



**Landbouw en klimaat  
in Fryslân**



# Landbouw en klimaat in Fryslân

E.V. Elferink

A.A.C. Otto

E.A.P. van Well

CLM Onderzoek en Advies BV

Culemborg, juli 2009

CLM 709 - 2009

**Abstract**

(Broeikasgasemissie, klimaat, landbouw, Fryslân)

In opdracht van de provincie Fryslân zijn de broeikasgasemissies van de landbouw binnen deze provincie in kaart gebracht. Het betreft de emissies uit de jaren 1990 en 2007. Daarnaast worden maatregelen beschreven om tot emissiereductie te komen en is een scenario doorgerekend voor 2020.

**Oplage**

50

# Inhoud

---

Inhoud	
Samenvatting	I
1 Inleiding	1
1.1 Doelen	1
1.2 Opzet	2
2 Broeikasgassen en energiegebruik	3
2.1 Afbakening	3
2.2 Berekeningsmethodiek	3
2.3 Kort-cyclische CO <sub>2</sub>	6
2.4 Arealen in Fryslân	8
2.5 De Friese veestapel	9
2.6 Resultaten broeikaseffectberekening	9
2.7 Vergelijking met landelijke en regionale cijfers	13
2.8 Ontwikkeling ten opzichte van 1990	14
2.9 Concluderend	15
3 Reductieopties en potentiëlen	17
3.1 Voer- en diermaatregelen	17
3.1.1 Verlagen N-gehalte mest	18
3.1.2 Rantsoensamenstelling	19
3.1.3 Meer melk per koe	20
3.1.4 Verhoging levensduur melkvee en minder jongvee	21
3.2 Bemesting	22
3.2.1 Verlagen N-bemesting via kunstmest	22
3.2.2 Splitsen van de N-giften	23
3.2.3 Verandering van kunstmestsoort	23
3.2.4 Mest- en co-vergisting op individueel bedrijf of collectief	24
3.2.5 Overige mestmaatregelen	25
3.3 Bodemmaatregelen	26
3.3.1 Graslandmanagement, scheuren	26
3.3.2 Beweiding	27
3.4 Energiebesparing	27
3.4.1 Melkveehouderij	27
3.4.2 Pluimveehouderij	28
3.4.3 Varkenshouderij	28
3.4.4 Glastuinbouw	28
3.5 Ammoniakmaatregelen	29
3.6 Concluderend	29
4 Scenario's 2020	31
4.1 Basisscenario	31
4.2 Productiestijging door wegvallen melkquotum	33
4.3 Aanvullende ambities	34
4.4 Concluderend	38

5	Financieringsmogelijkheden	39
5.1	Financieringssystemen	39
5.1.1	Emissiehandel	39
5.1.2	Aanplanten van bomen	40
5.1.3	Vastleggen CO <sub>2</sub> in de bodem	41
5.1.4	Energie voor derden	42
5.1.5	Concluderend	43
	Bronnen	45
	Bijlage 1 Kwantificering broeikaseffect van Friese landbouw	47

# Samenvatting

---

Landbouw en klimaat zijn nauw met elkaar verbonden. Het klimaat bepaalt op welke wijze landbouw kan worden uitgevoerd. Tegelijk levert de landbouw een bijdrage aan de emissie van broeikasgassen, die op hun beurt zorgen voor een verandering van het klimaat. Niet alleen CO<sub>2</sub>, maar ook methaan en lachgas leveren hieraan een belangrijke bijdrage. Juist bij de productie van deze laatste twee speelt de landbouw een belangrijke rol: volgens internationale berekeningen is de Nederlandse landbouw verantwoordelijk voor ongeveer 13% van de uitstoot van broeikasgassen in Nederland; wat methaan en lachgas betreft komt ongeveer de helft voor rekening van de landbouw. Methaan en lachgas hebben echter een veel groter broeikaspotentieel dan kooldioxide (CO<sub>2</sub>), respectievelijk 21 en 310 keer zo groot. In deze rapportage wordt de emissie van de productie van bijv. kunstmest en krachtvoer, ook als dat buiten Nederland of Fryslân gebeurt, aan de landbouw toegerekend.

## **Broeikasgasemissies Friesland**

Totaal ligt de bijdrage van de landbouw op ongeveer 18% van de broeikasgasemissies in Nederland. In Fryslân ligt dit met 3,5 Mton CO<sub>2</sub>-eq op ongeveer 46%, afhankelijk van de toerekening van enkele bronnen en het al dan niet meerekenen van veenmineralisatie. Dit hoge percentage komt door de relatief grote melkveehouderij sector en de afwezigheid van industrieën met een hoge klimaatbelasting. De uitstoot van broeikasgassen uit de landbouw in de provincie Friesland bedraagt ongeveer 9,6% van de landelijke uitstoot uit de landbouw (excl. de vrijkomende broeikasgassen door mineralisatie van de veengronden). Van de Nederlandse uitstoot uit veenmineralisatie is 23%-30% afkomstig uit de provincie Friesland.

De melkveehouderij levert met 69% de grootste bijdrage aan de emissies; 27% van de emissies komt vrij uit pensfermentatie in voornamelijk de melkveehouderij. Gevolgd door veevoerproductie (20%) en directe bodememissies (17%).

Sinds 1990 is de emissie van broeikasgassen vanuit de landbouw in Fryslân met 11% gedaald<sup>1</sup>. Deze, ten opzichte van landelijk (17%), relatief lage reductie is te verklaren uit het feit dat de afname van het aantal melkkoeien in Fryslân in de periode 1990-2007 lager lag dan de landelijke afname van het aantal melkkoeien. De grootste relatieve reductie is behaald in de sectoren varkenshouderij, fruitteelt schapenhouderij, en groenvoedergewassen. Dit is vooral het gevolg van een afname in dier aantallen, efficiëntie verbetering en afname van het gebruik van meststoffen. Daarentegen zijn de emissies uit de sectoren glastuinbouw, bloembollen, geitenhouderij en vleeskuikens relatief sterk gestegen door groei van deze sectoren. In absolute zin is de grootste reductie behaald door de melkveehouderij. Deze reductie is grotendeels het gevolg van de afnemende dieraantallen (bij een vrijwel gelijk gebleven melkproductie) en toenemende efficiëntie in voeding en bemesting.

---

<sup>1</sup> In het Verdrag van Kyoto heeft Nederland zich in emissiereductie van 6% ten doelgesteld in 2012 t.o.v. 1990. Voor 2020 heeft de EU zich ten doelgesteld de broeikasgassen met 20% te reduceren t.o.v. 1990. In het convenant 'Schoon en zuinig' heeft Nederland zich ten doelgesteld om 30% van de broeikasgasemissie te reduceren in 2020 t.o.v. 1990.

## Reductiemaatregelen

Om de broeikasgasemissies in de provincie Friesland te reduceren zijn er maatregelen mogelijk voor emissiereductie op vier gebieden:

- Veevoer- en diermaatregelen;
- Bemestingsmaatregelen;
- Bodemaatregelen;
- Energiebesparingsmaatregelen.

Op het gebied van veevoer- en diermaatregelen bieden de verhoging van de levensduur van de melkkoe (en daarmee samenhangend een afname van het aantal stuks jongvee) en het verhogen van de melkproductie per koe, waarbij in principe het aantal melkkoeien en stuks jongvee om laag zou kunnen met een gelijkblijvende bedrijfsproductie, het hoogste reductiepotentieel. Wat dit laatste betreft zal dat in de praktijk betekenen dat het aantal dieren gelijk blijft, maar de totale melkproductie op het bedrijf toeneemt.

Wat betreft bemesting springt mestvergisting uit de lijst met een hoog emissiereductiepotentieel. Aandachtspunt daarbij is wel dat eventuele co-vergisting mogelijk negatief kan werken. Beperking van de kunstmestgift en gebruik van andere kunstmestsoorten (in het bijzonder vloeibare) en kunstmestvervangers kunnen ook besparingen opleveren.

Reductie vanuit de bodem is vooral mogelijk door het minder scheuren van grasland (in het bijzonder in het veenweidegebied).

Energiebesparingsmaatregelen zijn interessant omdat ze de sector soms in financieel opzicht ook nog wat kunnen opleveren. Relatief levert dit in Friesland een beperkte emissiereductie op. Dit komt vooral doordat de emissie vanwege energiegebruik, maar een klein deel van de totale broeikasgasemissie vanuit de landbouw vormt. Zouden alle reductie maatregelen uit dit hoofdstuk per direct worden doorgevoerd dan geeft dat een totale broeikasgasemissiereductie voor de Friese landbouw van 16,0%.

**Tabel 1 Overzicht emissiereducerende maatregelen en potentiële reductie.**

§	Maatregel	Potentiële reductie (kton CO <sub>2</sub> -eq)	Reductie (%)
<b>3.1</b>	<b>Veevoer- en diermaatregelen</b>	<b>337,7</b>	<b>9,7</b>
3.1.1	Verlagen N-gehalte in de mest	52,1	1,5
3.1.2	Rantsoensamenstelling	70,4	2,0
3.1.3	Meer melk per koe	146,6	4,2
3.1.4	Verhoging levensduur	68,6	2,0
<b>3.2</b>	<b>Bemestingsmaatregelen</b>	<b>182,1</b>	<b>5,2</b>
3.2.1	Verlagen kunstmestgift grasland	24,6	0,7
	Verlagen kunstmestgift akkerbouw	4,2	0,1
3.2.2	Splitsen van N-giften	3,4	0,1
3.2.3	Verandering kunstmestsoort	41,2	1,2
3.2.4	Mestvergisting	108,7	3,1
<b>3.3</b>	<b>Bodemaatregelen</b>	<b>15,7</b>	<b>0,4</b>
3.3.1	Beperking graslandscheuren	7,3	0,2
3.3.2	Beweidingsmaatregelen	8,4	0,2
<b>3.4</b>	<b>Energiebesparingsmaatregelen</b>	<b>36,7</b>	<b>1,1</b>
3.4.1	Energiebesparing melkvee (stroom)	14,2	0,4
3.4.1	Energiebesparing melkvee (diesel)	8,2	0,2
3.4.2	Energiebesparing pluimvee (gas en stroom)	1,7	0,1
3.4.2	Energiebesparing varkens	1,6	0,1
3.4.3	Energiebesparing glastuinbouw	11,0	0,3
	<b>Totaal</b>	<b>572,2</b>	<b>16,0</b>



### Scenario berekeningen

Voor de provincie zijn een drietal scenario's tot 2020 doorgerekend;

- Basisscenario
- Los laten melkquotumscenario
- Ambitiescenario

Het basisscenario heeft betrekking op autonome ontwikkelingen zoals onderzocht door ZLTO. Hierin worden verwachte productiviteitsstijging, verhoging van voederconversie, aanscherping van mestregelgeving etc meegenomen. Dit scenario geeft geen emissie reductie in 2020 t.o.v. 2007.

In het tweede scenario is uitgegaan van het loslaten van het melkquotum met 10%, 20% en 30% stijging van de melkproductie tot gevolg. In dit scenario zijn geen specifieke klimaatmaatregelen genomen. Door het loslaten van het melkquotum zal de landbouw een aanzienlijk groter inspanning moet plegen om te voldoen aan het convenant schoon en zuinig.

Het derde scenario omvat naast het loslaten van het melkquotum de ambities van de provincie en LTO Noord. De ambities hebben betrekking op de thema's energiebesparing, reductie overige broeikasgassen (via voer en (kunst)mest/bodemspoor) en de productie van duurzame energie. Deze ambities leiden tot een aanzienlijke reductie in broeikasgasemissies vanuit de Friese landbouw van maximaal 44% t.o.v. 1990. Dit is grotendeels wel het gevolg van de ambities m.b.t. duurzame energieproductie. Zonder duurzame energieproductie zou de reductie maximaal 23% t.o.v. 1990 bedragen (zie tabel 2).

**Tabel 2** Overzicht uitkomsten scenario berekeningen voor Friesland.

Scenario	Emissie (kton)	Reductie t.o.v. 1990
1990	3930	0 %
2007	3488	11 %
2020 basis	3453	11 %
2020 +10% melk	3399	13 %
2020 +20% melk	3578	9 %
2020 +30% melk	3755	4 %
2020 10% en ambitie	2322	44% (23%) <sup>2</sup>
2020 20% en ambitie	2485	39% (18%)
2020 30% en ambitie	2646	35% (14%)

### Financieringsmogelijkheden

Er zijn diverse financieringssystemen in omloop waarmee emissiereducerende maatregelen in de landbouw kunnen worden bekostigd. Onderzochte mogelijkheden zijn: emissiehandel; aanplanten van bomen; vastlegging CO<sub>2</sub> in de bodem; energie voor derden. In de onderstaande tabel zetten we de genoemde mogelijkheden op een rij. Daarbij hebben we steeds aandacht voor de financiële haalbaarheid, de praktische uitvoerbaarheid en de controleerbaarheid. Bij de beoordeling maken we een inschatting van toepassing op grote schaal.

<sup>2</sup> Reductiepercentage wanneer reductie t.g.v. duurzame energie niet wordt toegerekend aan landbouwsector.

	Financiële haalbaarheid	Praktische uitvoer- baarheid	Controleerbaarheid
Emissiehandel	++	+	±
Aanplant van bomen	-	++	++
Vastleggen CO <sub>2</sub> in de bodem	++	±	±
Energie voor derden	-	++	++

De economisch meest interessante maatregelen lijken; aansluiten bij het huidige Europese emissiehandel systeem en vastleggen van CO<sub>2</sub> in de bodem. De controleerbaarheid en praktisch uitvoerbaarheid zijn voor deze systemen echter lastig. Het aanplanten van bomen en het winnen van energie voor derden zijn daarentegen goed uitvoerbaar maar hebben een laag economisch rendement. Vanwege de praktische uitvoerbaarheid bieden laatst genoemde maatregelen het meeste perspectief. Voor het vastleggen van CO<sub>2</sub> in de Nederlandse landbouwbodem dient eerst meer duidelijkheid te komen m.b.t. welke mogelijkheden en maatregelen effectief zijn. Aansluiten bij het huidige emissiehandelssysteem lijkt alleen haalbaar wanneer een ketenpartij (bijvoorbeeld zuivelcoöperatie of veevoerproducent) hierbij het initiatief neemt.

# 1 Inleiding

---

Landbouw en klimaat zijn nauw met elkaar verbonden. Het klimaat bepaalt in belangrijke mate op welke wijze landbouw kan worden uitgevoerd. De laatste jaren is meer en meer bekend geworden dat landbouw bijdraagt aan de uitstoot van broeikasgassen en zo mede verantwoordelijk is voor de verandering van het klimaat. De emissie van broeikasgassen uit de landbouw laat zich onderscheiden in kooldioxide (CO<sub>2</sub>) door fossiel energiegebruik (bijv. verlichting in kassen en dieselgebruik door machines), methaan (CH<sub>4</sub>) door pensfermentatie van herkauwers en uit mestopslagen, en lachgas (N<sub>2</sub>O) uit bodemprocessen. Vooral wat betreft lachgas en methaan is de landbouw een belangrijke bron. Ongeveer de helft van de nationale emissie van deze broeikasgassen komt voor rekening van de landbouw.

De bijdrage van de Nederlandse landbouw aan de totale emissie van broeikasgassen in Nederland bedraagt volgens de NIR<sup>3</sup> 2008 13%. In deze rapportage wordt daarbij de invloed van de landbouw via gebruik van kunstmest en krachtvoer op de broeikasgasemissie opgeteld. Daarmee ligt de bijdrage van de landbouw totaal op ongeveer 18% van de broeikasgasemissies in Nederland.

Ook voor de provincie Fryslân speelt de reductie van broeikasgassen de komende jaren een rol. De landbouw is één van de producenten van broeikasgassen en daarmee een sector die aandacht krijgt. In dit onderzoek inventariseren we de omvang van de broeikasgasemissies uit de landbouw in de provincie en de mogelijkheden om via maatregelen te komen tot een reductie van deze emissies.

Met dit rapport willen we dit inzicht geven, waarmee het een opstap vormt voor een aanpak om samen met de landbouw te werken aan bewustwording en implementatie van reductie van broeikasgassen.

## 1.1 Doelen

Doel van dit project is:

- Inzicht in broeikasgasemissies van de verschillende landbouwsectoren in de provincie Fryslân.
- Inzicht in de verhouding tussen broeikasgasemissies in de provincie en op landelijk niveau.
- Inzicht geven in de belangrijkste opties voor reductie in broeikasgasemissies in de verschillende landbouwsectoren.
- Inzicht geven in mogelijke financieringssystemen om emissie reducties te verwaarden.
- Inzicht geven in de ontwikkeling van broeikasgasemissies tot 2020.

---

<sup>3</sup> De NIR (National Inventory Report) is de officiële rapportage, doorgegeven onder de UNFCCC en het Kyoto Protocol en gecontroleerd door de IPCC, betreffende de broeikasgasemissies in Nederland.

## 1.2 Opzet

De opzet van de rapportage is als volgt:

- In hoofdstuk 2 beschrijven we de broeikasgasemissies en het energiegebruik in de Friese 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 geven we de resultaten van enkele specifieke scenario's voor het jaar 2020.
- In hoofdstuk 5 geven we een beschouwing van mogelijke financieringssystemen voor emissiereducerende maatregelen.

# 2 Broeikasgassen en energiegebruik\_\_\_\_\_

## 2.1 Afbakening

Voor het bepalen van het broeikasemissie-effect van de Friese 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 broeikasemissie-effect wordt veroorzaakt door de broeikasgassen kooldioxide ( $\text{CO}_2$ ), methaan ( $\text{CH}_4$ ), lachgas ( $\text{N}_2\text{O}$ ) en fluorhoudende gassen (HFK, CFK en SF6). Het belangrijkste broeikasgas uit de Friese landbouw is niet  $\text{CO}_2$  ten gevolge van fossiele energie, maar de broeikasgassen methaan ( $\text{CH}_4$ ), uit mestopslag en door pensfermentatie van herkauwers, en lachgas ( $\text{N}_2\text{O}$ ), uit mestopslag en middels bodemprocessen.

In deze analyse zijn de broeikasgasemissies bepaald voor de veehouderij, de tuinbouw en de akkerbouw. Voor de veehouderij zijn de broeikasgasemissies 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. Van de Friese tuinbouw zijn de broeikasgasemissies bepaald voor vollegrondsgroenten, gewassen onder glas, fruit en bloemen en sierplanten. Van de akkerbouw zijn voor alle gewassen de broeikasgasemissies in kaart gebracht.

## 2.2 Berekeningsmethodiek

Voor het berekenen van het broeikasemissie-effect van de Friese landbouw is gebruik gemaakt van de IPCC benadering (VROM, 2007) gecombineerd met het toerekenen van emissies ontstaan in de keten. De emissies van de broeikasgassen methaan ( $\text{CH}_4$ ), lachgas ( $\text{N}_2\text{O}$ ) en koolstofdioxide ( $\text{CO}_2$ ) worden berekend voor de belangrijkste emissiebronnen (Tabel 2.1). Hieronder volgt een korte beschrijving van deze emissiebronnen en hoe ze zijn berekend.

*Stalmest emissies.* Uit de stal en bij de opslag van mest komen door biologische processen emissies van  $\text{CH}_4$  en  $\text{N}_2\text{O}$  vrij. Deze emissie zijn meegerekend in dit rapport en berekend volgens IPCC protocol 4B.

*Bodememissies direct.* Door het gebruik van stikstof in mest en kunstmest komt lachgas ( $\text{N}_2\text{O}$ ) 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. De lachgasemissies zijn berekend volgens de IPCC protocol 4D. In deze analyse zijn de emissies uit de bodem als gevolg van dierlijke mest toegerekend aan de Friese landbouw ook als deze mest niet wordt gebruikt in Fryslân zelf.

*Bodememissies indirect.* Indirect wordt lachgas gevormd in bodem en aquatische systemen ten gevolge van stikstof verliezen. 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 Friese Landbouw. Ten tweede wordt via denitrificatie lachgas gevormd in bodem en grondwater door uitspoeling van stikstof. De indirecte lachgasemissies zijn berekend volgens IPCC protocol 4D. Emissies als gevolg van dierlijke mest zijn toegerekend aan de Friese landbouw.

*Pensfermentatie.* 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. De methaanemissie door pensfermentatie zijn berekend volgens IPCC protocol 4A.

*Bedrijfsemisies.* 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 grondstof aanwending.* 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. Er is in deze analyse daarom gekozen om deze emissie toe te rekenen aan de landbouw. Voor het gebruik van grondstoffen zijn specifieke emissiefactoren beschikbaar. Per bedrijf, dier en/of gewas wordt bepaald hoeveel van een grondstof verbruikt is. De hoeveelheden worden vermenigvuldigd met de specifieke emissiefactoren.

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

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

*Verandering organische stofbalans bodem.* Er is veel onzekerheid en onbekendheid over emissies uit de bodem ten gevolge van en verandering in de organische stofbalans om een goede kwantificering mogelijk te maken. Daarom zijn de gevolgen van de verandering in de organische stofbalans van de bodem niet meegenomen in deze analyse. Uitzondering hierop is veenmineralisatie.

Om de bijdragen van de verschillende broeikasgassen onderling en met de Nederlandse landbouw te vergelijken worden de emissies uitgedrukt in  $\text{CO}_2$ -eq. 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. Hierbij staat de emissie van 1 eenheid  $\text{N}_2\text{O}$ -eq aan 310 eenheden  $\text{CO}_2$  en 1 eenheid  $\text{CH}_4$ -eq aan 21 eenheden  $\text{CO}_2$ .

### **Emissie door bodemdaling veengrond**

*In Fryslân neemt de totale oppervlakte veengronden af door verlaagde grondwaterstanden. Om op de veengebieden 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 emissie van CO<sub>2</sub> vanuit veengronden wordt door Kuikman e.a. (2005) beschreven. Per mm maaiveld daling per ha wordt per jaar gemiddeld 2259 kg CO<sub>2</sub> uitgestoten. Omgerekend naar de geschatte bodemdaling per jaar voor de twee dominante peilvarianten van Friesland betekent dat de volgende productie van CO<sub>2</sub> (tabel):*

<b>Peil variant</b>	<b>GLG (cm)</b>	<b>Gem. GLG (cm)</b>	<b>Bodemdaling (mm/jr)</b>	<b>CO<sub>2</sub> Productie (kton/jr)</b>
<b>90/90 zp/wp</b>	80-100	90	14,5	1192
<b>60/90 zp/wp</b>	70-80	75	11	905

*Volgens de laatste IPCC-methodiek (2008) wordt de emissie van N<sub>2</sub>O die vrijkomt bij veenmineralisatie in zijn geheel toegerekend aan de landbouw. Volgens deze systematiek wordt gerekend met 4,7 kg N<sub>2</sub>O-N per ha per jaar. Dat komt voor de Friese situatie met 36.400 ha veengrond overeen met 269 ton N<sub>2</sub>O ofwel 83 kton CO<sub>2</sub>-eq (CLM, 2008). De totale emissies ten gevolge van veenoxidatie uit de Friese landbouw is 988 kton bij 60/90 zp/wp en 1275 kton 60/90 zp/wp. Dit komt respectievelijk overeen met 23% en 30% van de broeikasgasemissie ten gevolge van veenoxidatie in Nederland.*

*Voor onzekerheden en nadere uitleg op bovenstaande berekening zie 'Veenweide en Fryslân, werkdocument' (CLM, 2009)*

Voor het berekenen van het broeikas effect zijn inputgegevens nodig van het aantal dieren en het areaal in Fryslân. In de paragrafen 2.4 en 2.5 wordt een overzicht gegeven van het aantal dieren en het areaal. Daarnaast worden enkele opvallende kenmerken van de Friese landbouw besproken.

**Tabel 2.1 Meegerekende emissiebronnen en processen.**

Emissiebronnen/processen	Broeikasgas	Meegerekend (J/N)
Stalmest-emissies	N <sub>2</sub> O, CH <sub>4</sub>	J
Bodememissies direct	N <sub>2</sub> O	J
Bodememissies indirect	N <sub>2</sub> O	J
Pensfermentatie	CH <sub>4</sub>	J
Bedrijfsemisies	CO <sub>2</sub> -eq	J
Emissies grondstof aanwending	CO <sub>2</sub> -eq	J
Emissies mesttransport	CO <sub>2</sub> -eq	N
Emissie door veenmineralisatie	N <sub>2</sub> O	In bodememissies direct <sup>4</sup>
Emissie door veenmineralisatie	CO <sub>2</sub>	vermeld
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 Kort-cyclische CO<sub>2</sub>

Recentelijk is er veel aandacht geweest voor het feit dat gewassen bijdragen aan de vermindering van het broeikas effect. Tijdens de groei nemen gewassen zoals gras en maïs immers CO<sub>2</sub> op uit de atmosfeer. Met name gewassen zoals suikerbieten nemen per hectare veel CO<sub>2</sub> op. De onttrekking van CO<sub>2</sub> uit de atmosfeer is, echter, bij landbouwgewassen maar zeer tijdelijk. Na de oogst worden gewassen doorgaans binnen een jaar opgegeten door mens en/of dier. Dan komt de vastgelegde CO<sub>2</sub> weer vrij en terug in de atmosfeer. Ondertussen wordt er wel jaarlijks fossiele energie gebruikt o.a. om het gewas te verbouwen, te oogsten, te koelen en voor de productie van kunstmest, waardoor extra CO<sub>2</sub> vrijkomt.

Klimaatverandering kan wel vertraagd worden door CO<sub>2</sub> in planten vast te leggen maar dan moet het ook echt voor lange tijd, honderd jaar of langer vastliggen. Dit is bijvoorbeeld het geval bij bomen/bossen die vele decennia blijven staan en waarvan de producten (planken, balken, meubels, papier etc.) ook decennia in omloop blijven voordat ze vaak worden verbrand. Dit laatste zorgt vervolgens ook nog eens voor een besparing van fossiele energie. Daarnaast worden bosbodems niet jaarlijks bewerkt of voorzien van kunstmest.

Omdat er in de praktijk veel verwarring bestaat over bijvoorbeeld de opname van CO<sub>2</sub> door gewassen beschrijven we hieronder in meer detail de kort-cyclische CO<sub>2</sub>-kringloop.

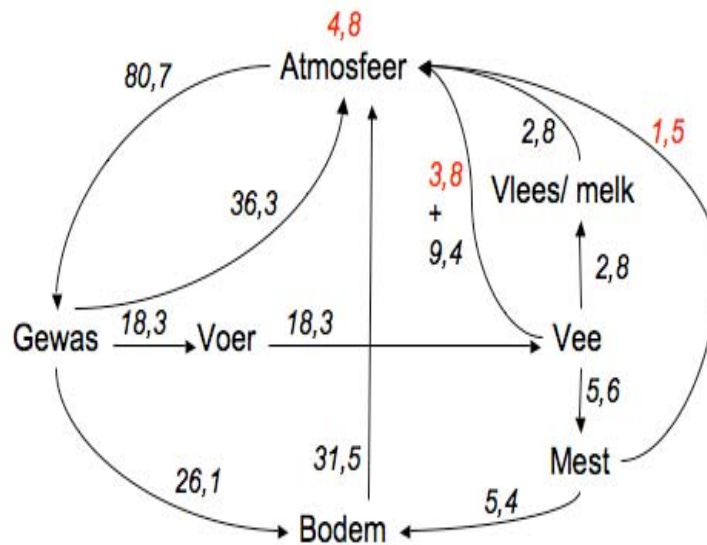
Tijdens de groei nemen gewassen zoals gras en maïs CO<sub>2</sub> op uit de atmosfeer. Na de oogst worden deze gewassen opgegeten. Dan komt de vastgelegde CO<sub>2</sub> weer vrij en terug in de atmosfeer. Dit is een korte cyclus, minder dan 10 jaar. De vastlegging en emissie van dergelijke kort-cyclische CO<sub>2</sub> wordt niet meegenomen in broeikasgasemissie berekeningen omdat het geen netto effect heeft op klimaatverandering. Immers klimaatverandering is iets wat zich over een veel langere termijn afspeelt. 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.

<sup>4</sup> Zie ook pagina 3 'bodem emissies direct'.



Negatief scoort ook de omzetting van CO<sub>2</sub> door fermentatie processen in CH<sub>4</sub>. CH<sub>4</sub> heeft een veel groter broeikaspotentieel dan CO<sub>2</sub> en wordt gemiddeld na 12 jaar afgebroken. Het extra gemiddelde broeikasgaseffect van CH<sub>4</sub> over 100 jaar (omzetting van CO<sub>2</sub> naar CH<sub>4</sub>) is daarom wel meegenomen in de emissieberekeningen en uitgedrukt in CO<sub>2</sub>-eq.

Figuur 2.1 geeft de kort-cyclische CO<sub>2</sub> kringloop voor melkvee uitgaande van het gebruik van alleen grasland. De rode cijfers zijn de CO<sub>2</sub>-eq (ton/ha) ten gevolge van het omzetten van CO<sub>2</sub> in CH<sub>4</sub>. De voor deze berekening gebruikte gegevens staan in bijlage 1.



**Figuur 2.1 Kort-cyclische CO<sub>2</sub>-kringloop van grasland begraast door melkvee uitgedrukt in ton CO<sub>2</sub>-eq/ha/jaar.**

Grasland neemt per ha 80,7 ton CO<sub>2</sub>-eq in de vorm van CO<sub>2</sub> op uit de atmosfeer. Via verschillende processen wordt de vastgelegde CO<sub>2</sub> weer afgegeven aan de atmosfeer. Een belangrijk deel van de vastgelegde CO<sub>2</sub> komt door uitademing van CO<sub>2</sub> door het gras tijdens de donkerreactie binnen een dag vrij (36,3 ton CO<sub>2</sub>-eq). Slechts een klein deel van de vastgelegde CO<sub>2</sub> (18,3 ton CO<sub>2</sub>-eq) wordt door het melkvee opgenomen. De snelheid waarmee deze vastgelegde CO<sub>2</sub> wordt afgegeven aan de atmosfeer is o.a. afhankelijk van wanneer het gras wordt opgenomen door het melkvee (vrijwel altijd binnen een jaar) en na hoeveel tijd de mest wordt gebruikt en de melk en het vlees worden geconsumeerd (meestal binnen enkele maanden). De CO<sub>2</sub> in de geconsumeerd melk en het vlees komt door mensen via uitademing of ontlasting, die vervolgens wordt afgebroken door bacteriën, weer terug in de atmosfeer.

Een groot deel van de door gras vastgelegde CO<sub>2</sub> komt direct via gewasresten of indirect via dierlijke mest in de bodem terecht. In Nederland is het organische stofgehalte in minerale landbouwbodems gemiddeld constant en dus in evenwicht. Via bodemprocessen wordt de in de bodem vastgelegde CO<sub>2</sub> dus weer afgegeven.

Een klein deel van de in het gewas (gras) vastgelegde CO<sub>2</sub>, 0,5 ton CO<sub>2</sub>, wordt via pensfermentatie en mestvergisting omgezet in CH<sub>4</sub>. Vanwege het verschil in molecuulgewicht (44 vs 16) en broeikaspotentieel (1 vs 21) tussen CO<sub>2</sub> en CH<sub>4</sub> levert deze omzetting een netto bijdrage aan de broeikasgasemissie van 4,8 ton CO<sub>2</sub>-eq per

ha grasland per jaar. Wanneer het gras niet door rundvee wordt gegeten maar door bijvoorbeeld schapen of paarden dan is de emissie van methaan beduidend lager aangezien deze dieren minder methaan produceren per kilo gras.

## 2.4 Arealen in Fryslân

Het areaal landbouwgrond in Fryslân beslaat 234.151 ha wat gelijk is aan 12,9% van het Nederlandse landbouwareaal. Tabel 2.2 geeft een overzicht van de landbouw-arealen in Fryslân in 2007 zoals meegenomen in deze analyse. Het percentage grasland ligt in Fryslân hoger dan gemiddeld in Nederland, terwijl het percentage 'echte' akkerbouwproducten ruim beneden het landelijke gemiddelde ligt. Vollegrondsgroente, fruit, glastuinbouw en bloemen, bloembollen en planten zijn zeer beperkt van omvang in de provincie. De grootste teelt na grasland is mais; hiervan wordt in Fryslân 19.301 ha verbouwd, ofwel 8,7% van de landelijke productie.

*De gegevens over arealen en veestapel in deze rapportage zijn afkomstig van CBS. Per 2006 heeft het CBS de indeling van gewassen gewijzigd. Hiermee is onder andere een deel van het vollegrondsgroenteareaal verschoven naar akkerbouw. In deze rapportage hanteren we de CBS-indeling van 2007, ook voor het referentiejaar 1990. Daarmee kan er sprake zijn van een afwijkend areaal bij vergelijking met andere rapportages.*

**Tabel 2.2 Landbouwarealen in Fryslân en Nederland in 2007.**

	Fryslân (ha)	% van Fryslân	Nederland (ha)	% van NL	Fryslân / NL (%)
Akkerbouwgewassen	23.005	9,8	562.911	30,9	4,1
Mais <sup>5</sup>	19.301	8,2	221.554	12,2	8,7
Grasland <sup>3</sup>	189.758	81,0	1.016.380	55,9	18,7
Braak <sup>6</sup>	763	0,3	17.060	0,9	4,5
Vollegrondsgroente	503	0,2	25.869	1,4	1,9
Fruit open grond	60	0,0	18.807	1,0	0,3
Glastuinbouw	135	0,1	10.374	0,6	1,3
Bloemen, bollen en planten	627	0,3	41.165	2,3	1,5
<b>Totaal</b>	<b>234.151</b>	<b>100,0</b>	<b>1.819.290</b>	<b>100,0</b>	<b>12,9</b>

Bron: CBS-statline (CBS, 2008)

<sup>5</sup> Mais en grasland worden verderop in deze rapportage aangeduid als 'groenvoedergewassen'.

<sup>6</sup> Na 2007 is de braakregeling afgeschaft en is het areaal braakland fors afgenomen. Dit werkt negatief op de emissies van broeikasgassen omdat inzaai van gewassen landbewerking en bemesting meebrengt en daarmee broeikasgassen.

## 2.5 De Friese veestapel

In verhouding tot het percentage landbouwgrond in Fryslân, worden relatief weinig dieren gehouden. Het aandeel varkens in de provincie is met 0,9% het kleinst, het aandeel schapen met 18,8% het grootst.

Gezien het aandeel grasland in de provincie en het aandeel rundvee dat wordt gehouden kan gesteld worden dat de rundveehouderij in Fryslân relatief extensief is.

**Tabel 2.3 Landbouwhuisdieren in Fryslân en Nederland in 2007.**

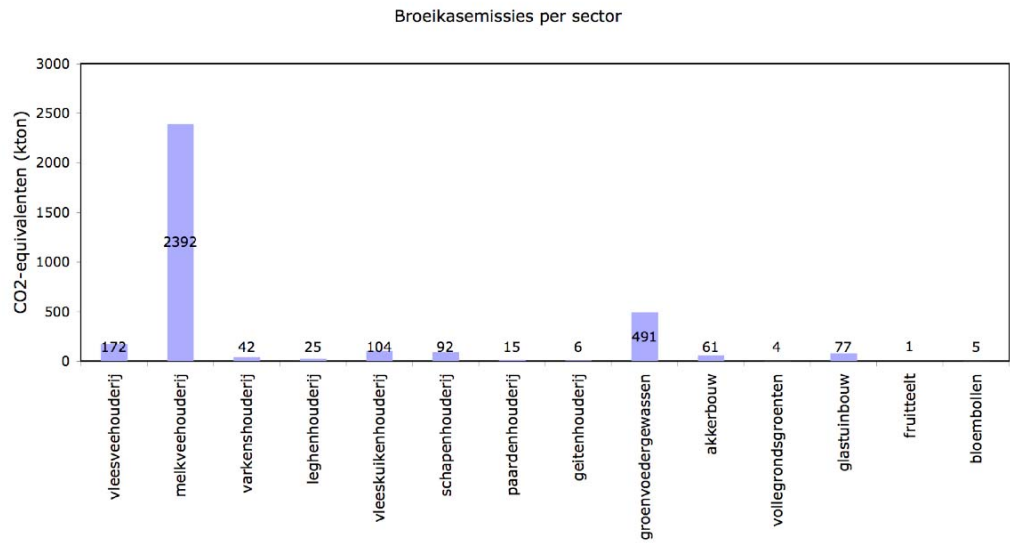
	Fryslân (aantal dieren)	Nederland (aantal dieren)	Fryslân/NL
Rundvee	507.996	3.762.784	13,5
Varkens	102.422	11.662.654	0,9
Leghennen	898.080	38.865.316	2,3
Vleeskuikens	6.314.846	50.421.182	12,5
Schapen	257.565	1.369.343	18,8
Geiten	10.469	223.252	4,7
Paarden <sup>7</sup>	12.745	133.524	9,5

Bron: CBS-statline (CBS, 2008).

## 2.6 Resultaten broeikasereffectberekening

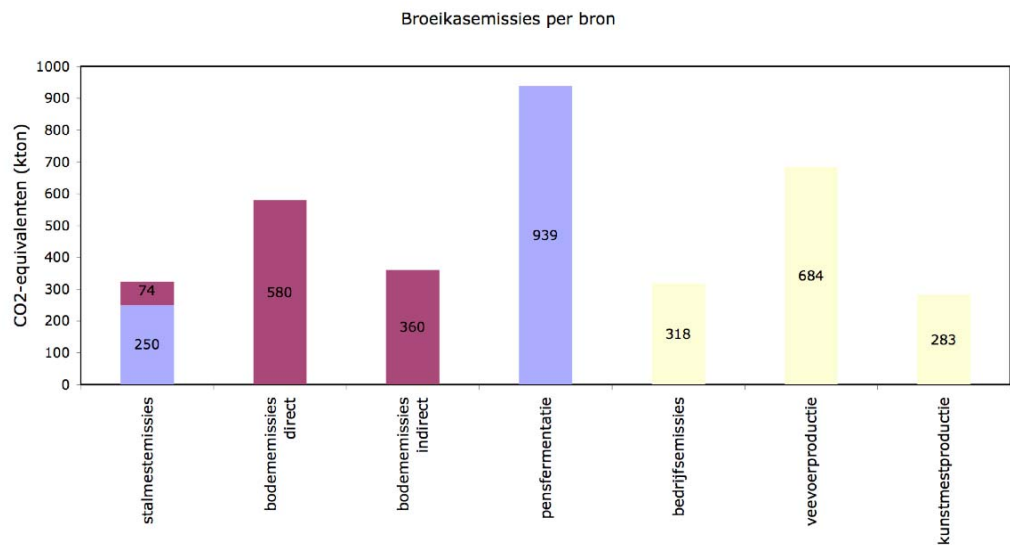
Op basis van de in paragraaf 2.2 besproken berekeningsmethodiek, de arealen en het aantal dieren is het broeikasereffect van de landbouw in de provincie Fryslân berekend op 3488 kton CO<sub>2</sub>-eq. De veestapel levert met 2988 kton CO<sub>2</sub>-eq een veel grotere bijdrage aan het broeikasereffect dan de gewassen, 500 kton CO<sub>2</sub>-eq. Opmerking hierbij is dat alle mest die vrijkomt aan de veestapel wordt toegerekend. Van alle sectoren draagt de melkveehouderij met 2392 kton CO<sub>2</sub>-eq het meest bij. Groenvoedergewassen en vleesveehouderij dragen daarna het meest bij met respectievelijk 491 kton CO<sub>2</sub>-eq en 172 kton CO<sub>2</sub>-eq. Overigens moet daarbij worden aangetekend dat de emissies van de groenvoedergewassen met name zijn toe te schrijven aan gras- en maïslaan. In werkelijkheid kan vrijwel de hele emissie van groenvoedergewassen aan de melkveehouderij worden toegeschreven.

<sup>7</sup> Het betreft hier uitsluitend paarden en pony's die op agrarische bedrijven worden gehouden.



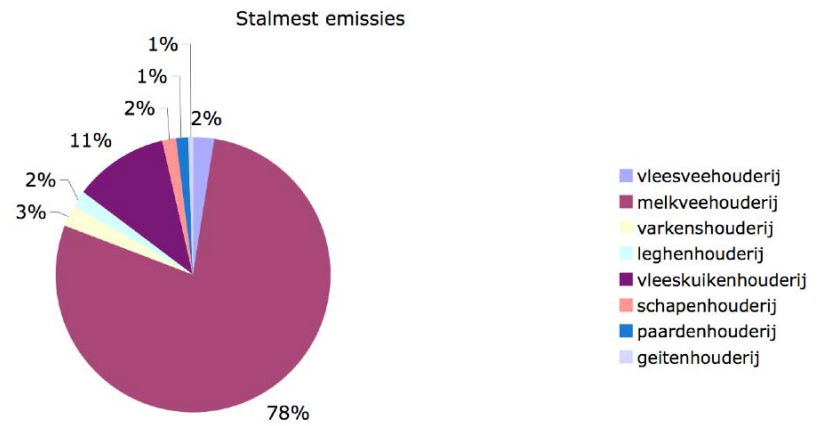
**Figuur 2.2** Het broeikaseffect van de Friese landbouw per sector.

Als we kijken naar de verschillende emissiebronnen (Figuur 2.3) dan blijkt dat pensfermentatie het hoogste scoort met 939 kton CO<sub>2</sub>-eq gevolgd door veevoerproductie (684 kton CO<sub>2</sub>-eq) en directe bodememissies (589 kton CO<sub>2</sub>-eq).

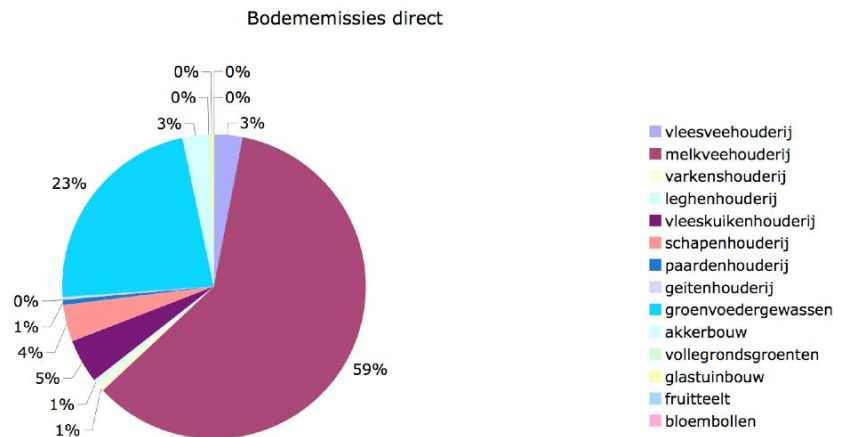


**Figuur 2.3** Het broeikaseffect van de Friese landbouw per emissiebron onderverdeeld per broeikasgas.

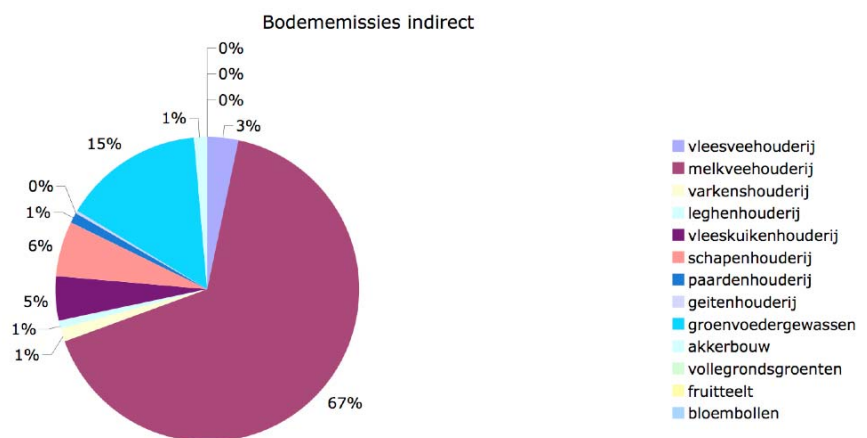
Figuur 2.4 t/m Figuur 2.10 laten een verdere onderverdeling zien van de emissiebronnen. Runderen veroorzaken veruit de meeste emissies bij alle emissiebronnen met uitzondering van de bedrijfsprocessen waar gewassen onder glas de grootste emissiebron is en de kunstmestproductie, waar akkerbouw de grootste bron vormt.



Figuur 2.4 Stalmest emissies onderverdeeld per diersoort.

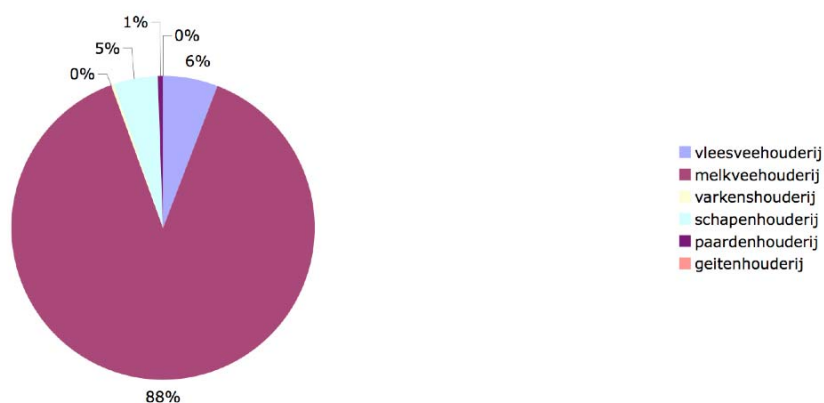


Figuur 2.5 Bodememissies direct uit de Friese landbouw.



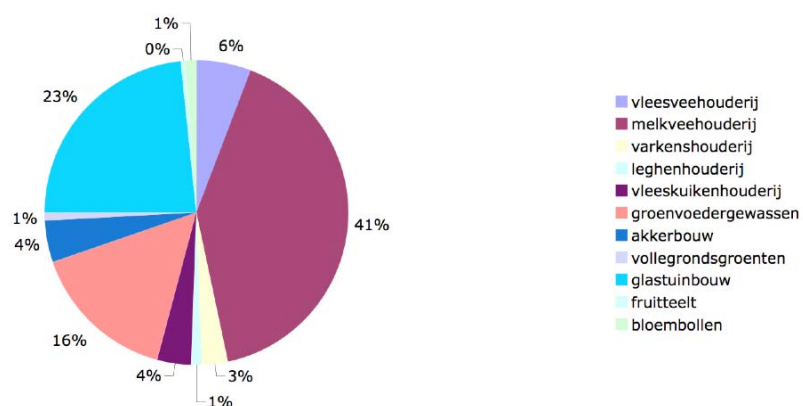
Figuur 2.6 Bodememissies indirect uit de Friese landbouw.

Pens- en darmfermentatie



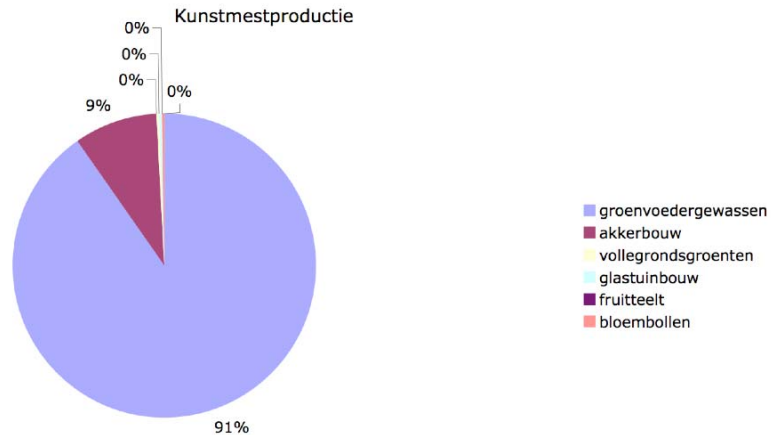
Figuur 2.7 Emissies door pensfermentatie onderverdeeld naar diersoort in Friesland.

Bedrijfsprocessen

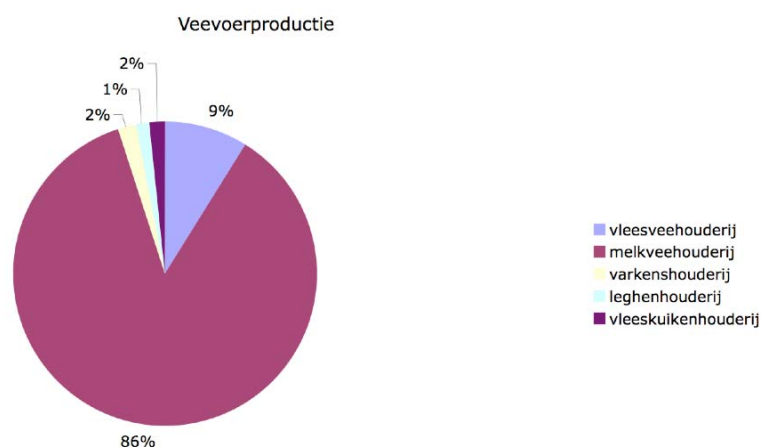


Figuur 2.8 Emissies uit bedrijfsprocessen in de Friese landbouw.

Kunstmestproductie



Figuur 2.9 Emissies door kunstmestaanwending in Friesland onderverdeeld naar de belangrijkste grondstoffen.



Figuur 2.10 Emissies door veevoer gebruik in Friesland onderverdeeld naar diersoort.

## 2.7 Vergelijking met landelijke en regionale cijfers

De broeikasgasemissies van de Friese landbouw dragen voor 9,6% bij aan de landelijke broeikasgasemissies uit de landbouw (Tabel 2.4). De emissies door bedrijfsprocessen zijn verhoudingsgewijs laag (3,2%) onder anderen door het lage aandeel glastuinbouw en varkenshouderij in Fryslân. Deze sectoren leveren landelijk de hoogste bijdrage aan emissies uit bedrijfsprocessen.

Tabel 2.4 Broeikasgasemissie per emissiebron in Friesland vergeleken met Nederland voor 2007 (kton CO<sub>2</sub>-eq).

	Fryslân	NL	Fryslân /NL
Stalmest emissies	324	3229	10,0%
Bodememissies direct	580	5617	10,8%
Bodememissies indirect	360	3104	12,0%
Pensfermentatie	939	6309	14,9%
Bedrijfsprocessen	318	9814	3,2%
Veevoerproductie	684	6392	10,7%
Kunstmestproductie	283	2384	11,9%
<b>Totaal exclusief mineralisatie</b>	<b>3488</b>	<b>36489</b>	<b>9,6%</b>
Mineralisatie veen	988	4246	23%
<b>Totaal inclusief mineralisatie</b>	<b>4476</b>	<b>40735</b>	<b>11,0%</b>

Tabel 2.5 laat de bijdrage van de Friese landbouw zien aan het broeikaspotentieel in vergelijking met de andere sectoren in de provincie Fryslân. Landbouw is met 3,5 Mton CO<sub>2</sub>-eq (exclusief mineralisatie) de sector met de hoogste emissies. Wordt uitsluitend volgens de IPCC-protocollen gerekend (exclusief kunstmest en veevoer), dan is de emissie 2,5 Mton CO<sub>2</sub>-eq.

**Tabel 2.5 Broeikasgasemissie per sector in Friesland voor 2007.**

Sector	Emissie (Mton CO <sub>2</sub> -eq)
Landbouw	2,52 (3,49)
Verkeer en vervoer	1,51
Consumenten	0,87
Energiesector	0,63
Overige industrie	0,44
Handel, Diensten en Overheid (HDO)	0,33
Afvalverwijdering	0,22
Riolering en waterzuiveringsinstallaties	0,05
Chemische Industrie	0,02
Bouw	0,02
Drinkwatervoorziening	0,00

Bron: [www.emissieregistratie.nl](http://www.emissieregistratie.nl) (2008) m.u.v landbouw.

## 2.8 Ontwikkeling ten opzichte van 1990

De broeikasgasemissies van de Friese landbouw zijn ten opzichte van 1990 met 11% gedaald (Tabel 2.6). De fruitteelt en varkenshouderij vertonen met een reductie van 61% en 47% de grootste daling. Deze emissiedaling is grotendeels toe te schrijven aan het teruglopende aantal varkens, afname van 31%, en areaal fruitteelt, afname van 48%. Na de varkenshouderij volgen schapenhouderij en akkerbouw met een daling van respectievelijk 31% en 19%. Opvallend is de beperkte daling in de melkveehouderij. Nam de emissie in die sector landelijk gezien af met 23%, in Fryslân bleef dit percentage steken op 11%. Die relatief beperkte daling is te verklaren uit het feit dat het aantal melkkoeien landelijk gezien in de periode 1990-2007 met 25% daalde, terwijl de afname van het aantal melkkoeien in Fryslân 15% bedroeg. Gelet op de grote bijdrage die de melkveehouderij aan broeikasgasemissie levert in de totale landbouw, is hiermee tevens een verklaring geleverd voor de relatief beperkte emissiereductie die de Friese landbouw heeft bereikt ten opzichte van de landelijke cijfers. Overigens is ook de groei van de vleeskuikensector en de glastuinbouw tezamen verantwoordelijk voor een toename van 3% van de provinciale landbouwemissies.

**Tabel 2.6 Reductie van broeikaseffect in de Friese landbouw vanaf 1990.**

Landbouwsector	1990 (kton CO <sub>2</sub> -eq)	2007 (kton CO <sub>2</sub> -eq)	Reductie (-=toename)
Vleesveehouderij	178,3	171,5	4%
Melkveehouderij	2695,5	2392,2	11%
Varkenshouderij	799,6	42,3	47%
Leghenhouderij	27,2	25,0	8%
Vleeskuikenuhouderij	55,0	103,8	-89%
Schapenhouderij	133,5	92,3	31%
Paardenhouderij	8,6	15,5	-81%
Geitenhouderij	2,1	6,4	-210%
Groenvoedergewassen	642,1	490,7	24%
Akkerbouw	75,4	61,1	19%
Vollegrondsgroententeelt	4,2	3,8	11%



**Vervolg tabel 2.6**

Landbouwsector	1990 (kton CO <sub>2</sub> -eq)	2007 (kton CO <sub>2</sub> -eq)	Reductie (-=toename)
glastuinbouw	23,7	76,9	-225%
Fruitteelt	3,8	1,5	61%
Bloembollenteelt	0,9	4,9	-422%
Totaal <sup>B</sup>	3930,3	3487,8	11%

Vanaf 1990 moet dierlijke mest worden ondergewerkt om de ammoniakemissies van landbouwgronden te reduceren. Dit heeft tot gevolg dat de directe emissie van N<sub>2</sub>O per kilogram aangewende stikstof toeneemt. De indirecte emissie neemt echter af. De totale stikstofexcretie in Fryslân is in de periode 1990-2007 gedaald van 70,1 kton in 1990 naar 55,5 kton in 2007, ofwel -21%). De directe lachgasemissie uit de bodem als gevolg van dierlijke mest aanwending is afgenomen van 638 kton CO<sub>2</sub>-eq uit N<sub>2</sub>O naar 580 kton CO<sub>2</sub>-eq, een reductie van 9%. Zonder verandering in mest aanwendingstechnieken was de directe lachgasemissie uit de bodem afgenomen tot 449 kton CO<sub>2</sub>-eq, een afname van 30%.

## 2.9 Concluderend

De broeikasgasemissie van de Friese landbouw bedraagt 3,5 Mton CO<sub>2</sub>-eq, afhankelijk van de toerekening van enkele bronnen en het al dan niet meerekenen van veenmineralisatie. Dit komt overeen met 46% van de totale broeikasgasemissie van de provincie Friesland.

De uitstoot van broeikasgassen uit de landbouw in de provincie Friesland komt overeen met 9,6% van de landelijke uitstoot uit de landbouw (excl. de vrijkomende broeikasgassen door mineralisatie van de veengronden). Van de Nederlandse uitstoot uit veenmineralisatie is 23%-30% afkomstig uit de provincie Friesland.

De melkveehouderij levert met 69% de grootste bijdrage aan de emissies; 27% van de emissies komt vrij uit pensfermentatie in met name de melkveehouderij. Gevolgd door veevoerproductie (20%) en directe bodememissies (17%).

Sinds 1990 is de emissie van broeikasgassen vanuit de landbouw in Fryslân met 11% gedaald<sup>9</sup>. Deze, ten opzichte van landelijk (17%), relatief lage reductie is te verklaren uit het feit dat de afname van het aantal melkkoeien in Fryslân in de periode 1990-2007 lager lag dan de landelijke afname van het aantal melkkoeien.

De grootste relatieve reductie is behaald in de sectoren varkenshouderij, fruitteelt schapenhouderij, en groenvoedergewassen. Dit is met name het gevolg van een afname in dier aantallen, efficiëntie verbetering en afname van het gebruik van meststoffen. Daarentegen zijn de emissies uit de sectoren glastuinbouw, bloembollen, geitenhouderij en vleeskuikens relatief sterk gestegen door groei van deze sectoren. In absolute zin is de grootste reductie behaald door de melkveehouderij. Deze reductie is

<sup>8</sup> In deze cijfers is veenmineralisatie niet meegenomen, omdat deze niet per sector bekend is.

<sup>9</sup> In het Verdrag van Kyoto heeft Nederland zich in emissiereductie van 6% ten doelgesteld in 2012 t.o.v. 1990. Voor 2020 heeft de EU zich ten doelgesteld de broeikasgassen met 20% te reduceren t.o.v. 1990. In het convenant 'Schoon en zuinig' heeft Nederland zich ten doelgesteld om 30% van de broeikasgasemissie te reduceren in 2020 t.o.v. 1990.

grotendeels het gevolg van de afnemende dieraantallen (bij een vrijwel gelijk gebleven melkproductie) en toenemende efficiëntie in voeding en bemesting.

# 3 Reductieopties en potentiëlen

Om de uitstoot van broeikasgassen te reduceren kunnen verschillende maatregelen worden genomen. De meeste van deze maatregelen dienen genomen te worden op het agrarische bedrijf. Grofweg zijn deze op te delen in de hoofdmaatregelen 'voer en diermaatregelen', 'bemestingsmaatregelen', 'bodemmanagement' en 'energiebesparing'. Theoretisch kunnen deze maatregelen gezamenlijk een reductie van 10% tot 20% op bedrijfsniveau bewerkstelligen. Daarbij is dit percentage, met het aantal mogelijke reductiemaatregelen en het effect van een reductiemaatregel sterk verschillend per bedrijf.

Agrariërs die de broeikasgasemissie en de effecten van maatregelen voor hun eigen bedrijf willen weten hebben hiervoor steeds meer mogelijkheden. Voor melkveehouders, varkenshouders en openteelt bedrijven is er bijvoorbeeld het gratis online instrument Klimaatlat ([www.klimaatlat.nl](http://www.klimaatlat.nl)). Maar ook bedrijfsadviseurs hebben vaak toegang tot modellen, zoals de BBPR, die instaat zijn om de broeikasgasemissies van het eigen bedrijf te berekenen.

Naast genoemde modellen zijn er diverse initiatieven waarin agrariërs aan de slag gaan met broeikasgasemissie reductiemaatregelen. Zo is SenterNovem in 2008 het programma 'Zien is geloven' gestart. In dit programma zijn melkveehouders uit diverse regio's zelf aan de slag gegaan met de beschikbare kennis over broeikasgassen en maatregelen. De resultaten van dit programma worden in het voorjaar van 2009 gepubliceerd. Ook ketenpartijen stimuleren agrariërs om reductie maatregelen te nemen. CONO kaasmakers bijvoorbeeld heeft het programma Caring Dairy opgestart waarin klimaat een belangrijk thema is. Melkveehouders die meedoen met het programma ontvangen een hogere melkprijs. Nederlands Agrarisch Jongeren Kontakt (NAJK) organiseert studieavonden en workshops waarin leden aan de slag gaan met het klimaatspel 'Remmen met gassen' om zo meer kennis op te doen over de wijze waarop emissies kunnen worden verlaagd.

In dit hoofdstuk bespreken we de reductieopties vanuit verschillende bronnen. We staan daarbij achtereenvolgens stil bij veevoer- en diermaatregelen, bemestingsmaatregelen, grasland- en peilmaatregelen en besparingsmaatregelen. Het gaat steeds om individuele maatregelen, waarbij we het effect van de maatregel beschrijven bij gelijkblijvende overige omstandigheden.

## 3.1 Voer- en diermaatregelen

Aanpassingen in veevoeding kunnen leiden tot een verandering in N-uitscheiding en methaan-emissie. In deze paragraaf werken we deze aanpassingen uit. Daarnaast staan we stil bij de mogelijkheden om emissies te reduceren door de melkproductie en de levensduur van de koe te verhogen.

### 3.1.1 Verlagen N-gehalte mest

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<sup>10</sup>, hoe beter de N-benutting door het dier en hoe lager de N-uitscheiding. De berekeningen zijn uitgevoerd volgens de officiële IPCC-protocollen. Die gaan uit van een N-excretie per melkkoe van 129,7, bij een melkgift van 7744 kg per jaar. Dat komt overeen met een ureumgetal van 35. Indien dit wordt verlaagd naar 25 vermindert de N-uitscheiding van een melkkoe (bij een gelijkblijvend melkproductieniveau van 7744 kg) met 15 kg N per jaar tot 115 kg N per jaar (Uitvoeringsregeling Meststoffenwet, 2005). Als de veedichtheid gelijk blijft, neemt daardoor de N-belasting uit dierlijke mest per ha af.

In onderstaande tabel berekenen we uitsluitend de emissiereductie door een lagere N-excretie. Uiteraard is er daarnaast een effect te verwachten op de voergift en daarmee de pensfermentatie en eventueel de veevoerproductie. Om dubbel telling met andere maatregelen te voorkomen nemen we deze factoren in deze maatregel niet mee.

**Tabel 3.1 Het effect van verlaging van het melk-ureumgetal van 35 naar 25 en daarmee gepaard gaande verlaging van de N-uitscheiding in mest (15 kg N per koe) op de broeikasgasemissies uit de melkveehouderij in de provincie Fryslân (in kg CO<sub>2</sub> eq).**

	Huidig	Nieuw	Reductie
Stalmest emissies	253,6	251,4	-2,2
Bodememissies direct	347,9	318,4	-29,5
Bodememissies indirect	238,3	217,9	-20,4
Pensfermentatie	832,8	832,8	-
Bedrijfsemisies	130,2	130,2	-
Veevoerproductie	589,4	589,4	-
Totaal	2392,2	2340,1	-52,1

Verlaging van het ureumgehalte in de melk van gemiddeld 35 naar 25 mg/dl verlaagt de N-uitscheiding en daarmee de broeikasgasemissie. De totale reductie van broeikasgassen in de landbouw in de provincie Fryslân zou hiermee met 52,1 kton CO<sub>2</sub>-eq afnemen ofwel 1,5%.

#### Aangepaste ureumgetallen

Het genoemde ureumgetal van 35 mg/100 gram melk is gebaseerd op de IPCC-berekeningen. In deze berekeningen wordt een emissie per koe gehanteerd van 130 kg N per jaar. Gelet op de gemiddelde melkproductie die daarbij wordt aangenomen van 7744 kg/koe/jaar, hoort daar volgens de tabellen met excretieforfaits per dier een ureumgetal van 35 mg/100 gram melk bij. In de praktijk ligt het ureumgetal rond de 25 mg/100 gram melk. Aangezien de broeikasgasemissies bij verschillende ureumgetallen een lineair verband vertonen, kan eenvoudig worden afgeleid dat de emissie bij een ureumgetal van 25 zou uitkomen op 2340,1 kton en bij een verdere reductie tot 20 mg/100 gram melk, zoals in afspraken tussen de sector en overheid in 2002 is vastgelegd, op 2314,1 kton CO<sub>2</sub>-eq.

<sup>10</sup> Bij een waarde beneden de 10 neemt de algehele efficiëntie van melkproductie weer af.

Omdat we zoals eerder aangegeven in deze rapportage aansluiten bij de IPCC-systematiek, zijn de cijfers elders in deze rapportage gebaseerd op het ureumgetal van 35 mg/100 gram melk.

### **Bedrijfsspecifieke excretie (BEX)**

Naast het systeem waarbij de stikstofexcretie per dier wordt bepaald op basis van de melkgift en het ureumgetal, is er een nog specifiekere systeem, de bedrijfsspecifieke excretie (BEX).

Het systeem van bedrijfsspecifieke excretie is opgezet om melkveehouders de mogelijkheid te geven om af te wijken van de 'forfaitaire' excretienormen. Indien een melkveehouder hiervan gebruik wil maken, moet hij aan de hand van de precieze bedrijfsgegevens berekenen hoe groot de mestproductie (stikstof en fosfaat) is. Het ministerie van LNV heeft hiervoor de 'Handreiking bedrijfsspecifieke excretie melkvee' op haar website staan. In deze handreiking worden de volgende stappen onderscheiden:

- Berekening van de VEM-behoefte van melkvee (op basis van samenstelling veestapel en melkproductie).
- Bepaling van de stikstof en fosforopname (totale opname van N en P in het rantsoen op basis van gemiddelde VEM-, N- en P-gehalten in de rantsoenbestanddelen).
- Berekening van de vastlegging van N en P in vlees en melk (op basis van productiegegevens en rekenregels wordt de totale vastlegging van N en P door melkvee en jongvee bepaald).
- Berekening het verschil in opname en vastlegging.
- Correctie voor de gasvormige verliezen, door de verhouding tussen excretie en mestproductie te berekenen.

Bij een lagere stikstofexcretie per dier hoeft minder mest te worden afgevoerd van het bedrijf, of kunnen op het bedrijf meer dieren per hectare worden gehouden. Een lagere stikstofexcretie per dier betekent een efficiëntieslag op het bedrijf (zoals ook in bovenstaande situatie is te zien). Zolang een lagere N-excretie per koe mogelijk is zonder dat daarbij de melkproductie per koe afneemt betekent dit winst voor de emissie van broeikasgassen. Deze winst is vergelijkbaar met de bovengenoemde winst. Indien door de verminderde stikstofexcretie de productie per koe afneemt en dat leidt tot meer dieren op het bedrijf is er sprake van verlies op gebied van broeikasgassen. Meer dieren hebben namelijk meer onderhoudsvoer nodig en dat leidt tot een toenemende methaanemissie. Dit is echter een situatie waar (alleen al vanuit bedrijfseconomisch oogpunt) veehouders ook niet op zitten te wachten.

### **3.1.2 Rantsoensamenstelling**

Voedermiddelen hebben een uiteenlopend effect op de methaanemissie uit de pens. In principe geldt dat de methaanemissie toeneemt wanneer het ruwe celstof gehalte in het voermiddel toeneemt. Een toename in ruwe celstof veroorzaakt een toename van de penswerking hierdoor wordt de aangeboden voeding beter benut. Echter de hoeveelheid waterstof geproduceerd tijdens de fermentatie in de pens neemt dan ook toe. Micro-organismen in de pens zetten tezamen met CO<sub>2</sub> de waterstof vervolgens om in methaan. Ook andere kenmerken dan het ruwe celstof gehalte van het voer spelen een rol. Een verlaging van het eiwitgehalte in ruwvoer door een lagere N-bemesting geeft een lagere afbraaksnelheid van eiwit. Bij dezelfde passagesnelheid resulteert dit in een lagere methaanvorming. De krachtvoedersamenstelling heeft een effect op de CO<sub>2</sub>-eq voor de productie van krachtvoer. Krachtvoedergrondstoffen verschillen in opbrengst, vochtgehalte, transportafstand en benodigde input (diesel,

kunstmest en pesticiden) per ha. Deze factoren beïnvloeden het broeikaspotentieel voor de productie van krachtvoer.

Smink e.a. (2003) hebben methaanemissiefactoren voor voedermiddelen en grondstoffen bepaald (Tabel 3.2). Indien we dit omrekenen naar methaanemissie per eenheid energie (VEM) krijgen we inzicht in de mate waarin methaanemissie gereduceerd kan worden door met een alternatief voeder eenzelfde hoeveelheid energie in het rantsoen te verstrekken. In werkelijkheid is dit natuurlijk niet zo simpel, want naast energie bevatten de verschillende voedermiddelen nog heel veel andere (essentiële) voedingsstoffen.

**Tabel 3.2 De methaanemissie (uitgedrukt in emissiefactor (EF) per kg droge stof en per eenheid energie (1000 VEM) voor verschillende voedermiddelen (Smink e.a., 2003).**

Voedermiddel	EF (g CH <sub>4</sub> /kg ds)	VEM/kg ds	g CH <sub>4</sub> /1000 VEM
Krachtvoer	19,52	940	20,8
Graskuil	19,79	850	23,3
Maïskuil	16,39	950	17,3
GPS kuil	14,28	780	18,3

Vervanging van bijvoorbeeld graskuil door maïskuil levert 6 g minder CH<sub>4</sub> emissie per 1000 VEM op.

Verder constateren Smink e.a. (2003) dat de berekende methaanproductie bij verschillende krachtvoersoorten nogal uiteen kan lopen. Uit hun onderzoek bleek dat tussen verschillende typen krachtvoerders van een leverancier de geschatte methaanproductie uiteen liep van 14,0 g tot 21,6 g methaan per kg brok bij gelijk RE gehalte. Door gericht de samenstelling van een mengvoeder te sturen op reductie van methaanemissie kan dus een reductie worden behaald tot 35%. De kosten voor een dergelijke brok lopen dan wel op. Bij 25% reductie is de brok bijvoorbeeld 15% duurder.

Smink e.a. (2003) beschrijven dat toevoeging van vet tot een gehalte van 3,5% van het gehele rantsoen een verlaging van de methaanproductie kan geven. Zij hebben onderzocht dat toevoeging van lijnzaadolie en visolie een verlaging geeft van resp. 10-15% in de methaanemissie. Stel dat we uitgaan van 10% reductie, bij een totaal emissie van 130 kg CH<sub>4</sub> per koe per jaar dan is dat 13 kg CH<sub>4</sub> per koe per jaar, omgerekend 273 kg CO<sub>2</sub>-eq per koe per jaar. Bij 257.991 melkkoeien is dat een emissiereductie van 70,4 kton CO<sub>2</sub>-eq, ofwel 2,0%.

### 3.1.3 Meer melk per koe

Een toename van de melkproductie per koe levert, bij een gelijkblijvende totale melkproductie, een kleinere veestapel op. De benodigde hoeveelheid 'onderhoudsvoer' voor de veestapel neemt af. Een op bedrijfsniveau lagere voeropname leidt tot een lagere methaanemissie uit de pens en ook een lagere mestproductie. Dit reduceert de emissie van lachgas en methaan. Een toename van de melkproductie per koe met 10% van 7.744 naar 8.518 kg / jaar kan een reductie van het aantal melkkoeien met 9,1% opleveren. Bij een gelijkblijvend ureumgetal neemt de N-excretie daarbij toe van 130 naar 136 kg N per koe per jaar.

**Tabel 3.3 De veranderingen in broeikasgasemissies bij een toename van de melkproductie van 10%, oftewel 774 kg / koe (van 7744 naar 8518 kg/jr).**

	Huidig	Nieuw	Reductie
Stalmest emissies	253,6	235,1	-18,5
Bodememissies direct	347,9	335,7	-12,2
Bodememissies indirect	238,3	229,8	-8,4
Pensfermentatie	832,8	769,2	-63,6
Bedrijfsemisies	130,2	130,2	-
Veevoerproductie	589,4	545,5	-43,8
Totaal	2392,2	2245,6	-146,6

Een hogere melkproductie per koe leidt bij een gelijkblijvend quotum tot een daling van 146,6 kton CO<sub>2</sub>-eq, ofwel 4,2%. Dit komt vooral doordat het aantal melkkoeien daalt en daarmee de emissies uit de pens en bij de opslag en aanwending van de mest.

### 3.1.4 Verhoging levensduur melkvee en minder jongvee

In de provincie Fryslân waren in 2007 170.082 stuks jongvee (87.643 vaarskalveren, 82.439 pinken) en 257.991 stuks melkvee. Daarmee is een vervangingspercentage van circa 34% mogelijk. Dit vervangingspercentage is voldoende voor een productieve levensduur van 3 jaar. Met een verhoging van de productieve levensduur naar circa vier jaar, is een vervangingspercentage van 25% haalbaar. Indien we een marge aanhouden en we verlagen het percentage naar 28%, dan kan het aantal stuks jongvee (exclusief vaarzen) afnemen tot 139.761 (72.019 kalveren en 67.743 pinken). Daarmee neemt de jongveestapel in totaal met 18% af. Vermindering van het aantal stuks jongvee door uitbesteding van de jongveeopfok is ook een optie. Maar dan is er sprake van afwenteling hetgeen hooguit lokaal / regionaal een emissiereductie oplevert. In Tabel 3.4 geven we potentiële reducties weer.

**Tabel 3.4 De reductie in broeikasgasemissies bij een daling van het vervangingspercentage van 33% naar 28%.**

	Uitstoot kg CO <sub>2</sub> -eq/dier	
	Pinken	Vaarskalveren
Stalmest emissies	270	152
Bodememissies direct	604	316
Bodememissies indirect	400	210
Pensfermentatie	714	714
Veevoerproductie	581	581
Totaal	2569	1973

Het aantal vaarskalveren neemt af met 15624. Bij een emissie van 1973 kg CO<sub>2</sub>-eq/dier levert een besparing 30,8 kton CO<sub>2</sub>-eq op voor de provincie Fryslân. Het aantal pinken neemt af met 14696. Bij een emissie van 2569 kg CO<sub>2</sub>-eq/dier levert een besparing op van 37,8 kton CO<sub>2</sub>-eq.

Totaal levert een reductie van het vervangingspercentage van 33 naar 28% voor de provincie Fryslân een emissiereductie op van 68,6 kton CO<sub>2</sub>-eq ofwel 2,0%.

## 3.2 Bemesting

Op gebied van bemesting is de afgelopen jaren al veel bereikt door een afname van het (met name kunst-)mestgebruik. Desondanks is de emissie met enkele specifieke maatregelen nog verder te verminderen. In deze paragraaf werken we maatregelen uit die gericht zijn op aanwending van minder meststoffen of andere meststoffen, en een andere verdeling van meststoffen.

### 3.2.1 Verlagen N-bemesting via kunstmest

#### Melkveehouderij

Verlaging van de N-gift met kunstmest resulteert in een lagere lachgasemissie uit kunstmestaanwending. Daarnaast verlaagt het de indirecte emissie van lachgas door een lagere ammoniak- en nitraatemissie. In onderstaande tabel is een voorbeeld gegeven van het effect van vermindering van 10 kg stikstofkunstmest (KAS) per ha grasland. Daarmee daalt de N toediening via kunstmest van 160 naar 150 kg N/ha.

**Tabel 3.5 De effecten van verlaging van de N-kunstmestgift (10 kg N verlaging per ha) per ha en omgerekend naar de totale provincie Fryslân (in kton CO<sub>2</sub> eq).**

	Huidig	Nieuw	Reductie
Bodememissies direct	132,4	125,0	-7,4
Bodememissies indirect	53,4	50,4	-3,0
Kunstmestproductie	255,0	240,8	-14,2
Energiegebruik	49,9	49,9	-
Totaal	490,7	466,1	-24,6

Het beperken van de kunstmestgift met 10 kg N geeft indien toegepast op alle ha's grasland in het gebied een reductie van 24,6 kton CO<sub>2</sub>-eq. Dat komt overeen met een reductie van 0,7% voor de totale landbouwemissie in de provincie Fryslân.

Overigens moet bij deze maatregel worden opgemerkt dat het energiegebruik (brandstof) gelijk blijft omdat we er vanuit gaan dat het aantal giften per jaar niet afneemt.

Het beperken van het kunstmestgebruik kan consequenties hebben voor de hoeveelheid en kwaliteit van het ruwvoer op het bedrijf. Deze consequenties zijn zeer gering omdat de genoemde verlaging van de stikstofkunstmestgift slechts 10 kg op een totaal gebruik van 160 kg stikstofkunstmest per ha bedraagt. Daarom zijn effecten van een lagere kunstmestgift op de gewasopbrengst niet doorgerekend.

#### Akkerbouw

Ook in de akkerbouw kan verlaging van de N-gift met kunstmest resulteren in een lagere lachgasemissie uit kunstmestaanwending. En ook hier geldt dat de indirecte emissie van lachgas door een lagere ammoniak- en nitraatemissie wordt verlaagd. In onderstaande tabel is een voorbeeld gegeven van het effect van vermindering van 10% stikstofkunstmest (KAS) per ha voor alle akkerbouwgewassen.



**Tabel 3.6 De effecten van verlaging van de N-kunstmestgift (10% verlaging) per ha en omgerekend naar de totale provincie Fryslân (in kton CO<sub>2</sub> eq).**

	Huidig	Nieuw	Reductie
Bodememissies direct	16,8	15,5	-1,3
Bodememissies indirect	5,1	4,6	-0,5
Kunstmestproductie	25,1	22,7	-2,4
Energiegebruik	14,1	14,1	-
Totaal	61,1	56,9	-4,2

Voor de akkerbouw gelden dezelfde beperkingen als hierboven bij de melkveehouderij worden genoemd. Een reductie van 10% kunstmestaanwending in de akkerbouw levert voor de totale provincie een emissiereductie op van 4,2 kton CO<sub>2</sub> eq ofwel 0,1% van de totale landbouwemissie.

### 3.2.2 Splitsen van de N-giften

Met deze maatregel wordt het opsplitsen van de eerste kunstmest N-gift in het voorjaar in twee kleinere giften bedoeld. Achtergrond is dat de emissie per kg N afneemt als de gift kleiner is. De stikstof wordt efficiënter benut. Velthof e.a. (2000) schatten in dat deze splitsing de emissiefactor voor N<sub>2</sub>O uit kunstmest met 5% verlaagt. Bij een voorjaarsgift van 60 kg N is deze reductie van de lachgasemissie van toepassing op  $60/160 = 37,5\%$  van de toegediende kunstmest. Indien deze maatregel in het hele gebied wordt ingezet is dit een reductie van  $5\% * 37,5\% * 185,8 \text{ kton CO}_2 \text{ eq} = 3,4 \text{ kton CO}_2$ . Het effect is met 0,1% zeer beperkt.

Het splitsen van de kunstmestgift zal daarbij een toename geven van het aantal keren dat een boer kunstmest moet toedienen. Daarmee verhoogt het directe energiegebruik; diesel voor de trekker. Anderzijds zal een efficiëntere benutting van kunstmest resulteren in een hogere ruwvoeropbrengst. Deze gevolgen nemen we niet kwantitatief mee.

### 3.2.3 Verandering van kunstmestsoort

Het gebruik van nitraat kunstmest genereert een broeikaspotentieel van 7,5 kg CO<sub>2</sub>-eq per kg N. Door gebruik te maken van andere soorten kunstmest is het mogelijk dit potentieel aanzienlijk te verlagen. Tabel 3.7 laat zien met hoeveel procent het broeikaspotentieel van kunstmest kan worden gereduceerd door gebruik te maken van een ander soort kunstmest.

**Tabel 3.7 Broeikaspotentieel voor verschillende kunstmest soorten.**

Kunstmest	Broeikaspotentieel (kg CO <sub>2</sub> -eq/ kg N)	Reductie t.o.v. nitraatkunstmest (%)
Nitraat kunstmest	7,5	n.v.t.
Ammonium nitraat	7,4	1
Vloeibare kunstmest*	5,3	29
Ureum	3,1	59

\* Meest gangbare vloeibare kunstmest bestaat voor 50% uit ammonium nitraat en voor 50% uit ureum.

Uitgaande van een kunstmestgebruik van gemiddeld 160 kg N per ha en een omschakeling van 25% van het gebruik van nitraat en ammonium kunstmest in ureum, betekent dit een emissiebeperking van 41,2 kton CO<sub>2</sub>-eq ofwel 1,2% van de totale Friese landbouwemissies.

### 3.2.4 Mest- en co-vergisting op individueel bedrijf of collectief

De broeikasgaswinst van mestvergisting zit in de reductie van methaanuitstoot van Mest(co)vergisting heeft effect op de emissies van broeikasgassen. Over het algemeen kunnen we de volgende effecten van mest- en co-vergisting identificeren:

- Met de opwekking van elektriciteit en warmte kan gebruik van fossiele energiedragers en daarmee gepaard gaande CO<sub>2</sub> emissie vermeden worden (zie o.a. Anonymus, (2003) en Os e.a. (2003)).
- Methaanemissie uit de mestopslag worden vermeden door een veel korter verblijf van mest in de vooropslag (bijv. kelder onder de stal) en een geheel gasdichte biogasininstallatie t.o.v. een niet gegarandeerd dichte traditionele mestopslag.
- De veranderde samenstelling van het digestaat t.o.v. onvergiste mest heeft effect op de emissie van broeikasgassen bij aanwending (afhankelijk van de omstandigheden kan de lachgasemissie toe- dan wel afnemen bij aanwending van vergiste t.o.v. onvergiste mest) (Bosker en Kool, 2004).

De broeikasgaswinst van mestvergisting zit met name in de reductie van methaanuitstoot van de mestopslag en de opwekking van 'groene' energie. Naast elektriciteit komt er bij de omzetting van biogas ook veel warmte vrij. Deze warmte kan momenteel nog maar sporadisch worden benut. Het is gewenst om ook die warmte te benutten en daarmee met fossiele energie opgewekte warmte uit te sparen. Een energetisch perspectiefvolle optie is de levering van het biogas aan het gasnet. Dit is alleen mogelijk en aantrekkelijk met grote biogasininstallaties.

**Tabel 3.8 De reductie in broeikasgasemissie via mestvergisting per koe, per ton mest en voor de gehele provincie Fryslân (als alle mest uit de melkveehouderij wordt vergist).**

	Per koe (kg CO <sub>2</sub> -eq)	Per ton mest (kg CO <sub>2</sub> -eq)	Voor Fryslân (kton CO <sub>2</sub> -eq)
Methaan uit mestopslag	713	27	183,9
CO <sub>2</sub> uitsparing	Elektriciteit	679	175,2
	Warmte	293	75,6
Totaal	1685	64	434,7
Totaal bij 25% van de mest			108,7

Met co-vergisting (de toevoeging van andere biomassa aan de mestvergistingsinstallatie) kan extra energie worden opgewekt. Voor een enigszins acceptabel economisch rendement is co-vergisting zelfs onontbeerlijk. Co-producten leveren per ton product namelijk meer biogas op dan mest. Snijmais levert bijvoorbeeld zo'n 200 m<sup>3</sup> biogas t.o.v. 17 m<sup>3</sup> bij alleen mest. Echter, de broeikasgasemissies die vrijkomen bij productie van co-producten zoals snijmais dienen in mindering te worden gebracht. Kool et al. (2005) toont aan dat de broeikasgasemissie bij de productie van veel co-producten hoger is dan de opbrengst bij co-vergisting. De teelt van snijmais bijvoorbeeld levert een broeikasgasemissie op van 300 kg CO<sub>2</sub>-eq per ton. Vergisting bespaart 295 kg CO<sub>2</sub>-eq per ton (Kool, 2005). Co-vergisting levert daarom geen netto

bijdrage aan de broeikasgasemissies. Uitzondering zijn co-producten die geen andere toepassing hadden dan stort of verbranding. Voorbeeld hiervan is bijvoorbeeld GFT.

Bij mestvergisting dient rekening te worden gehouden met transport van mest. Transport van mest kost relatief veel energie t.o.v de hoeveelheid energie die via vergisting eruit gehaald kan worden. Het omslagpunt ligt ongeveer bij 20 km. Als mest over een afstand van meer dan 20 km getransporteerd wordt, kost het transport meer energie dan de vergisting oplevert.

Met mest(co)vergisting is het mogelijk (een deel van) de broeikasgasemissies uit de landbouw te compenseren.

De grootte van het reducerende effect is afhankelijk van verschillende factoren zoals:

- soort co-product; Dit bepaalt in belangrijke mate de energie opbrengst en daarmee de CO<sub>2</sub> besparing. Daarnaast is het van belang wat de oorspronkelijke bestemming was van het product. Snijsmaïs bijvoorbeeld wordt in de oorspronkelijke situatie gebruikt als veevoer. Bij co-vergisting krijgt het een andere energie bestemming, daarom dient bij gelijkblijvende vraag naar veevoer snijsmaïs vervangen te worden door een ander veevoer. Als de productie en aanwending van dit nieuwe veevoer een hoger broeikas effect heeft, vermindert de totale reductie of nemen de emissies zelfs toe in de nieuwe situatie t.o.v. de oorspronkelijke situatie.
- het soort mest; afhankelijk van het dier, jongvee, melkvee, en het rantsoen kunnen grote verschillen ontstaan in het organisch stof gehalte van mest. Hierdoor kan de biogasopbrengst tot 100% verschillen (Moller, 2004).
- het type mest(co)vergistinginstallatie; er zijn verschillende installaties die onderling verschillen in rendement.
- de omvang van de installatie: kleinschalige installaties hebben een lager rendement dan grootschalige installaties. Echter voor grootschalige installaties is meer mest en co-product nodig. Wanneer deze moeten worden aangevoerd neemt het rendement af.
- locatie van de installaties: voor het rendement is van belang dat de installatie gelegen is dichtbij de mest en co-producten en daarnaast dichtbij een afzetmarkt ligt voor de energieproducten warmte en elektriciteit.

Indien alleen wordt gerekend met de mestvergisting van 25% van alle mest van melkkoeien levert dat een emissiereductie op van 108,7 kton CO<sub>2</sub>-eq, ofwel 3,1% van de totale landbouwuistoot in Fryslân.

### 3.2.5 Overige mestmaatregelen

Een lagere dosering van (kunst-)meststoffen is mogelijk door verhoging van de benutting van mineralen uit de kunstmest. Een voorbeeld hiervan zijn de slow release meststoffen. Ook de benutting van dierlijke mest kan verder verbeteren door met kleinere giften te werken die beter zijn afgestemd op de behoefte van de gewassen op specifieke momenten. Verdere verfijning van de bemesting zal zeker leiden tot een lagere (benodigde) mestgift bij eenzelfde gewasopbrengst.

Het inzaaien van grasklaver is een mogelijkheid om minder meststoffen te hoeven gebruiken.

Tenslotte biedt het gebruik van digestaat uit vergistingsinstallaties als kunstmestvervanger een grote kans om de broeikasgasemissies terug te dringen. Eind 2008 heeft de overheid ruimte geboden voor het opzetten van 10 proefprojecten om hiermee te experimenteren. Eén van de gehonoreerde projecten is het project 'Biogreen' in de Veenkoloniën. Voordeel van het gebruik van digestaat als kunstmestvervanger is een grotere financiële haalbaarheid van mestvergisting. De emissie van methaan neemt hierdoor af en ook de emissie van CO<sub>2</sub> als gevolg van het gebruik van fossiele

brandstoffen neemt af. Daarnaast is er minder kunstmest nodig, waardoor eveneens de uitstoot van CO<sub>2</sub> af kan nemen en ook het transport kan beperkt worden als meer met dikke fractie en dus minder met waterrijke mest hoeft worden gereden.

Daarnaast worden de volgende voordelen genoemd: Het efficiënter (her)gebruik van fosfaat, als belangrijke (eindige) grondstof voor plantaardige groei. Het beter sluiten van de kringloop en daardoor beter gebruik van mineralen.

### 3.3 Bodemmaatregelen

Naast maatregelen op voer en mestniveau zijn er ook bodemmaatregelen mogelijk. In deze paragraaf beschrijven we grasland-, beweiding- en waterpeilmaatregelen.

#### 3.3.1 Graslandmanagement, scheuren

Door het scheuren van grasland vind afbraak van organische stof in de bodem plaats. Hierbij komen relatief grote hoeveelheden stikstof vrij waarvan een deel uitspoelt als nitraat of denitrificeert en vrijkomt als lachgas (N<sub>2</sub>O). Ongeacht het moment van scheuren bedraagt de extra gemineraliseerde stikstof op zand 200 kg N/ha, op klei 300 kg N/ha en op veen 450 kg N/ha (Schils et al., 2006). De hoeveelheid lachgas die hierbij vrijkomt is o.a. afhankelijk van het moment van scheuren, grondwatertrap en de soort bodem. Het scheuren in het najaar leidt bijvoorbeeld tot een twee keer zo hoge lachgasemissie als in het voorjaar<sup>11</sup>. De lachgas-emissiefactor daalt voor klei- en zandgrond bij een hogere grondwatertrap en de lachgasemissiefactor is bij eenzelfde grondwaterstand en tijdstip van scheuren voor veengrond hogere dan voor klei- en zandgrond. Gebruikmakend van de cijfers uit Schils (2006), kan de spreiding van lachgasemissies per type bodem worden berekend;

- Zandgrond: 2,4 -7,9 kg N<sub>2</sub>O/ha
- Kleigrond: 3,5- 11,8 kg N<sub>2</sub>O/ha
- Veen: 14,1-56,6 kg N<sub>2</sub>O/ha.

Door niet of minder te scheuren nemen de lachgasemissies af. Voor het bepalen van de reductiemogelijkheden met deze maatregel gaan we ervan uit dat jaarlijks 3% van het graslandareaal wordt heringezaaid (CBS, 2007). Voor Fryslân is dit gelijk aan 5693 ha. Op klei- en zandgrond gaan we uit van een gemiddelde grondwatertrap van V en voor veengrond van II (Bodemdata, 2008).

Bij een evenredige verdeling over de bodemsoorten betekent dit een jaarlijkse emissie van 70,4 ton N<sub>2</sub>O ofwel 21,8 kton CO<sub>2</sub>-eq. De maatregel 'niet scheuren' levert dus eenzelfde reductie. Zou het percentage dalen van 3 naar 2% dan betekent dat een emissiereductie van 7,3 kton CO<sub>2</sub>-eq, ofwel 0,2% van de emissie uit de Friese landbouw. In de praktijk zal dit getal nog iets lager liggen omdat grasland in de provincie niet evenredig verdeeld is over de grondsoorten. Omdat het hier een zeer kleine bijdrage betreft werken we de verdeling van grasland over grondsoorten niet verder uit. Belangrijk is dat bij scheuren heel veel organische stof verloren gaat en er ook veel stikstof uitspoelt. Dat zal in de jaren daarna weer moeten worden opgebouwd, waarvoor een hogere bemesting nodig is. Als de bemesting aan zijn plafond zit, dan zullen de eerste jaren na graslandscheuring de gewasopbrengsten achter (kunnen) blijven.

---

<sup>11</sup> Om die reden is de mogelijkheid voor het scheuren van grasland in het najaar wettelijk dan ook al fors ingeperkt. Uitzonderingen zijn er alleen voor het scheuren van grasland op kleigrond in de periode 1 november – 31 december en scheuren van grasland voor het planten van bollen in de periode 16 september – 30 november.

### 3.3.2 Beweiding

Uit onderzoeken die CLM uitvoerde binnen het project Koe & Wij (CLM 2006, 2008) blijkt dat weidegang ook in Fryslân afneemt. Statistisch gezien is het aantal Friese melkveehouders dat aan het onderzoek heeft meegedaan te klein om harde conclusies op te baseren (81 in 2008), maar een tendens is wel te beschrijven. In het onderzoek van 2008 geven de melkveehouders aan dat het aantal dagen beweiding in 2016 is gezakt van 160,1 naar 148,5 per jaar en dat het aantal uren beweiding is gezakt van 10,2 naar 8,5 uur per dag. Het aantal uren per jaar neemt daarmee af van 1633 naar 1262, een afname van 23%.

De berekeningen in het model gaan uit van een situatie waarin de koeien gemiddeld 22% van de tijd buiten lopen. Passen we het model aan voor de situatie in Fryslân (19%) en verlagen we vervolgens het aantal uren weidegang naar 14%, dan neemt de broeikasgasemissie vanuit de melkveehouderij met 8,4 kton CO<sub>2</sub>-eq toe, ofwel 0,2% van de Friese landbouwemissie.

**Tabel 3.9** Effect weidegang op emissies uit de melkveehouderij (kton CO<sub>2</sub>-eq).

Weidegangpercentage	22% (rapportage)	19% (Koe & Wij 2007)	14% (Koe & Wij 2016)
Pensfermentatie CH <sub>4</sub>	832,8	832,8	832,8
Mestemissie stal CH <sub>4</sub>	229,9	236,8	248,3
Mestemissie stal N <sub>2</sub> O	23,7	24,5	25,7
Bodememissie N <sub>2</sub> O direct	347,9	347,2	346,2
Bodememissie N <sub>2</sub> O indirect	238,3	238,3	238,3
Veevoerproductie CO <sub>2</sub>	589,4	589,4	589,4
Bedrijfsemisies CO <sub>2</sub>	130,2	130,2	130,2
Totaal	2.392,2	2.399,2	2.410,8

## 3.4 Energiebesparing

### 3.4.1 Melkveehouderij

#### Elektriciteit

In de huidige situatie gaan we uit van een elektriciteitsverbruik van 53 MJ per 100 kg melk (dat is gelijk aan 5,3 kWh/100 kg melk). Uit (praktijk)onderzoek is bekend dat er veel spreiding is in het elektriciteitsverbruik en er ook voldoende mogelijkheden voor besparingen op het melkveebedrijf zijn (Boer en Kool (2003), DOE (2006)). In Koeien & Kansen varieert het gebruik bijvoorbeeld tussen 87 en 29 MJ elektra per 100 kg melk. Een daling is te bereiken door enerzijds energiebesparende maatregelen (bijv. warmteterugwinning) en anderzijds aan productiestijging (Boer en Kool, 2003). Een vermindering van het elektriciteitsgebruik met 15% is realistisch.

**Tabel 3.10** De effecten van elektriciteitsbesparing op de broeikasgasemissie.

	Koe	Fryslân
Elektra	kg CO <sub>2</sub>	kton CO <sub>2</sub>
-15%	-55,12	-14,2

### Diesel

In de huidige situatie gaan we uit van een dieselgebruik van 5.580 liter/bedrijf. Ofwel 17.308 kg CO<sub>2</sub>-eq/bedrijf. Als ook hier een vermindering van 15% wordt gerealiseerd dan levert dat de reductie op die is weergegeven in tabel 3.11.

**Tabel 3.11 De effecten van dieselbesparing op de broeikasgasemissie.**

Diesel	Bedrijf (kg CO <sub>2</sub> -eq)	Fryslân (kton CO <sub>2</sub> -eq)
-15%	-2596	-8,2

### 3.4.2 Pluimveehouderij

De broeikasgasemissies op het vleeskuikenbedrijf komen met name vrij in de vorm van lachgas (N<sub>2</sub>O) uit de stal in bij aanwending van de mest op het land (totaal ruim 70% ofwel ruim 78 kton CO<sub>2</sub>-eq. De komende jaren zal naar verwachting steeds meer pluimveemest de verbrandingsoven ingaan. Daarmee zal een groot deel van deze emissies komen te vervallen. Op dit moment draait al een pluimveemestverbrandingsinstallatie in Moerdijk. Hier wordt ongeveer eenderde van alle Nederlandse pluimveemest verbrand. Deze installatie staat echter ver weg en mogelijk is het voor de pluimveehouderij in Fryslân momenteel nog aantrekkelijker om de mest af te zetten onder akkerbouwers.

Ongeveer 11% van de emissies komt uit de categorie 'bedrijfsemissies', die voor ongeveer 50% uit elektriciteit en voor ongeveer 40% uit gasverbruik bestaat. Een reductie van zowel gas als elektriciteitsgebruik met 15% kan leiden tot provinciale emissiereductie van ongeveer 1,7 kton CO<sub>2</sub>-eq.

### 3.4.3 Varkenshouderij

Het energiegebruik op een varkensbedrijf bestaat voor ca. 60% uit elektriciteit. Gemiddeld bedraagt het energiegebruik voor een gesloten bedrijf 3,4 GJ, voor een vleesvarkensbedrijf 2,5 GJ en voor een zeugenhouderij 8,1 GJ per 1000 kg groei. Het energiegebruik in de varkenshouderij wordt in belangrijke mate bepaald door ventilatie. Door betere dimensionering en regeltechniek kan er veel worden bespaard. Ook zijn er mogelijkheden om het gasgebruik in de zeugenhouderij belangrijk terug te brengen door bijvoorbeeld benutting van zeugenwarmte voor de biggen. Een moderne energiezuinige stal heeft maar de helft van de energievraag van een gemiddelde stal.

Een energiebesparing van 15% op zowel gas- als elektriciteitsgebruik levert een emissiereductie van 1,3 kton CO<sub>2</sub>-eq op.

De besparingsopties in de varkenshouderij zijn relatief gezien zeer beperkt en in percentages van de provinciale broeikasgasemissies te verwaarlozen.

### 3.4.4 Glastuinbouw

De broeikasgasemissies uit de glastuinbouw zijn vooral het gevolg van het energiegebruik onder glas. Emissie reductiemaatregelen in de glastuinbouw richten zich dan ook met name op het terugbrengen van het energieverbruik. Door stijgende energieprijzen, de maatschappelijke reactie op fossiel energieverbruik en de liberalisering

van de energiemarkt worden diverse maatregelen toegepast en is er een scala aan energiereducerende maatregelen in ontwikkeling.

In de glastuinbouw is ruim 84% van alle energie afkomstig van aardgas. Het aardgasverbruik wordt vooral bepaald door factoren als het verschil tussen buiten- en binnentemperatuur, de windsnelheid en de instraling. Het gebruik van beter isolerend kasomhullingsmateriaal, schermen (meerdere schermdoeken) en warmtebuffers kan het gasverbruik aanzienlijk verminderen. Ook het strategisch plaatsen van energieheggen die de wind remmen vermindert het gasverbruik. Daarnaast kan de warmtevraag worden vermindert door beter gebruik van de mogelijkheden op klimaatcomputers en verdere mechanisatie en automatisering. Middels het gebruik van LED verlichting zal het in de toekomst mogelijk zijn de elektriciteitsvraag voor verlichting te reduceren.

Behalve maatregelen die de energievraag verminderen is ook het opwekken en leveren van elektriciteit (en warmte) mogelijk. Op dit moment is het gebruik van WKK installaties hiervan een voorbeeld, naar de toekomst bieden concepten als de gesloten kas en de energieleverende kas perspectief. Warmtekracht installaties (WKK) wekken elektriciteit op, waarbij de restwarmte en de uitgestoten CO<sub>2</sub> benut worden in de kas. Een goedwerkende WKK kan een energiebesparing van 10 tot 20 % realiseren. Een besparing van 15% komt overeen met een emissiereductie van 11 kton CO<sub>2</sub>-eq. Dit komt overeen met een reductie van 0,3% van de totale emissies uit de Friese landbouw. Op bedrijfsniveau is dit echter wel een belangrijke besparing.

### 3.5 Ammoniakmaatregelen

Reductie van de ammoniakuitstoot is een thema dat los van het thema 'klimaat' aandacht vraagt. Tegelijk is er ook een invloed van ammoniakemissiereductie op broeikasgasemissies. Stikstof in geëmitteerde ammoniak slaat weer neer en wordt deels omgezet in lachgas. Minder uitstoot van ammoniak verlaagt daarom de indirecte lachgasemissie vanuit de bodem. Echter wanneer stikstof niet wordt uitgestoten als ammoniak maar in de mest blijft wordt deze via bodemprocessen omgezet in lachgas. Minder uitstoot van ammoniak verhoogt dan de directe lachgasemissie vanuit de bodem. De stikstof uitgestoten via ammoniak komt maar voor een deel terug in de bodem terwijl stikstof in mest in zijn geheel in de bodem terecht komt. Vermindering van de ammoniak uitstoot leidt dan netto ook tot een toename van de lachgasemissies. Een reductie van de ammoniakemissie vanuit stallen van 13 naar 11% in de melkveehouderij levert een broeikasgasemissie toename op van ongeveer 0,6%.

### 3.6 Concluderend

In bovenstaande paragrafen hebben we diverse emissiereductiemaatregelen beschreven voor verschillende sectoren. In een deel van deze maatregelen zit overlap (bijvoorbeeld lager ureumgetal en voermaatregelen), maar de meeste maatregelen zijn bij elkaar te voegen. Zouden alle reductiemaatregelen uit dit hoofdstuk per direct worden doorgevoerd dan geeft dat een totale broeikasgas emissiereductie voor de Friese landbouw van 12,9% exclusief mestvergisting en van 16,0% inclusief mestvergisting (tabel 3.12).

Over het algemeen dient opgemerkt te worden dat afwenteling zoveel mogelijk voorkomen dient te worden. Om die reden is bij de beschrijving van de maatregelen

breder gekeken dan de provinciegrenzen (bijvoorbeeld kunstmestproductie buiten de provinciegrenzen). Het zou te ver voeren om in deze rapportage alle afwentelingsrisico's te beschrijven. Over het algemeen kan gesteld worden dat regionale input en afzet de voorkeur heeft boven aanvoer en afzet ver weg. Een min of meer regionale kringloop is daarbij aan te bevelen om grote transportafstanden te beperken.

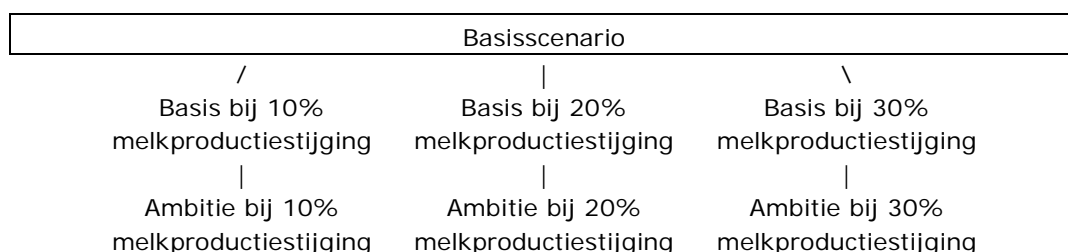
**Tabel 3.12** Overzicht emissiereducerende maatregelen en potentiële reductie.

§	Maatregel	Potentiële reductie (kton CO <sub>2</sub> -eq)	Reductie (%)
<b>3.1</b>	<b>Veevoer- en diermaatregelen</b>	<b>337,7</b>	<b>9,7</b>
3.1.1	Verlagen N-gehalte in de mest	52,1	1,5
3.1.2	Rantsoensamenstelling	70,4	2,0
3.1.3	Meer melk per koe	146,6	4,2
3.1.4	Verhoging levensduur	68,6	2,0
<b>3.2</b>	<b>Bemestingsmaatregelen</b>	<b>182,1</b>	<b>5,2</b>
3.2.1	Verlagen kunstmestgift grasland	24,6	0,7
	Verlagen kunstmestgift akkerbouw	4,2	0,1
3.2.2	Splitsen van N-giften	3,4	0,1
3.2.3	Verandering kunstmestsoort	41,2	1,2
3.2.4	Mestvergisting	108,7	3,1
<b>3.3</b>	<b>Bodemmaatregelen</b>	<b>15,7</b>	<b>0,4</b>
3.3.1	Beperking graslandscheuren	7,3	0,2
3.3.2	Beweidingsmaatregelen	8,4	0,2
<b>3.4</b>	<b>Energiebesparingsmaatregelen</b>	<b>36,7</b>	<b>1,1</b>
3.4.1	Energiebesparing melkvee (stroom)	14,2	0,4
3.4.1	Energiebesparing melkvee (diesel)	8,2	0,2
3.4.2	Energiebesparing pluimvee (gas en stroom)	1,7	0,1
3.4.2	Energiebesparing varkens	1,6	0,1
3.4.3	Energiebesparing glastuinbouw	11,0	0,3
	<b>Totaal</b>	<b>572,2</b>	<b>16,0</b>



# 4 Scenario's 2020

In dit hoofdstuk werken we een drietal scenario's uit voor 2020. Het eerste scenario is een basisscenario, waarin de verwachte autonome ontwikkeling wordt geschetst en doorgerekend. Het tweede scenario betreft een scenario waarin het melkquotum wordt afgeschaft, met drie deelscenario's over melkproductieontwikkeling. Het derde scenario is een scenario, waarin de provincie mede op basis van de afspraken van LTO met het rijk een ambitie scenario voor 2020 heeft opgesteld. Dit ambitie scenario gebruiken we als aanvulling op de drie deelscenario's over melkproductieontwikkeling.



## 4.1 Basisscenario

In deze paragraaf wordt het basisscenario (of referentiescenario) uitgewerkt. Dit scenario is voornamelijk bedoeld om inzichtelijk te maken hoe de emissies uit de landbouw zich ontwikkelen als er geen nadere (beleids)maatregelen worden genomen.

### Melkvee

Er zijn diverse scenario's voor de toekomst van de melkveehouderij in omloop. In eerder onderzoek zijn de volgende ontwikkelingen ten opzichte van 2005 naar voren gekomen:

- Melkproductie per koe (kg) + 13%
- Melkkoeien (aantal) =
- Jongvee (aantal) =
- Grasland (ha) - 5%
- Maisland (ha) + 6%
- Krachtvoer / koe (kg) + 6%
- Ruwvoer / koe (kg) + 6%
- Bemesting N-kunstmest - 10%
- Energiegebruik (diesel, gas, elektra) =

De melkproductie neemt toe als gevolg van de afschaffing van de melkquotering. In het basisscenario stellen we de totale melkproductiestijging in de provincie gelijk aan de procentuele melkproductiestijging per koe. De productiestijging per koe in Friesland neemt met ongeveer 13% toe in 13 jaar (extrapolatie NRS-cijfers (NRS-statistieken 2003-2007)). Het totale aantal koeien neemt in dit scenario niet toe.

Voor de productiestijging is een hogere krachtvoer en ruwvoergift nodig. Geschat wordt dat die, mede dankzij een betere voerbenutting rond de 6% ligt. Het areaal grasland is de laatste jaren redelijk constant gebleven. Volgens verwachtingen van het ministerie van LNV (kiezen voor Landbouw, 2005) neemt het areaal grasland de komende jaren af met ongeveer 5%, het areaal snijmaïs neemt met 6% toe. De aanscherping van het mestbeleid leidt de komende jaren tot een daling van de kunstmestgift met ongeveer 10%. Het directe energiegebruik op melkveebedrijven blijft ongeveer gelijk. Weliswaar kunnen er besparingen plaatsvinden in elektriciteit- en dieselgebruik, maar door zwaardere machines en automatische melksystemen worden deze besparingen ook weer ongedaan gemaakt.

#### Varkens en Pluimvee

• Varkens/pluimvee (aantal)	=
• Voederconversie (kg voer/kg groei)	-7,5%
• Emissie ammoniak stallen	-50%
• Verbranding pluimveemest	40%
• Energiegebruik (diesel, elektra)	=
• Energiegebruik (gas)	-25%

In de intensieve veehouderij gaan we uit van gelijkblijvende dieraantallen. Sinds het begin van deze eeuw zijn er sterke fluctuaties geweest in het aantal dieren. Over het algemeen gaf het aantal varkens een daling te zien en het aantal stuks pluimvee juist een stijging. Vanwege de sterke fluctuatie valt hieruit moeilijk een trend te berekenen. Zo bepaalt bijvoorbeeld het al dan niet meenemen van cijfers uit het jaar 2000 of het aantal vleesvarkens gemiddeld gelijk is gebleven of per jaar gemiddeld met 2% is gekrompen.

Over het algemeen gaan we uit van een verdere optimalisatie van de voederconversie van ongeveer 0,5% per jaar, met een totaal van 7,5%. De emissie van ammoniak neemt verder af door het plaatsen van luchtwassers. Die luchtwassers gebruiken overigens ook veel elektriciteit, en daarmee vallen andere energiebesparingen op de bedrijven gemiddeld genomen weg. Door betere isolatie en hergebruik van warmte, kan het gasverbruik met ongeveer 25% omlaag.

#### Open teelten

• Areaal (ha)	=
• Bemesting met N per ha	-10%
• Bemesting fosfaat	max. 60 kg/ha
• Energiegebruik (diesel, gas, elektra)	=

Het areaal open teelten blijft in de provincie Friesland vermoedelijk ongeveer gelijk. De verschillende arealen van aardappels, granen en akkerbouwgroenten verschillen van jaar tot jaar en zijn de afgelopen jaren licht gegroeid; het areaal braakland daarentegen is fors afgenomen.

De normen voor bemesting worden de komende jaren verder aangescherpt, en daarmee neemt naar verwachting ook de bemesting verder af. Voor energiegebruik geldt hetzelfde als bij de andere sectoren: een besparing aan de ene kant, maar verdere mechanisering en daarmee hoger energiegebruik aan de andere kant. Per saldo blijft het energiegebruik ongeveer gelijk.

#### Glastuinbouw

• Areaal (ha)	+ 125%
• Energiegebruik (diesel, gas, elektra)	- 25%

Het areaal glas van de huidige 115 ha zal tot 2020 waarschijnlijk toenemen met nog eens 100 ha in de regio Sexbierum en 25 ha in de regio Berlikum. Het totaal areaal glas in 2020 in de provincie komt daarmee op ongeveer 240 ha. Voor energiegebruik gaan we ervan uit dat de sector een jaarlijkse reductie van 2% realiseert.

**Tabel 4.1 Reductie van broeikasgasemissie in de Friese landbouw in het basis-scenario.**

Landbouwsector	2007 (kton CO <sub>2</sub> -eq)	Basis 2020 (kton CO <sub>2</sub> -eq)	Reductie (-=toename)
Vleesveehouderij	171,5	171,5	0
Melkveehouderij	2392,2	2446,7	-2,3%
Varkenshouderij	42,3	40,0	5,4%
Leghenhouderij	25,0	22,5	10,0%
Vleeskuikenuderij	103,8	85,0	18,1%
Schapenhouderij	92,3	92,3	0
Paardenhouderij	15,5	15,5	0
Geitenhouderij	6,4	6,4	0
Groenvoedergewassen	490,7	429,7	12,4%
Akkerbouw	61,1	56,9	6,9%
Vollegrondsgroententeelt	3,8	3,6	5,3%
Glastuinbouw	76,9	111,2	-30,8
Fruitteelt	1,5	1,5	0
Bloembollenteelt	4,9	4,9	0
Totaal <sup>12</sup>	3487,8	3487,6	0%

Bovenstaande tabel laat zien dat voor alle sectoren de emissie verminderen, m.u.v. de melkveehouderij en de glastuinbouw. De stijging in de glastuinbouw komt voornamelijk door de uitbereiding van het areaal van 115 ha naar 240 ha. Voor de melkveehouderij geldt dat ondanks een gelijkblijvend aantal melkkoeien neemt door de stijgende melkproductie de emissie van deze sector toch toe. Als netto resultaat voor de gehele provincie verandert er daardoor weinig

## 4.2 Productiestijging door wegvallen melkquotum

Eind 2008 voerde CLM een onderzoek uit voor het ministerie van VROM naar de mogelijke effecten van de afschaffing van de melkquotering. In deze rapportage zijn drie ontwikkelingen geschetst: een minimumscenario, uitgaande van een melkproductiegroei tot 2020 met 10%; een maximumscenario met een melkproductiegroei van 30% en een middenscenario uitgaande van een melkproductiegroei van 20%. In deze paragraaf rekenen we alledrie deze scenario's door. Bij deze berekeningen gaan we evenals in paragraaf 5.1 uit van een productiestijging per koe van 13%. Dat wil zeggen dat in het minimumscenario de veestapel (zowel melkkoeien als jongvee) licht zou kunnen krimpen, in de andere scenario's neemt de veestapel toe (respectievelijk -2,7%, +6,2% en +15%).

Voor de overige veranderingen (energiegebruik, bemesting e.d.) sluiten we aan bij het basisscenario uit paragraaf 5.1. De sector neemt verder geen specifieke broeikasgasmaatregelen.

<sup>12</sup> In deze cijfers is veenmineralisatie niet meegenomen, omdat deze niet per sector bekend is.

**Tabel 4.2 Reductie van broeikasgasemissie in de Friese landbouw in het basisscenario bij verschillende melkproductiestijgingspercentages.**

Landbouwsector	2007	+10%	+20%	+30%
	(kton CO <sub>2</sub> -eq)			
Vleesveehouderij	171,5	171,5	171,5	171,5
Melkveehouderij	2392,2	2392,4	2571,5	2748,6
Varkenshouderij	42,3	40,0	40,0	40,0
Leghenhouderij	25,0	22,5	22,5	22,5
Vleeskuikenuderij	103,8	85,0	85,0	85,0
Schapenhouderij	92,3	92,3	92,3	92,3
Paardenhouderij	15,5	15,5	15,5	15,5
Geitenhouderij	6,4	6,4	6,4	6,4
Groenvoedergewassen	490,7	429,7	429,7	429,7
Akkerbouw	61,1	56,9	56,9	56,9
Vollegrondsgroententeelt	3,8	3,6	3,6	3,6
Glastuinbouw	76,9	111,2	111,2	111,2
Fruitteelt	1,5	1,5	1,5	1,5
Bloembollenteelt	4,9	4,9	4,9	4,9
Totaal <sup>13</sup>	3487,8	3433,3	3612,4	3789,5

Bovenstaande tabel laat zien dat bij een stijging van de melkproductie met 10% de totale emissie met 54,5 kton afneemt in 2020 t.o.v. 2007. Dit komt overeen met een afname van 1,6 %. Is de groei van de melkproductie 20 of 30 %, dan nemen de emissies van de landbouw met resp. 124,6 kton en 301,7 kton toe. Dit komt overeen met een toename van resp. 3,6% en 8,6% toe.

### 4.3 Aanvullende ambities

In deze paragraaf werken we opnieuw de scenario's van 10%, 20% en 30% groei in de totale melkproductie, maar daarnaast passen we de overige veranderingen aan naar de ambities die de provincie samen met LTO heeft geformuleerd. LTO heeft in het werkprogramma 2009 Schone en Zuinige Melkveehouderij doelstellingen geformuleerd voor Nederland tot 2020 m.b.t. de volgende thema's;

- Energiebesparing
- Duurzame energieproductie
- Reductie overige broeikasgassen

In overleg met de provincie en LTO Noord Fryslân hebben we deze ambities vertaald naar de Friese situatie.

#### *Energiebesparing:*

- 2% per jaar.

#### *Duurzame energieproductie:*

- 100 extra windturbines tot 2020 en de huidige 100 windturbines bij boerenbedrijven worden vernieuwd.
- er wordt 250.000 m<sup>2</sup> aan zonnepanelen op landbouwstallen en -schuren aangebracht.

<sup>13</sup> In deze cijfers is veenmineralisatie niet meegenomen, omdat deze niet per sector bekend is.

*Reductie overige broeikasgassen:*

- terugbrengen methaanemissies uit pens met 15% in 2020 door andere voersamenstelling en toevoegen additieven.
- vervanging 50% van de kunstmest door kunstmest met 50% minder emissie bij productie en aanwending.
- 25% van de mest wordt verwerkt.

Bovenstaande ambities leiden tot de volgende ontwikkelingen in 2020.

Melkvee

• Melkproductie per koe (kg)	+ 13%
• Melkkoeien (aantal)	<b>-2,7% / + 6,2% / +15,0%</b>
• Jongvee (aantal)	<b>-2,7% / + 6,2% / +15,0%</b>
• Grasland (ha)	- 5%
• Maisland (ha)	+ 6%
• Krachtvoer / koe (kg)	+ 6%
• Ruwvoer / koe (kg)	+ 6%
• Bemesting N-kunstmest	- 10%
• <b>Energiegebruik (diesel, gas, elektra)</b>	<b>- 25%</b>
• <b>Methaanemissie dieren</b>	<b>-15%</b>
• <b>Methaan- en lachgasemissie stal</b>	<b>-25%</b>

Varkens en Pluimvee

• Varkens/pluimvee (aantal)	=
• Voederconversie (kg voer/kg groei)	-7,5%
• Emissie ammoniak stallen	-50%
• Verbranding pluimveemest	40%
• <b>Energiegebruik (diesel, elektra)</b>	<b>-15%</b>
• Energiegebruik (gas)	-25%
• <b>Methaanemissie dieren</b>	<b>-15%</b>
• <b>Methaan- en lachgasemissie stal</b>	<b>-25%</b>

Open teelten

• Areaal (ha)	=
• Bemesting met N per ha	-10%
• Bemesting fosfaat	max. 60 kg/ha
• <b>Energiegebruik (diesel, gas, elektra)</b>	<b>-25%</b>
• <b>Emissie kunstmest 50%*50% red.</b>	<b>-25%</b>

Glastuinbouw

• Areaal (ha)	+ 125%
• Energiegebruik (diesel, gas, elektra)	- 4%/jaar (50%)

50% van de energie wordt duurzaam opgewekt met een WKK. We nemen hierbij aan dat een goed werkende WKK een energiebesparing van 20% kan realiseren.

**Tabel 4.3 Reductie van broeikasgasemissie in de Friese landbouw bij aanvullende ambities en verschillende melkproductiestijgingspercentages.**

Landbouwsector	2007	+10%	+20%	+30%
		(kton CO <sub>2</sub> -eq)		
Vleesveehouderij	171,5	169,5	169,5	169,5
Melkveehouderij	2392,2	2173,0	2336,0	2497,1
Varkenshouderij	42,3	36,6	36,6	36,6
Leghenhouderij	25,0	19,4	19,4	19,4
Vleeskuikenshouderij	103,8	75,9	75,9	75,9
Schapenhouderij	92,3	90,8	90,8	90,8
Paardenhouderij	15,5	14,5	14,5	14,5
Geitenhouderij	6,4	5,9	5,9	5,9
Groenvoedergewassen	490,7	362,6	362,6	362,6
Akkerbouw	61,1	49,0	49,0	49,0
Vollegrondsgroententeelt	3,8	3,3	3,3	3,3
Glastuinbouw	76,9	61,3	61,3	61,3
Fruitteelt	1,5	1,5	1,5	1,5
Bloembollenteelt	4,9	4,7	4,7	4,7
Totaal <sup>14</sup>	3487,8	3068,9	3231,8	3392,9

Tabel 4.3 laat zien dat voor alle sectoren de emissie verminderen, m.u.v. de melkveehouderij +30%. Als netto resultaat voor de gehele provincie nemen door de aanvullende ambities m.b.t. energiebesparing en reductie overige broeikasgassen de broeikasgasemissies af. Voor het +10%, +20% en +30% gelden respectievelijk een afname van 418,9 kton (12%), 256 kton (7%) en 94,9 kton (3%) t.o.v. 2007. Geen van de scenario's is daardoor toereikend voor de sector ambitie van 19% reductie t.o.v. 2007 ofwel 30% t.o.v. 1990.

#### Duurzame energie

##### *Windenergie*

In januari 2009 staan in de provincie Friesland 329 windturbines met een totaal geïnstalleerd vermogen van 154 MW ofwel gemiddeld 0,46 MW/ windturbine. De windturbines leveren een jaar productie van 379 miljoen kWh. Ongeveer 100 windturbines zijn in het bezit van boeren (mededeling T. Steenbergen provincie Friesland). Uitgaande van een emissie van 581 gram CO<sub>2</sub>/kWh door elektriciteitscentrales in 2008 (MilieuCentraal) en een emissie van 13 gram CO<sub>2</sub>/kWh<sup>15</sup> door windturbines, leveren de huidige windturbines een reductie van 66,5 kton CO<sub>2</sub>-eq.

In dit scenario worden tot 2020 geleidelijke alle huidige windmolens vervanging en nog eens 100 windturbines bijgeplaatst. De gemiddelde windturbine in 2020 zal dan een vermogen hebben van ongeveer 2 MW en een jaarproductie van 6,5 miljoen kWh/ turbine (afgeleid van ECN 2004). In 2020 zal de emissie van elektriciteit uit centrales ongeveer 550 gram CO<sub>2</sub>/kWh zijn. Aangenomen is dat de emissie ten gevolge van windturbines 13 gram CO<sub>2</sub>/kWh blijft. Dit geeft een reductie van 698 kton CO<sub>2</sub>-eq in 2020 ofwel 20% van de huidige landbouwemissies. Een aandachtspunt hierbij is of deze reductie zonder meer aan de landbouw toegerekend mag worden.

<sup>14</sup> In deze cijfers is veenmineralisatie niet meegenomen, omdat deze niet per sector bekend is.

<sup>15</sup> Dit zijn emissies die vrijkomen bij de productie van windmolens.

### Zonne-energie

Arcadis heeft in 2006 voor de provincie Friesland het project "met energie uit uw dak" uitgevoerd. Het uitgangspunt van het project is de uitruil van asbestdaken voor duurzame energie in de agrarische sector. Door asbestdaken te saneren en ze vervolgens te vervangen door integrale energiedaken kan volgens deze studie een dubbelslag voor het milieu worden gemaakt. De 50.000 m<sup>2</sup> asbestdaken zouden kunnen worden vervangen door PV. Daarnaast heeft de provincie de ambitie om bij nog eens 200 agrariërs het dak te voorzien van zonnepanelen (we gaan hierbij uit van een dak op de zuidkant van 80 bij 15 m, d.i. 1200 m<sup>2</sup> waarop 1000 m<sup>2</sup> panelen komen). Het totale oppervlakte aan zonnepanelen komt dan op 250.000 m<sup>2</sup>.

In 2020 zullen zonnecellen gemiddeld 150 kWh/m<sup>2</sup> leveren (afgeleid van ECN 2004). Uitgaande van een emissie van 550 gram CO<sub>2</sub>/kWh voor elektriciteitscentrales en 50 gram CO<sub>2</sub>/kWh voor PV cellen levert dat een reductie van 19,0 kton C O<sub>2</sub>/ jaar in 2020 ofwel 0,5% reductie.

### Mestvergisting

In paragraaf 3.2.4 hebben we uitgerekend wat de effecten van mestvergisting is op de broeikasgasemissie uit de landbouw

In dit scenario gaan we ervan uit dat 25% van de mest ook daadwerkelijk wordt vergist. Dit levert dan een reductie van 62,7 kton CO<sub>2</sub>-eq op ofwel 1,8% reductie. Naast een CO<sub>2</sub>-uitsparing door energieopwekking via mestvergisting worden er methaanemissies vermeden omdat de verblijftijd van mest in de mestput wordt geminimaliseerd. Deze reductie, 46 kton CO<sub>2</sub>-eq is meegenomen in de scenario berekening. We gaan er dan vanuit dat alle methaan emissies uit stalmest worden vermeden. In de praktijk zal dit niet haalbaar zijn.

**Tabel 4.4 Reductie van broeikasgasemissie in de Friese landbouw door duurzame energie opwekking.**

	2007	+10%	+20%	+30%
		(kton CO <sub>2</sub> -eq)		
Windenergie	66,5	698	698	698
Zonne-energie	nb	19	19	19
Mestvergisting	nb	62,7	62,7	62,7
Totale reductie	66,5	779,7	779,7	779,7
Totale emissie landbouw	3421	2289	2452	2613

Bovenstaande tabel laat zien dat de totale reductie als gevolg van duurzame energie opwekking 779,7 kton ofwel 23%<sup>16</sup> bedraagt. Voor het +10%, +20% en +30% gelden respectievelijk een afname van 33%, 28% en 24% t.o.v. 2007 ofwel een afname van 44%, 39% en 35% t.o.v. 1990.

<sup>16</sup> Dit betreft het reductiepercentage t.o.v. het voor de bestaande windenergie in 2007 gecorrigeerde cijfer.

## 4.4 Concluderend

In dit hoofdstuk hebben we diverse scenario's doorgerekend voor het reduceren van broeikasgasemissies uit de Friese landbouw. Tabel 4.5 geeft een overzicht van scenario uitkomsten. Vooral door een afname van de melkveestapel is tussen 1990 en 2007 de broeikasgasemissie afgenomen met 11%. Het basisscenario laat zien dat zonder maatregelen deze afname zich niet voort zet en de emissie waarschijnlijk gelijk zullen blijven. Als het melkquotum wordt vrijgegeven en de melkproductie aanzienlijk zal stijging, +20% of +30%, zullen de emissies zelfs toe nemen t.o.v. 2007. De reeds gerealiseerde reductie t.o.v. 1990 neemt hierdoor af. In het ambitie scenario zijn aanvullende maatregel geformuleerd om de sector doelstelling van 30% emissie reductie in 2020 t.o.v. 1990 te realiseren. Voor alle melkquota scenario's geldt dat deze maatregelen voldoende zijn om deze doelstelling te realiseren. Echter dit komt voornamelijk door de productie van duurzame energie en de toekenning van de daardoor gerealiseerde reducties aan de landbouwsector. Zonder duurzame energie opwekking zal de reductiedoelstelling van 30% met de resterende ambitie maatregelen niet worden gerealiseerd. Aanvullende maatregelen zullen dan nodig zijn.

**Tabel 4.5 Overzicht uitkomsten scenario berekeningen voor Friesland.**

Scenario	Emissie (kton)	Reductie t.o.v. 1990
1990	3930	0%
2007	3488	11%
2020 basis	3453	11%
2020 +10% melk	3399	13%
2020 +20% melk	3578	9%
2020 +30% melk	3755	4%
2020 10% en ambitie	2322	44% (23%) <sup>17</sup>
2020 20% en ambitie	2485	39% (18%)
2020 30% en ambitie	2646	35% (14%)

<sup>17</sup> Reductiepercentage wanneer reductie t.g.v. duurzame energie niet wordt toegerekend aan landbouwsector.



# 5 Financieringsmogelijkheden

## 5.1 Financieringssystemen

Wereldwijd zijn er inmiddels diverse financieringssystemen ontwikkeld voor het bekostigen van emissie-reducerende maatregelen. Het Europese systeem voor emissiehandel is daar een voorbeeld van. Ander voorbeelden zijn initiatieven zoals bijvoorbeeld 'Trees for travel', een organisatie die particulieren, overheden, instellingen en bedrijven de mogelijkheid biedt om reizen en andere activiteiten waarvoor fossiele brandstoffen worden gebruikt te compenseren. Het gecompenseerde CO<sub>2</sub> verbruik wordt geïnvesteerd in de realisatie van duurzame bos- en energieprojecten. In dit hoofdstuk bespreken we een aantal financieringssystemen die mogelijkheden kunnen bieden voor de melkveehouderijsector. Naast het Europese systeem voor emissiehandel zijn dit ook door agrariërs en andere organisaties zelf opgezette initiatieven. We gaan in op de voor- en nadelen van een viertal specifieke voorbeelden.

### 5.1.1 Emissiehandel

#### Principe van emissiehandel

De mogelijkheden en maatregelen voor het reduceren van de broeikasgasemissies zijn niet voor alle bedrijven gelijk. En daarmee variëren ook de kosten van emissie-reductie per bedrijf. Een mechanisme waarmee alle bedrijven hun steentje kunnen bijdragen aan de reductie van broeikasgassen tegen vrijwel gelijke kosten, is emissiehandel in CO<sub>2</sub>-rechten. Dit Europese systeem is in 2005 van start gegaan en geeft bedrijven de mogelijkheid om emissierechten aan te kopen of te verkopen en zo hun overschot of tekort aan emissierechten te compenseren. Bedrijven waarvoor het relatief duur is om emissiereducerende maatregelen te nemen, kunnen rechten aankopen van bedrijven die maatregelen goedkoper kunnen nemen. Behalve de verplicht deelnemende bedrijven<sup>18</sup> kunnen ook particulieren en bedrijven op vrijwillige basis meedoen. Dat laatste geldt ook voor de melkveehouderij. Zij kunnen zowel rechten aankopen, om zo hun eigen emissies te compenseren als verkopen om eigen broeikasreducerende maatregelen te financieren. Particulieren en 'niet verplichte bedrijven' maken nog weinig gebruik van de emissiehandel vanwege de administratieve last en de relatief lage prijzen ten gevolge van te ruime toekenningen in het 1<sup>e</sup> nationale allocatieplan. In het nieuwe allocatieplan 2008-2012 zijn de rechten veel beperkter.

De melkveehouderij is een belangrijke bron van broeikasgasemissies. Volgens de IPCC vertegenwoordigt de Nederlandse melkveehouderijsector een broeikasgasemissie van 13 Mton CO<sub>2</sub>-eq. Dit zijn alleen de directe methaan en lachgas emissies vanuit de sector. Indirecte emissies ten gevolge van o.a. veevoer en kunstmestproductie zitten hier niet bij. Onderzoek toont aan dat via verschillende maatregelen een reductie van de directe emissies met circa 20% mogelijk is. Deze 2,6 Mton CO<sub>2</sub>-eq

---

<sup>18</sup> De Europese richtlijn vermeldt welke bedrijven en soorten activiteiten mee moeten doen; energieactiviteiten, aardolieraffinaderijen, delfstoffenindustrie, en overige activiteiten als pulp uit hout of andere vezelhoudende materialen. Hieronder vallen ook glastuinbouwbedrijven met een geïnstalleerd vermogen van meer dan 20 MW.

vertegenwoordigt op basis van de huidige marktprijs van € 12,- (22 januari 2009) per ton CO<sub>2</sub> een waarde van € 31 miljoen. Per melkveebedrijf is dit gemiddeld ruim € 1400,- per jaar. De komende jaren zullen de emissierechten voor verplichte bedrijven geleidelijk afnemen, waardoor de prijs waarschijnlijk zal stijgen. De Nederlandse Emissieautoriteit<sup>19</sup> verwacht op termijn een prijs van ongeveer € 40,- per ton CO<sub>2</sub>. Bij deze prijs vertegenwoordigt de bovengenoemde 2,6 Mton CO<sub>2</sub>-eq een waarde van € 104 miljoen. Dat is per melkveebedrijf gemiddeld bijna € 5.000,- per jaar.

CLM heeft in 2005 een studie verricht naar CO<sub>2</sub> emissiehandel voor de melkveehouderij. Hieruit kwam naar voren dat emissiehandel potentie heeft voor de bedrijven in deze sector. Echter voor individuele agrariërs die hun rechten willen verkopen zijn de administratieve lasten te groot. Het onderzoek toonde aan dat een vorm waarbij één organisatie of ketenbedrijf de rechten van een groep melkveehouders beheert en verhandelt waarschijnlijk wel haalbaar is. De zuivelbedrijven of veevoerproducenten zijn hiervoor uitermate geschikt vanwege hun directe (financiële) relatie met melkveehouders. Daarbij komt dat het verhandelen van de CO<sub>2</sub>-rechten van agrariërs eventueel kan worden gecombineerd met het handelen in eigen CO<sub>2</sub>-rechten.

#### Voordelen van samenwerking

Door samenwerking van zuivelbedrijf en melkveehouders kan met de handel in CO<sub>2</sub>-rechten synergievoordelen worden behaald. Door een gezamenlijke aanpak kunnen de kosten voor de gehele emissiehandel, inclusief de certificering en controle, relatief laag blijven en zijn meer maatregelen kosteneffectief. Hierdoor kan de gerealiseerde reductie stijgen en de omzet ten gevolge van emissiehandel toenemen. Naast een financieel belang voor melkveehouders, draagt een verdergaande vermindering van de broeikasgasemissies positief bij aan het imago van de sector. Deze proactieve zelfregulering kan tevens een verplichte niet-gesubsidieerde emissiereductie voor de sector in de toekomst voorkomen.

#### Financiële haalbaarheid

De financiële haalbaarheid van emissiehandel lijkt voor de melkveehouderij groot. Met name door de verschillende maatregelen die maatwerk per bedrijf mogelijk maken, zal het voor melkveehouders aantrekkelijk zijn om er mee aan de slag te gaan. Daarbij zullen de eerste maatregelen de melkveehouder mogelijk (ook zonder emissiehandel) geld besparen, maar zal de financiële prikkel daarnaast helpen om ook maatregelen te nemen die wat verder gaan. Met name doordat vergoeding voor emissierechten jaarlijks terugkomt is het voor agrariërs ook een flexibel instrument.

### **5.1.2 Aanplanten van bomen**

Naast emissiereductie maatregelen op het bedrijf kunnen melkveehouders ook emissierechten verwerven met CO<sub>2</sub>-opslag, bijvoorbeeld via het aanplanten van bomen. Wereldwijd zijn voorbeelden te vinden van initiatieven die genomen zijn om op deze manier te profiteren van het vermogen van bomen om CO<sub>2</sub> voor een langere periode vast te leggen. Carbon Farmers ([www.carbonfarmers.com](http://www.carbonfarmers.com)) is een voorbeeld van een organisatie die Amerikaanse boeren de administratieve last rondom emissiehandel uit handen neemt. De boer bepaalt zelf of hij zijn rechten verkoopt of inzet ten behoeve van zijn eigen uitstoot.

---

<sup>19</sup> De Nederlandse Emissieautoriteit (NEa) houdt toezicht op de emissiehandel. Zij controleert of bedrijven genoeg emissierechten hebben voor de hoeveelheid stikstofoxiden (NO<sub>x</sub>) en kooldioxide (CO<sub>2</sub>) die ze uitstoten.

Deelname aan een dergelijk initiatief heeft voor de boer als nadeel dat een relatief hoog percentage aandeel van de carbon credits naar de organisatie gaat. In het geval van Carbonfarmers is dat percentage 30%. Daar staat tegenover minder administratieve lasten voor de boer.

Een hectare bos legt per jaar ongeveer 10 ton CO<sub>2</sub> vast. Totaal is dat in Europa ongeveer 150 ton CO<sub>2</sub> per ha, in de tropen ongeveer 300 ton CO<sub>2</sub> per ha. Als opnieuw gerekend wordt met de prijzen bij emissiehandel, geldt bij de huidige marktprijs van € 12,- (22 januari 2009) dat dit € 120,- per hectare/jaar oplevert. Hiervan gaat € 36,- per hectare/jaar naar Carbonfarmers. Daarnaast heeft het hout zelf een marktwaarde. In 2006 leverde een ha bos in Nederland een inkomen op van € 21,-/ha/jaar. Totaal zijn de opbrengsten dan € 105,-/ha/jaar.

Inmiddels zijn er regionaal ook ideeën om te komen tot een regionaal klimaatcompensatiefonds, waaruit bijvoorbeeld lokale landschapselementen uit kunnen worden betaald. Ook in landschapselementen kan CO<sub>2</sub> worden vastgelegd. Weliswaar zijn de kosten per ton vastgelegde CO<sub>2</sub> hoog, ook het draagvlak bij bijvoorbeeld het lokale bedrijfsleven kan aanzienlijk vergroot worden.

#### Financiële haalbaarheid

De genoemde opbrengsten van € 105,-/ha/jaar zijn financieel niet aantrekkelijk. Ook bij een de hoogst genoemde opbrengst van emissiehandel lijkt dit niet voldoende. Bij een prijs van € 40,- per ton levert een hectare bos volgens dezelfde berekening € 301,-/ha/jaar op. De rentekosten van een hectare grond bedragen bij een kostprijs van € 10.000,-/ha en een rentepercentage van 4% al € 400,-/ha/jaar. De aanplant van bomen is in Nederland relatief duur door de hoge grondprijs en de hoge prijs van arbeid. Trees for Travel compenseert CO<sub>2</sub> door bomenaanplant in de tropen voor een bedrag van minder dan € 10,- per ton.

### **5.1.3 Vastleggen CO<sub>2</sub> in de bodem**

Andere initiatieven richten zich meer op het vastleggen van CO<sub>2</sub> in de bodem. Carbon Farmers of Australia ([www.carbonfarmersofaustralia.com.au](http://www.carbonfarmersofaustralia.com.au)) is een voorbeeld van een emissiehandelsbedrijf dat opgericht is door agrariërs en waarbij aangesloten boeren, afhankelijk van hun gedane investering, delen in de winst. Carbon Farmers of America ([www.carbonfarmersofamerica.com](http://www.carbonfarmersofamerica.com)), een vergelijkbaar initiatief in de Verenigde Staten, adviseert en stimuleert deelnemende boeren om bodems te creëren met een hoog gehalte aan organisch materiaal. Het proces van bodemvorming wordt in samenwerking met de deelnemende boeren nauwkeurig op hun bedrijf gevolgd. De koolstofniveaus in de bodem worden gemonitord en door een derde partij geverifieerd. In ruil voor de door de boeren gedane investering worden burgers gevraagd het initiatief te steunen door het kopen van producten van de deelnemende bedrijven en door het kopen van carbon sinks om hun eigen uitstoot te compenseren. Een carbon sink vertegenwoordigt één ton atmosferische CO<sub>2</sub> dat door middel van fotosynthese en verval is omgezet in ongeveer een halve ton organisch materiaal in de bodem.

De winst wordt geïnvesteerd in het verder vergroten van de vastlegcapaciteit van koolstof en in het verder terugdringen van klimaatverandering. Een lidmaatschap bij Carbon Farmers of America levert volgens de organisatie voor een deelnemende boer het volgende op:

- Wat productie betreft, zou uit onderzoek blijken dat 1% toename in organisch materiaal in de bodem leidt tot een toename van 12% in totale productiviteit. 1% toename van organische koolstof in de bovenste 20 cm met een bulk dichtheid van 1,2 g/cm<sup>3</sup> komt overeen met een toename van organisch koolstof in de

bodem van 24 ton/ha. Dit verhoudt zich tot 88 ton/ha vastgelegde CO<sub>2</sub> (Jones, 2006).

- Voor elke vastgelegde ton CO<sub>2</sub> ontvangt de deelnemer 75% van de marktwaarde van een ton CO<sub>2</sub>. Met de huidige marktwaarde zou dit voor Nederland neerkomen op € 9,- per ton. Op basis van bovengenoemde 88 ton CO<sub>2</sub> per ha/jaar, levert dit per ha/jaar bijna € 800,- op.

De jaarlijkse kosten voor een lidmaatschap is omgerekend ongeveer € 4,- per are (ongeveer 0,4 ha), maar niet minder dan € 400,-.

#### Financiële haalbaarheid

Deze maatregel lijkt financieel aantrekkelijk voor boeren. Daar komt bij dat het op-hogen van het organische stofpercentage in de bodem ook veel voordelen voor het bedrijf met zich meebrengt. Daarbij gaat het onder andere om ontwatering, bodem-leven en productiviteit.

Wel is er in Nederland nog veel discussie over de mogelijkheid om (blijvend) CO<sub>2</sub> vast te leggen in de bodem. Met name in grasland lijken er wel mogelijkheden te zijn. Er lopen momenteel diverse onderzoeken na welke mogelijkheden en maatregelen effectief zijn om CO<sub>2</sub> in de Nederlandse landbouwbodem vast te leggen.

### 5.1.4 Energie voor derden

Eerder in dit hoofdstuk hebben we het systeem van emissierechten beschreven. Emissierechten kunnen ook verworven worden via het genereren van energie voor derden, bijvoorbeeld via windenergie, zonne-energie of mestvergisting. De rechten hiervan komen bovenop de al gecijferde rechten. Een voorbeeld hiervan is Boer-ZOEKTbuurvoorZONNEPANELEN, een initiatief van boerENbuur in samenwerking met energiebedrijf Greenchoice waarbij particulieren investeren in zonnepanelen op een agrarisch bedrijf. Dit kunnen ze doen door eenmalig één of meer aandelen van € 250,- per stuk te kopen. In ruil daarvoor ontvangen ze gedurende zes jaar producten en/of diensten van de boer ter waarde van € 50,- per aandeel per jaar. De deelnemende particulieren stappen over op groene energie van Greenchoice en krijgen een kortingsgarantie van 0,25 eurocent per kWh en m<sup>3</sup>. Het boerENbuur bedrijf belegt voor eind 2009 zijn schuurdaken met zonnepanelen, en stapt ook over naar Greenchoice als energieleverancier zo spoedig als het huidige energiecontract dat toelaat. De zonnepanelen en de energieopbrengst vallen na zes jaar volledig aan het boerENbuurbedrijf toe.

#### Financiële haalbaarheid

- Per bedrijf wordt er uitgegaan van een voorfinanciering door 100 particulieren van € 25.000,- (100 aandelen) voor de aanschaf van zonnepanelen.
- In ruil voor de voorfinanciering ontvangen de 100 particulieren gedurende zes jaar € 50,- (per aandeel) aan duurzame producten en diensten van de deelnemende boer. Dat is in totaal € 30.000,-. Wat de daadwerkelijke kosten zijn van levering van producten en diensten hangt af van het bedrijf. Uitgaande van werkelijke kosten van 70% van de marktwaarde komt dit neer op € 21.000,-.
- De jaarlijks geproduceerde hoeveelheid energie wordt geschat op 3000 kWh per jaar/per bedrijf (uitgaande van een voorzichtige schatting van een levensduur van 25 jaar betekent dit 45.000 kWh).
- De deelnemende boer kan een SDE (Stimulering Duurzame Energieproductie) subsidie aanvragen. De subsidie bedroeg in 2008 € 0,33 per teruggeleverde kWh en heeft een looptijd van 15 jaar. Uitgaande van een basisbedrag van € 0,53

(Tilburg, 2008) per kWh (inclusief € 0,33 per kWh subsidie) komt dat neer op bijna € 1600,- per jaar of ongeveer € 24.000,- na 15 jaar.

- Jaar 16 t/m 25 ontvangt de boer € 0,20 per kWh (prijsspeil 2008) wat overeenkomt met € 600,- per jaar of € 6000,- na 10 jaar.
- Kosten over 25 jaar zijn € 21.000,- opbrengsten over 25 jaar zijn € 24.000,- + € 6.000,- = € 30.000,-.
- Kosten contant gemaakt over 25 jaar (bij een inflatie van 3%) zijn € 18.960,-. De opbrengsten contant gemaakt over 25 jaar (bij een energieprijssijting van 3%) € 25.674,-.

Het principe van boerENbuur is echter niet zomaar standaard opschaalbaar. In de eerste plaats is de subsidieregeling die er aan ten grondslag ligt beperkt. Daarnaast leert de praktijk dat er in januari 2009 nog maar 150 burens gevonden zijn terwijl er 1500 nodig zijn om 15 bedrijven te kunnen laten draaien. Er is een gemotiveerde groep 'burens' nodig om de voorfinanciering te regelen. Wel is een soortgelijke lening bij de bank een optie, hoewel de rente daar hoger zal zijn, en de werkelijke kosten daarmee eveneens, omdat in bovenstaande berekening wordt uitgegaan van een levering van producten met de kosten van 70% van de marktwaarde. Een snelle rekensom leert dat een lening bij de bank aan rente en aflossing over 25 jaar bij 4% rente totaal (bij een inflatie van 3%) contant gemaakt € 27.529,- kost, terwijl de panelen contant gemaakt € 25.674,- opleveren (bij een stijging van de energieprijssijting van 3%). Daarmee kan een lening bij de bank dus niet uit.

### 5.1.5 Concluderend

In de onderstaande tabel zetten we de genoemde mogelijkheden op een rij. Daarbij hebben we steeds aandacht voor de financiële haalbaarheid, de praktische uitvoerbaarheid en de controleerbaarheid. Bij de beoordeling maken we een inschatting van toepassing op grote schaal.

	Financiële haalbaarheid	Praktische uitvoerbaarheid	Controleerbaarheid
Emissiehandel	++	+	±
Aanplant van bomen	-	++	++
Vastleggen CO <sub>2</sub> in de bodem	++	±	±
Energie voor derden	-	++	++

De economisch meest interessante maatregelen lijken; aansluiten bij het huidige Europese emissiehandel systeem en vastleggen van CO<sub>2</sub> in de bodem. De controleerbaarheid en praktisch uitvoerbaarheid zijn voor deze systemen echter lastig. Het aanplanten van bomen en het winnen van energie voor derden zijn daarentegen goed uitvoerbaar maar hebben een laag economisch rendement. Vanwege de praktische uitvoerbaarheid bieden laatst genoemde maatregelen het meeste perspectief. Voor het vastleggen van CO<sub>2</sub> in de Nederlandse landbouwbodem dient eerst meer duidelijkheid te komen m.b.t. welke mogelijkheden en maatregelen effectief zijn. Aansluiten bij het huidige emissiehandelssysteem lijkt alleen haalbaar wanneer een ketenpartij (bijvoorbeeld zuivelcoöperatie of veevoerproducent) hierbij het initiatief neemt.



## Bronnen

---

- Anonymous, 2003. TEWI richtlijnen mestverwerking. CE, Grontmij, IMAG en Wageningen Universiteit.
- Anonymous, 2008. Op weg naar een duurzame zuivelketen, werkprogramma 2009 schone en zuinige melkveehouderij. Utrecht.
- Arcadis, 2006. Met energie uit uw dak, provincie Fryslân.
- BBD, 2008. Persoonlijke mededeling Frank Verhoeven en Willem van Weperen, ETC, Leusden.
- Boer, M. & A. Kool, 2003. Energie en Broeikasgassen in Koeien en Kansen. CLM, Culemborg.
- Bosker, T en A. Kool, 2004. Emissies bij aanwending van vergiste mest. CLM.
- CBS, 2008. <http://www.cbs.nl/statline/>
- CLM, 2008. Regionaal klimaatmodel versie 2.0. CLM, Culemborg.
- DOE, 2006. <http://www.doeproject.nl>
- Dolfing, J., W.J.M. de Groot, E.E. Hoving & P.J. Kuikman, 2004. Lachgasemissies bij graslandvernieuwing in voor- of najaar. Alterra, Wageningen.
- Hendriks, D., 2007. In Melken voor het klimaat. Op zoek naar een klimaatvriendelijke melkveehouderij in de Alblasserwaard. CLM, Culemborg.
- Jansen, P.C., E.P. Querner & C. Kwakernaak, 2007. Effecten van waterpeilstrategieën in veenweidegebieden. Alterra, Wageningen.
- Kool, A., et al, 2005. Kennisbundeling covergisting. CLM Onderzoek en Advies BV.
- Menkveld, M., 2004. Energietechnologieën in relatie tot transitiebeleid. ECN.
- Moller, H.B., et al. 2004. Methane productivity of manure, straw and solid fractions of manure. *Biomass and Bioenergy* 26: 485-495.
- Os, van R., et al. 2003. TEWI benadering mestbewerking en –verwerking. Grontmij.
- Schans, F. van der, E. van Well & L. Vlaar, 2008. Prestaties, potenties en ambities. Quicksan landbouw en klimaat. CLM, Culemborg.
- Schils, R.L.M., D.A. Oudendag, K.W. van der Hoek, J.A. de Boer, A.G. Evers & M.H. de Haan, 2006. Broeikasgasmodule BBPR. Animal Sciences Group, Lelystad.
- Smink, W. et al., 2003. Methaanreductie melkvee. Feed Innovation Services (FIS), Aarle-Rixtel.

Smit, A., C.L. van Beek, T. Hoogland, 2007. Risicogebieden voor organische stof. Ontwerp van een methodologie voor het aanwijzen van 'risk areas' t.b.v. de EU Kaderrichtlijn bodem. Alterra, Wageningen.

Velthof, G.L., M.H. de Haan, R.L.M. Schils, G.J. Monteny, A. Van den Pol-Dasselaar & P.J. Kuikman, 2000. Beperking van lachgasemissie uit bemeste landbouwgronden. Een systeemanalyse. Alterra, Wageningen.

Vries, F. de, 2008. Het veen verdwijnt uit Drenthe. Alterra, Wageningen.

VROM, 2007. Protocollen broeikasgasmonitoring, VROM DGM, Den Haag.



# Bijlage 1 Kwantificering broeikaseffect van Friese landbouw

In deze bijlage worden de gehanteerde berekeningmethodiek 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 1.

**Tabel 1 Gebruikte berekening voor de verschillende broeikasgasemissie bronnen.**

Emissie bron/proces	Broeikasgas	Berekening
Stalemissie	CH <sub>4</sub>	totale emissie = $\sum$ aantal dieren i * mest productie per dier i * emissie factor per kg dier mest i
	N <sub>2</sub> O	totale emissie = $\sum$ 44/28 * ((aantal dieren i * N excretie per dier i) - NH <sub>3</sub> -N emissie) * emissie factor per kg N in dierlijke mest i)
Bodememissies 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) ]
Bodememissies indirect	N <sub>2</sub> O	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) ]
	atmosferische depositie	
	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) ]
Pensfermentatie	CH <sub>4</sub>	totale emissie = $\sum$ EF <sub>i</sub> (kg CH <sub>4</sub> /dier i) * [aantal dieren per dier categorie i]
Bedrijfsemisies	CO <sub>2</sub> -eq	totale emissie = $\sum$ energiedrager i op bedrijf j * CO <sub>2</sub> -eq energiedrager i * aantal bedrijven j

**Vervolg tabel 1**

Emissie bron/proces	Broeikasgas	Berekening
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 Overzichtstabel broeikasemissies Fryslân

**Tabel 2 Emissies uit de Friese landbouw in 2007 en 1990 (ton CO<sub>2</sub>-eq).**

Emissies (ton CO <sub>2</sub> eq)	2007	1990
<b>Dierlijk</b>		
<b>Vleesveehouderij</b>		
Pensfermentatie CH <sub>4</sub>	53762	60286
Mestemissie stal CH <sub>4</sub>	6806	10556
Mestemissie stal N <sub>2</sub> O	1128	1141
Bodememissie N <sub>2</sub> O direct	17947	19892
Bodememissie N <sub>2</sub> O indirect	12054	20977
Veevoerproductie CO <sub>2</sub>	61693	59265
Bedrijfsprocessen CO <sub>2</sub>	18114	6142
<i>Totaal</i>	<i>171503</i>	<i>178259</i>
<b>Melkveehouderij</b>		
Pensfermentatie CH <sub>4</sub>	832848	877825
Mestemissie stal CH <sub>4</sub>	229945	220312
Mestemissie stal N <sub>2</sub> O	23652	17661
Bodememissie N <sub>2</sub> O direct	347939	332443
Bodememissie N <sub>2</sub> O indirect	238271	374044
Veevoerproductie CO <sub>2</sub>	589354	697870
Bedrijfsprocessen CO <sub>2</sub>	130194	175369
<i>Totaal</i>	<i>2392203</i>	<i>2695526</i>
<b>Varkenshouderij</b>		
Pensfermentatie CH <sub>4</sub>	3226	4653
Mestemissie stal CH <sub>4</sub>	8233	11960
Mestemissie stal N <sub>2</sub> O	642	715
Bodememissie N <sub>2</sub> O direct	4870	4478
Bodememissie N <sub>2</sub> O indirect	4644	8753
Veevoerproductie CO <sub>2</sub>	12167	19003
Bedrijfsprocessen CO <sub>2</sub>	8545	30398
<i>Totaal</i>	<i>42327</i>	<i>79960</i>
<b>Leghenhouderij</b>		
Pensfermentatie CH <sub>4</sub>	533	1851
Mestemissie stal CH <sub>4</sub>	4956	5126
Mestemissie stal N <sub>2</sub> O	3779	2525
Bodememissie N <sub>2</sub> O direct	2633	3213
Bodememissie N <sub>2</sub> O indirect	9174	10875
Veevoerproductie CO <sub>2</sub>	3929	3651
<i>Totaal</i>	<i>25005</i>	<i>27242</i>
<b>Vleeskuikenhouderij</b>		
Pensfermentatie CH <sub>4</sub>	2524	1206
Mestemissie stal CH <sub>4</sub>	33961	19218
Mestemissie stal N <sub>2</sub> O	26518	7215
Bodememissie N <sub>2</sub> O direct	17643	8777
Bodememissie N <sub>2</sub> O indirect	11965	6692
Veevoerproductie CO <sub>2</sub>	11208	11936
<i>Totaal</i>	<i>103819</i>	<i>55044</i>
<b>Schapenhouderij</b>		
Pensfermentatie CH <sub>4</sub>	43271	62645
Mestemissie stal CH <sub>4</sub>	992	1324
Mestemissie stal N <sub>2</sub> O	4656	6551
Bodememissie N <sub>2</sub> O direct	22365	31923
Bodememissie N <sub>2</sub> O indirect	20968	31103
<i>Totaal</i>	<i>92251</i>	<i>133546</i>

**Vervolg tabel 2**

Emissies (ton CO <sub>2</sub> -eq)	2007	1990
<b>Paardenhouderij</b>		
Pensfermentatie CH <sub>4</sub>	4818	2513
Mestemissie stal CH <sub>4</sub>	666	401
Mestemissie stal N <sub>2</sub> O	3133	1887
Bodememissie N <sub>2</sub> O direct	3536	1769
Bodememissie N <sub>2</sub> O indirect	3315	1997
<i>Totaal</i>	<i>15467</i>	<i>8566</i>
<b>Geitenhouderij</b>		
Pensfermentatie CH <sub>4</sub>	1099	381
Mestemissie stal CH <sub>4</sub>	139	48
Mestemissie stal N <sub>2</sub> O	2050	703
Bodememissie N <sub>2</sub> O direct	1620	421
Bodememissie N <sub>2</sub> O indirect	1518	521
<i>Totaal</i>	<i>6426</i>	<i>2074</i>
<b>Plantaardig</b>		
<b>Groenvoedergewassen</b>		
Bodememissies N <sub>2</sub> O direct	132412	211956
Bodememissies N <sub>2</sub> O indirect	53411	60075
Kunstmestproductie-emissies CO <sub>2</sub> , N <sub>2</sub> O	255002	322158
Bedrijfsprocessen CO <sub>2</sub>	49851	47887
<i>Totaal</i>	<i>490676</i>	<i>642076</i>
<b>Akkerbouw</b>		
Bodememissies N <sub>2</sub> O direct	16752	24271
Bodememissies N <sub>2</sub> O indirect	5102	6405
Kunstmestproductie-emissies CO <sub>2</sub> , N <sub>2</sub> O	25123	27460
Bedrijfsprocessen CO <sub>2</sub>	14086	17232
<i>Totaal</i>	<i>61063</i>	<i>75368</i>
<b>Vollegrondsgroenten</b>		
Bodememissies N <sub>2</sub> O direct	603	727
Bodememissies N <sub>2</sub> O indirect	156	188
Kunstmestproductie-emissies CO <sub>2</sub> , N <sub>2</sub> O	769	770
Bedrijfsprocessen CO <sub>2</sub>	2230	2538
<i>Totaal</i>	<i>3759</i>	<i>4222</i>
<b>Glastuinbouw</b>		
Kunstmestproductie-emissies CO <sub>2</sub> , N <sub>2</sub> O	937	304
Bedrijfsprocessen CO <sub>2</sub>	74506	22891
Bodem-/substraatemissies N <sub>2</sub> O	1413	457
<i>Totaal</i>	<i>76856</i>	<i>23652</i>
<b>Fruitteelt</b>		
Kunstmestproductie-emissies CO <sub>2</sub> , N <sub>2</sub> O	38	73
Bedrijfsprocessen CO <sub>2</sub>	1410	3707
Bodememissies N <sub>2</sub> O direct	24	50
Bodememissies N <sub>2</sub> O indirect	10	18
<i>Totaal</i>	<i>1483</i>	<i>3848</i>
<b>Bloembollen</b>		
Bodememissies N <sub>2</sub> O direct	416	252
Bodememissies N <sub>2</sub> O indirect	168	94
Kunstmestproductie-emissies CO <sub>2</sub> , N <sub>2</sub> O	823	395
Bedrijfsprocessen CO <sub>2</sub>	3524	204
<i>Totaal</i>	<i>4930</i>	<i>945</i>
<b>Totaal</b>	<b>3487769</b>	<b>3930327</b>

(Bron: regionaal klimaatmodel CLM versie 2.0)