvoedergewassen</b>			
Bodememissies N <sub>2</sub> O direct	110.822	80.146	63.772
Bodememissies N <sub>2</sub> O indirect	38.809	24.221	19.200
Kunstmestproductie-emissies CO <sub>2</sub> , N <sub>2</sub> O	164.060	135.362	55.063
Bedrijfsprocessen CO <sub>2</sub>	49.806	46.459	36.682
Totaal	363.497	286.188	174.717
<b>Akkerbouw</b>			
Bodememissies N <sub>2</sub> O direct	14.255	15.372	11.071
Bodememissies N <sub>2</sub> O indirect	3.346	3.533	2.496
Kunstmestproductie-emissies CO <sub>2</sub> , N <sub>2</sub> O	15.209	17.643	6.462
Bedrijfsprocessen CO <sub>2</sub>	9.698	13.279	11.877
Totaal	42.507	49.828	31.907
<b>Vollegrondsgroenten</b>			
Bodememissies N <sub>2</sub> O direct	143	471	401
Bodememissies N <sub>2</sub> O indirect	33	70	64
Kunstmestproductie-emissies CO <sub>2</sub> , N <sub>2</sub> O	146	378	174
Bedrijfsprocessen CO <sub>2</sub>	371	1.573	1.239
Totaal	693	2.492	1.878

<b>Glastuinbouw</b>			
Kunstmestproductie-emissies CO <sub>2</sub> , N <sub>2</sub> O	357	823	377
Bedrijfsprocessen CO <sub>2</sub>	27.640	94.942	52.758
Bodem-/substraatemissies N <sub>2</sub> O	546	1.260	1.178
Totaal	28.544	97.025	54.313
<b>Fruitteelt</b>			
Kunstmestproductie-emissies CO <sub>2</sub> , N <sub>2</sub> O	64	48	20
Bedrijfsprocessen CO <sub>2</sub>	526	316	258
Bodememissies N <sub>2</sub> O direct	44	33	28
Bodememissies N <sub>2</sub> O indirect	16	10	9
Totaal	650	407	315
<b>Bloembollen</b>			
Bodememissies N <sub>2</sub> O direct	110	691	886
Bodememissies N <sub>2</sub> O indirect	39	210	270
Kunstmestproductie-emissies CO <sub>2</sub> , N <sub>2</sub> O	95	1.085	743
Bedrijfsprocessen CO <sub>2</sub>	752	5.445	8.210
Totaal	996	7.431	10.108
Totaal	4.815.638	3.823.683	3.930.435

(Bron: regionaal klimaatmodel CLM versie 4.1 voor 1990 en 2005, versie 4.2 voor 2016)

## Bijlage 3 Mogelijke adaptatiemaatregelen

*Tabel 4.1 Lijst met een aantal voorbeelden van mogelijke adaptatiemaatregelen voor de landbouw (bron: maatregeldatabase uit klimaateffectatlas 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 verdroogd 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



## Bijlage 4 Emissies volgens NIR-rekenmethode

Tabel B3. Broeikasgasemissie per emissiebron in Overijssel en Nederland in 2016 volgens CLM-systematiek en volgens NIR (kton CO<sub>2</sub>-eq.)

	Overijssel		Nederland	
	CLM	NIR	CLM	NIR
Vleesveehouderij	339 (9%)	185 (7%)	2.187 (7%)	1.195 (6%)
Melkveehouderij	2.569 (65%)	1.976 (73%)	16.025 (50%)	12.412 (67%)
Varkenshouderij	538 (14%)	301 (11%)	4.069 (13%)	2.314 (12%)
Leghenhouderij	88 (2%)	39 (1%)	1.107 (3%)	503 (3%)
Vleeskuikhouderij	107 (3%)	68 (2%)	771 (2%)	508 (3%)
Schapenhouderij	16 (0%)	16 (1%)	224 (1%)	224 (1%)
Paardenhouderij	10 (0%)	10 (0%)	91 (0%)	91 (0%)
Geitenhouderij	30 (1%)	30 (1%)	235 (1%)	235 (1%)
Groenvoedergewassen	175 (4%)	83 (3%)	1.152 (4%)	547 (3%)
Akkerbouw	32 (1%)	14 (1%)	1.098 (3%)	467 (3%)
Vollegrondsgroententeelt	2 (0%)	0 (0%)	91 (0%)	27 (0%)
Glastuinbouw	54 (1%)	1 (0%)	4.411 (14%)	92 (0%)
Fruitteelt	0 (0%)	0 (0%)	102 (0%)	12 (0%)
Bloembollenteelt	10 (0%)	1 (0%)	273 (1%)	29 (0%)
Totaal	3.970 (100%)	2.725 (100%)	31.835 (100%)	18.655 (100%)

De berekening die CLM hier weergeeft onder 'NIR' kan licht afwijken. In de NIR zijn niet alle emissiefactoren direct aan een sector toe te schrijven; daar heeft CLM specifiekere emissiecijfers gebruikt. Voorbeeld is de methaanemissie van kalveren. De NIR maakt geen onderscheid tussen vleeskalveren en kalveren die gehouden worden als jongveeopfok op melkveebedrijven. De emissiefactoren zijn echter wel sterk verschillend. NIR gebruikt een gemiddelde, CLM gebruikt per sector een gemiddelde.

**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)