



# Landbouw en klimaatverandering in Fryslân

Carin Rougoor en Erik van Well



# Landbouw en klimaatverandering in Fryslân

Abstract:

Beschrijving van de broeikasgasemissies vanuit de landbouw in Fryslân, mogelijke maatregelen en stimuleringsopties.

Carin Rougoor en Erik van Well

CLM-905, © juli 2016

## CLM Onderzoek en Advies

**Postbus:**

Postbus 62  
4100 AB Culemborg

**Bezoekadres:**

Gutenbergweg 1  
4104 BA Culemborg

T 0345 470 700

F 0345 470 799

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

# Inhoud

<b>Samenvatting</b>	<b>4</b>
<b>1 Inleiding</b>	<b>6</b>
1.1 Doelen van het project	6
1.2 Samenhang met eerdere berekeningen	7
1.3 Leeswijzer	7
<b>2 Broeikasgassen en energiegebruik</b>	<b>8</b>
2.1 Afbakening	8
2.2 Berekeningsmethodiek	8
2.2.1 Toelichting verschillende emissiebronnen	8
2.2.2 Koolstofvastlegging in bodem en gewas	10
2.3 Arealen in de provincie	12
2.4 De omvang van de veestapel	12
2.5 Emissies per sector in Fryslân	13
2.6 Resultaten broeikasgasberekeningen	14
2.7 Vergelijking met landelijke cijfers en de andere noordelijke provincies	18
2.8 Ontwikkelingen in de tijd	20
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	24
3.3.1 Energiebesparing in de akkerbouw	24
3.3.2 Energiebesparing in de melkveehouderij	25
3.4 Voermaatregelen	25
3.5 Bemestingsmaatregelen	26
3.5.1 Kunstmest vervangen door dierlijke mest	26
3.5.2 Verandering van kunstmestsoort	26
3.5.3 Mestvergisting	27
3.6 Veemaatregelen	27
3.7 Goed bodembeheer	28
3.8 Effect van maatregelen op provinciaal niveau	30
3.9 Stimuleringsmogelijkheden	30
3.9.1 SSubsidiereregelingen voor investeringen	30
3.9.2 Stimuleringsmaatregelen	31
3.9.3 Structuur- en omgevingsvisie	32
<b>4 Klimaatadaptatie</b>	<b>33</b>
4.1 Klimaatverandering	33
4.2 Melkveehouderij	33
4.3 Akkerbouw	34
<b>5 Conclusies en aanbevelingen</b>	<b>36</b>
5.1 Conclusies	36

5.2	Aanbevelingen	37
<b>Bijlagen</b>		<b>39</b>
	Bijlage 1 Bronnen	40
	Bijlage 2 Kwantificering broeikaseffect van de landbouw binnen de provincie	42
	Bijlage 3 Broeikasgasemissie landbouw in Groningen, Fryslân en Drenthe	46
	Bijlage 4 Mogelijke adaptatiemaatregelen	47
	Bijlage 5 Samenvatting gewassen 'Klimaat en Landbouw Noord-Nederland'	48

# Samenvatting

## Doelstelling

De drie noordelijke provincies hebben CLM gevraagd in beeld te brengen wat de broeikasgasemissies vanuit de landbouw in de verschillende provincies zijn, hoe dit zich heeft ontwikkeld over de tijd en hoe deze ontwikkeling is te verklaren. Deze rapportage beschrijft de resultaten voor de provincie Fryslân.

## 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 Fryslân

Fryslân is een echte melkveeprovincie; 83% van het landbouwareaal in de provincie is grasland. Daarnaast is er 9% akkerbouw en 7% maïsland. Veertien procent van de Nederlandse runderen wordt in 2014 in Fryslân gehouden en 17% van de schapen en slechts 1% van de varkens.

## Resultaten broeikasgasberekeningen

De broeikasgasemissies vanuit de landbouw in Fryslân worden voor 2014 geschat op 3.247 kton CO<sub>2</sub>-eq. Van alle sectoren draagt de melkveehouderij met 2.542 kton CO<sub>2</sub>-eq. veruit 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 2.802 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 (1.237 kton CO<sub>2</sub>-eq.), gevolgd door emissies als gevolg van veevoederproductie, directe bodememissies en stalmestemissies.

De landbouw in Fryslân draagt voor 10% aan de totale landelijke broeikasgasemissies vanuit de landbouw. Doordat Fryslân veel melkvee heeft, is het aandeel van Fryslân in de landelijke emissies als gevolg van pens- en darmfermentatie vrij hoog; 15%. De landbouwemissies in Fryslân zijn tussen 1990 en 2014 gedaald met 6%. Landelijk werd een daling van 18% gerealiseerd. Dit verschil is met name te verklaren doordat landelijk in die periode het aantal melkkoeien met 16% is afgenomen, terwijl dit in Fryslân slechts 7% was. Volgens de cijfers van emissieregistratie.nl bedragen de landbouwemissies in Fryslân 41% van alle broeikasgasemissies in de provincie. De landbouw is de belangrijkste bron van emissies in Fryslân.

## Maatregelen

Een akkerbouwbedrijf in Fryslân kan de broeikasgasemissies o.a. beperken door reductie van het dieselgebruik, elektriciteitsgebruik (zowel door besparing als door opwekking van energie op het eigen bedrijf) en door kunstmest te vervangen door dierlijke mest. Zo kan op bedrijfsniveau de broeikasgasemissie met 15% worden teruggebracht.

Een melkveebedrijf kan op bedrijfsniveau de emissies met ruim 30% reduceren door via voeraanpassingen een lager ureumgetal te realiseren, door de levensduur van de melkkoe te verhogen, door ‘slimme kunstmestkeuzes’, compensatie van het elektriciteitsgebruik door productie van groene stroom en vergisting van 70% van alle mest op het bedrijf.

Op provinciaal niveau betekent dit een reductie met circa 11-14% van de totale emissies uit de landbouw, waarbij gecorrigeerd is voor een verwachte implementatiegraad van de maatregelen. Een andere lange termijn maatregel is verhoging van het organische stofgehalte in de bodem. De schattingen van de praktische mogelijkheden hiertoe variëren sterk. Een voorzichtige schatting is dat via deze weg in Fryslân in 15 jaar tijd circa 2.250 kton CO<sub>2</sub> in de bodem kan worden vastgelegd. Dit komt overeen met een compensatie van zo'n 5% van de emissies per jaar. Ruimere schattingen lopen op tot 15%.

### **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.

### **Aanbevelingen**

Vermindering van de klimaatemissies wordt landelijk o.a. gestimuleerd via subsidies t.a.v. investeringen in duurzame productiemiddelen, zoals MIA en SDE+. Aanvullend hierop kan de provincie zelf investeringssubsidie verstrekken. De provincie Fryslân kent o.a. de subsidieregeling Friese energiepremie en het Fûns Skjinne Fryske Enerzjy.

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 organische stofgehalte van de bodem 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 Fryslân werkt momenteel aan een nieuwe omgevingsvisie. Daarin komen binnen verschillende thema's enkele klimaatonderwerpen aan bod. De provincie heeft de mogelijkheid meer te sturen naar een klimaatvriendelijke landbouw door in deze nieuwe omgevingsvisie klimaat en klimaatverandering specifiek als thema te benoemen.

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

De ontwikkelingen in de landbouw gaan snel. Zo maakt de melkveehouderij de laatste jaren – o.a. door de afschaffing van het melkquotum – een sterke groei door. Wat betekent dit voor de broeikasgasemissies vanuit deze sector? Daar staat tegenover dat ook in de melkveehouderij veel technieken worden toegepast om 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 2014 in Fryslân?
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 Fryslân 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 Fryslân de emissies als gevolg van hun bedrijfsvoering verminderen? Kan de opslag van CO<sub>2</sub> op bedrijfsniveau worden gestimuleerd? En hoe kunnen agrarische bedrijven de productie van duurzame energie vergroten?
5. Hoe kunnen agrarische bedrijven in de provincie Fryslân hun bedrijfsvoering aanpassen aan de klimaatverandering, de veranderende omstandigheden?

---

<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.

6. Welke mogelijkheden heeft de provincie Fryslân 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 Fryske 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 Fryslân.
- In hoofdstuk 4 gaan we in op de vraag hoe de Fryske landbouw de bedrijfsvoering kan aanpassen aan de klimaatverandering (klimaatadaptatie).
- In hoofdstuk 5 trekken we conclusies en doen we aanbevelingen voor inzet op emissiereductie vanuit de landbouw.



# 2

## Broeikasgassen en energiegebruik

### 2.1 Afbakening

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

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

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

emissies uit de bodem als gevolg van dierlijke mest toegerekend aan de landbouw ook als deze mest niet wordt gebruikt in de provincie zelf. 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 ( $\text{CH}_4$ ) gevormd. De hoeveelheid methaan die een dier uitscheidt is grotendeels afhankelijk van het soort en de hoeveelheid voer.

**Bedrijfsemissies.** Door het gebruik van energiedragers (diesel, aardgas en elektriciteit) ontstaan broeikasemissies op het bedrijf en bij de productie. Het betreft hierbij vooral de emissie van koolstofdioxide ( $\text{CO}_2$ ) maar ook kleine hoeveelheden lachgas ( $\text{N}_2\text{O}$ ) en methaan ( $\text{CH}_4$ ). 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 elke afzonderlijke schakel. Echter, zonder landbouw zouden deze grondstoffen niet worden geproduceerd. Maatregelen in de landbouw hebben dan ook een direct effect op de uitstoot van broeikasgassen door de productie van deze grondstoffen. Bovendien geeft het meenemen van deze maatregelen in de berekening de boer ook direct handelingsperspectief: slimmer bemesten scheelt emissies en kosten. Er is in deze analyse daarom voor gekozen deze emissie toe te rekenen aan de landbouw. Per bedrijf, dier en/of gewas wordt bepaald hoeveel van een grondstof verbruikt is. De hoeveelheden worden vermenigvuldigd met de specifieke emissiefactoren.

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

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

Om de bijdragen van de verschillende broeikasgassen onderling en met de Nederlandse landbouw te vergelijken worden de emissies uitgedrukt in  $\text{CO}_2$ -equivalenten. Met behulp van de 'Global Warming Potential' voor broeikasgassen is het mogelijk  $\text{N}_2\text{O}$  en  $\text{CH}_4$ -emissies om te rekenen naar equivalente  $\text{CO}_2$ -emissies. In tabel 1 staat de 'Global Warming Potential' weergegeven per eenheid van de verschillende broeikasgassen ten opzichte van eenzelfde hoeveelheid  $\text{CO}_2$ .

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

### 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 2014. In paragraaf 3.7. geven we wel een indicatie hoeveel koolstof kan worden vastgelegd in de bodem door de Fryske landbouw.

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

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

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

**Emissies door bodemdaling van veengronden**CO<sub>2</sub>-emissie

Om in Fryslân 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. De CO<sub>2</sub>-emissie als gevolg van de veenoxidatie is afhankelijk van het waterpeil en wordt geschat op ruim 2 ton CO<sub>2</sub>/ha per mm bodemdaling (Kuikman et al, 2005). Janssen et al. (2013) geven aan dat de gemiddelde jaarlijkse emissie uit het noordelijke veenweidegebied 29 ton CO<sub>2</sub>/ha bedraagt. Momenteel ligt er naar schatting ruim 50.000 ha veengrond in de provincie.

De totale uitstoot van het broeikasgas CO<sub>2</sub> door bodemdaling in Fryslân komt daarmee op ongeveer 1.500 kton CO<sub>2</sub>-eq. per jaar. Dit komt overeen met 46% van de totale broeikasgasemissie van de Fryske landbouw. Deze emissiebron wordt volgens IPCC-systematiek niet aan de landbouw toegeschreven. In deze rapportage wordt deze bron dan ook niet vermeld bij de landbouwemissies.

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 lachgas vorming (conform IPCC methodiek) is de gemiddelde jaarlijkse N<sub>2</sub>O emissie door bodemdaling 2,5 ton CO<sub>2</sub>-eq./ha. Deze emissie wordt in de IPCC-protocollen wel als landbouwbron meegerekend. 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 welke niet zijn meegerekend in de analyse.

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
Verandering organische stofbalans bodem	CO <sub>2</sub> , N <sub>2</sub> O, CH <sub>4</sub>	N

## 2.3 Arealen in de provincie

Tabel 3 geeft een overzicht van het grondgebruik door de landbouw in Fryslân in 1990, 2005 en 2014. Het areaal landbouwgrond in Fryslân beslaat in 2014 ruim 226.000 ha. Dit is 12% van het totale landbouwareaal in Nederland. Fryslân is een echte melkveeprovincie: 83% van het areaal in Fryslân is grasland. Landelijk is dit 54%. Slechts 9% van het areaal in Fryslân is akkerbouw, terwijl dit landelijk 28% is. Daarnaast is 7% van het areaal in Fryslân maïsland. Het totaal areaal landbouwgrond nam sinds 1990 met 1,6% af, landelijk was dit 8%.

Tabel 3. Landbouwarealen in Fryslân en Nederland in 1990, 2005 en 2014 (bron: CBS Statline).

	Fryslân (ha)			Nederland (ha)		
	1990	2005	2014	1990	2005	2014
Akkerbouwgewassen	23.912	22.814	21.378	608.308	568.098	512.117
Wv aardappelen	8.890	7.854	8.404	175.318	155.781	156.252
Wv graan	6.096	8.229	8.252	192.996	222.589	192.338
Wv suikerbieten	5.113	3.573	2.642	124.995	91.313	75.094
Wv overig	3.814	3.158	2.080	114.999	98.416	88.432
Mais	3.819	17.272	15.497	201.811	235.085	226.151
Grasland	200.723	191.211	187.428	1.096.496	999.976	993.462
Braak	370	2.182	338	5.939	34.888	7.718
Vollegrondsgroente	546	747	866	21.596	24.076	25.089
Fruit open grond	115	58	27	23.251	18.498	18.383
Glastuinbouw	52	113	135	9.912	10.520	9.493
Bloemen, bollen en planten	311	597	494	26.632	40.406	43.362
Totaal	229.873	235.070	226.231	1.993.945	1.931.548	1.835.776

## 2.4 De omvang van de veestapel

Tabel 4 geeft een overzicht van de omvang en samenstelling van de veestapel in Fryslân. Veertien procent van de runderen, 17% van de schapen en 12% van de vleeskuikens in Nederland worden in 2014 gehouden in Fryslân. De vleeskuikensector is sinds 1990 meer dan verdubbeld in omvang in Fryslân. Landelijk groeide deze sector slechts 13%. De varkenshouderij daarentegen is landelijk sinds 1990 met 12% gekrompen. In Fryslân was deze krimp nog veel sterker; de Fryske varkenshouderij is sinds 1990 met 33% gekrompen. In 2014 werd minder dan 1% van het totaal aantal varkens in Nederland in Fryslân gehouden.

Tabel 4. Landbouwhuisdieren in Fryslân en Nederland (bron: CBS Statline).

	Fryslân (aantal dieren)			Nederland (aantal dieren)		
	1990	2005	2014	1990	2005	2014
Rundvee	608.657	514.374	553.222	4.926.023	3.818.353	4.068.331
Varkens	147.715	111.065	98.278	13.915.048	11.311.558	12.238.120
Leghennen	964.440	661.250	1.299.849	44.319.880	41.047.700	46.570.093
Vleeskuikens	3.013.750	5.999.706	6.413.502	48.444.190	50.284.466	54.914.618
Schape	372.887	258.160	167.052	1.702.406	1.360.509	958.602
Geiten	3.627	16.710	15.612	37.472	291.891	431.421
Paarden	6.647	12.042	11.583	69.592	132.551	126.586

## 2.5 Emissies per sector in Fryslân

Tabel 5 laat de bijdrage van de Fryske landbouw zien aan het broeikaspotentieel in vergelijking met de andere sectoren in de provincie Fryslân. Landbouw is met 2.790 kton CO<sub>2</sub>-eq. zonder meer de belangrijkste sector. Hierna volgt de sector verkeer en vervoer met 1.490 kton. De landbouwemissies bedragen 41% van de totale emissies in Fryslân.

De emissies van de landbouw worden in tabel 5 lager ingeschat dan in onze berekeningen (zie de volgende paragraaf), omdat in onze berekeningen transport en kunstmest ten behoeve van de landbouw ook wordt toegerekend aan de landbouw. In de cijfers op [emissieregistratie.nl](http://emissieregistratie.nl) worden de transportemissies toegerekend aan de transportsector, etc.

Tabel 5. Broeikasgasemissies per sector in Fryslân in 2013<sup>2</sup> (bron: emissieregistratie.nl).

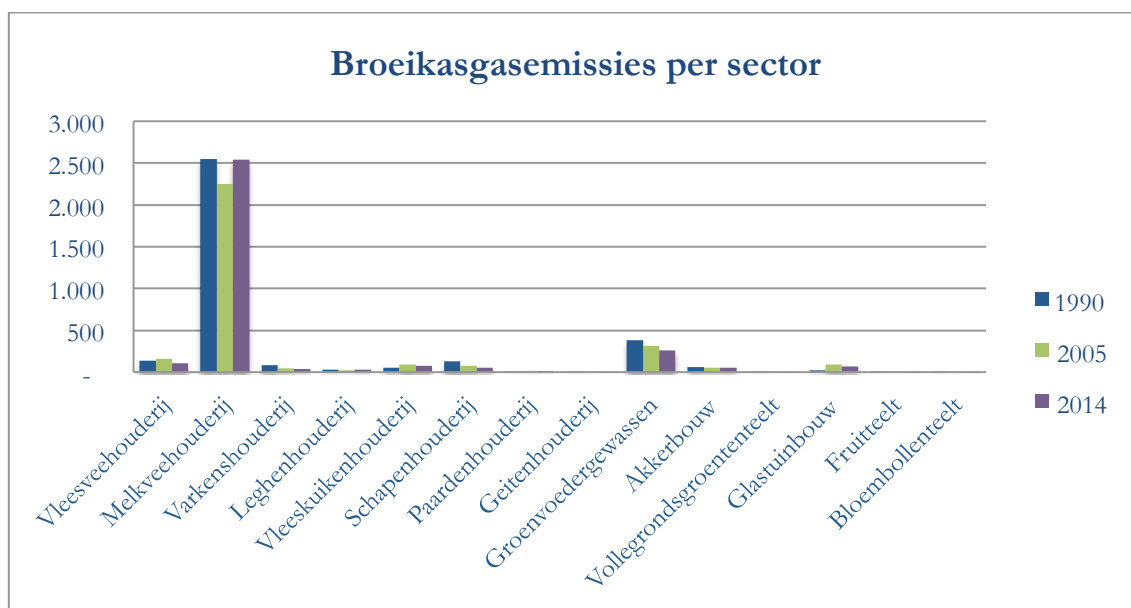
Sector	Emissie (kton CO <sub>2</sub> -eq.)
Energiesector	70
Chemische en overige industrie	370
Landbouw	2.790
Verkeer en vervoer	1.490
Consumenten	990
Afvalverwijdering	440
Handel, Diensten en Overheid (HDO)	370
Bouw	20
Natuur	260
Riolering en waterzuiveringsinstallaties	30
Drinkwatervoorziening	0
Totaal	6.840

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

## 2.6 Resultaten broeikasgasberekeningen

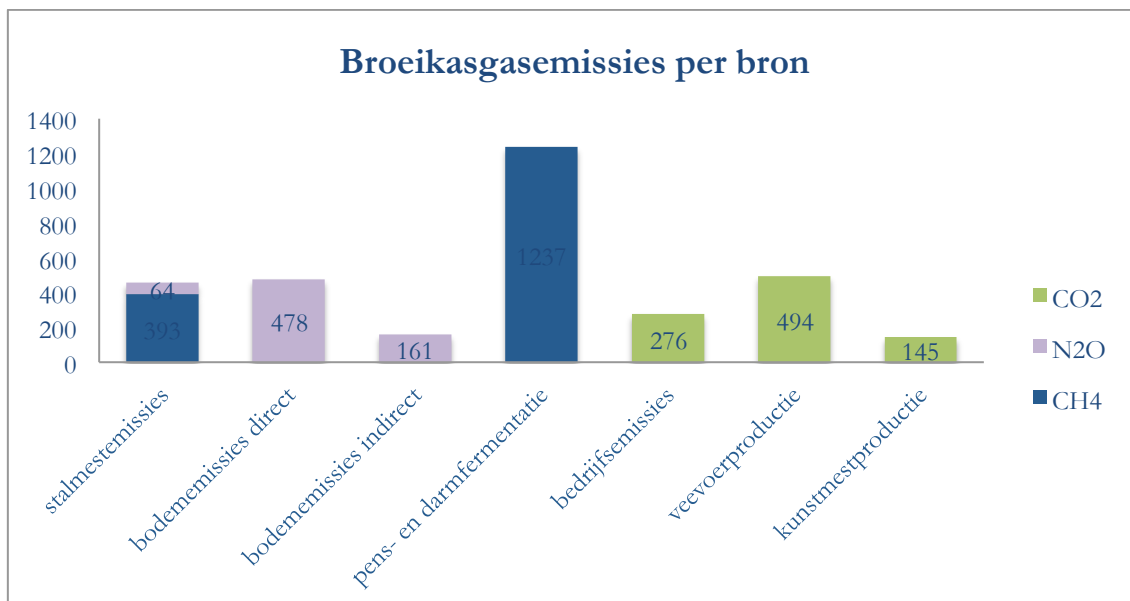
Op basis van de besproken berekeningsmethodiek, de arealen en het aantal dieren is het broeikasemissionseffect van de landbouw in de provincie berekend op 3.247 kton CO<sub>2</sub>-eq. De veestapel levert met 2.862 kton CO<sub>2</sub>-eq. een veel grotere bijdrage aan het broeikasemissionseffect dan de gewassen, 386 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. Eenzelfde redenatie geldt voor dat (beperkte) deel van de mest van melkveebedrijven dat niet op het eigen bedrijf wordt aangewend.

Van alle sectoren draagt de melkveehouderij met 2.542 kton CO<sub>2</sub>-eq. veruit het meest bij. Daarbij moet worden aangetekend dat de emissies van de groenvoedergewassen (totaal 260 kton) met name zijn toe te schrijven aan gras- en maïsland. In werkelijkheid kan vrijwel de hele emissie van groenvoedergewassen ook aan de melkveehouderij worden toegeschreven. Globaal betekent dit dat circa 86% van de broeikasgasemissies van de landbouw in Fryslân vanuit de melkveehouderij komen.



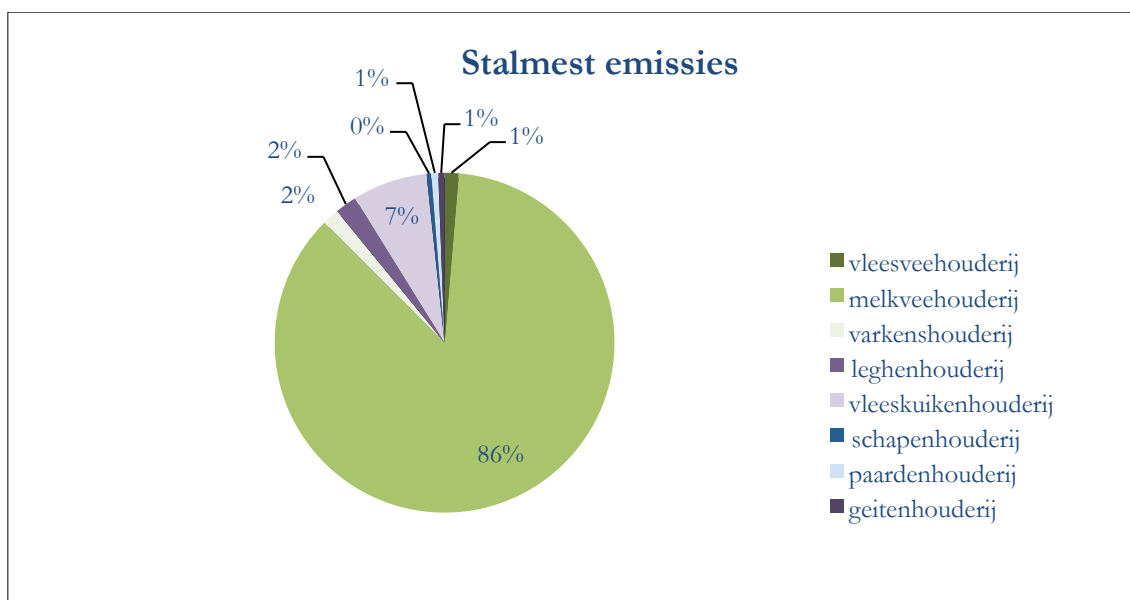
Figuur 1. Het broeikasemissionseffect van de Fryske landbouw per sector (in kton CO<sub>2</sub>-eq.).

Als we kijken naar de verschillende emissiebronnen (figuur 2) dan blijkt dat emissies als gevolg van pens- en darmfermentatie het hoogst scoren (1.237 kton CO<sub>2</sub>-eq.). Emissies als gevolg van veevoerproductie, stalmestemissies en directe bodememissies vormen daarna de belangrijkste emissiebronnen. Ook hieruit blijkt dat Fryslân een echte melkveehouderijprovincie is. Exacte cijfers per sector, bron en jaar zijn opgenomen in Bijlage 2. In Bijlage 3 staan de cijfers voor de drie noordelijke provincies samengevat.



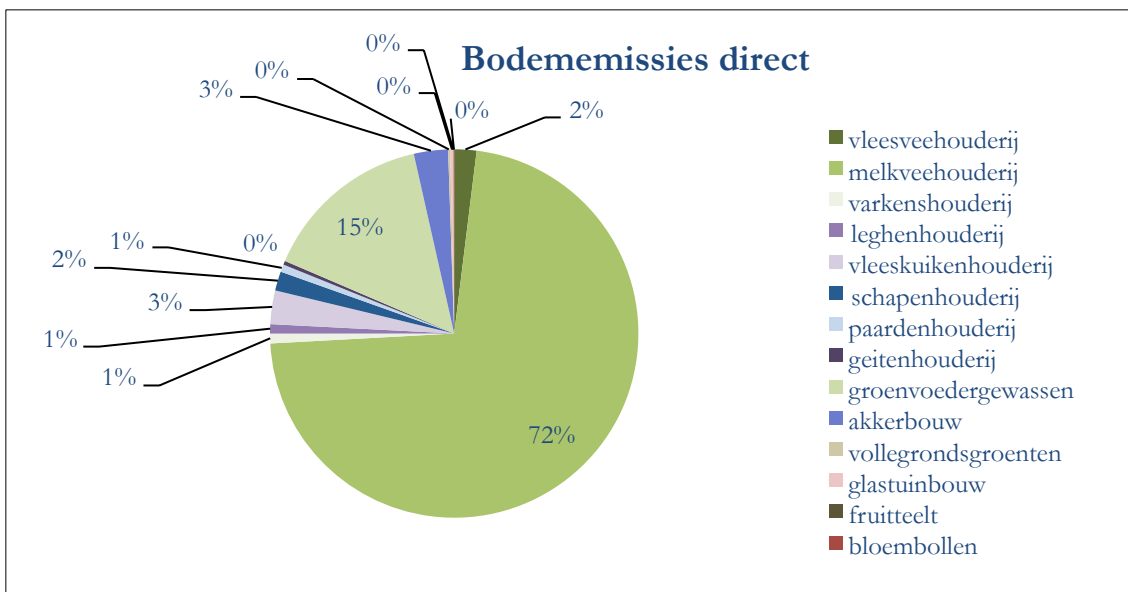
Figuur 2. Broeikasgasemissies in Fryslân per bron in 2014 (in kton CO<sub>2</sub>-eq.).

De figuren 3 t/m 9 laten een verdere onderverdeling zien van de emissiebronnen in 2014. De melkveehouderij veroorzaakt veruit de meeste emissies bij elke emissiebron, te weten stalmestemissies, directe en indirecte bodememissies, emissies als gevolg van pens- en darmfermentatie, bedrijfsprocessen en veevoerproductie. De emissies als gevolg van kunstmestproductie kunnen grotendeels worden toegerekend aan de teelt van groenvoedergewassen (zie figuur 9) en daarmee in feite dus merendeels ook aan de melkveehouderij. De glastuinbouw draagt 23% bij aan de emissies als gevolg van bedrijfsprocessen (zie figuur 7). Dit zijn emissies als gevolg van het gebruik van energiebronnen (diesel, gas, elektriciteit, etc.).

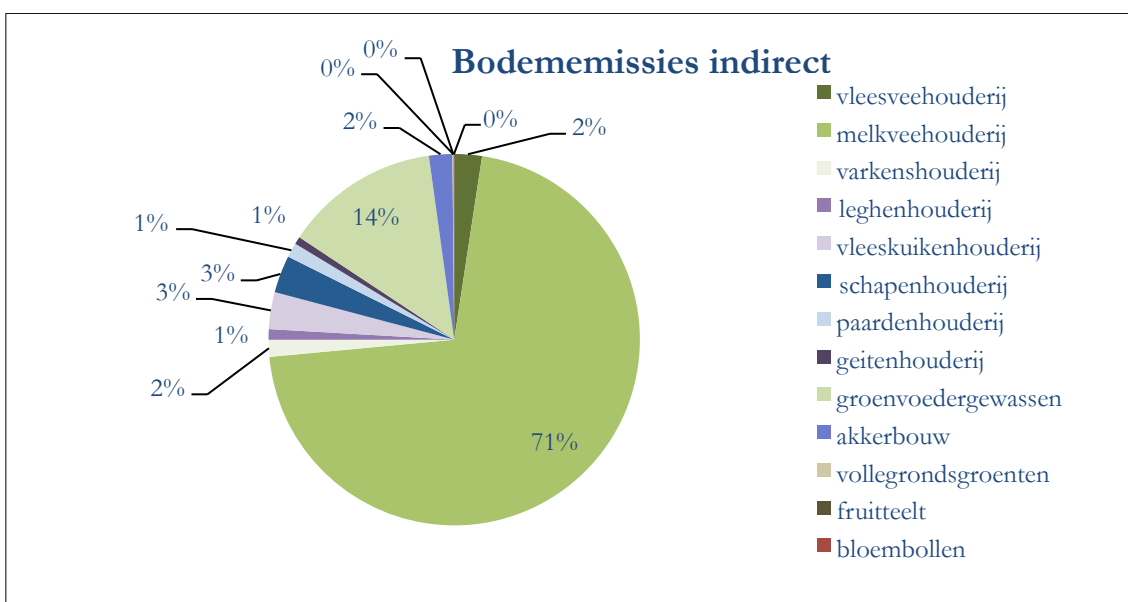


Figuur 3. Procentuele bijdrage van de verschillende veehouderijsectoren aan de stalmest emissies in Fryslân in 2014.

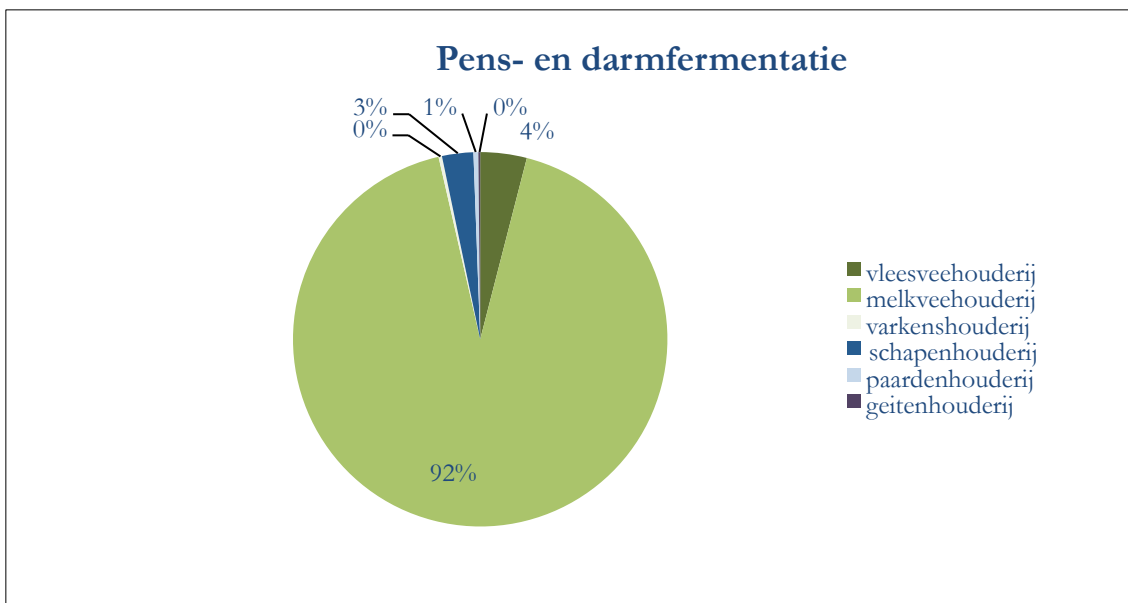




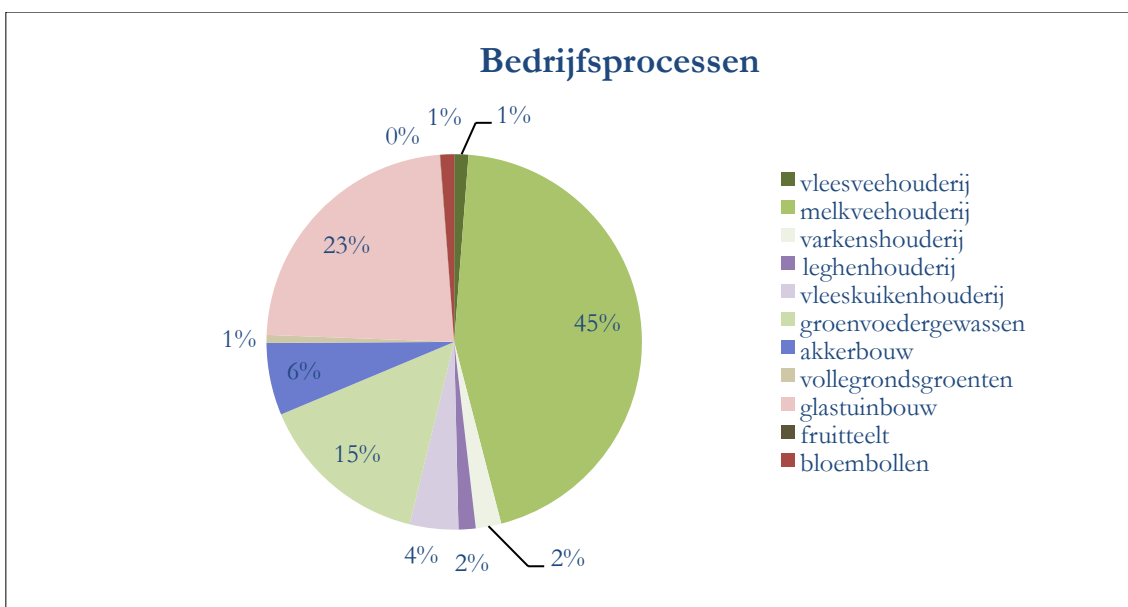
Figuur 4. Procentuele bijdrage van de verschillende sectoren aan de directe bodememissies in Fryslân in 2014.



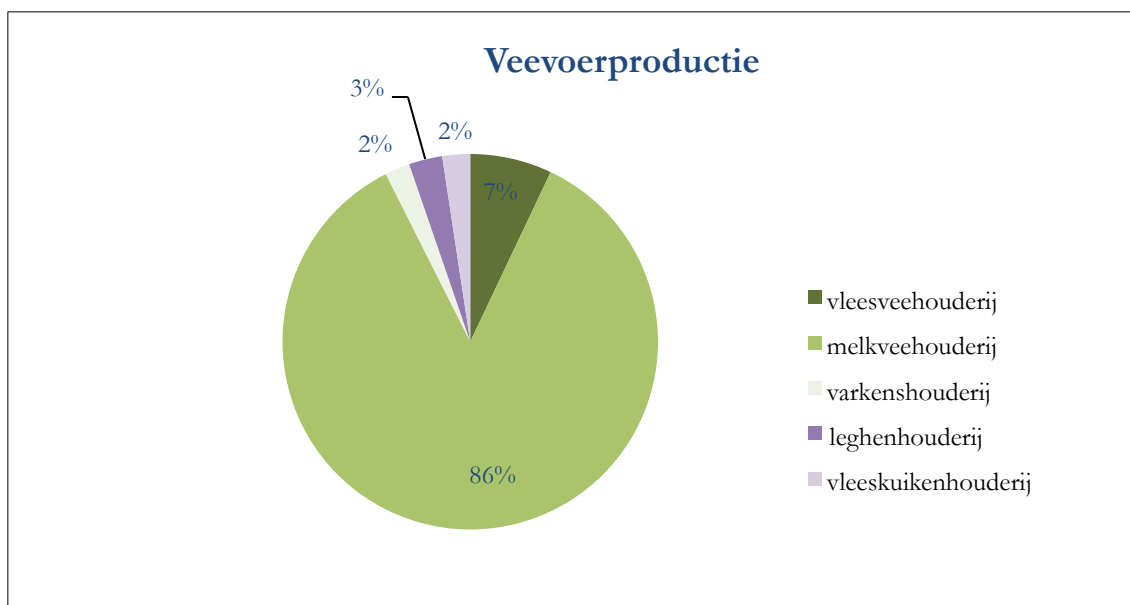
Figuur 5. Procentuele bijdrage van de verschillende sectoren aan de indirecte bodememissies in Fryslân in 2014.



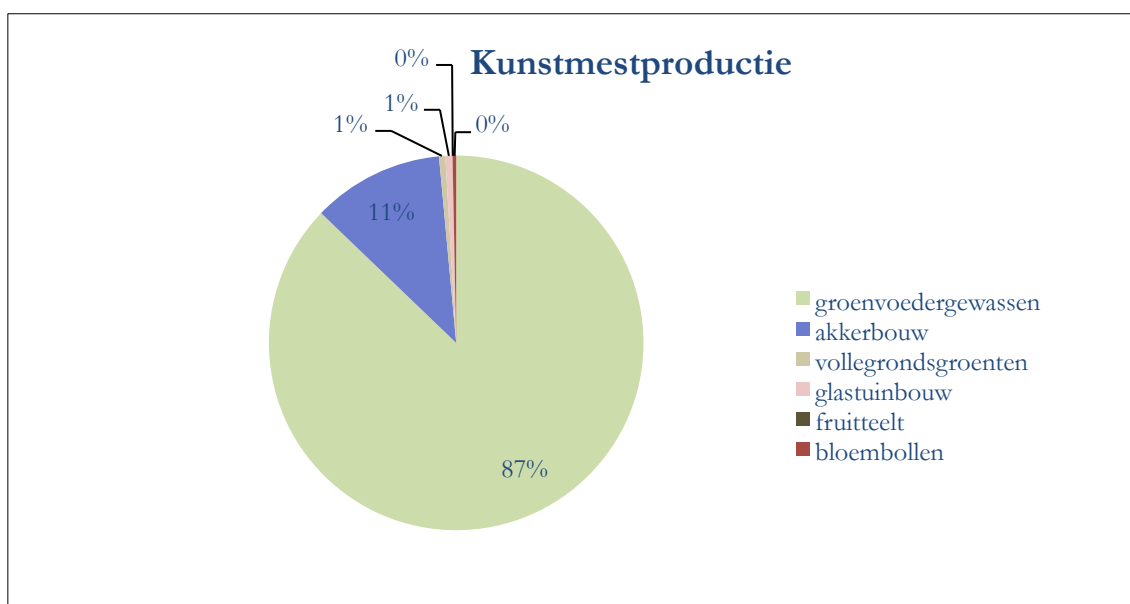
Figuur 6. Procentuele bijdrage van de verschillende veehouderijsectoren aan de emissies als gevolg van pens- en darmfermentatie in Fryslân in 2014.



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



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



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

## 2.7

### Vergelijking met landelijke cijfers en de andere noordelijke provincies

De broeikasgasemissies van de Fryske landbouw dragen voor 10% bij aan de landelijke broeikasgasemissies uit de landbouw (zie tabel 6). De emissies in de provincie als gevolg van pens- en darmfermentatie bedragen 15% van de landelijke emissies. Dit aandeel is relatief hoog vanwege het hoge aandeel melkveehouderij in Fryslân. Emissies als gevolg van bedrijfsprocessen zijn relatief laag in Fryslân, omdat het aandeel akkerbouw en glastuinbouw in Fryslân lager is dan landelijk.

Tabel 6. Broeikasgasemissie per emissiebron in Fryslân vergeleken met Nederland voor 1990, 2005 en 2014 (kton CO<sub>2</sub>-eq.).

	Fryslân			Nederland		
	1990	2005	2014	1990	2005	2014
Stalmest emissies	348	373	457 (14%)	4.246	3.876	4.080 (13%)
Bodememissies direct	544	518	478 (15%)	5.304	4.940	4.602 (14%)
Bodememissies indirect	310	175	161 (9%)	2.773	1.559	1.458 (5%)
Pens- en darmfermentatie	1.240	1.146	1.237 (38%)	9.222	7.755	8.400 (26%)
Bedrijfsprocessen	294	298	276 (9%)	10.138	10.887	7.045 (22%)
Veevoerproductie	520	445	494 (15%)	5.659	4.639	5.135 (16%)
Kunstmestproductie	190	166	145 (4%)	1.767	1.504	1.325 (4%)
Totaal	3.444	3.121	3.247 (100%)	39.108	35.161	32.045 (100%)

Tabel 7 geeft een overzicht van de broeikasgasemissies vanuit de landbouw in de drie noordelijke provincies en het landelijk totaal. Hier komt duidelijk uit naar voren dat Groningen een akkerbouwprovincie is en Fryslân een melkvee provincie. In de drie noordelijke provincies zijn de varkenshouderij en de glastuinbouw relatief kleine sectoren in vergelijking met het landelijke beeld.

Tabel 7. Broeikasgasemissies vanuit de landbouw in 2014 in Groningen, Fryslân en Drenthe en voor Nederland als geheel (in kton CO<sub>2</sub>-eq.).

	Groningen	Fryslân	Drenthe	Nederland
Vleesveehouderij	61	107	109	2.629
Melkveehouderij	907	2.542	964	14.484
Varkenshouderij	59	34	92	4.118
Legghouderij	33	33	49	1.103
Vleeskuikenuderij	53	75	58	706
Schapenhouderij	24	49	15	275
Paardenhouderij	5	13	8	138
Geitenhouderij	4	7	7	203
Groenvoedergewassen	101	260	116	1.576
Akkerbouw	207	51	150	1.313
Vollegrondsgroententeelt	1	4	0	112
Glastuinbouw	30	66	65	4.528
Fruitteelt	0	0	0	99
Bloembollenteelt	3	4	15	269
Totaal	1.488	3.247	1.648	31.554

## 2.8 Ontwikkelingen in de tijd

Tabel 8 geeft de ontwikkeling van de broeikasgasemissie in de landbouw in Nederland en Fryslân weer in 1990, 2005 en 2014. De totale broeikasgasemissies vanuit de landbouw zijn in Fryslân gedaald van 3.444 kton in 1990 naar 3.247 kton in 2014, een afname van 6%. Landelijk is sprake van een afname van 18%.

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 lagere emissies realiseerde dan in 1990 en 2014. In Fryslân is dit niet het geval; de emissies vanuit de melkveehouderij zijn in 2014 gelijk aan de emissies in 1990. Dit verschil is te verklaren uit een andere ontwikkeling in dieraantallen in Fryslân dan landelijk. Landelijk is in 2014 het aantal melkkoeien 16% lager dan in 1990. In Fryslân is dit aantal slechts 7% lager dan in 1990. Dit geldt ook voor het aantal stuks jongvee. Landelijk waren er in Nederland in 1990 per 100 melkkoeien 92 stuks jongvee. In Fryslân was dit slechts 80 stuks jongvee per 100 melkkoeien. In 2014 bedroeg dit voor Nederland als geheel 83 stuks jongvee per 100 melkkoeien en 79 stuks jongvee per 100 melkkoeien in Fryslân.

Het feit dat de totale emissies vanuit de melkveehouderij in Fryslân ondanks een daling van de dieraantallen niet lager zijn dan in 1990 komt door de toegenomen melkproductie per koe per jaar. Hierdoor zijn bijvoorbeeld de methaanemissies vanuit de pens per melkkoe gestegen van 110 kg methaan in 1990 naar 128 kg methaan in 2014. Opvallend is dat het totaal aantal hectare gras- en maïsland in 2014 ongeveer gelijk is aan 1990 (met een verschuiving naar meer maïsland en minder grasland), maar dat in die periode de broeikasgasemissie van dit gras- en maïsland (groenvoergerassen) is gedaald van 380 naar 260 kton.

Het totaal areaal landbouwgrond nam in Fryslân in de periode 1990-2014 af met 1,6%; landelijk lag dit percentage op 8%.

De landelijke emissies vanuit de melkveehouderij worden ingeschat op 14.484 kton in 2014. Daarnaast moet een groot deel van de emissies bij de teelt van groenvoergerassen (totaal 1.576 kton) worden toegerekend aan de melkveehouderij. Onze schatting van de totale emissies uit de melkveehouderij komt daarmee goed overeen met de schatting van Reijs et al. (2015) van 15.480 kton in 2014.

De emissies vanuit de pluimveehouderij nemen landelijk gezien af tussen 1990 en 2014, maar in Fryslân is sprake van een stijging, door toename van het aantal dieren.

Tabel 8. Broeikasgasemissies (in kton CO<sub>2</sub>-eq.) in 1990, 2005 en 2014 in Fryslân en landelijk vanuit de verschillende sectoren.

	Fryslân			Nederland		
	1990	2005	2014	1990	2005	2014
Vleesveehouderij	134	158	107 (3%)	2.563	2.734	2.629 (8%)
Melkveehouderij	2.549	2.249	2.542 (78%)	16.689	12.882	14.484 (46%)
Varkenshouderij	80	47	34 (1%)	7.181	4.649	4.118 (13%)
Leghenhouderij	27	20	33 (1%)	1.273	1.070	1.103 (3%)
Vleeskuikenhouderij	52	91	75 (2%)	903	821	706 (2%)
Schapenhouderij	125	75	49 (2%)	582	396	275 (1%)
Paardenhouderij	9	15	13 (0%)	81	151	138 (0%)
Geitenhouderij	2	8	7 (0%)	19	141	203 (1%)
Groenvoedergewassen	380	312	260 (8%)	2.413	1.859	1.576 (5%)
Akkerbouw	59	51	51 (2%)	1.568	1.412	1.313 (4%)
Vollegrondsgroententeelt	3	3	4 (0%)	106	104	112 (0%)
Glastuinbouw	24	89	66 (2%)	5.015	8.084	4.528 (14%)
Fruitteelt	1	0	0 (0%)	167	103	99 (0%)
Bloembollenteelt	1	4	4 (0%)	58	265	269 (1%)
Totaal	3.444	3.121	3.247	38.617	34.670	31.554 (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 hieronder beschreven per sector (reducties t.o.v. 1990).  
Melkveehouderij:

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

Varkens en pluimvee:

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

Open teelten:

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

Glastuinbouw:

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

Een specifieke uitwerking van elk van deze deelafspraken blijkt lastig terug te rekenen naar provinciaal niveau. Energiegebruik zou moeten worden teruggerekend naar productie-eenheden of product-eenheden (bijvoorbeeld kWh per koe of per kg melk). Eenvoudiger is om het hoofddoel van het convenant voor ogen te houden: een broeikasgasemissiereductie van 20% op sectorniveau in 2020 ten opzichte van 1990. Maar ook daar gaat de vlieger voor een vergelijking op provinciaalniveau niet helemaal op. In Fryslân nam de broeikasgasemissie vanuit de landbouw in de periode 1990-2014 met 6% af. In de melkveehouderij in Fryslân was de emissie in 2014 weer op hetzelfde niveau als in 1990. Volgens onze berekeningen heeft de melkveehouderij landelijk een afname van de emissies tussen 1990 en 2014 met 13% gerealiseerd. Hierbij geldt de nuancering dat de emissies vanuit de teelt van groenvoedergewassen (gras en mais) hier niet in is meegenomen. Als we dit wel volledig toe zouden rekenen aan de melkveehouderij, komen we tot een grotere emissiereductie in de melkveehouderij.

## 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 akkerbouw. In de modellen is uitgegaan van een ‘gemiddeld’ akkerbouwbedrijf en een ‘gemiddeld’ en een ‘intensief’ melkveebedrijf. In tabel 9 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 9. Uitgangssituatie berekeningen klimaatlat melkveehouderij en akkerbouw.

	Melkvee		Akkerbouw	
	Gemiddeld	Intensief	Bouwplan	N-gift/ha
Aantal melkkoeien	100	200		
Stuks jongvee 0-1 jaar	35	70		
Stuks jongvee 1-2 jaar	35	70		
Ureumgetal	23	23		
Grasland scheuren (%/jr)	10%	10%		
Grasland (ha)	66	66		
Maïsland (ha)	5	5		
Pootaardappelen	-	-	20	122
Wintertarwe	-	-	20	197
Suikerbieten	-	-	10	149
Zomertarwe	-	-	5	130
gebruikt kunstmest	KAS	KAS	KAS	
Elektriciteitsgebruik (kWh/jr)	44.000	80.000	25.900	
Dieselgebruik (liter/jr)	8.500	8.500	8.500	



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 Fryslân 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 o.a. gevolgen hebben voor de broeikasgasemissies bij de teelt van het voer (in binnen- of buitenland), bij het transport en voor de methaanemissie in de pens. Dit maakt dat het voerspoor netto zowel positief als negatief kan bijdragen aan de broeikasgasemissies.

Vanuit het beleid is er momenteel relatief weinig aandacht voor het beperken van de broeikasgasemissies op bedrijfsniveau (met uitzondering van subsidies voor 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 akkerbouw**

In onderstaand kader staan mogelijkheden voor energiebesparing (brandstof en elektriciteit) op akkerbouwbedrijven. Berekeningen met de klimaatlat akkerbouw laten zien dat een reductie van het elektriciteitsgebruik met 20% de totale emissies van het akkerbouwbedrijf met 1,6% reduceert. Door bijvoorbeeld de plaatsing van zonnepanelen of een windmolen kan de akkerbouwer al de benodigde elektriciteit zelf opwekken. Hierdoor dalen de emissies op bedrijfsniveau met 8,2%. Als 20% op diesel kan worden bespaard, wordt daarmee een reductie van 3,7% gerealiseerd. Totaal kan een akkerbouwer de bedrijfsemisies dus circa 12% reduceren door energiebesparing.

**Het brandstofgebruik** in de akkerbouw kan o.a. door de volgende maatregelen worden verminderd:

- zorg voor de juiste bandenspanning (besparing circa 10%)
- gebruik een zo groot mogelijke bandenmaat
- zorg voor voldoende gewicht op de vooras bij trekkerwerkzaamheden (besparing circa 9%)
- doe de trekker uit tijdens pauzes (besparing circa 5%)
- zorg voor een goede afstelling van grondbewerkingsmachines
- gebruik vaker de spaaftakas (besparing circa 14%)

**Het elektriciteitsgebruik** in de akkerbouw kan o.a. door de volgende maatregelen worden verminderd:

- stel bij bewaring de verdamper optimaal in (besparing circa 10%)
- verkort de ventileerperiode na inkoelen (besparing circa 27%)
- aanwezigheidsdetector bij verlichting (besparing circa 20% op verlichting)
- temperatuurintegratie bij bewaren

### 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 zowel het gemiddelde als het intensievere melkveebedrijf (inclusief de productie van voedergewassen) met 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 beide melkveebedrijven met bijna 3%.

Als het melkveebedrijf daarnaast kans ziet het dieselverbruik met 20% te reduceren, levert dit nogmaals 0,5% reductie van de broeikasgasemissies op voor het gemiddelde melkveebedrijf. Op het intensieve melkveebedrijf is dit relatief gezien iets minder, 0,3%, omdat de totale emissies op het bedrijf groter zijn, maar het 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 **electriciteitsverbruik** in de melkveehouderij kan o.a. door de volgende maatregelen worden verminderd:

- Installatie van een voorcoeler of warmteterugwinning;
- Installatie van een frequentieregelaar op de vacuumpomp 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.

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 gemiddeld melkveebedrijf een reductie van de broeikasgasemissies op bedrijfsniveau met circa 4,3% tot gevolg heeft. Op het intensieve bedrijf is dit 4,8%.

## **3.5 Bemestingsmaatregelen**

### **3.5.1**

#### **Kunstmest vervangen door dierlijke mest**

Bij de productie van kunstmest wordt veel energie gebruikt. Uitgangssituatie in de klimaatatlas akkerbouw is dat akkerbouwers 65% kunstmest gebruiken en 35% dierlijke mest. Als ze overschakelen naar dierlijke mest, wordt bespaard op energie die nodig zou zijn voor de productie van kunstmest. Daarnaast is de lachgasemissie vanuit dierlijke mest per kilogram N lager dan vanuit kunstmest. Bij een gebruik van 50% kunstmest en 50% dierlijke mest, in plaats van respectievelijk 65% en 35%, wordt een besparing gerealiseerd van 2,8% op de totale broeikasgasemissies van het akkerbouwbedrijf. Een positief klimaateffect van vervanging van dierlijke mest door kunstmest is, naast bovengenoemd voordeel, dat door dierlijke mest extra organische stof wordt aangevoerd. Dit mogelijke voordeel is hier niet meegerekend. In paragraaf 3.7. gaan we nader in op koolstofvastlegging in de bodem.

### **3.5.2**

#### **Verandering van kunstmestsoort**

Uitgangspunt binnen deze studie is dat het gebruik van kunstmest een broeikaspotentieel genereert van 7,1 kg CO<sub>2</sub>-eq. per kg N. Aanname hierbij is dat in praktijk veelal kunstmest op basis van ammoniumnitraat wordt gebruikt en dat in 25% van de gevallen een ander product (ureum, ammoniumsulfaat, vloeibare kunstmest) wordt gebruikt. Door gebruik te maken van andere soorten kunstmest is het mogelijk dit potentieel aanzienlijk te verlagen. Tabel 10 laat zien met hoeveel procent het broeikaspotentieel van kunstmest kan worden gereduceerd door gebruik te maken van een ander soort kunstmest dan NPK.

Tabel 10. Broeikaspotentieel van verschillende soorten kunstmest (bron: Kool e.a., 2012).

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

Berekeningen met de klimaatlat melkveehouderij laten zien dat bij een gemiddeld broeikaspotentieel dat 10% lager is, door deels de keuze te maken voor een kunstmestsoort met een lager broeikaspotentieel, een reductie wordt gerealiseerd van 0,3% op de totale bedrijfsemissies van het gemiddelde Fryske 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. Als op het akkerbouwbedrijf een kunstmestsoort met een 10% lager broeikaspotentieel wordt gerealiseerd, betekent dit een reductie op bedrijfsniveau met 1,8%.

### 3.5.3

#### 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). Berekeningen laten zien dat als op het gemiddelde Fryske melkveebedrijf 70% van de mest die normaal gesproken wordt aangewend op het eigen bedrijf, eerst wordt vergist, dat dit een reductie van de broeikasgasemissies op bedrijfsniveau van 19,6% tot gevolg heeft. Op het intensieve bedrijf is de reductie 19,2%. 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 3.7.).

## 3.6

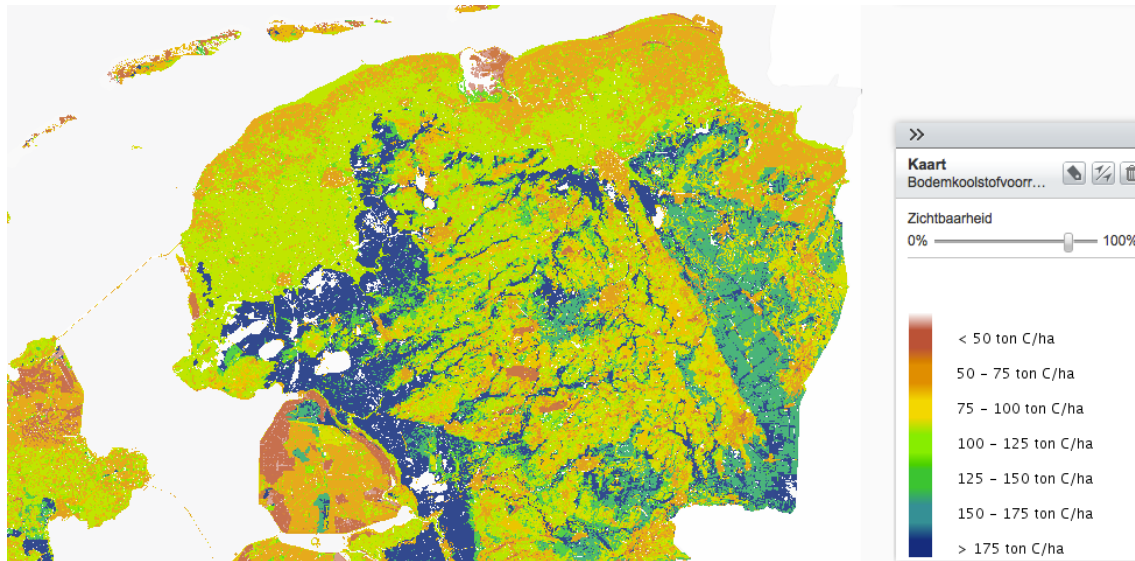
### Veemaatregelen

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 6 maanden, waardoor op het

gemiddeld bedrijf in totaal 10 stuks minder jongvee wordt aangehouden en op het intensieve bedrijf 20 stuks minder, een reductie van de emissies met respectievelijk 2,0% en 2,1% op bedrijfsniveau tot gevolg heeft.

### 3.7 Goed bodembeheer

Een goed bodembeheer draagt bij aan het organische stofgehalte in de bodem. Figuur 10 geeft de bodemkoolstofvoorraad in Noord-Nederland weer.



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

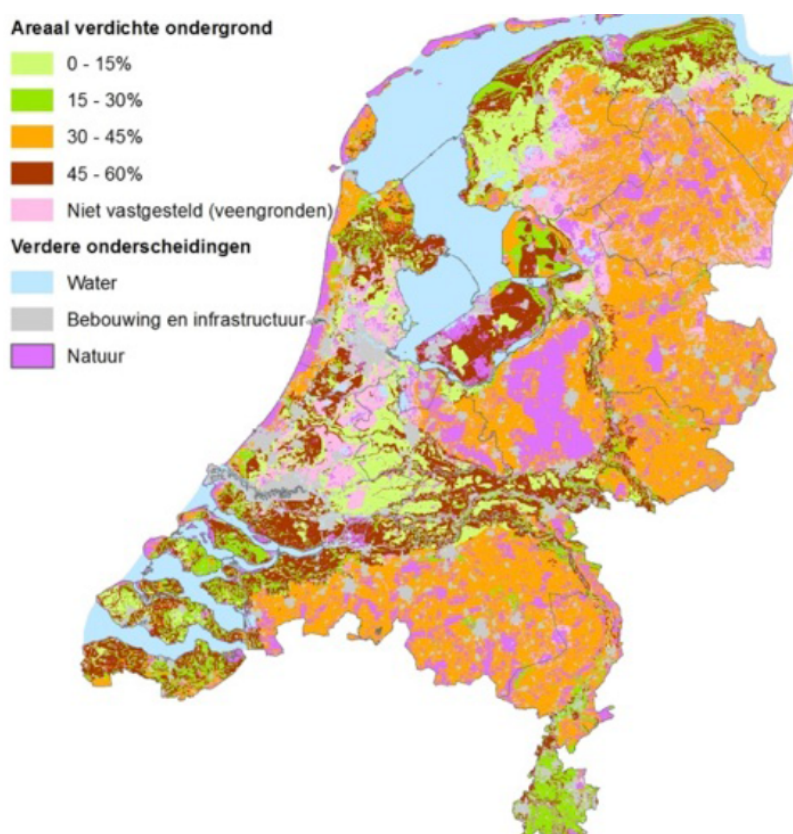
Maatregelen om het organische stofgehalte te verhogen zijn o.a. het telen van gewassen die veel organische stof achterlaten, het telen van groenbemesters, het bewerken van de bodem tot een minimum beperken en het aanvoeren van dierlijke mest met een hoog gehalte aan effectieve organische stof. Berekeningen met de klimaatatlas 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 1,0% en 0,5% van de broeikasgasemissies van het gemiddelde en het intensieve melkveebedrijf.

Akkerrandenbeheer heeft ook een toename van organische stofgehalte tot gevolg, omdat de randen niet meer worden geploegd. Ook de gewaskeuze speelt een rol. Permanent mais 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.

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

Gezien deze complexiteit berekenen we in deze studie zowel de effecten van de relatief lage schatting dat in 15 jaar tijd 3 ton C/ha extra kan worden vastgelegd, als ook van 10 ton C/ha. Op een akkerbouwbedrijf van 55 ha betekent vastlegging van 3 ton C/ha in 15 jaar een totale vastlegging van 594 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 maispercelen, betekent dit voor een bedrijf met 66 ha grasland een vastlegging in 15 jaar van 713 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 akkerbouwbedrijf 1.980 ton CO<sub>2</sub> extra in de bodem vastgelegd en 2.376 ton CO<sub>2</sub> op het melkveebedrijf.

Een ander belangrijk onderdeel van goed bodembeheer is het tegengaan van bodemverdichting. Uit Figuur 11 blijkt dat verdichting van de ondergrond in delen van Fryslân een probleem is.



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

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

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



### 3.8 Effect van maatregelen op provinciaal niveau

Als een melkveebedrijf in Fryslân het ureumgetal weet te verlagen van 23 naar 19 mg / 100 gram melk, de levensduur van de melkkoeien met circa 6 maanden 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 31% lager. Voor een intensief melkveebedrijf betekent dit een afname van de emissies met bijna 30%.

Als een akkerbouwbedrijf 20% besparing van het dieselgebruik realiseert, het elektriciteitsgebruik volledig compenseert door productie van groene stroom op het bedrijf kunstmest deels vervangt door dierlijke mest, dan zijn de emissies op bedrijfsniveau circa 15% lager.

Op provinciaal niveau zijn we er vanuit gegaan dat niet alle melkvee- en akkerbouwbedrijven deze reductie realiseren. Als alle akkerbouwbedrijven een ‘slimme keuze’ maken t.a.v. het soort kunstmest dat wordt gebruikt, als 75% het elektriciteitsgebruik compenseert door de productie van groene stroom en het dieselverbruik met 20% reduceert en 50% een deel van de kunstmest door dierlijke mest vervangt, betekent dit dat een reductie van ruim 11% in de akkerbouw mogelijk is. De melkveehouderij kan op provinciaal niveau 15,1% 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 Fryske melkveehouderij op 12,1%.

Door deze aanpassingen kan de totale emissie van de landbouw in Fryslân worden gereduceerd met circa 350 tot 450 kton CO<sub>2</sub>-eq. Dit is een reductiepercentage van 11 tot 14% van de totale emissies vanuit de landbouw.

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, betekent dit een extra vastlegging van 2.255 tot 7.517 kton CO<sub>2</sub>-eq.

### 3.9 Stimuleringsmogelijkheden

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

#### 3.9.1 Subsidieregelingen voor investeringen

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

- KIA: kleinschaligheidsinvesteringsaftrek. Dit is gericht op investeringen van beperkte omvang in bedrijfsmiddelen van het midden- en kleinbedrijf
- MIA: milieu-investeringsaftrek. Als een bedrijf een bedrijfsmiddel aanschaft dat op Milieulijst is opgenomen, dan is er een extra aftrek mogelijk.

- EIA: Energie-investeringsaftrek: fiscaal voordeel bij investeringen in energiezuinige technieken en duurzame energie
- Vamil: willekeurige afschrijving milieu-investeringen.
- Voor zonnepanelen is er de SDE+-subsidie.
- POP3 kent o.a. de subsidie Jonge landbouwers, waarmee ondernemers (tot en met 40 jaar) kunnen investeren in gebouwen, grond, machines en verplaatsbare installaties.

Aanvullend op deze regelingen kan de provincie zelf investeringssubsidie verstrekken. Zo is er de provinciale regeling ‘Asbest eraf, zonnepanelen erop’, waarvoor in enkele provincies nog budget beschikbaar is. De provincie Fryslân kent o.a. de subsidieregeling Friese energiepremie en het Fûns Skjinne Fryske Enerzjy.

Officieel verplicht het Activiteitenbesluit in de Wet milieubeheer een bedrijf om alle mogelijke energiebesparende maatregelen te treffen met een terugverdientijd van 5 jaar of minder. In eerste instantie zijn voor 7 bedrijfstakken lijsten opgesteld van maatregelen die onder deze regeling vallen. Landbouw hoort niet bij deze groep. Momenteel wordt gewerkt aan een lijst ‘erkende maatregelen’ voor o.a. de landbouw.

### 3.9.2

#### 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).

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 Fryslân zijn er al verschillende initiatieven op dit vlak, zoals in de Noordelijk Friese Wouden, waar ‘kringloopboeren’ actief aan de gang zijn met het verminderen van de milieudruk.

Bodemmaatregelen zijn een speciaal geval. Het verhogen van het organische stofgehalte 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.

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

- Gemeenten, waterschappen en rijk (Rijksvastgoedbedrijf) hebben landbouwgrond in bezit die aan boeren wordt verpacht. Gewoonlijk stellen de grondeigenaren geen harde gebruiksvoorwaarden aan die grond. Dat zouden ze wel kunnen doen, met oog op verbetering van de bodemkwaliteit. Provincie Noord-Brabant heeft dit voor de eigen gronden dit jaar in gang gezet (zie [www.groenontwikkelingsfondsbrabant.nl/grondpacht](http://www.groenontwikkelingsfondsbrabant.nl/grondpacht)). Provincie Fryslân 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 Fryslân kan in IPO-verband inbrengen dat klimaatmaatregelen een nadrukkelijker vergroeningsvoorwaarde moeten worden in het herziene GLB.
- Marktpartijen die producten van boeren afnemen sturen vaak op duurzame productie. FrieslandCampina stimuleert hun leden o.a. via groencertificaten om duurzame energie op te wekken. Daarnaast gebruikt FrieslandCampina een puntensysteem in zijn tool Foqus Planet om duurzaamheid te belonen. In dit puntensysteem zijn o.a. punten te behalen als de levensduur van de melkkoeien op het melkveebedrijf langer is dan gemiddeld en als het energiegebruik per kg melk lager is dan gemiddeld. Bodemkwaliteit en de mogelijkheden het organische stofgehalte te verhogen krijgt binnen Foqus Planet niet direct aandacht.

### 3.9.3

#### Structuur- en omgevingsvisie

De provincie Fryslân werkt momenteel aan een nieuwe omgevingsvisie. ‘Duurzame energie’ is een thema binnen deze nieuwe omgevingsvisie. Mestvergistings en biovergassing op het agrarisch bedrijf wordt hier benoemd, net als energiebesparing. Binnen het thema ‘water’ krijgt bodemdaling in het veenweidegebied aandacht. Daarnaast is ook ‘landbouw, landelijk gebied’ een thema binnen de nieuwe omgevingsvisie (bron: samenvatting Discussienotitie Omgevingsvisie. Provinciale Staten van Fryslân). Het onderwerp ‘klimaat’ lijkt binnen het landbouwthema echter geen aandacht te krijgen. De provincie heeft de mogelijkheid meer te sturen naar een klimaatvriendelijke landbouw door in de nieuwe omgevingsvisie klimaat en klimaatverandering specifiek als thema te benoemen. De verschillende aspecten daarvan, die nu deels bij andere thema’s worden benoemd, kunnen hier worden opgenomen. Enkele belangrijke aspecten zijn:

- Terugdringen van bodemdaling (en veenoxidatie), met name in de gebieden met een veenondergrond. In de discussienotitie ‘Nieuwe omgevingsvisie Fryslân’ wordt binnen het thema ‘water’ benoemd dat men de afbraak van veen wil vertragen, o.a. door het instellen van hogere zomerpeilen;
- 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 koolstoflek worden doorbroken. Stimuleren van tegengaan en opheffen van bodemverdichting kan een belangrijk speerpunt zijn binnen de Omgevingsvisie;
- Ruimte bieden aan bedrijven die werken aan verduurzaming van bijvoorbeeld de energieproductie of vermindering van de broeikasgasemissies op een van de manieren zoals in voorgaande paragrafen is besproken. Provincie Brabant past zo’n toets al toe voor de veehouderij met de Brabantse Zorgvuldigheidsscore. In die toets wordt klimaat niet, maar energiegebruik wel meegewogen. Groningen kent een soortgelijke aanpak, het Groninger Verdienmodel voor de melkveehouderij. Deze is van kracht sinds 2014. Binnen dit model kunnen punten worden gehaald met de productie van duurzame energie en energiebesparing.

## 4

## Klimaatadaptatie

De landbouw draagt niet alleen bij aan klimaatverandering door middel van broeikasgasemissies, maar heeft ook te maken met de effecten van die verandering. In dit hoofdstuk bespreken we wat die effecten 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 maisrassen is een optie.

- Afnemend aantal beweidingdagen: op natte percelen kunnen koeien minder lang weiden. De graszode wordt kapotgetrapt en de kwaliteit van het gras verandert: het bevat meer water en minder suikers. In periodes van extreem warm weer is weiden niet verstandig in verband met hittestress.
- Toename en verschuiving in ziekten en plagen: warmere winters en nattere zomers leiden tot meer insecten. Meer vliegen leiden tot meer maden bij kalveren, knutten brengen blauwtong mee en leverbot komt meer voor dan voorheen. In de gewassen kan een toename van bladvlekkenziekte en maïswortelkever ontstaan een toenemende onkruiddruk. Tijdig vliegen bestrijden (sluipwespen, zwaluwen) kan helpen, maar ook het aanpakken van een bron van veel vliegen is van belang.
- Mest uitrijden moeilijker te optimaliseren: de veranderende neerslagpatronen hebben ook effect op bemesting. Uitrijden in het voorjaar kan soms niet omdat het land te nat is. Aanwending met een sleepslang is dan een oplossing om niet met een zware mesttank het land op te hoeven.

In de literatuur zijn overzichten te vinden van adaptatiestrategieën van de landbouw. Zie bijvoorbeeld bijlage 4.

### 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. De hoeveelheden neerslag en de gevolgen daarvan verschillen sterk per regio. In grote delen van Groningen heeft de grond een goede capillaire werking, waardoor er geen vochttekort is geweest. In Fryslân is het aantal akkerbouwers dat beregent de afgelopen jaren toegenomen (Schaap et al.) en ook in Drenthe 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-sportia 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.
- Verzilting kan op termijn leiden tot minder gewasopbrengsten. Hierover is echter nog veel onduidelijk. Recente onderzoeken wijzen erop dat gewassen wellicht veel minder gevoelig zijn voor zoutschade dan eerder werd aangenomen.

In het project 'klimaat en landbouw in Noord-Nederland' noemden deelnemers vooral opslag en drainage als maatregelen waarvan akkerbouwers wel inzien dat ze daarmee aan de slag moeten. Daar waar mogelijk kiezen bedrijven voor een combinatie van teelten op zowel veen als zand, omdat zand minder problemen oplevert bij overvloedige regen. De Veenkoloniën zijn in het algemeen gevoeliger; voor zowel droogte als natte periodes alsook structuurbederf van de bodem. In het algemeen geldt dat hoe vaker een situatie leidt tot problemen, hoe sneller de ondernemer geneigd is er iets aan te gaan doen.

Het project beschrijft voor een aantal relevante gewassen in Noord-Nederland de mogelijke klimaatimpact en maatregelen. De samenvatting voor elk gewas zijn opgenomen in Bijlage 5

## 5

## Conclusies en aanbevelingen

### 5.1 Conclusies

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

- De broeikasgasemissies vanuit de landbouw in Fryslân in 2014 bedroegen 3.247 kton CO<sub>2</sub>-eq., waarvan 2.862 kton vanuit de veehouderij en 386 kton vanuit de gewasteelt.
- Volgens de cijfers van emissieregistratie.nl bedragen de landbouwemissies in Fryslân 41% 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 1.237 kton), gevolgd door emissies als gevolg van veevoederproductie (494 kton).
- Tien procent van de landelijke emissies vanuit de landbouw zijn toe te schrijven aan de landbouw in Fryslân.
- De landbouwemissies in Fryslân zijn tussen 1990 en 2014 gedaald met 6%, terwijl landelijk een daling van 18% werd gerealiseerd. Dit verschil is te verklaren doordat in Fryslân de omvang van de veestapel zich anders heeft ontwikkeld dan landelijk. Zo daalde het aantal melkkoeien landelijk met 16% tussen 1990 en 2014, terwijl dit in Fryslân slechts 7% was. Daarnaast daalde het totale landbouwareaal in Nederland harder dan in Fryslân: 8% op landelijk niveau, ten opzichte van 1,6% in de provincie.
- 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 Fryslân namen de emissies tussen 1990 en 2014 met 6% af.

Maatregelen:

- Twintig procent besparing op dieselgebruik en volledige compensatie van het elektriciteitsgebruik (bijvoorbeeld met zonnepanelen) kan een emissiereductie op bedrijfsniveau opleveren van circa 12% op akkerbouwbedrijven.
- Als op een gemiddeld Frysk melkveebedrijf alle elektriciteit zelf duurzaam wordt opgewekt, levert dit een emissiereductie op van bijna 3% op bedrijfsniveau.
- Kunstmestproductie kost veel energie. Door 'slimme keuzes' te maken ten aanzien van het soort kunstmest kan een gemiddeld Frysk melkveebedrijf en een intensiever melkveebedrijf de emissies op bedrijfsniveau met respectievelijk 0,3 en 0,2% reduceren.
- Door als akkerbouwer zoveel mogelijk dierlijke mest te gebruiken in plaats van kunstmest kunnen de bedrijfsemmissies circa 3% worden gereduceerd.

- 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 4,3% op.
- Verlengen van de levensduur van melkvee met 6 maanden levert een emissiereductie op het bedrijf van 2% op.
- Als op een melkveebedrijf 70% van de mest wordt vergist, resulteert dit in een reductie van de broeikasemissies op bedrijfsniveau van bijna 20%.
- 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 10% van het graslandareaal, betekent dit een extra vastlegging van organische stof gelijk aan respectievelijk 1,0% en 0,5% van de broeikasgasemissies van het gemiddelde en het intensieve melkveebedrijf.
- Uitgangspunt is dat het op provinciaal niveau haalbaar is dat alle akkerbouwbedrijven ‘slim’ hun kunstmest kiezen, 75% van de akkerbouwbedrijven groene stroom produceert en minder diesel verbruikt en de helft van de bedrijven een deel van de kunstmest door dierlijke mest vervangt. Daarnaast nemen we aan 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 350 tot 450 kton CO<sub>2</sub>-eq. (circa 11 tot 14% van de totale landbouwemissies).
- Goed bodembeheer is een belangrijke mogelijkheid om koolstof in de bodem vast te leggen. Een voorzichtige schatting is dat op provinciaal niveau in 15 jaar tijd de landbouw 2.255 kton CO<sub>2</sub>-eq. extra kan vastleggen. Een hoge schatting is dat 7.517 kton CO<sub>2</sub>-eq. extra kan worden vastgelegd.

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

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

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

## 5.2 Aanbevelingen

Stimuleringsmogelijkheden:

- Landelijk zijn er verschillende subsidiemogelijkheden t.a.v. investeringen in duurzame productiemiddelen, zoals KIA, MIA, ELA, Vamil en SDE+. Aanvullend hierop kan de provincie zelf investeringssubsidie verstrekken. De provincie Fryslân kent o.a. de subsidieregeling Friese energiepremie en het Fûns Skjinne Fryske Enerzjy.
- 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 organische stofgehalte van de bodem voor zowel mitigatie als adaptatie, levert boeren op langere termijn financieel voordeel op, maar op korte termijn kan het een dip in inkomsten betekenen. Een tijdelijke financiële impuls kan helpen om boeren toch deze stap te laten zetten.
- De provincie werkt momenteel aan een nieuwe omgevingsvisie. Daarin komen binnen de verschillende thema's ook klimaatonderwerpen aan bod. Dit kan echter sterker worden, en meer nadruk krijgen, door klimaat(verandering) specifiek als thema te benoemen in de omgevingsvisie.
- De provincie Fryslân kan, al dan niet in IPO-verband, stimuleringsmogelijkheden van andere partijen onder de aandacht brengen, zoals:
  - a. Gemeenten, waterschappen en het rijk kunnen vanuit hun rol als grondeigenaren gebruiksvoorwaarden stellen aan de grond, met het oog op verbetering van de bodemkwaliteit.
  - b. Binnen de vergroeningsvoorwaarden van het GLB.
  - c. De mogelijkheden van markt- en ketenpartijen om de primaire sector aan te zetten tot verdere verduurzaming.

## **Bijlagen**



## Bijlage 1 Bronnen

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

KWIN AGV 1990/1991, 2006, 2012 en 2015

KWIN Bloembollen 2005

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

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

### Overige bronnen:

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

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

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

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

Janssen, Ron, Cees Kwakernaak en Jos T.A. Verhoeven, 2013. Regionale adaptatiestrategieën in Friese veenweidegebieden. Eindrapport van project HSOV03.2. November 2013.

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

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

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

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

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

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

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

### 1 Rekenmethodiek

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

**Tabel B1. Gebruikte berekening voor de verschillende broeikasgasemissie bronnen.**

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

Emissies mesttransport	CO <sub>2</sub> -eq.	totale emissie = $\sum$ mest transportafstand i (ton) * transportafstand i (km) * EF transportmiddel i (CO <sub>2</sub> -eq./ tonkm)
------------------------	----------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

## 2 Afwijkingen in jaren

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

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

## 3 Overzichtstabel broeikasemissie Fryslân

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

<b>Emissies (ton CO<sub>2</sub> eq.)</b>			
<b>Dierlijk</b>	<b>1990</b>	<b>2005</b>	<b>2014</b>
<b>Vleesveehouderij</b>			
Pens- en darmfermentatie CH <sub>4</sub>	69.795	71.173	49.616
Mestemissie stal CH <sub>4</sub>	10.296	5.279	5.392
Mestemissie stal N <sub>2</sub> O	1.016	1.052	745
Bodememissie N <sub>2</sub> O direct	17.708	14.933	9.305
Bodememissie N <sub>2</sub> O indirect	10.673	6.082	3.867
Veevoerproductie CO <sub>2</sub>	18.225	44.731	34.850
Bedrijfsprocessen CO <sub>2</sub>	6.629	14.280	3.357
Totaal	134.342	157.529	107.131
<b>Melkveehouderij</b>			
Pens- en darmfermentatie CH <sub>4</sub>	1.086.176	1.011.605	1.143.292
Mestemissie stal CH <sub>4</sub>	265.714	287.344	376.091
Mestemissie stal N <sub>2</sub> O	17.731	15.623	17.856
Bodememissie N <sub>2</sub> O direct	346.005	347.600	344.770
Bodememissie N <sub>2</sub> O indirect	222.303	114.116	114.396
Veevoerproductie CO <sub>2</sub>	465.075	371.298	422.745
Bedrijfsprocessen CO <sub>2</sub>	145.596	101.520	123.306
Totaal	2.548.600	2.249.106	2.542.457
<b>Varkenshouderij</b>			
Pens- en darmfermentatie CH <sub>4</sub>	5.539	4.165	3.685
Mestemissie stal CH <sub>4</sub>	13.740	12.296	6.712
Mestemissie stal N <sub>2</sub> O	687	690	546
Bodememissie N <sub>2</sub> O direct	4.304	5.080	4.091
Bodememissie N <sub>2</sub> O indirect	4.808	2.992	2.368
Veevoerproductie CO <sub>2</sub>	19.066	12.059	10.657
Bedrijfsprocessen CO <sub>2</sub>	31.775	9.586	6.063
Totaal	79.920	46.868	34.123
<b>Leghenhouderij</b>			

Pens- en darmfermentatie CH <sub>4</sub>	2.973	565	1.114
Mestemissie stal CH <sub>4</sub>	4.928	4.011	8.363
Mestemissie stal N <sub>2</sub> O	2.635	3.059	3.910
Bodememissie N <sub>2</sub> O direct	1.706	1.156	1.478
Bodememissie N <sub>2</sub> O indirect	10.912	7.094	14.220
Veevoerproductie CO <sub>2</sub>	3.686	3.860	4.066
Totaal	26.839	19.745	33.151
<b>Vleeskuikenhouderij</b>			
Pens- en darmfermentatie CH <sub>4</sub>	1.412	2.890	2.561
Mestemissie stal CH <sub>4</sub>	18.426	32.253	30.073
Mestemissie stal N <sub>2</sub> O	8.178	25.184	14.089
Bodememissie N <sub>2</sub> O direct	5.113	9.245	5.172
Bodememissie N <sub>2</sub> O indirect	6.715	10.166	11.846
Veevoerproductie CO <sub>2</sub>	12.508	11.181	11.530
Totaal	52.352	90.919	75.271
<b>Schapenhouderij</b>			
Pens- en darmfermentatie CH <sub>4</sub>	74.577	51.632	33.410
Mestemissie stal CH <sub>4</sub>	1.591	1.258	866
Mestemissie stal N <sub>2</sub> O	6.298	3.150	1.171
Bodememissie N <sub>2</sub> O direct	25.249	11.654	8.056
Bodememissie N <sub>2</sub> O indirect	17.712	7.575	5.237
Totaal	125.427	75.269	48.741
<b>Paardenhouderij</b>			
Pens- en darmfermentatie CH <sub>4</sub>	2.991	5.419	5.212
Mestemissie stal CH <sub>4</sub>	499	828	537
Mestemissie stal N <sub>2</sub> O	1.726	2.837	2.495
Bodememissie N <sub>2</sub> O direct	1.868	3.517	3.131
Bodememissie N <sub>2</sub> O indirect	1.444	2.286	2.035
Totaal	8.528	14.887	13.411
<b>Geitenhouderij</b>			
Pens- en darmfermentatie CH <sub>4</sub>	453	2.089	1.952
Mestemissie stal CH <sub>4</sub>	57	232	210
Mestemissie stal N <sub>2</sub> O	676	2.770	2.500
Bodememissie N <sub>2</sub> O direct	333	1.801	1.625
Bodememissie N <sub>2</sub> O indirect	297	1.170	1.056
Totaal	1.816	8.062	7.343
<b>Plantaardig</b>			
<b>Groenvoedergewassen</b>			
Bodememissies N <sub>2</sub> O direct	116.548	87.559	71.780
Bodememissies N <sub>2</sub> O indirect	40.952	26.532	21.744
Kunstmestproductie-emissies CO <sub>2</sub> , N <sub>2</sub> O	168.104	147.375	126.001
Bedrijfsprocessen CO <sub>2</sub>	54.250	50.228	40.970
Totaal	379.854	311.694	260.495
<b>Akkerbouw</b>			
Bodememissies N <sub>2</sub> O direct	19.674	15.574	14.311
Bodememissies N <sub>2</sub> O indirect	4.553	3.256	3.262
Kunstmestproductie-emissies CO <sub>2</sub> , N <sub>2</sub> O	20.555	16.675	16.410
Bedrijfsprocessen CO <sub>2</sub>	14.144	15.220	17.153
Totaal	58.927	50.724	51.137

<b>Vollegrondsgroenten</b>			
Bodememissies N <sub>2</sub> O direct	591	673	871
Bodememissies N <sub>2</sub> O indirect	133	116	154
Kunstmestproductie-emissies CO <sub>2</sub> , N <sub>2</sub> O	575	609	776
Bedrijfsprocessen CO <sub>2</sub>	1.341	1.812	1.891
Totaal	2.641	3.209	3.693
<b>Glastuinbouw</b>			
Kunstmestproductie-emissies CO <sub>2</sub> , N <sub>2</sub> O	287	742	886
Bedrijfsprocessen CO <sub>2</sub>	23.009	86.642	63.886
Bodem-/substraatemissies N <sub>2</sub> O	440	1.136	1.356
Totaal	23.736	88.520	66.129
<b>Fruitteelt</b>			
Kunstmestproductie-emissies CO <sub>2</sub> , N <sub>2</sub> O	69	35	13
Bedrijfsprocessen CO <sub>2</sub>	574	230	80
Bodememissies N <sub>2</sub> O direct	47	24	9
Bodememissies N <sub>2</sub> O indirect	17	7	3
Totaal	707	296	104
<b>Bloembollen</b>			
Bodememissies N <sub>2</sub> O direct	189	365	291
Bodememissies N <sub>2</sub> O indirect	67	111	89
Kunstmestproductie-emissies CO <sub>2</sub> , N <sub>2</sub> O	293	560	446
Bedrijfsprocessen CO <sub>2</sub>	206	3.461	3.281
Totaal	755	4.498	4.107
Totaal	3.444.444	3.121.326	3.247.293

(Bron: regionaal klimaatmodel CLM versie 3.0)

## Bijlage 3 Broeikasgasemissie landbouw in Groningen, Fryslân en Drenthe

Tabel B3. Broeikasgasemissies vanuit de landbouw in 2014 in Groningen, Fryslân en Drenthe en voor Nederland als geheel (in kton CO<sub>2</sub>-eq.).

	Groningen	Fryslân	Drenthe	Nederland
Vleesveehouderij	61	107	109	2.629
Melkveehouderij	907	2.542	964	14.484
Varkenshouderij	59	34	92	4.118
Leghenhouderij	33	33	49	1.103
Vleeskuikenhouderij	53	75	58	706
Schapenhouderij	24	49	15	275
Paardenhouderij	5	13	8	138
Geitenhouderij	4	7	7	203
Groenvoedergewassen	101	260	116	1.576
Akkerbouw	207	51	150	1.313
Vollegrondsgroententeelt	1	4	0	112
Glastuinbouw	30	66	65	4.528
Fruitteelt	0	0	0	99
Bloembollenteelt	3	4	15	269
<u>Totaal</u>	1.488	3.247	1.648	31.554

## Bijlage 4 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 verdroogt 4) bodemdaling in veengebieden wordt tegen gegaan
Drijvende kassen en water opslag onder kassen	Door kassen op drijvende vlonders te plaatsen, kunnen ze meebewegen met een fluctuerend waterpeil. Hierdoor kan de polder, naast landbouw, ook tijdelijk worden gebruikt voor wateropslag of overloopgebied. Opslag van water onder kassen - ten tijde van een wateroverschot; geen ruimte claim, toch watervoorziening
Verzekeren van agrarische bedrijven en productie	Door klimaatverandering zullen weersextremen toe gaan nemen. De schade als gevolg van stromen en overstromingen zullen voor de landbouw een van de grootste kostenposten zijn als gevolg van klimaatverandering. Verzekeren kan voor deze extreme gebeurtenissen oplossing bieden
Verbreding van landbouwactiviteiten	In plaats van steeds verder te specialiseren, is een adaptatiestrategie voor landbouw het verbreden van activiteiten. Gedacht kan worden aan het ontwikkelen van recreatieve en toeristische activiteiten of het aanbieden van groenblauwe diensten. Door het halen van inkomsten uit meerdere bronnen, neemt de kwetsbaarheid van een bedrijf voor extreme gebeurtenissen af
Zoutwaterlandbouw - het kweken van zouttolerante gewassen	In plaats van proberen vast te houden aan zoetwater gewassen, kan het kweken van zouttolerante gewassen - zoals kraal en spelt - een andere optie zijn. Daarnaast kunnen ook gronden die ongeschikt zijn voor landbouwproductie, wel gebruikt worden voor zoutwaterlandbouw
Kweken van algen	Algen kunnen worden gebruikt voor de productie van biobrandstoffen. Deze organismen gedijen uitstekend onder zoute condities
Kweken van vissen	Veel vissoorten hebben zoutwater nodig om te overleven; kweken onder zoute condities is mogelijk
Beregenen met brakwater	Ervaring bij agrariërs in het Westland heeft geleerd dat de schade door droogte vaak groter is dan de schade door beregenen met brak water. Dit hangt echter af van veel factoren, onder andere het type gewas.
Vaccinatie	Door veranderende klimatologische omstandigheden kan het voorkomen dat nieuwe ziekten de kop op steken. Vaccinatie kan nodig zijn voor mens en dier
Monitoring van ziekten	Goede monitoring van het voorkomen van ziekten is essentieel bij de bestrijding ervan
Koelen van stallen	In de volle zon kunnen stallen erg heet worden in de zomer, wat ten koste gaat van de productie. Koeling van stallen is een adaptatiestrategie die de gezondheid van dieren verhoogt
Weersvoorspelling en waarschuwingen	Accurate weersvoorspellingen en vroege waarschuwingen helpen mensen voorzorgsmaatregelen te nemen tegen weersextremen



## Bijlage 5 Samenvatting gewassen ‘Klimaat en Landbouw Noord-Nederland’

Deze bijlage geeft de samenvattingen weer van klimaatgevolgen voor enkele akkerbouwgewassen in Noord Nederland, zoals beschreven in het Eindrapport ‘Klimaat en landbouw Noord Nederland’.

### Wintertarwe

De mogelijke klimaatrisico's voor de teelt van wintertarwe zijn langdurige droogte in de zomer en kwakkelweer in de winter. Er zijn beheersmaatregelen voorhanden om de schade van deze klimaatfactoren te voorkomen of te beperken. Daarnaast is het effect van kwakkelweer op de opbrengst zeer waarschijnlijk niet heel groot, waardoor dit verder geen aandachtspunt is.

Mogelijk dat (Gele) Roest en gerstevergelingsziekte een groter probleem worden en daarmee extra aandacht vragen (vanwege inzet gewasbeschermingsmiddelen, onderzoek resistente gewassen etc.).

### Consumptie- en zetmeelaardappel

Er zijn enkele klimaatfactoren die mogelijk risicovol zijn voor de teelt van fabrieks- en consumptieaardappelen. De toename van hevige regenval is enigszins beperkt en de vraag is of daadwerkelijk maatregelen nodig zijn.

De teler kan met maatregelen inspelen om de impact van hittegolven te voorkomen of beperken. Dit geldt eveneens voor de bewaring van aardappelen. Wanneer telers tijdens hittegolven aardappelen koelen met druppelirrigatie, zullen mogelijk op regionale schaal maatregelen in het watersysteem nodig zijn. Vanwege het ontbreken van maatregelen voor de teler wordt de ziekte Erwinia mogelijk een groter probleem. De sector zal zich moet richten op onderzoek naar biologische bestrijdingsmethoden en/of resistente rassen. In de toekomst zullen luizen, aaltjes, de coloradokever en aardappelopslag extra aandacht vergen.

### Pootaardappel

Er zijn enkele klimaatfactoren die mogelijk risicovol zijn voor de teelt van pootaardappelen. De toename van hevige regenval is enigszins beperkt en de vraag is of daadwerkelijk maatregelen nodig zijn. De teler kan met maatregelen inspelen om de impact van hittegolven te voorkomen of beperken. Dit geldt eveneens voor de bewaring van aardappelen. Wanneer telers tijdens hittegolven aardappelen koelen met druppelirrigatie, zullen mogelijk op regionale schaal maatregelen in het watersysteem nodig zijn. Vanwege het ontbreken van maatregelen voor de teler wordt de ziekte Erwinia mogelijk een groter probleem. De sector zal zich moet richten op onderzoek naar biologische bestrijdingsmethoden en/of resistente rassen.

In de toekomst zullen luizen, aaltjes, de coloradokever en aardappelopslag extra aandacht vergen.

### Suikerbieten

Een mogelijk klimaatrisico voor de teelt van suikerbieten is aanhoudend warm weer in de winterperiode. Er zijn verschillende maatregelen mogelijk om de effecten hiervan (afnemend suikergehalte) te voorkomen of te beperken. Als gevolg van klimaatverandering zullen enkele gevoelige klimaatfactoren afnemen welke positieve gevolgen oplevert voor deze teelt.

Mogelijk dat er extra aandacht moet komen voor bietencysteaaaltjes en Cercospora en eventueel ‘nieuwe’ ziekten en plagen.

### Zaaiuien

De mogelijke klimaatrisico's voor de teelt van zaaiuien zijn langdurige droogte in de lente en zomer, en warm en vochtig weer (schimmels) in de zomerperiode. Er zijn beheersmaatregelen voorhanden om de schade van deze klimaatfactoren te voorkomen of te beperken. Droogte wordt een groter probleem en zal mogelijk maatregelen in het watersysteem vergen. Mogelijk dat de sector droogteresistente en ziekteresistente (schimmels) rassen moet ontwikkelen. Tevens zal een ruime vruchtwisseling nodig zijn om ziekten te beheersen.

### Winterpeen

Over het algemeen veranderen de omstandigheden voor winterpeenteelt in de toekomst nauwelijks. De mogelijke klimaatrisico's voor de teelt van winterpeen zijn (blijven) een te droog groeiseizoen en hevige regen waardoor de bodem blank komt te staan. Droogte kan onder andere door beregenen worden voorkomen. De toekomst van de winterpeenteelt zal voor een belangrijk deel afhangen van de combinatie van de frequentie van de droogtes en het wel of niet voorradig zijn van water voor de beregening.

Wateroverlast (bodem blank) zal mogelijk een probleem blijven of worden, vanwege de beperkte

mogelijkheden voor het uitvoeren van adaptatiemaatregelen en de effectiviteit hiervan. De toename hiervan ten opzichte van het huidige klimaat is echter beperkt.

#### **Lelie**

De mogelijke klimaatrisico's voor de teelt van lelies zijn hevige regenval, zomers nat weer waardoor de kans op Botrytis en Fusarium toeneemt en hagel de meest risicovolle klimaatfactoren.

De toename van de klimaatextremen in 2040 ten opzichte van de huidige situatie is gering. De extremen kunnen echter wel grote schade veroorzaken. Vooral nog lijkt vanwege het ontbreken van adequate maatregelen voor de bestrijding van Botrytis en Fusarium lijken deze ziekten de belangrijkste aandachtspunten te worden. Mogelijk dat hagel eveneens een (groter) probleem wordt.

#### **Koolzaad**

Slechts harde wind vormt mogelijk een klimaatrisico voor de teelt van koolzaad. Deze gebeurtenis komt echter niet veel vaker voor ten opzichte van de huidige situatie. Door het toepassen van sterke gewassen en groeiregulatoren kan de impact (legering) worden beperkt. Tot 2040 zijn geen maatregelen nodig. Richting 2100 zullen mogelijk maatregelen nodig zijn om insectenschade te beperken of voorkomen.

#### **Gras**

Perioden met aanhoudend hete dagen zijn mogelijk risico's voor grasland in 2040. Schade kan echter beperkt worden door goed graslandmanagement. De veehouder heeft verschillende mogelijkheden om de graszode te herstellen. Mogelijk dat de sector weidemengsels moet aanbieden met (een groter aandeel) hittetolerante rassen. Technologische ontwikkeling (waaronder precisielandbouw) kan worden benut en verder ontwikkeld om bv. problemen door droogte te beperken.

**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)