



**Landbouw en klimaat
in Zeeland**

Landbouw en klimaat in Zeeland

E.V. Elferink

E.A.P. van Well

L.N.C. Vlaar

CLM Onderzoek en Advies BV

Culemborg, december 2010

CLM 749 - 2010

Abstract

(Broeikasgasemissie, klimaat, landbouw, Zeeland)

In opdracht van de provincie Zeeland zijn de broeikasgasemissies van de landbouw binnen deze provincie in kaart gebracht. Het betreft de emissies uit de jaren 1990 en 2008. Daarnaast worden maatregelen beschreven om tot emissiereductie te komen en is een scenario doorgerekend voor 2020.

Oplage

30

Inhoud

Inhoud

1	Inleiding	1
1.1	Doelen	1
1.2	Opzet	2
2	Broeikasgassen en energiegebruik	3
2.1	Achtergonden broeikasgassen	3
2.2	Afbakening	4
2.3	Berekeningsmethodiek	6
2.4	Arealen in Zeeland	8
2.5	De Zeeuwse veestapel	8
2.6	Resultaten broeikas-effectberekening	9
2.7	Vergelijking met landelijke en regionale cijfers	13
2.8	Ontwikkeling ten opzichte van 1990	14
3	Reductieopties en potentiëlen	15
3.1	Voer- en diermaatregelen	15
3.1.1	Verlagen N-gehalte mest	15
3.1.2	Rantsoensamenstelling	16
3.1.3	Meer melk per koe	17
3.1.4	Verhoging levensduur melkvee en minder jongvee	18
3.2	Bemesting	19
3.2.1	Verlagen N-bemesting via (kunst)mest	19
3.2.2	Splitsen van de N-giften	20
3.2.3	Verandering van kunstmestsoort	20
3.2.4	Mest- en co-vergisting op individueel bedrijf of collectief	21
3.2.5	Overige mestmaatregelen	22
3.3	Bodemmaatregelen	22
3.3.1	Niet-kerende grondbewerkingen	23
3.3.2	Rijpadensysteem	23
3.3.3	Tijdstip van grondbewerkingen	24
3.3.4	Bodemverbeteraars	24
3.3.5	Graslandmanagement, scheuren	25
3.4	Energiebesparing	25
3.4.1	Melkveehouderij	25
3.4.2	Pluimveehouderij	26
3.4.3	Varkenshouderij	26
3.4.4	Fruitteelt	26
3.4.5	Glastuinbouw	27
3.4.6	Diesel	27
3.5	Overige maatregelen	28
3.5.1	Veen in aanvulgrond: boomteelt	28
3.5.2	Duurzame energie uit snoeihout fruitsector	28
3.6	Maatregelen in de context	29
3.6.1	Algemene opmerkingen	29
3.6.2	Ammoniakmaatregelen	29

4	Maatregelen in “Op volle kracht”	31
4.1	Enkele achtergronden rond energievraagstukken	32
4.2	Het provinciale maatregelen pakket in de 3 golven	33
4.2.1	Ad 1a. Windenergie en de agrarische sector.	35
4.2.2	Ad 1b. Warmtenetten-agrarische sector	36
4.2.3	Ad 1c. Energiebesparing in de bebouwde omgeving	38
4.2.4	Ad 1d. Opzetten van projecten op basis van kleinschalige bio-energie (verbranding en vergisting)	38
4.2.5	Ad 1e. Toepassen van duurzame brandstoffen in transport (aardgas, biodiesel, bio-ethanol)	40
4.2.6	Ad 2a. Het produceren van 2e generatie biobrandstoffen (Nedalco als voorbeeld en trekker)	41
4.2.7	Ad 2d. Produceren en toepassen van PV zonnepanelen (NB Delta)	42
4.2.8	Ad 3a. Biodiesel uit algen	43
4.2.9	Ad 3b. Duurzame innovatieve chemie	45
4.2.10	Ad 3c. Ontwikkelen van een Zeeuwse biobased economy	45
5	Ontwikkelingen naar 2020	49
6	Conclusies	53
	Bronnen	55
	Bijlage 1 Kwantificering broekaseffect van Zeeuwse Landbouw	57

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 CO₂ door energiegebruik (bijv. verlichting in kassen en dieselgebruik door machines), methaan (CH₄) door pensfermentatie van herkauwers en uit mestopslagen, en lachgas (N₂O) 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.

Totaal is de Nederlandse landbouw volgens internationale berekeningen verantwoordelijk voor ongeveer 13% van de uitstoot van broeikasgassen in Nederland. In deze rapportage wordt daarbij de invloed van de landbouw via gebruik van kunstmest, krachtvoer en energie op de broeikasgasemissie opgeteld. Daarmee ligt de bijdrage van de landbouw totaal op ongeveer 18% van de broeikasgasemissies in Nederland.

Ook voor de provincie Zeeland speelt de reductie van broeikasgassen een belangrijke rol en heeft als doel het leveren van een evenredige bijdrage aan de nationale doelstelling op het gebied van energiebesparing, duurzame energie en de uitstoot van broeikasgassen. In "Op volle kracht", het Zeeuwse Energie- en Klimaatbeleid 2008-2012 wordt om deze doelen te bereiken, gekozen voor een samenhangend pakket aan maatregelen in 3 zogenaamde golven.

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 en energiegebruik van de verschillende landbouwsectoren in de provincie Zeeland;
- 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.

1.2 Opzet

De opzet van de rapportage is als volgt:

- In hoofdstuk 2 beschrijven we de broeikasgasemissies en het energiegebruik in de Zeeuwse 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 Zeeland.
- In hoofdstuk 4 geven we de resultaten van enkele specifieke scenario's voor het jaar 2020.
- In hoofdstuk 5 trekken we conclusies en doen we aanbevelingen voor inzet op emissiereductie vanuit de landbouw.

2 Broeikasgassen en energiegebruik_____

2.1 Achtergonden broeikasgassen

In de Nederlandse landbouw komen verschillende gassen vrij die horen bij de broeikasgassen. De belangrijkste broeikasgassen zijn koolstofdioxide (CO_2), methaan (CH_4) en lachgas (N_2O). Door de moleculaire structuur zijn deze gassen in staat om warmte vast te houden in de atmosfeer. Een toename van deze gassen in de atmosfeer zorgt daarmee voor het vasthouden van meer warmte en daarmee een stijging van de temperatuur op aarde. Een kg methaangas heeft een broeikas-effect dat 25 keer groter is dan een kg CO_2 . Voor lachgas is dit zelfs 296 keer zo groot. Ter vergelijking van broeikasgasemissies worden de emissies van methaan en lachgas omgerekend naar CO_2 -equivalenten, door ze te vermenigvuldigen met deze factoren.

De landbouw heeft op vier manieren invloed op de broeikasgasemissies:

1. Door gebruik van elektriciteit en (fossiele) brandstoffen op het bedrijf komt CO_2 vrij.
2. Door het beïnvloeden van de koolstof kringloop komt CO_2 en CH_4 vrij.
 - a. Akkerbouw/volle grondtuinbouw/grasland: gewassen leggen CO_2 vast in organische stof en bij het oogsten wordt deze organische stof weer uit het systeem verwijderd. Alleen wanneer er in de bodem organische stof wordt opgebouwd is er sprake van CO_2 vastlegging. Maar over het algemeen is er sprake van een netto afname van organische stof in de bodem op akkerbouw bedrijven. (zie Box 1)
 - b. Boomteelt: voor boomteelt geldt ook dat de opstand CO_2 vastlegt. Maar omdat er geen sprake is van "oogst" zoals bij akkerbouw gewassen (de opstand wordt levend verkocht), blijft de koolstof in de vastgelegde vorm. Er wordt echter in de boomteelt veel organische stof afgevoerd van het bedrijf, omdat dit met de kluiten meegaat. Om het organisch stof gehalte aan te vullen wordt er daarom veel compost en aanvulgrond gebruikt (Dijk, 2005) (Beuze, 2004).
 - c. Veehouderij: door de afbraak van organische stoffen door bacteriën onder anaërobe omstandigheden in pens en mest ontstaat methaan.
3. Door het beïnvloeden van de stikstofkringloop (door bemesting) komt N_2O vrij.
 - a. Plantaardige teelt: Door middel van bemesting (door dierlijke mest, kunstmest en gewasresten) wordt er N aan de bodem toegevoegd die gedeeltelijk door de gewassen wordt opgenomen. Een ander gedeelte van de N wordt direct of indirect omgezet in N_2O .
4. Inputs zoals kunstmest en kapitaalgoederen die op het bedrijf worden gebruikt zijn in eerdere schakels van de keten geproduceerd, waarbij broeikasgassen zijn vrij gekomen.

Tabel 2.1 Emissies van de drie voornaamste broeikasgassen en aandeel land- en tuinbouw per broeikas in totale emissie.

Jaar	(CO ₂)	(CH ₄)	(N ₂ O)	Totaal BKG	CO ₂ landb	% landb	CH ₄ landb	% landb	N ₂ O landb	% landb
1990	159,4	25,4	19,9	204,7	8,5	5,3%	10,5	41,3%	11,6	58,2%
1991	164,3	25,7	20,3	210,3	8,5	5,2%	10,6	41,4%	11,9	58,6%
1992	162,4	25,2	21,0	208,6	8,7	5,3%	10,4	41,3%	12,5	59,6%
1993	166,8	24,9	21,8	213,5	9,0	5,4%	10,4	41,9%	12,7	58,4%
1994	166,8	24,1	21,2	212,0	8,6	5,2%	10,1	41,9%	12,3	58,0%
1995	170,6	23,8	21,3	215,7	8,5	5,0%	10,4	43,6%	12,8	60,1%
1996	177,7	23,0	21,1	221,8	9,0	5,1%	10,0	43,5%	12,6	59,6%
1997	171,2	22,0	20,9	214,1	7,6	4,4%	9,9	45,0%	12,5	59,6%
1998	173,3	21,1	20,7	215,1	7,6	4,4%	9,5	44,9%	12,2	59,1%
1999	167,8	20,1	19,9	207,8	7,3	4,4%	9,4	46,8%	11,8	59,4%
2000	169,6	19,2	19,0	207,9	7,6	4,5%	9,1	47,3%	10,8	57,0%
2001	175,2	18,8	18,0	212,0	7,4	4,2%	9,2	48,9%	10,4	58,0%
2002	175,8	18,0	17,1	210,8	7,4	4,2%	8,7	48,6%	9,9	57,6%
2003	179,7	17,5	16,8	214,0	7,2	4,0%	8,8	50,1%	9,5	56,6%
2004	181,1	17,3	17,3	215,7	7,1	3,9%	8,8	51,2%	9,5	54,9%
2005	175,9	16,8	17,1	209,9	7,3	4,1%	8,8	52,3%	9,5	55,4%
2006	172,2	16,3	16,9	205,4	7,6	4,4%	8,8	54,0%	9,4	55,6%
2007	172,0	15,7	15,5	203,2						

Bron: Vlaar, 2008.

2.2 Afbakening

Voor het bepalen van het broeikaseffect van de Zeeuwse landbouw zijn de directe en indirecte broeikasgasemissies, CO₂, CH₄ en N₂O in kaart gebracht. In deze analyse zijn de broeikasgasemissies bepaald voor de veehouderij, de tuinbouw en de akkerbouw. Voor de veehouderij zijn de broeikasgasemissie bepaald voor varkens, runderen (melk en vlees), leghennen, vleeskuikens, schapen, geiten en paarden. Vanwege de geringe bijdrage aan de uitstoot van broeikasgassen zijn pelsdieren en konijnen in deze analyse buiten beschouwing gelaten. Van de Zeeuwse 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.

Box 1: Kort-cyclische CO₂

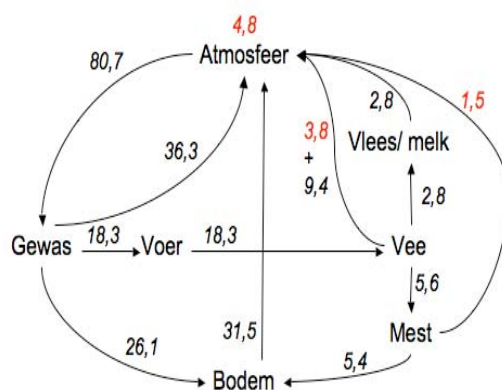
Conform internationale afspraken zijn kort-cyclische broeikasgasemissies (cyclus minder dan 10 jaar) uitgesloten van de berekeningen. Omdat er in de praktijk veel verwarring bestaat over bijvoorbeeld de opname van CO₂ door gewassen, hetgeen niet in de berekeningen wordt meegenomen, beschrijven we in deze paragraaf de kort-cyclische CO₂-kringloop.

Tijdens de groei nemen gewassen zoals gras en maïs CO₂ op uit de atmosfeer. Na de oogst worden deze gewassen doorgaans binnen een jaar opgegeten. Dan komt de vastgelegde CO₂ weer vrij en terug in de atmosfeer. Dit is een korte cyclus van minder dan 10 jaar. De vastlegging en emissie van dergelijke kort-cyclische CO₂ wordt niet meegenomen in broeikasgasemissie berekeningen omdat het geen netto effect heeft op de broeikasgasemissies.

Het deel van de CO₂ 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. Deze emissies zijn in deze studie overigens niet meegenomen.

Negatief scoort ook de omzetting van CO₂ door fermentatie processen in CH₄. CH₄ heeft een veel groter broeikaspotentieel dan CO₂ en wordt gemiddeld pas na 12 jaar afgebroken. Dit extra broeikasgaseffect (omzetting van CO₂ naar CH₄) is daarom wel meegenomen in de emissieberekeningen en uitgedrukt in CO₂-eq..

Figuur 2.1 geeft de kort-cyclische CO₂ kringloop voor melkvee uitgaande van het gebruik van alleen grasland. De rode cijfers zijn de CO₂-eq. (ton/ha) ten gevolge van het omzetten van CO₂ in CH₄. De voor deze berekening gebruikte gegevens staan in bijlage 1.



Figuur 2.1 Kort-cyclische CO₂-kringloop van grasland begraast door melkvee uitgedrukt in ton CO₂-eq./ha/jaar.

Grasland neemt per ha 80,7 ton CO₂-eq. in de vorm van CO₂ op uit de atmosfeer. Via verschillende processen wordt de vastgelegde CO₂ weer afgegeven aan de atmosfeer. Een belangrijk deel van de afgifte komt door uitademing van CO₂ door het gras tijdens de donkerreactie binnen een dag (36,3 ton CO₂-eq.). Slechts een klein deel van de vastgelegde CO₂ (18,3 ton CO₂-eq.) wordt door het melkvee opgenomen. De snelheid waarmee deze vastgelegde CO₂ 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).

Een groot deel van de door gras vastgelegde CO₂ 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 CO₂ dus weer afgegeven.

Een klein deel van de in het gewas (gras) vastgelegde CO₂ wordt via pensfermentatie en mestvergisting omgezet in CH₄. Dit is de netto bijdrage aan de broeikasgasemissie en is 4,8 ton CO₂-eq. per ha grasland per jaar.

2.3 Berekeningsmethodiek

Het IPCC schrijft voor dat broeikasgasemissie berekend moeten worden in National Inventory Reports (NIR). De Nederlandse NIR gebruikt emissiefactoren die gedeeltelijk landspecifiek zijn (Tier 2) en gedeeltelijk de default waardes die gegeven zijn door IPCC (2006) (Tier 1 methode). In dit onderzoek gaat om een Nederlandse situatie. Daarom wordt voor het berekenen van het broeikaseffect van de Zeeuwse landbouw de emissiefactoren gebruikt uit de Nederlandse NIR (VROM, 2009). Aanvullend daarop worden in deze studie ook de emissies die in de keten voor het agrarische bedrijf meegenomen gecombineerd met het toerekenen van emissies ontstaan in de keten. De emissies van de broeikasgassen methaan (CH₄), lachgas (N₂O) en koolstofdioxide (CO₂) worden berekend voor de belangrijkste emissiebronnen (Tabel 2.2). Hieronder volgt per emissiebron 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 CH₄ en N₂O vrij. Deze emissie zijn meegerekend in dit rapport en berekend volgens IPCC protocol 4B¹.

Bodem emissies direct. Door het gebruik van stikstof in mest en kunstmest komt lachgas (N₂O) 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 Zeeuwse landbouw ook als deze mest niet wordt gebruikt in Zeeland zelf.

Bodem emissies 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 Zeeuwse 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 Zeeuwse landbouw.

Pensfermentatie. In de pens en ingewanden van landbouwhuisdieren, vooral herkauwers als runderen en schapen, wordt methaan (CH₄) 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 (CO₂) maar ook kleine hoeveelheden lachgas (N₂O) en methaan (CH₄). Deze emissies zijn berekend middels een energie-analyse.

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

¹ Monitoringsprotocollen voor Nederland zijn te vinden op www.greenhousegases.nl

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.

Om de bijdragen van de verschillende broeikasgassen onderling en met de Nederlandse landbouw te vergelijken worden de emissies uitgedrukt in CO₂-equivalenten. Met behulp van de 'Global Warming Potential' voor broeikasgassen is het mogelijk N₂O en CH₄-emissies om te rekenen naar equivalente CO₂-emissies. Hierbij staat de emissie van 1 eenheid N₂O equivalent aan 296 eenheden CO₂ en 1 eenheid CH₄ equivalent aan 25 eenheden CO₂².

Voor het berekenen van het broeikaseffect zijn inputgegevens nodig van het aantal dieren en het areaal in Zeeland. 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 Zeeuwse landbouw besproken.

Tabel 2.2 Meegerekende emissiebronnen en processen.

Emissiebronnen/processen	Broeikasgas	Meegerekend (J/N)
Stalmest emissies	N ₂ O, CH ₄	J
Bodem emissies direct	N ₂ O	J
Bodem emissies indirect	N ₂ O	J
Pensfermentatie	CH ₄	J
Bedrijfsemissies	CO ₂ -eq.	J
Emissies grondstof aanwending	CO ₂ -eq.	J
Emissies mesttransport	CO ₂ -eq.	J
Emissie door veenmineralisatie	N ₂ O	In bodememissies direct ³
Emissie door veenmineralisatie	CO ₂	vermeld
Emissies kapitaalgoederen	CO ₂ -eq.	N
Verandering organische stofbalans bodem	CO ₂ , N ₂ O, CH ₄	N

² Recent heeft IPCC deze GWP (Global Warming Potential) factoren gewijzigd.

³ Zie ook pagina 7 'Bodememissies direct'.

2.4 Arealen in Zeeland

Het areaal landbouwgrond in Zeeland beslaat 119.922 ha, wat gelijk is aan 6,1% van het Nederlandse landbouwareaal. Tabel 2.3 geeft een overzicht van de landbouwarealen in Zeeland in 2008 zoals meegenomen in deze analyse. Het percentage grasland ligt in Zeeland fors lager dan gemiddeld in Nederland, terwijl het percentage van het areaal akkerbouwgrond ruim boven het landelijke gemiddelde ligt. De grootste teelt na grasland is graan; hiervan wordt in Zeeland 39.158 ha verbouwd, ofwel 16% 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 vollegrondsgroentearaal verschoven naar akkerbouw. In deze rapportage hanteren we de CBS-indeling van 2008, ook voor het referentiejaar 1990. Daarmee kan er sprake zijn van een afwijkend areaal bij vergelijking met andere rapportages.

Tabel 2.3 Landbouwarealen in Zeeland en Nederland in 2008.

	Zeeland (ha)	% totaal	Nederland (ha)	% totaal	Zeeland als % van NL
Akkerbouwgewassen	89.690	74,8	564.235	29,3	15,9
wv aardappelen	17.298	14,4	151.869	7,9	11,4
wv graan	39.158	32,7	243.282	12,6	16,1
wv suikerbieten	10.122	8,4	72.231	3,7	14,0
wv overig	23.112	19,3	96.853	5,0	23,9
Snijmais ⁴	4.531	3,8	241.727	12,5	1,9
Grasland ⁵	18.229	15,2	1.018.404	52,8	1,8
Braak	875	0,7	7.580	0,4	11,5
Vollegrondsgroenten	981	0,8	26.964	1,4	3,6
Fruit open grond	4.418	3,7	19.319	1,0	22,9
Glastuinbouw	170	0,1	10.165	0,5	1,7
Bloemen, bollen en planten	621	0,5	42.402	2,2	1,5
Totaal	119.922	100,0	1.928.133	100,0	6,2

Bron: CBS-statline (CBS, 2009).

2.5 De Zeeuwse veestapel

In verhouding tot het percentage landbouwgrond in Zeeland, worden relatief erg weinig dieren gehouden. Het aandeel geiten in de provincie is met 0,2% het laagst, het aandeel schapen met 3,7% het hoogst.

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

⁴ Mais en gras worden verderop in deze rapportage aangeduid als 'groenvoedergewassen'.

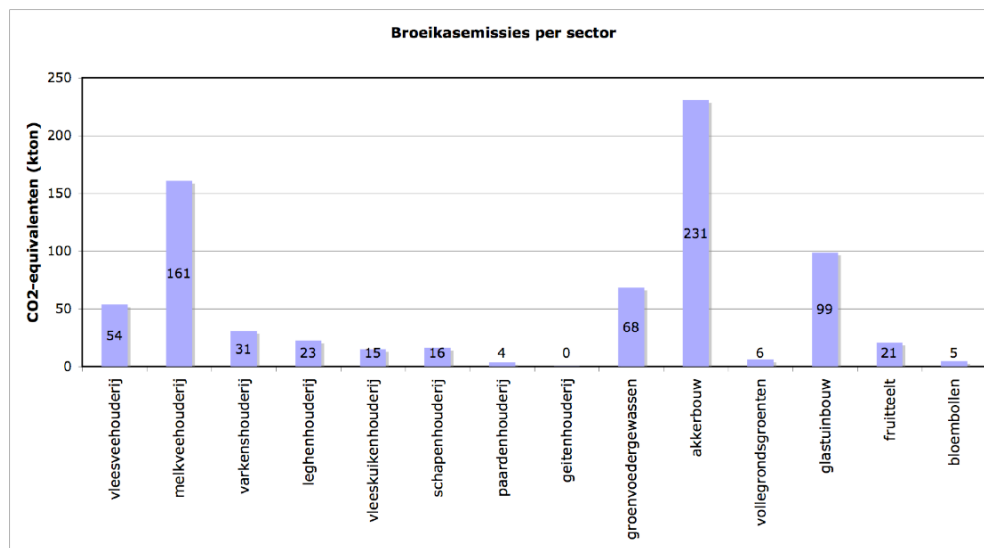
Tabel 2.4 Landbouwhuisdieren in Zeeland en Nederland in 2008.

	Zeeland (aantal dieren)	Nederland (aantal dieren)	Zeeland als % van NL
Rundvee	50.653	3.890.195	1,3
Varkens	65.726	12.026.467	0,5
Leghennen	940.139	42.497.992	2,2
Vleeskuikens	771.420	51.606.553	1,5
Schape	45.065	1.212.956	3,7
Geiten	556	253.512	0,2
Paarden ⁵	3.470	144.078	2,4

Bron: CBS-statline (CBS, 2009).

2.6 Resultaten broeikasemissieberekening

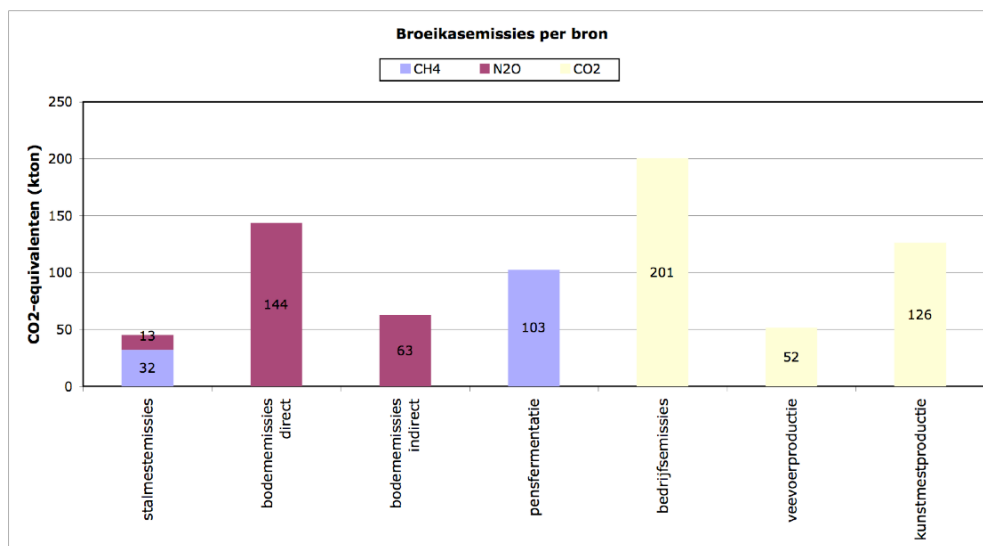
Op basis van de in paragraaf 2.3 besproken berekeningsmethodiek, de arealen en het aantal dieren is het broeikasemissie van de landbouw in de provincie Zeeland berekend op 733 kton CO₂-eq. De plantaardige sectoren leveren met 429 kton CO₂-eq. het grootste aandeel aan de broeikasgasemissies, de veehouderij heeft met 304 kton CO₂-eq. een kleinere bijdrage. Opmerking hierbij is dat alle mest die vrijkomt aan de veestapel wordt toegerekend. Van alle sectoren draagt de akkerbouw met 231 kton CO₂-eq. het meest bij. De melkveehouderij volgt op de tweede plaats met 161 kton CO₂-eq. of, als de groenvoedergewassen (gras, mais en luzerne) worden meegerekend, 229 kton CO₂-eq. In de praktijk blijken de groenvoedergewassen vrijwel volledig voor rekening van de melkveehouderij te komen en kan de emissie dus aan deze sector worden toegeschreven.



Figuur 2.2 Het broeikasemissie van de Zeeuwse landbouw per sector.

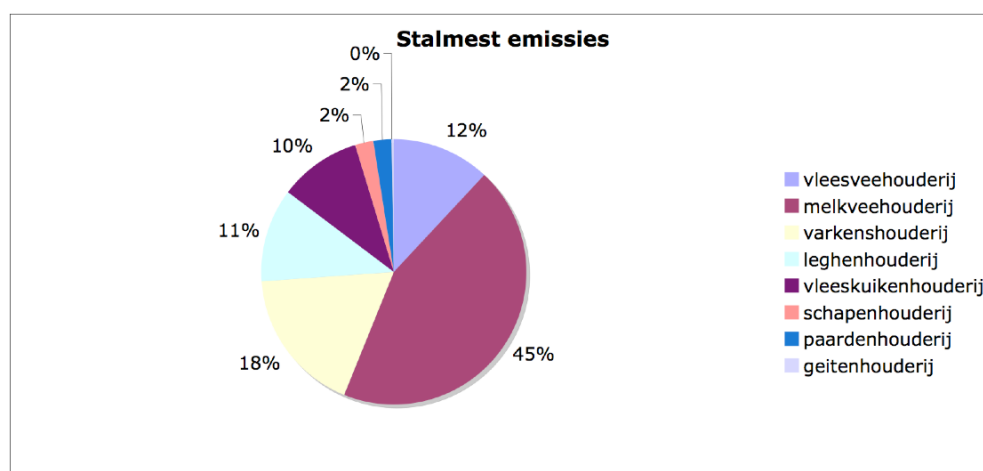
⁵ Het betreft hier uitsluitend paarden en pony's die op agrarische bedrijven worden gehouden.

Als we kijken naar de verschillende emissiebronnen (Figuur 2.3) dan blijkt dat bedrijfsemissies het hoogste scoren met 201 kton CO₂-eq., gevolgd door directe bodememissies (144 kton CO₂-eq.), kunstmestproductie (126 kton CO₂-eq.) en pensfermentatie (103 kton CO₂-eq.).

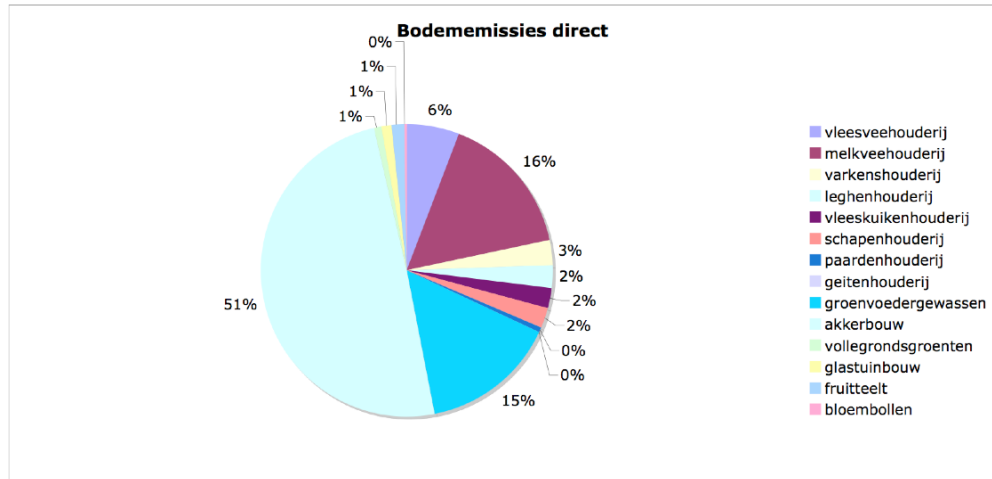


Figuur 2.3 Het broeikasewffect van de Zeeuwse landbouw per emissiebron onderverdeeld per broeikasgas.

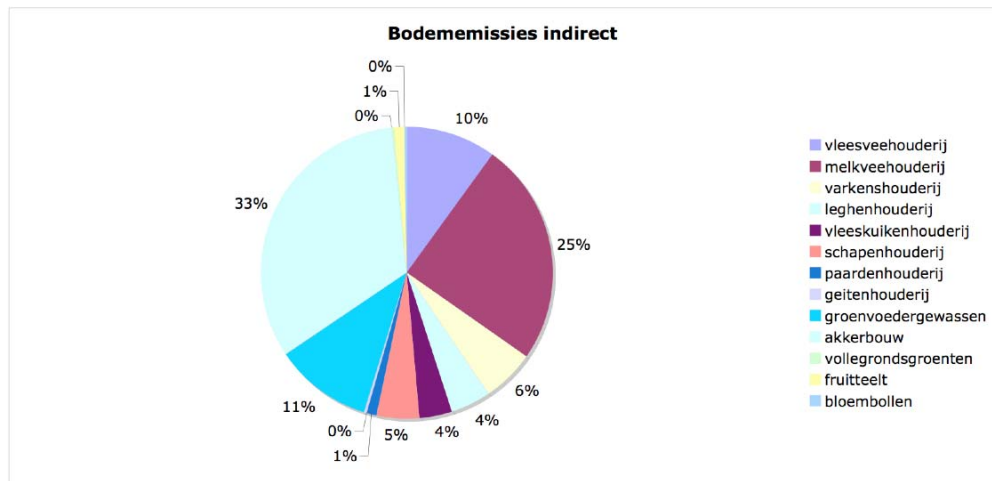
Figuur 2.4 t/m Figuur 2.10 laten een verdere onderverdeling zien van de emissiebronnen. Runderen veroorzaken veruit de meeste emissies bij alle emissiebronnen met uitzondering van de bedrijfsprocessen waar gewassen onder glas de grootste emissiebron is en de kunstmestproductie, waar akkerbouw de grootste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



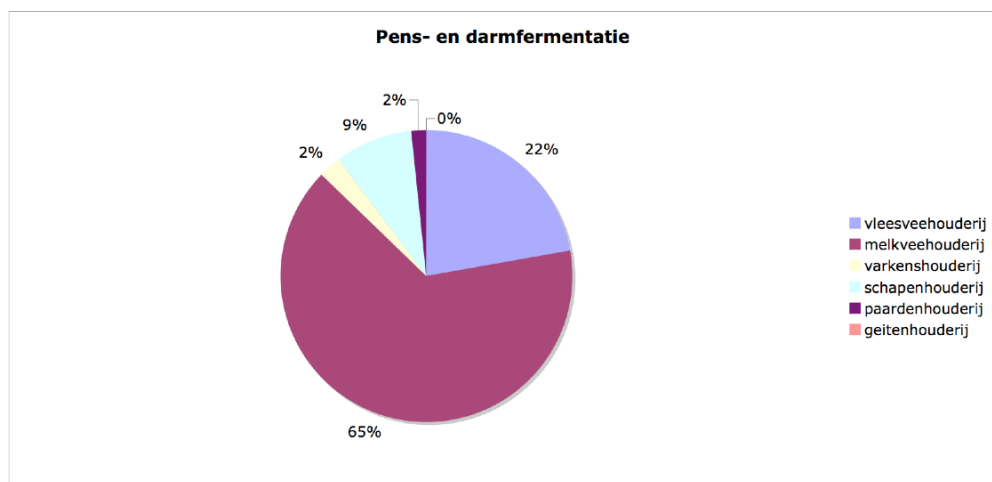
Figuur 2.4 Stalmest emissies onderverdeeld per diersoort in Zeeland.



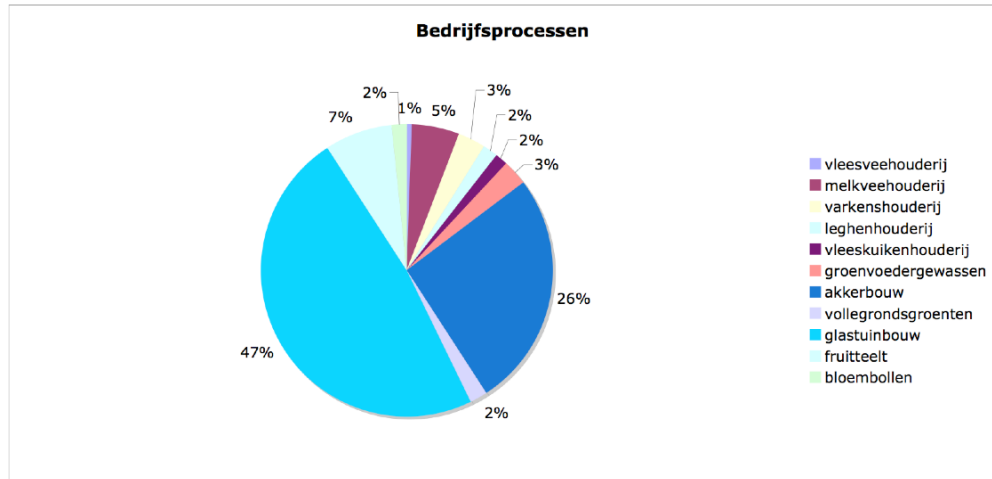
Figuur 2.5 Bodememissies direct uit de Zeeuwse landbouw.



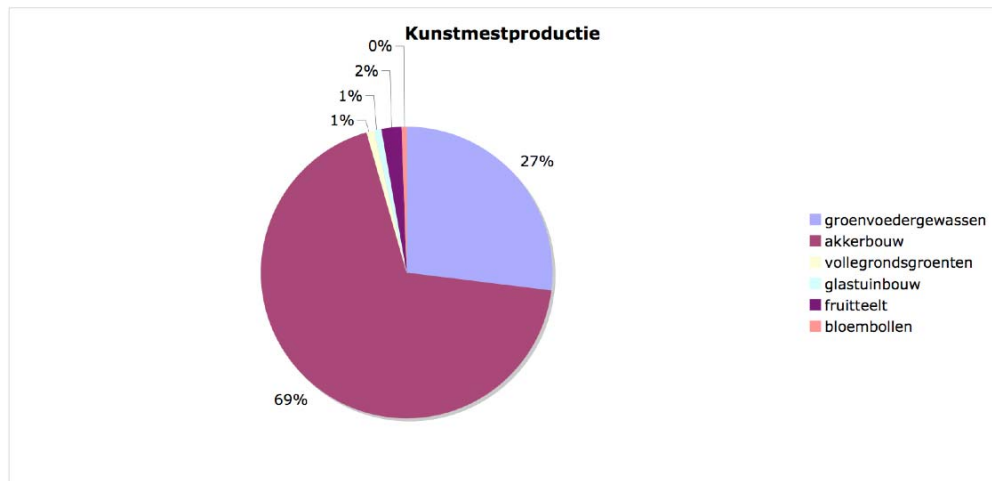
Figuur 2.6 Bodememissies indirect uit de Zeeuwse landbouw.



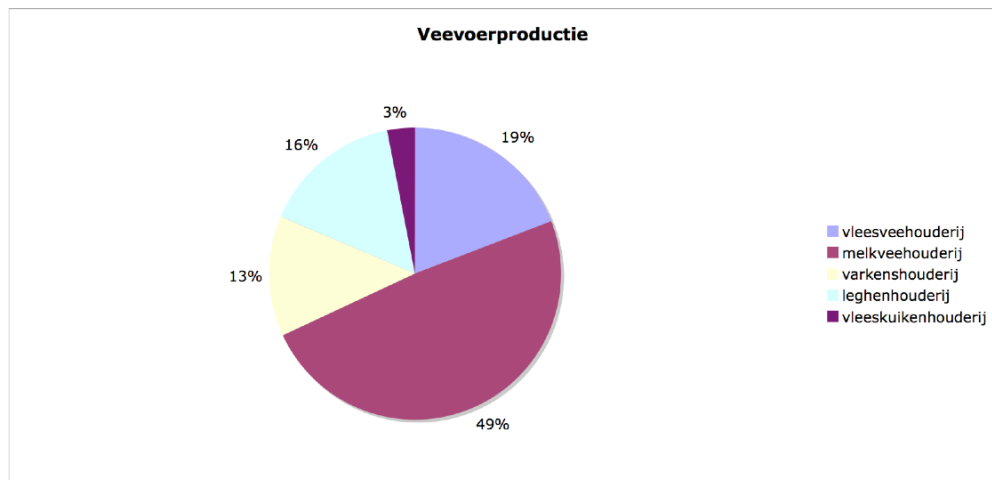
Figuur 2.7 Emissies door pensfermentatie onderverdeeld naar diersoort in Zeeland.



Figuur 2.8 Emissies uit bedrijfsprocessen in de Zeeuwse landbouw.



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



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

2.7 Vergelijking met landelijke en regionale cijfers

De broeikasgasemissies van de Zeeuwse landbouw dragen voor 2,0% bij aan de landelijke broeikasgasemissies uit de landbouw (Tabel 2.5). De emissies door kunstmestproductie en bedrijfsprocessen zijn relatief hoog (respectievelijk 5,9 en 3,0%) onder andere door het hoge aandeel akkerbouw en fruitteelt in Zeeland. De fruitteelt levert landelijk gezien een relatief hoge bijdrage aan emissies uit bedrijfsprocessen, de akkerbouw aan emissies uit kunstmestproductie.

Tabel 2.5 Broeikasgasemissie per emissiebron in Zeeland vergeleken met Nederland voor 2008 (kton CO₂ eq.).

Emissiebron	Zeeland	NL	Zeeland /NL
Stalmest emissies	45	3789	1,2%
Bodem emissies direct	144	5281	2,7%
Bodem emissies indirect	63	3019	2,1%
Pensfermentatie	103	7723	1,3%
Bedrijfsprocessen	201	9163	2,2%
Veevoerproductie	52	4826	1,1%
Kunstmestproductie	126	2210	5,7%
Totaal	733	36012	2,0%

Tabel 2.6 laat de bijdrage van de Zeeuwse landbouw zien aan het broeikaspotentieel in vergelijking met de andere sectoren in de provincie Zeeland. Landbouw is met 0,73 Mton CO₂-eq. de 5^e sector. Wordt uitsluitend volgens de IPCC-protocollen gerekend (alle energieverbruik en productie van kunstmest en krachtvoer worden dan niet meer aan de landbouw toegerekend), dan is de emissie 0,35 Mton CO₂-eq., en is de landbouw de 6^e sector.

Tabel 2.6 Broeikasgasemissie per sector in Zeeland voor 2007.

Sector	Emissie (Mton CO ₂ -eq.)
Chemische en overige industrie	7,32
Energiesector	3,84
Raffinaderijen	1,45
Verkeer en vervoer	1,26
Landbouw	0,35/0,73
Consumenten	0,46
Handel, Diensten en Overheid (HDO)	0,19
Afvalverwijdering	0,05
Riolering en waterzuiveringsinstallaties	0,03
Bouw	0,01
Drinkwatervoorziening	0,00
Natuur	0,00
Totaal	14,96/15,34

Bron: www.emissieregistratie.nl (2008), m.u.v. landbouwcijfers.

2.8 Ontwikkeling ten opzichte van 1990

De broeikasgasemissies van de Zeeuwse landbouw zijn ten opzichte van 1990 met 1% gedaald (Tabel 2.7). De varkenshouderij, schapenhouderij, fruitteelt en akkerbouw vertonen met een reductie van respectievelijk 45, 28, 24 en 24% de grootste daling. Deze emissiedaling is deels toe te schrijven aan het teruglopende areaal akkerbouwgewassen (van 99.238 ha in 1990 naar 89.690 ha in 2008, ofwel -9%), maar ook een dalende bemesting als gevolg van aangescherpt beleid speelt een rol. Ook in de varkenshouderij en schapenhouderij is sprake van een daling van de omvang van de sector (van 76.154 varkens in 1990, naar 65.726 varkens in 2008 een daling van 14% en van 61.923 schapen in 1990, naar 45.065 schapen in 2008 een daling van 27%), maar ook hier is het een toegenomen efficiëntie die bijdraagt aan lagere emissies.

Sectoren als de glastuinbouw en de vleeskuikensector zijn sinds 1990 juist fors gegroeid in Zeeland en laten daarom ook een stijging van de broeikasgasemissies zien. De groei van de glastuinbouw is daarmee verantwoordelijk voor een toename van 9% van de provinciale landbouwemissies.

Tabel 2.7 Reductie van broeikaseffect in de Zeeuwse landbouw vanaf 1990.

	2008 (kton CO ₂ -eq.)	1990 (kton CO ₂ -eq.)	Reductie (-=toename)
Vleesveehouderij	53,9	66,1	18%
Melkveehouderij	161,1	140,2	-15%
Varkenshouderij	30,7	55,5	45%
Leghenhouderij	22,5	27,8	19%
Vleeskuikenuhouderij	15,0	3,8	-299%
Schapenhouderij	16,2	22,5	28%
Paardenhouderij	3,9	1,6	-146%
Geitenhouderij	0,3	0,3	-8%
Groenvoedergewassen	68,3	54,5	-25%
Akkerbouw	230,7	302,6	24%
Vollegrondsgroententeelt	6,2	3,4	-82%
Glastuinbouw	98,9	35,7	-177%
Fruitteelt	20,6	27,2	24%
Bloembollenteelt	4,7	1,9	-148%
Totaal ⁶	732,9	743,0	1%

Vanaf 1990 moet dierlijke mest worden ondergewerkt om de ammoniakemissies van landbouwgronden te reduceren. Dit heeft tot gevolg dat de directe emissie van N₂O per kilogram aangewende stikstof toeneemt. De indirecte emissie neemt echter af. De totale stikstofexcretie in Zeeland is in de periode 1990-2008 met ongeveer 9% afgenomen (van 7,5 kton in 1990 naar 6,9 kton in 2008). De directe lachgasemissie uit de bodem als gevolg van dierlijke mest aanwending is afgenomen van 167 kton CO₂-eq. uit N₂O naar 142 kton CO₂-eq., een reductie van 15%. Zonder verandering in mest aanwendingstechnieken was de directe lachgasemissie uit de bodem afgenomen tot 134 kton CO₂-eq., een afname van 20%.

⁶ In deze cijfers is veenmineralisatie in de post 'directe bodememissies' niet meegenomen, omdat deze niet per sector bekend is.

3 Reductieopties en potentiëlen _____

In dit hoofdstuk bespreken we de reductieopties vanuit verschillende bronnen en voor de verschillende landbouwsectoren in Zeeland. 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 methaanemissie. 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 getal⁷, 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.

⁷ Bij een waarde beneden de 10 neemt de algehele efficiëntie van melkproductie weer af.

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 Zeeland (in kg CO₂ eq.).

	Huidig	Nieuw	Reductie
Stalmest emissies	45,2	45,1	-0,1
Bodem emissies direct	143,6	141,7	-1,9
Bodem emissies indirect	62,9	61,6	-1,3
Pensfermentatie	102,6	102,6	-
Bedrijfsemissies	200,7	200,7	-
Veevoerproductie	51,5	51,5	-
Totaal	732,9	729,6	-3,3

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 Zeeland zou hiermee met 3,3 kton CO₂-eq. afnemen ofwel 0,4%.

Bedrijfsspecifieke excretie

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 het systeem van bedrijfsspecifieke excretienormen (BEX) 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 777,1 kton en bij een verdere reductie tot 20 op 768,5 kton CO₂-eq..

Het systeem van bedrijfsspecifieke excretie is opgezet om melkveehouders de mogelijkheid te geven om bij een lagere stikstofexcretie per dier ook meer dieren per hectare te kunnen houden. 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.

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 celstofgehalte in het voedermiddel 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 samen met CO₂ de waterstof vervolgens om in methaan. Ook andere kenmerken dan het ruwe celstofgehalte 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 CO₂-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) voedingstoffen.

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

Vervanging van bijvoorbeeld graskuil door maïskuil levert 6 g minder CH₄ emissie per 1000 VEM op. Bij het verbouwen van maïs kan wel meer N₂O vrijkomen dan bij het verbouwen van gras. Alle effecten bij elkaar opgeteld blijft maïs echter een gunstiger voer dan gras.

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 tot 21,6 g methaan per kg brok bij gelijk ruwewit (RE) gehalte. Door gericht de samenstelling van een mengvoeder te sturen op reductie van methaanemissie kan dus een reductie worden behaald tot wel 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 CH₄ per koe per jaar dan is dat 13 kg CH₄ per koe per jaar, omgerekend 273 kg CO₂ eq. per koe per jaar. Bij 16.863 melkkoeien is dat een emissiereductie van 4,6 kton CO₂-eq., ofwel 0,6%.

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. Gemiddeld over de afgelopen 15 jaar nam de melkproductie per koe jaarlijks met 107 kg toe. 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	45,2	43,5	-1,7
Bodem emissies direct	143,6	142,2	-1,4
Bodem emissies indirect	62,9	62,0	-0,9
Pensfermentatie	102,6	96,6	-6,0
Bedrijfsemissies	200,7	200,7	-
Veevoerproductie	51,5	49,2	-2,3
Totaal	732,9	720,7	-12,2

Een hogere melkproductie per koe leidt bij een gelijkblijvend quotum tot een daling van 12,2 kton CO₂-eq., oftewel 1,7%. 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 Zeeland waren in 2008 12.968 stuks jongvee (6.748 vaarskalveren, 6.220 pinken) en 16.863 stuks melkvee. Daarmee is een vervangingspercentage van circa 38% mogelijk. Dit vervangingspercentage is voldoende voor een productieve levensduur van 2,6 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 afnemen tot 9.554 (4972 vaarskalveren, 4582 pinken). Daarmee neemt de jongveestapel in totaal met 26% af. Vermindering van het aantal stuks jongvee door uitbesteding van de jongveeopfok is ook een optie. Maar dan is er sprake van afwenteling het geen 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 38% naar 28%.

	Uitstoot kg CO ₂ eq./dier	
	Pinken	Vaarskalveren
Stalmest emissies	270	152
Bodem emissies direct	604	316
Bodem emissies indirect	400	210
Pensfermentatie	714	714
Veevoerproductie	581	581
Totaal	2569	1973

Het aantal vaarskalveren neemt af met 1776. Bij een emissie van 1973 kg CO₂-eq./dier levert een besparing 3,5 kton CO₂-eq. op voor de provincie. Het aantal pinken neemt af met 1638. Bij een emissie van 2569 kg CO₂-eq./dier levert een besparing op van 4,2 kton CO₂-eq.

Totaal levert een reductie van het vervangingspercentage van 38 naar 28% voor de provincie een emissiereductie op van 7,7 kton CO₂-eq. ofwel 1,1%.

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 (kunst)mest

Een voor de hand liggende maatregel is het verminderen van de hoeveelheid toegevoerde N via kunstmest en organische mest. Verlaging van de N-gift met (kunst)mest resulteert in een lagere lachgasemissie uit (kunst)mestaanwending. 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 1 kg kunstmest of 1 kg dierlijke mest.

Verminderen N gift kunstmest X kg N/ha	16 kg CO ₂ -eq. per ha per kg werkzame N minder
Verminderen N gift dierlijke mest Y kg N/ha	19 kg CO ₂ -eq. per ha per kg werkzame N minder

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. Een reductie van de N-gift heeft een positief effect op de reductie van de lachgasemissie maar kent bedrijfseconomische effecten in de zin van mogelijke opbrengstderving en kwaliteitsverlies.

In het rapport " werking van de meststoffenwet 2006" NMP 2007 wordt ingegaan op de bedrijfseconomische gevolgen van aanscherping van de gebruiksnormen voor 2009, op basis van de studie van Van Dijk, 2007. Er wordt gesteld dat aanscherping van gebruiksnormen voor stikstof en fosfaat uit dierlijke mest en kunstmest directe gevolgen kan hebben:

- Het kan leiden tot lagere gewasopbrengsten (en kwaliteit) en daardoor minder inkomsten.
- Een besparing op kunstmestkosten (stijgen sterk door koppeling aan prijzen fossiele brandstoffen).
- Minder ruimte om dierlijke mest aan te wenden.

Akkerbouwers en vollegrondsgroentetelers kunnen bij strengere gebruiksnormen minder mest afnemen, wat voor hen nadelig is. Dit komt doordat nutriënten uit dierlijke mest relatief goedkoop zijn en men in de huidige mestmarkt zelfs geld toe kan krijgen bij mestafname.

De provincie Zeeland heeft een landbouw areaal van 119.922 ha een algehele reductie van 10 kg werkzame N kunstmest/ha geeft een reductie van 19,2 kton CO₂-eq. ofwel 2,6%.

Het beperken van het kunstmestgebruik kan consequenties hebben voor de hoeveelheid en kwaliteit van gewassen zoals ruwvoer van het eigen 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.

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 N₂O 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. 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 CO₂-eq. per kg N. Door gebruik te maken van andere soorten kunstmest is het mogelijk dit potentieel aanzienlijk te verlagen. Tabel 3.5 laat zien met hoeveel procent het broeikaspotentieel van kunstmest kan worden gereduceerd door gebruik te maken van een ander soort kunstmest.

Tabel 3.5 Broeikaspotentieel voor verschillende kunstmest soorten.

Kunstmest	Broeikaspotentieel (kg CO ₂ -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 21,1 kton CO₂-eq. ofwel 2,9% van de totale Zeeuwse 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 CO₂ emissie vermeden worden (zie o.a. Anonymous, (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 biogasinstallatie 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 voornamelijk 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 biogasinstallaties.

Tabel 3.6 De reductie in broeikasgasemissie via mestvergisting per koe, per ton mest en voor de gehele provincie Zeeland (als alle mest uit de melkveehouderij wordt vergist).

	Per koe (kg CO ₂ eq.)	Per ton mest (kg CO ₂ eq.)	Voor Zeeland (kton CO ₂ eq.)
Methaan uit mestopslag	713	27	
CO ₂ uitsparing			
Elektriciteit	679	26	
Warmte	293	11	
Totaal	1685	64	28,4
Totaal bij 25% van de mest			7,1

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. Snijmaïs levert bijvoorbeeld zo'n 200 m³ biogas t.o.v. 17 m³ bij alleen mest. Echter, de broeikasgasemissies die vrijkomen bij productie van co-producten zoals snijmaïs 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. Snijmaïs bijvoorbeeld levert een CO₂-uitsparing van 295 kg CO₂-eq. per ton terwijl de CO₂ emissies bij de teelt van snijmaïs 300 kg CO₂-eq. per ton zijn (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.

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 CO₂ besparing. Daarnaast is het van belang wat de oorspronkelijke bestemming was van het product. Snijmais 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 snijmais vervangen te worden door een ander veevoer. Als de productie en aanwending van dit nieuwe veevoer een hoger broeikaseffect 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 dicht bij 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 7,1 kton CO₂ eq., ofwel 1,0% van de totale landbouwuistoot in Zeeland.

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 10 proefprojecten goedgekeurd om hiermee te experimenteren. Voordelen van mogelijkheid zijn een grotere financiële haalbaarheid van mestvergisting. De emissie van methaan neemt hierdoor af en ook de emissie van CO₂ als gevolg van het gebruik van fossiele brandstoffen neemt af. Tenslotte is er minder kunstmest nodig, waardoor eveneens de uitstoot van CO₂ af kan nemen.

3.3 Bodemmaatregelen

Naast maatregelen op voer en mestniveau zijn er ook bodemmaatregelen mogelijk.

3.3.1 Niet-kerende grondbewerkingen

Onder niet kerende grondbewerking kunnen 2 teeltwijze gezien worden: directe zaai zonder grondbewerking (no tillage) en met grondbewerking maar dan niet kerend (De Haan e.a 2007).

De voordelen bij no tillage zijn groter maar dat geldt volgens de onderzoekers ook voor de nadelen en daardoor wordt no tillage afgeraden. Alleen in Zuid Limburg wordt het principe van niet kerende grondbewerkingen beperkt toegepast.

Bij grondbewerking spelen de aard, intensiteit en diepte van de grondbewerking een grote rol. De definiëring rond grondbewerking is soms verwarrend. In het project "Biokennis" van WUR en Louis Bolk, wordt aangegeven dat bij niet-kerende grondbewerking (NKG) de bodem niet dieper dan 12 cm wordt bewerkt. Gewasresten worden dus alleen oppervlakkig met de bodem vermengd. NKG vergroot in het algemeen de bodemkwaliteit door beïnvloeding van het bodemleven en bodemstructuur (lucht en water) en bodem organisch stof. Verder kan in minder werkgangen het veld zaaiklaar worden gelegd wat een positief effect geeft op verlaging van de arbeidsuren en het energieverbruik. In Limburg is al behoorlijk wat ervaring met niet ploegen op het bedrijf. Alternatieven zijn woelers, cultivatoren en eggen. Er is ten aanzien van grondbewerkingen ook veel psychologie en gewoontegedrag waarneembaar. De grond moet in de winter egaal zwart zien. Dit heeft zelf een lage albedo tot gevolg wat bijdraagt aan een opwarming van de aarde.

Het grondtype en het bouwplan zal een invloed hebben op de mogelijkheden van het toepassen van niet-kerende grondbewerkingen. In de biologische akkerbouw en groenteteelt is al meer ervaring opgedaan met niet-kerende grondbewerkingen. Het uitgangspunt is dat de effecten van niet kerende grondbewerkingen via bodemfysische, bodemchemische en bodembioologische invloeden een positief effect heeft op de emissie van broeikasgassen uit de bodem. Het effect hiervan is echter pas na een aantal jaren te verwachten.

3.3.2 Rijpadensysteem

Rijbanenteelt is een teeltwijze waarbij gebruik wordt gemaakt van zogenaamde vaste rijpaden. Rijpaden zijn vaste paden in een perceel waarbij gedurende meerdere groeiseizoenen zoveel mogelijk gebruik wordt gemaakt bij het uitvoeren van (mechanische) bewerkingen (Kroonen-Backbier e.a, 2004).

De kern van het rijpadensysteem zit in de differentiatie van zogenaamde teelt- en berijdingszones. In de berijdings- of verkeerszones (vaste rijpaden) ontstaat door het herhaald berijden een dichte ondergrond die in het algemeen ook onder natte omstandigheden goed bereidbaar is. De teeltzone wordt hierdoor niet bereden. Er zijn door dit systeem verbeteringen te behalen op het gebied van o.a. bodemvruchtbaarheid en kwaliteitsproductie.

Het is becijferd dat gebruik van zwaardere machines en de hiermee gepaard gaande (extreme) verdichting van (vooral klei-) grond tot 20-50% meer lachgasemissie en een factor 2-5 hoge methaanemissie kan leiden. (Mosquera e.a. 2007). Met een rijpadensysteem is een reductie van de lachgasemissie met 20-50% te realiseren. Daarnaast leidt het scheiden van teelt- en verkeerszones tot een hogere porositeit van de bodem met een (mogelijk) betere stikstofbenutting. Dit leidt tot minder lachgasemissies, ook door betere afwatering en beluchting. In oriënterend onderzoek is een verlaging van de emissie van lachgas tot 20% waargenomen.

Met een trekker die op een spoorbreedte van ruim 3 meter staat, wordt elk jaar over hetzelfde spoor gereden. Hierdoor ontstaat er een soort “permanent onbereiden grond”. Trekkers worden uitgerust met GPS systeem met bepaalde nauwkeurigheid en een stuurautomaat waarmee de afwijking slechts enkele centimeters bedraagt. Oogst en ploegwerk gebeuren nu nog wel met conventionele machines maar er zijn wel ontwikkelingen om oogstwerkzaamheden beter te laten samengaan met rijpadensysteem. Daarnaast is ook gebleken dat er in het rijpadensysteem duidelijk sprake is van een hogere mineralenefficiëntie. M.a.w. gewassen geven in het rijpadensysteem met een lagere bemesting een hogere opbrengst. Verder lijkt het rijpadensysteem ook nog voordelen te hebben bij mechanische onkruidbestrijding.

In de gangbare landbouw zijn, vooral in uien, suikerbieten en aardappelen al 10% hogere opbrengsten door het gebruik van permanente rijpaden waargenomen. In de biologische akkerbouw zijn er sinds een jaar of 6-7 ook resultaten bekend met het gebruik van permanente rijbanen. Bij gewassen als erwten en spinazie zijn bij rijpadensysteem hogere opbrengsten van respectievelijk 30% en 15% t.o.v gangbaar teeltsysteem geobserveerd. Bij peen en zaaiuien zijn geen significante opbrengstverschillen met reguliere teeltwijze gevonden. Significantie en betrouwbaarheid van deze uitkomsten moet worden vergroot door over meerdere jaren opbrengstgegevens te verzamelen.

De provincie Zeeland heeft 96.400 ha landbouw areaal dat jaarlijks bewerkt wordt. Als we aannemen dat met het rijpaden systeem 20% emissie reductie van lachgas uit de bodem plaats vindt heeft dit een effect van 23,1 kton ofwel 3,1% van de totale emissies uit de Zeeuwse landbouw.

3.3.3 Tijdstip van grondbewerkingen

Het verplaatsen van grondbewerkingen van het najaar naar het voorjaar heeft ook een effect. De mineralisatie van gewasresten wordt er door vertraagd worden en daarmee ook de uitspoeling van nitraat (en indirecte N₂O emissies). De emissie kan echter zowel toe- als afnemen. Een afname van de lachgasemissie kan worden verwacht bij het gewas suikerbieten en kool met (relatief N-rijke gewasresten). Zoals al hierboven aangegeven, kan vooral op kleigronden het uitstellen van grondbewerkingen naar het voorjaar door mogelijk optreden van structuurschade op bezwaren stuiten. De emissie van lachgas uit gewasresten bij suikerbieten daalt met 25%. (Kuikman e.a 2004).

3.3.4 Bodemverbeteraars

Het toepassen van “bodemverbeteraars” als bijvoorbeeld mycorrhiza’s zou via een positieve bijdrage aan de bodemvruchtbaarheid en efficiëntere benutting van mineralen waaronder stikstof een positief effect op de reductie van lachgasemissie kunnen bewerkstelligen. Er is echter nog onvoldoende bekend over deze relatie. Voor akkerbouwgewassen zal de toepassing van bijvoorbeeld mycorrhiza’s (nog) te duur zijn. Ook is de onbekendheid vaak nog groot. Voor vollegrondsgroente en boomteelt ligt de toepassing wat dichterbij. Door genoemde aspecten wordt de maatregel “bodemverbeteraars” vooralsnog niet opgenomen in het pakket maatregelen binnen het certificatieschema.

3.3.5 Graslandmanagement, scheuren

Door het scheuren van grasland vindt 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 (N₂O). 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 keer zo'n hoge lachgasemissie als in het voorjaar. De lachgasemissiefactor 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 N₂O/ha;
- Kleigrond: 3,5- 11,8 kg N₂O/ha;
- Veen: 14,1-56,6 kg N₂O/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 Zeeland is dit gelijk aan 547 ha. De provincie Zeeland bestaat hoofdzakelijk uit kleigrond. De emissies van grasland scheuren is 1,2 kton CO₂-eq. De maatregel 'niet scheuren' levert dus eenzelfde reductie. Zou het percentage dalen van 3 naar 2% dan betekent dat een emissiereductie van 0,8 kton CO₂-eq., ofwel 0,1% van de emissie uit de Zeeuwse landbouw.

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.

3.4 Energiebesparing

3.4.1 Melkveehouderij

Electriciteit

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)). 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 3.7 De effecten van elektriciteitsbesparing op de broeikasgasemissie.

	Koe	Zeeland
Elektra	kg CO ₂	kt CO ₂
-15%	-55,12	-0,9

Diesel

In de huidige situatie gaan we uit van een dieselgebruik van 5.580 liter/bedrijf. Ofwel 17.308 kg CO₂ eq./bedrijf. Als ook hier een vermindering van 15% wordt gerealiseerd dan levert dat de reductie op die is weergegeven in tabel 3.8.

Tabel 3.8 De effecten van dieselbesparing op de broeikasgasemissie.

Diesel	Bedrijf (kg CO ₂ -eq.)	Gebied (kton CO ₂ -eq.)
-15%	-2596	-0,7

3.4.2 Pluimveehouderij

De broeikasgasemissies op het vleeskuikenbedrijf komen met name vrij in de vorm van lachgas (N₂O) uit de stal en bij aanwending van de mest op het land. 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.

Ongeveer 14% 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 0,9 kton CO₂-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 zeugenhoudery 8,1 GJ per 1000 kg groei (LEI-BIN 2002).

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 zeugenhoudery 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 0,8 kton CO₂-eq. op.

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

3.4.4 Fruitteelt

De fruitteelt gebruikt energie voor het koel bewaren van fruit. Een energiebesparing van 15% op zowel gas- als elektriciteitsgebruik levert een emissiereductie van 2,2 kton CO₂-eq. op.

3.4.5 Glastuinbouw

De broeikasgasemissies uit de glastuinbouw zijn vooral het gevolg van het energiegebruik onder glas. Emissie reductiemaatregelen in de glastuinbouw richten zich dan ook vooral 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), warmtebuffers en koude-warmteopslag kan het gasverbruik aanzienlijk verminderen. Ook het strategisch plaatsen van energiehagen die de wind remmen vermindert het gasverbruik. Daarnaast kan de warmtevraag worden verminderd 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 CO₂ benut worden in de kas. Een goedwerkende WKK kan een energiebesparing van 10-20% realiseren. Een besparing van 15% komt overeen met een emissiereductie van 14,4 kton CO₂-eq. ofwel 2,0% van de emissies uit de Zeeuwse landbouw.

3.4.6 Diesel

In voorgaande paragrafen gaven we aan dat reductie in diesel verbruik bij draagt aan het verminderen van broeikasgasemissies. In deze paragraaf geven we enkele voorbeelden van maatregelen hoe dieselvebruik in de landbouw kan worden verminderd. Voor een uitvoerige beschouwing verwijzen we naar (Hees, 2009)

Precisielandbouw: Bij precisielandbouw worden handelingen zoals onkruidbestrijding, gewasbescherming, grondbewerking en bemesting afgestemd op de feitelijke toestand ter plekke binnen het perceel waarbij ook de keuze van het juiste tijdstip belangrijk is. Hierbij wordt gebruik gemaakt van robotica, *remote sensing* en GPS (Global Positioning Systems). In de akkerbouw lijkt dit interessant in bijvoorbeeld de veehouderij is precisielandbouw minder interessant

Minder inputs: Door de kringloop op het bedrijf meer te sluiten, zijn minder aanvoerstromen nodig. De benutting van op het bedrijf aanwezige inputs kan, zo leren praktijkervaringen, verhoogd worden.

Beweidings/koe naar voer: Door koeien te laten beweiden hoeft er minder gras te worden aangevoerd op het bedrijf. Dit reduceert het gebruik van landbouwmachines. Echter door koeien te laten beweiden wordt een deel van het gras vertrapt en neemt de opbrengst af. Als gevolg hiervan is de grasproductie minder efficiënt waardoor de input van bijvoorbeeld (kunst)mest per eenheid gras toeneemt en er meer voer moet worden aangevoerd. Dit laatste geldt alleen wanneer de totale grasproductie onvoldoende is.

Verkaveling beter: Verkaveling kan verbeterd worden door percelen dichter bij het bedrijf te hebben liggen. Vanwege emotionele en/of historische banden met een kavel is herverkaveling vaak lastig. Ook door minder dwarssloten kan de verkaveling een het gebied verbeterd worden. Hierdoor kunnen langere slagen worden gemaakt bij het bewerken van het land, wat ten goede komt aan de efficiëntie en daarmee het brandstofverbruik. Meer uitritten maakt het mogelijk sneller van de ene kavel naar de ander te komen.

Veldbewerkingen combineren: Door twee veldbewerkingen in één beweging uit te voeren, bijvoorbeeld maaien en breed uitleggen van gras (scheelt een schud-gang), of persen en wikkelen van kuilgras, neemt het aantal tractorbewegingen en het brandstofverbruik af.

Lichtere/zwaardere machines: Agrariers kunnen door per activiteit de machine te kiezen met het juiste vermogen het brandstofverbruik verminderen. De keuze wordt natuurlijk wel beperkt door de omvang van het trekkerpark.

Groen gas: Door om te schakelen van diesel naar groen gas is minder fossiele-brandstof nodig. Op proefboerderij de Marke rijdt reeds een op groen gas aangepaste trekker. Een alternatief is een waterstof-trekker, waarvan New Holland al een model heeft ontworpen (de zg. NH2).

Nieuwe rijden: Door het Nieuwe Rijden besparen agrariers op het brandstofverbruik. Door het Nieuwe Rijden is het mogelijk tot 10% op het brandstofverbruik te besparen.

Mestaanwending lichtere techniek: Met name sleepslang techniek

3.5 Overige maatregelen

3.5.1 Veenvulgrond: boomteelt

De provincie Zeeland heeft 173 ha boomteelt gewassen. Voor de boomteelt is een specifieke maatregel opgenomen die niet in de berekeningen is opgenomen.

Op basis van de methode die IPPC geeft om emissies te berekenen voor het afgraven van veen dat gebruikt wordt in de tuinbouw sector. Dit is gerelateerd aan de productiecycli van veen afgravingen. Het blijkt dat het gebruik van 1 ton veen in deze aanvulgrond een broeikasemissie profiel van 1200 kg CO₂-eq. heeft. Dit betreft zowel CO₂ als N₂O in de gehele keten. Voor veen is de werkingscoëfficiënt van N op 0 gesteld. Een onbemeste aanvulgrond kan zonder beperkingen vanuit de mestwetgeving aangebracht worden. Bemeste aanvulgronden vallen onder het stelsel van gebruiksnormen. Voor aanvullen/ophogen van een geroid perceel kunnen meerdere materialen gebruikt worden, afhankelijk van het doel en de kosten per eenheid product. Aanvulgronden kunnen zijn minerale grond en aanvulgronden met veen, compost of dierlijke mest (incl. Champost)

3.5.2 Duurzame energie uit snoeihout fruitsector

In de fruitteelt sector komen bij het snoeien en rooien van de fruitbomen aanzienlijke hoeveelheden hout vrij. Dit hout wordt op grotendeels in de openlucht verbrand of in eigen beheer versnipperd en teruggespoten op eigen terrein. Bij appelbomen en perenbomen komen respectievelijk gemiddeld 12 en 5,6 ton (vers)

materiaal per jaar per hectare vrij. In de provincie is 3.868 hectare appel en peren teelt aanwezig (1.662 ha appel en 2.206 ha peer). Dit resulteert in een potentieel van gemiddeld 32.298 ton (vers) materiaal. Deze hoeveelheid vertegenwoordigt 845.300 GJ primaire en komt overeen met een vermeden CO₂ emissie van 21,6 kton CO₂ ofwel 2,9% van de emissies uit de Zeeuwse landbouw.

De fruitteelt sector heeft een groot potentieel. Een fruitteler is zowel een leverancier van biomassa als een gebruiker van warmte. De fruitteler heeft de beschikking over redelijk veel rooi-, snoei- en hakhout en een flinke warmtevraag voor het koelen van de koelruimten voor fruit. Het resthout kan worden verchipt en vervolgens worden opgeslagen. Daarna kan het worden verbrand en middels een warmtewisselaar kan warmwater naar een absorptiekoeler worden geleid waar de benodigde koude wordt opgewekt.

3.6 Maatregelen in de context

3.6.1 Algemene opmerkingen

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.

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.

Bij het beschrijven van de maatregelen hebben we daarnaast enkele maatregelen in algemene zin beschreven. Het gaat dan bijvoorbeeld om grondwatermaatregelen. Het zou hier te ver doorvoeren om een aannahme te doen over de mogelijkheden om grondwaterstanden te verhogen en de bijbehorende emissiereducties.

Ondanks deze nuancerings biedt het rapport voldoende richting om concreet met enkele maatregelen aan de slag te kunnen.

3.6.2 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 deels weer neer en wordt omgezet in lachgas. Minder uitstoot van ammoniak verlaagt 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.

4 Maatregelen in “Op volle kracht” _____

De provincie Zeeland heeft als doel het leveren van een evenredige bijdrage aan de nationale doelstelling op het gebied van energiebesparing, duurzame energie en de uitstoot van broeikasgassen. In “Op volle kracht”, het Zeeuwse Energie- en klimaatbeleid 2008-2012 wordt om deze doelen te bereiken, gekozen voor een samenhangend pakket aan maatregelen in 3 zogenaamde golven die tijdsperiodes van korte t/m lange termijn bestrijken.

- Golf 1: Het realiseren van broeikasgasreductie op korte termijn met projecten en technieken die nu op de plank liggen.
- Golf 2: Het versneld werken aan opties die over enkele jaren voluit kunnen worden ingezet, maar die nog enige ontwikkel- en aanlooptijd nodig hebben.
- Golf 3: Maatregelen in de sfeer van energietransitie, een proces van verdergaande innovaties, waarmee op de langer termijn trendbreuken kunnen worden gerealiseerd.

Bij de keuze voor de speerpunten of maatregelen is rekening gehouden met een 3-tal factoren. Allereerst moet de maatregel een voldoende aantrekkelijke bijdrage aan de provinciale energie- en klimaatdoelstellingen leveren. Ten 2^e moet de maatregel aansluiten bij de geografische ligging van de provincie en de kansen voor het bedrijfsleven in de provincie. Ten 3^e is de voorbeeldwerking van een project of maatregel van belang.

De tijdsaspecten en daarmee handelingsperspectief die samenhangen met de verschillende golven en maatregelen daarbinnen, gelden voor alle betrokken partijen. De provincie heeft gekozen voor een aantal rollen als stimulerende en faciliterende partij die regels stelt en diplomatie bedrijft.

In dit hoofdstuk wordt inzicht gegeven in de mogelijkheden die de agrarische sector kan bieden in het Zeeuwse streven ten aanzien van de ontwikkeling en implementatie van duurzame energie en slim gebruik van groene grondstoffen en het reduceren van broeikasgassen.

Overigens stelt diezelfde Provincie in “op volle kracht” de rol die de landbouw speelt in broeikasgasemissies in Zeeland beperkt is. Energie-intensieve veehouderijsectoren zijn beperkt vertegenwoordigd. De haalbaar geachte reductiedoelstelling die vooral voor rekening van de glastuinbouw komt, bedraagt voor de periode 1990-2020 50 kton CO₂-eq.

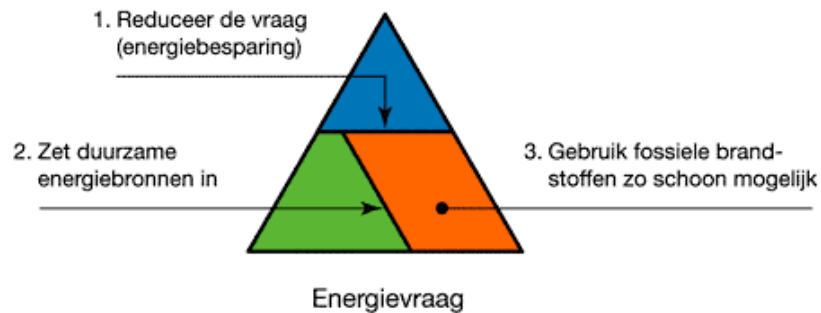
Er is wel sprake van een goede vertegenwoordiging van de voedselverwerkende agro-industrie. Deze aanwezigheid vormt een belangrijke voorwaarde voor ontwikkelingen en gebruik van groene grondstoffen en reststromen (bio-based economy). De provincie heeft de ambitie uitgesproken om samen met o.a de agrarische sector een impuls te geven aan het gebruik van groene grondstoffen.

4.1 Enkele achtergronden rond energievraagstukken

In onderhavige studie gaat het om het zo intelligent mogelijk omgaan met energie en materie als mogelijk. In dat opzicht is de Trias Energetica van belang.

1. Trias Energetica

Deze Trias Energetica schetst de mogelijke manieren waarop het gebruik van fossiele energie kan worden teruggedrongen en bestaat uit drie pijlers:



TRIAS ENERGETICA

Bron: ECN

De beste manier om mogelijke negatieve effecten van energiegebruik terug te dringen, is energiebesparing. De energie die niet nodig is, hoeft immers niet opgewekt te worden. Dit geldt ook voor duurzame energie-opwekking, dus er wordt bespaard op de fossiele brandstofvoorraden en de uitstoot van broeikasgassen wordt verlaagd. Maar omdat er toch altijd energie zal worden verbruikt, is het verstandig om deze zoveel mogelijk op een duurzame(re) manier op te wekken (windenergie, zonne-energie, biomassa, waterkracht). Echter, deze ontwikkeling vergt tijd. Zeker de komende jaren wordt het nog steeds heel moeilijk (doch niet onmogelijk als de politieke wil er is) om een substantieel deel van het energieverbruik duurzaam op te wekken. Daarom is het belangrijk om de energie die uit fossiele energiebronnen wordt gehaald zo efficiënt mogelijk op te wekken. Inzet is nodig op alle pijlers van de Trias Energetica.

In relatie tot energie- en klimaatvraagstukken kunnen verschillende soorten energiebronnen worden onderscheiden:

Primaire energiebronnen

Primaire energie is energie zoals die natuurlijk voorkomt. Primaire bronnen van energie kunnen worden onderscheiden naar:

- *Voorraadtypen van energie.*
Slechts in eindige hoeveelheid aanwezig op aarde: bijvoorbeeld biomassa.
- *Stromingstypen van energie.*
Op een bepaald moment beschikbaar en indien ze niet direct aangewend worden, zijn ze verloren voor actief gebruik in een energievoorziening, bijvoorbeeld wind- en zonne-energie.

Stromingsbronnen

- Waterkracht (inclusief getijden en golfenergie)
- Windenergie
- Zon-PV (elektriciteit uit zonlicht)
- Zon-thermisch (warmte uit zonlicht, zoals zonneboilers)

Omgevings- en aardwarmte

- Warmtepompen (temperatuur van omgevingswarmte 'oppompen')
- Energie-opslag (seizoenopslag warm en koud water in de bodem)
- Geothermie (aardwarmte)

4.2 Het provinciale maatregelen pakket in de 3 golven

Golf 1: Het realiseren van broeikasgasreductie op korter termijn met projecten en technieken die nu op de plank liggen.

Maatregel	Mogelijke relatie met agro-sector
<i>1a. Uitbreiden van het aantal windparken op land</i>	<i>Het kunnen leveren van "ruimte" voor de realisatie van windparken (> x windturbines)</i>
<i>1b. Aanleggen van warmtenetten voor de benutting van restwarmte voor de verwarming van woningen, kassen en bedrijventerreinen</i>	<i>De agrosector kan zowel brandstof leveren voor de conversiesystemen die o.a warmte leveren en de restwarmte van andere leveranciers gebruiken.</i>
<i>1c. Vergaande energiebesparing in de gebouwde omgeving</i>	<i>Levering van isolatie materiaal op basis van agrarische gewassen en producten: vlas, wol etc</i>
<i>1d. Opzetten van projecten op basis van kleinschalige bio-energie (verbranding en vergisting)</i>	<i>Op agrarische bedrijfsschaal wordt al duurzame energie opgewekt, met name m.b.v. co-vergistingsinstallaties. Verbrandingsinstallaties zijn binnen de agrarische sector in veel kleinere aantallen operationeel.</i>
<i>1e. Toepassen van duurzame brandstoffen in transport (aardgas, biodiesel, bio-ethanol)</i>	<i>Agro-sector kan feedstock (dedicated biomassa) en reststromen leveren voor productie van duurzame productiebrandstoffen.</i>
1f. Provinciale organisatie klimaatneutraal als voorbeeld voor andere organisaties	
1g. Volgen en stimuleren van energiebesparing en emissiereductie bij de grote bedrijven	
1h. Uitbreiden van het bijstoken van (vaste) biomassa in kolencentrale EPZ tot 30%	

Golf 2: Het versneld werken aan opties die over enkele jaren voluit kunnen worden ingezet, maar die nog enige ontwikkel- en aanlooptijd nodig hebben.

Maatregel	Relatie met agro-sector
<i>2a. Het produceren van 2^e generatie bio-brandstoffen (Nedalco als voorbeeld en trekker)</i>	<i>2e generatie biobrandstoffen worden geproduceerd uit de cellulose en hemicellulose bestanddelen van (houtige) gewassen. Deze 2e generatie biobrandstoffen halen hogere CO₂-emissiereducties dan 1e generatie biobrandstoffen. Over het algemeen zijn 2e generatie bio-brandstoffen gebaseerd op meer geavanceerde productietechnologieën zoals Fischer-Tropsch (FT), HTU, torrefactie en cellulosefermentatie.</i>
2b. Toepassen van getijdenenergie in de keringsdammen (o.a met Rijkswaterstaat)	Geen relatie met de agro-sector
2c. Ontwikkeling en productie van wind-energie (proeflocatie Schoondijke voor kleine windturbines en off-shore windparken)	Zie 1a
<i>2d. Produceren en toepassen van PV zonnepanelen (NB Delta)</i>	<i>Agrarische bedrijfsopstanden bieden veelal goede mogelijkheden voor PV-toepassingen. Het geheel van constructie, bedradingen en omvorming en PV-panelen wordt BOS systeem (Balance of System) genoemd. Door grotere celoppervlaktes op agrarische daken worden de totale BOS kosten per eenheid geïnstalleerd watt-piek aantrekkelijker</i>
2e. Ontwikkeling van duurzame scheepvaart	Geen relatie met de agro-sector
2f. Toepassen van multimodaal transport	Geen relatie met de agro-sector

Golf 3: Maatregelen in de sfeer van energietransitie, een proces van verdergaande innovaties, waarmee op de langer termijn trendbreuken kunnen worden gerealiseerd.

Maatregel	Relatie met agro-sector
<i>3a. Biodiesel uit algen (als onderdeel van de Zeeuwse aquacultuur)</i>	<i>Verbinding tussen terrestrische en aquatische productie</i>
<i>3b. Duurzame innovatieve chemie (o.a proeflocatie voor de ontwikkeling van nieuwe industriële concepten)</i>	<i>Agro-sector kan feedstock leveren voor innovatieve chemische processen, zie ook 3c.</i>
<i>3c. Ontwikkelen van een Zeeuwse biobased economy (hernieuwbare grondstoffen, bioraffinage)</i>	<i>Agrosector kan zorgdragen voor levering van juiste feedstock aan groene grondstoffen</i>

Aan de cursief gemaakte maatregelen wordt in dit hoofdstuk aandacht besteed.

4.2.1 Ad 1a. Windenergie en de agrarische sector.

De provincie Zeeland streeft ernaar om in 2010 minimaal 250 Megawatt windenergie in de provincie beschikbaar te hebben. Hiervoor zijn vier zogenaamde concentratielocaties beschikbaar: de stormvloedkering over de Oosterschelde, het Sloegebied, de Kanaalzone en het Schelde-Rijnkanaal.

Buiten deze concentratiegebieden zijn ook (solitaire) windturbines te vinden. De provincie heeft een overzichtskaart gemaakt waarin de ontwikkeling van windenergie in Zeeland wordt weerspiegeld. Het beeld is dat er her en der wat kleine turbines al wat langer staan, aangevuld met een aantal locaties waarin later ook grotere turbines zijn geplaatst. De schaalvergroting van de turbines is aanleiding voor de Provincie om ervoor te kiezen de verdere ontwikkeling van windenergie met name te concentreren in de genoemde vier concentratiegebieden. In het rapport "Zeeland in momentum" verkenningnotitie energie (KplusV, januari 2007), behorende bij de kadernota Energie- en klimaatbeleid 2008-2012 staat dat de provincie windenergie een belangrijke duurzame energiebron voor Zeeland vindt en streeft naar meer geïnstalleerd vermogen dan volgens de BLOW doelstelling afgesproken is. Bij een optimale invulling van de concentratielocaties zou dit tot een opgesteld vermogen van ca. 400 MW aan windenergie in Zeeland kunnen leiden.

KplusV stelt dat zoals het er nu naar uitziet, er op deze locaties windturbines toegepast zullen kunnen worden die momenteel tot het topsegment behoren. In de praktijk gaat het dan om 2 of 3 MW turbines. Bij een optimale invulling van de concentratielocaties zou dit tot een opgesteld vermogen van ca. 400 MW aan windenergie in Zeeland kunnen leiden. KplusV verwacht dat na de looptijd van het omgevingsplan er turbines beschikbaar zijn met een vermogen van 6 tot 10 MW en dat deze turbines op termijn de 2 en 3 MW turbines kunnen vervangen. Omdat turbines met een groter vermogen een groter rotoroppervlak hebben, veroorzaken zij meer turbulentie en dienen zij een grotere onderlinge afstand aan te houden. Per saldo zal door toepassing van turbines met grotere vermogens het totaal in Zeeland opgestelde vermogen niet spectaculair meer kunnen toenemen binnen de in het huidige omgevingsplan aangewezen concentratielocaties. Daarmee ontstaat voor de periode na 2010 de vraag of op de lange termijn het huidige beleid voortgezet dient te worden, met als consequentie dat het geplaatste vermogen niet veel meer zal toenemen of dat voor uitbreiding van het aantal locaties gekozen dient te worden. Indien hier toe besloten wordt is het eerst noodzakelijk om de mogelijkheden vanuit het oogpunt natuur en landschap te onderzoeken en de discussie verder aan de hand van een of meerdere concrete locaties te voeren.

Er is recent een groot aantal initiatieven genomen, die zullen bijdragen aan een aanzienlijke uitbreiding van het opgestelde vermogen in de komende jaren. Het streven van de provincie is in de periode 2005-2010 het opgestelde vermogen te laten toenemen van 83 MW in 2005 tot ca. 250 MWe in 2010. De verwachting is dat in 2020 ca. 500 MWe aan windvermogen zal zijn opgesteld. Dit vertegenwoordigt een CO₂-reductie van ca. 700 kton CO₂-eq. ten opzichte van 1990. (Op volle kracht, Zeeuwse Strategienota Energie- en klimaatbeleid 2009-2012).

Het kabinet wil dat in 2012 2000 MW windenergie op land wordt bijgeplaatst, naast de al bestaande 1500 MW. Als windrijke provincie is Zeeland zeer geschikt voor de realisatie van windparken. De Provincie Zeeland heeft tot dusver de ambitie om 250 MW in 2010 aan opgesteld windenergievermogen geplaatst te hebben. Dit is meer dan de BLOW doelstelling van 205 MW in 2010. De SDE regeling biedt een aantrekkelijk subsidiekader voor nieuwe windprojecten. Ruimtelijke inpassing is een knelpunt bij het plaatsen van (extra) windturbines. Daarom moeten de aangewezen concentratiegebieden zoveel mogelijk worden benut en dient het vervangen van kleine bestaande windturbines door grotere zoveel mogelijk te worden gestimuleerd.

Verwacht wordt dat het vigerende ruimtelijke beleid ruimte biedt voor circa 400 MW op land. Voor 2020 wordt gemikt op 500 MWe.

Met de aanwijzing van concentratielocaties en de ondersteuning van initiatieven op de zogeheten 'overige' locaties (de zogenaamde 'pijplijnprojecten') ondersteunt en bevordert de provincie initiatieven op deze preferente locaties. In de ontwerp Provinciale Ruimtelijke Verordening wordt opschaling van bestaande turbines buiten de concentratielocaties en de benoemde 'overige locaties' niet toegestaan. De NWEA pleit ervoor opschaling op bestaande locaties ook toe te staan. Op de bestaande locaties is de omgeving bekend met windenergie en biedt het bestemmingsplan al ruimte voor wind. Opschaling en repowering is, qua vergunningen en procedures, in het algemeen eenvoudiger dan het ontwikkelen van een volledig nieuwe locatie.

Zeeland heeft anno 2009 202 windturbines met een totaal vermogen van 205 MW en een jaarproductie van 468 miljoen kWh. (bron wind service holland)

De turbines in Zeeland worden voornamelijk geëxploiteerd door de twee windenergiecoöperaties Zeeuwind en Deltawind en enkele energiemaatschappijen. Door opschaling van bestaande turbines kan de hoeveelheid geïnstalleerd vermogen worden vergroot in de daartoe aangewezen concentratielocaties en pijplijnlocaties. Het beleid is dat er geen nieuwe windturbines worden gerealiseerd in het landelijk gebied. De turbines die er al staan mogen binnen kaders groter en hoger worden.

De provincie Zeeland heeft ook de ambitie om productie en plaatsing van kleinschalige windturbines (lager dan 15 m met een vermogen van veelal niet meer dan 5-10 kW) te stimuleren met de wens tot plaatsing van 10 kleinschalige windturbines in 2010. Deze turbines zijn vooral bedoeld voor kleinschalige toepassingen in de bebouwde omgeving.

De mogelijkheden voor agrariërs om op land in eigendom windturbines te exploiteren, lijken hiermee gering.

4.2.2 Ad 1b. Warmtenetten-agrarische sector

De agrosector kan zowel brandstof leveren voor energie conversiesystemen die o.a. warmte leveren en de restwarmte van andere leveranciers gebruiken.

In Nederland wordt op dit moment op twee plaatsen warmte geleverd aan de glastuinbouw vanuit energiecentrales. De Amercentrale levert warmte aan de Plukma-desepolder in Brabant en de RoCa3 levert aan Bleiswijkse tuinders.

In het biopark Terneuzen is een glastuinbouwgebied in ontwikkeling waarbij een industrieel consortium warmte levert aan glastuinbouwers. WarmCO₂ is het project waarbij restwarmte en CO₂ worden ingezet voor milieuvriendelijke en duurzame glastuinbouw. Het is een samenwerkingsverband tussen Zeeland Seaports, Yara en Visser & Smit Hanab.

Recent is de bouw van de 3^e kas van het glastuinbouwgebied Terneuzen afgerond. Er staat nu 23 ha vruchtgroente teelt. Van de binnen fase 1 beschikbare 125 ha is inmiddels 60 ha verkocht en hiervan is nu dus 23 ha bebouwd. Van de nog resterende 65 ha binnen fase 1 zijn nog drie kavels beschikbaar, met een oppervlakte van in totaal 40 ha. Voor de overige twee kavels, met een gezamenlijke grootte van 25 ha, worden onderhandelingen gevoerd. Vanaf half november 2009 start voor de drie tuinders in het gebied de levering van restwarmte door WarmCO₂. Via het speciaal daarvoor aangelegde leidingennet wordt vanaf eind december ook zuivere CO₂

aangevoerd. Bij restwarmtelevering is het namelijk van belang dat er ook CO₂ extern wordt aangevoerd.

Er is een aantal redenen waardoor de benutting van restwarmte traag verloopt (Grontmij 2008). Ten eerste is een aantal projecten in het verleden moeizaam van de grond gekomen. Het gebruik van restwarmte heeft daardoor een slechte start gehad. Dat heeft het imago geen goed gedaan en partijen huiverig gemaakt.

Het tweede aandachtspunt is dat er op dit moment in de glastuinbouw een goede alternatieve warmtebron beschikbaar is in de vorm van warmte-kracht installatie (WKK). Naast warmte, gebruiken tuinders veel CO₂ om hun planten te laten groeien. Daarnaast is elektriciteit nodig bij tuinders die assimilatieverlichting toepassen. Voor belichtende telers is WKK dus haast 'een must' omdat zowel de warmte, de CO₂ van een rookgasreiniger als de elektriciteit nuttig gebruikt kunnen worden. Maar zelfs voor tuinders die niet belichten, is WKK een aantrekkelijk alternatief. Zij kunnen elektriciteit produceren en aanbieden op de elektriciteitsmarkt. In het verleden is gebleken dat daar veel geld mee te verdienen is. Zoveel zelfs dat er in een aantal gevallen restwarmte ontstaat op de tuinbouwbedrijven. Het zal duidelijk zijn dat deze bedrijven weinig behoefte hebben aan industriële restwarmte.

Een derde element dat levering van restwarmte remt, is de grootschaligheid ervan met daarin veel collectiviteit. Er moeten forse investeringen gedaan worden. De grote vraag is wie het initiatief neemt om deze investeringen aan te gaan. Daar komt bij dat er voldoende afnemers 'aan de pijp' moeten zitten die ook voor lange tijd een afnamecontract moeten tekenen.

Nieuwe impulsen voor restwarmte

Een (overigens nu wat afzwakkende trend) die invloed heeft op het gebruik van extern geproduceerde restwarmte door de glastuinbouw is het gebruik van WKK in die sector. Het gebruik van WKK in de glastuinbouw is de laatste jaren sterk gestegen. In de glastuinbouw is in 2008 11 miljoen MWh elektriciteit geproduceerd. Dit is bijna vier keer zoveel als in 1998. Deze toename is toe te schrijven aan de sterke groei van het warmtekrachtvermogen in de sector. Tussen 1998 en 2004 nam het geïnstalleerde vermogen slechts licht toe, maar tussen 2005 en 2008 verdriedvoudigde dit bijna. Eind 2008 bedroeg het warmtekrachtvermogen in de glastuinbouw bijna 3000 MW_e. Dat is ruim 10 procent van het totale opgestelde elektrisch productievermogen in Nederland. De groei heeft onder andere te maken met de ontwikkelingen op de energiemarkt. Naast het verbruik van elektriciteit en warmte voor de eigen teelt hebben glastuinbouwers in toenemende mate winst kunnen halen uit de verkoop van de zelf geproduceerde elektriciteit. (CBS 2009).

Overigens is de verwachting dat het belang van WKK in de tuinbouw naar verwachting gaat afnemen. De financiële opbrengst (zogenaamde spark spread) van het produceren van elektriciteit met WKK neemt de laatste tijd steeds meer af. De verwachting is dat die trend zal doorzetten nu er nieuwe elektriciteitscentrales worden bijgebouwd. Verder zijn er in de afgelopen periode vaak problemen geweest met het kwijt kunnen van de stroom op het net. Verder zal door de ontwikkeling van de LED-verlichting, het elektriciteitsgebruik door tuinders waarschijnlijk zelf verminderen waardoor er minder behoefte is om WKK bij te plaatsen. Ten slotte is het gasverbruik in de tuinbouw de afgelopen jaren door de komst van WKK sterk toegenomen. Vanuit het milieubeleid zal druk ontstaan om minder afhankelijk van aardgas te worden.

Er zijn overigens allerlei initiatieven om de glastuinbouw minder of zelfs geheel onafhankelijk te maken van fossiele brandstoffen. Zo is er in de glastuinbouw vele malen gesproken en gestudeerd op warmteleveringsconcepten vanuit de tuinbouw aan externe warmtevragers. In de praktijk blijkt dat initiatieven voor de realisatie

al sneuvelen. Om daadwerkelijk te mogen leveren aan een woonwijk wordt vaak een leveringsgarantie gevraagd van 30 jaar. Dat maakt een (semi-) gesloten kas een minder handige optie. De gemiddelde economische levensduur van een kas en de installaties is 15 jaar. "De leveringszekerheid is de belangrijkste eis waarop veel projecten sneuvelen". Bovendien maken de kosten van de infrastructuur een zodanige schaalgrootte al snel nodig, die in de praktijk moeilijk te realiseren valt

Gebruik van aardwarmte

Het gebruik van aardwarmte mag zich de laatste tijd in (hernieuwde) belangstelling verheugen. Er blijkt in Nederland voldoende perspectief te zijn om geothermische warmte aan te wenden voor verwarming van kassen, woningen en bedrijven. Niet overall is aardwarmte goed en economisch te exploiteren. Dit heeft te maken met de grootte en diepte van de benodigde bodempakketten.

In het bijzonder vanuit de glastuinbouw is de belangstelling groot. Het gaat dan voornamelijk om niet belichtende telers omdat het temperatuurniveau niet zodanig is dat er met de warmte ook elektriciteit geproduceerd kan worden. Er bestaan in de glastuinbouwsector (vooral in Zuid Holland) op dit moment minstens 20 plannen om energie te verkrijgen door middel van het boren naar aardwarmte. Van de twintig aanvragen bij het platform zijn 4 projecten ontstaan uit overheidsinitiatieven. Het merendeel van de aanvragen komt echter van particuliere tuinders. Ook andere teeltgebieden in Nederland zijn kansrijk, stelt het platform Geothermie dat adviseert over deze projecten. Uitzondering op korte termijn is Zeeland waar aard-warmte pas na ontwikkeling van de techniek echt in zicht komt.

Een gespecialiseerd adviesbureau is recent gestart met het opstellen van een 'kansenkaart voor bodemenergie' voor de gemeente Terneuzen. De kansenkaart geeft de mogelijkheden voor verschillende vormen van bodemenergie aan, zoals aardwarmte en koude-warmte-opslag met open en gesloten systemen.

Het onderzoek is naar verwachting in 2010 gereed. Enige jaren geleden is er vanuit de gemeenteraad met geologische TNO-kaarten aangetoond dat diepere waterlagen vanuit België tot onder de stadskern van Terneuzen lopen.

4.2.3 Ad 1c. Energiebesparing in de bebouwde omgeving

Directe energiebesparing in de bebouwde omgeving heeft vooral betrekking op verlagen van de elektriciteitsvraag (verlichting, koeling, liften etc) en de warmtevraag.

De agrarische sector kan een rol spelen in de levering van isolatie om de warmtevraag (en ook de koelvraag) te verminderen. Voorbeelden van agrarische materialen zijn vezelproducten op basis van vlas en wol. Er is in Nederland al een aantal leveranciers van dit soort natuurlijke isolatiematerialen. In hoeverre Zeeuwse agrariërs materiaal kunnen leveren voor deze toepassingen is echter onduidelijk.

4.2.4 Ad 1d. Opzetten van projecten op basis van kleinschalige bio-energie (verbranding en vergisting)

Het opzetten van projecten op basis van kleinschalige bio-energie (verbranding en vergisting) is een activiteit die in principe goed uitvoer is in en door de agrarische sector. In toenemende mate wordt een beoordeling op een zo slim mogelijk gebruik van de uitgangsstoffen belangrijk, het zogenaamde bio-based gedachtegoed. In 2008 heeft de Hogeschool Zeeland in opdracht van de Provincie Zeeland een inventarisatie gemaakt van de biomassa stromen die benut kunnen worden voor energie-opwekking (Huisman, 2009). De nadruk lag daarbij op de productie van groen gas

maar ook andere technieken en toepassingen zijn onderzocht. De technieken die zijn bekeken voor de productie van groen gas uit biomassa (reststromen) zijn:

- Vergisting;
- Anaërobe compostering;
- Thermische vergassing.
-

Vergisting van organische materialen in co-vergistingsinstallaties

Anno 2007 waren er in Nederland ruim 60 mestvergisters operationeel en 45 in aanbouw, samen verantwoordelijk voor een vermogen van 45 MWe. (Thomassen en Zwart, 2008). SenterNovem meldde medio 2009 dat er in Nederland 65 vergistingsinstallaties zijn met een vermogen van circa 45 MWe. (bron Senter Novem, 27 juli 2009). Alhoewel er vanuit de agrarische sector veel belangstelling bestond voor deze techniek, lijkt de interesse tanende door stroperige vergunnings- en subsidietrajecten, financiële aantrekkelijkheid, her en der maatschappelijke weerstand en het imago van mest dat met name door milieuorganisaties niet als duurzaam wordt bestempeld.

Thomassen en Zwart (2008) hadden in hun onderzoek het doel om inzicht te krijgen in de milieubelasting, met de nadruk op het broeikaseffect, van verschillende combinaties van covergisting van mest met bijproducten in vergelijking tot het gebruik van energiegewassen als co-substraat. Een aantal combinaties zijn onderzocht op basis van de LCA methodiek. Er is gekeken naar energieopbrengst en netto emissiereductie ten opzicht van gebruik van fossiele energie. Alle onderzochte combinaties voldoen aan de huidige Cramer-criteria van 30%. In 2011 is deze emissiereductie gesteld op 50%. Dan dienen de combinaties goed onderzocht te worden op de verhouding mest-bijproduct.

In vergelijking tot alle onderzochte combinaties van covergisting met bijproducten heeft covergisting van het energiegewas snijmais bij een aandeel van 50% een hogere emissiereductie van broeikasgassen ten opzichte van fossiele energie. Echter, het gebruik van energiegewassen concurreert meer met voedselvoorziening in vergelijking tot het gebruik van bijproducten als cosubstraat.

Het is aan te bevelen bij de stimulering van dergelijke initiatieven te kijken naar de integrale duurzaamheidseffecten.

Huisman (2009) noemt 3 (voorgenomen) initiatieven rond bio-energie. Delta is bezig met een haalbaarheidstudie naar de mogelijkheden voor een vergister in Vliedingen Oost. Het gaat dan om GFT afval en andere stromen. Daarnaast wordt de "Groene poort" genoemd. Dit is een samenwerkingsverband tussen het glastuinbouwbedrijf Van der Lans en 7 akkerbouwers rond Rilland. Het idee is/was dat suiker- of zetmeelhoudende producten als tarwe, aardappelen, suikerbieten of melassestroop worden vergist tot bio-ethanol voor gebruik als transportbrandstof. Het digestaat uit de bio-ethanol installatie wordt gemengd met plantaardige resten uit de kassen of andere (natte) biomassastromen en vergist in de biogasinstallatie. In een WKK wordt het biogas verbrandt waarbij elektriciteit en warmte vrijkomt. Deze elektriciteit wordt gebruikt voor verlichting, de waterzuivering en levering aan het net. De geproduceerde warmte wordt gebruikt voor het ethanolvergistingsproces en de kassen. Het water en de CO₂ uit de processen wordt gezuiverd en aanwend in de kassen. Het digestaat uit de co-vergister kan op termijn als kunstmestvervanger worden gebruikt in de verschillende agrarische teelten. Het ontwerp is gedimensioneerd op 40.000 ton graan dat 15 miljoen liter ethanol oplevert en 330.000 ton agrarische reststromen.

De kracht van het concept is dat ook de warmte die vrijkomt bij de on site aanwending van het biogas nuttig wordt aangewend. Het concept is met bovenstaande

beschrijving echter wel gericht op eerste generatie brandstoffen maar dit zou als relatief losse module ook vervangen kunnen worden door conversie van lignocellulosehoudende biomassa. Het laatste nieuws op de site "groene poort" dateert overigens van begin 2008 wat kan duiden op vertragingen of aandachtspunten in de realisatie.

AFSG heeft onderzoek gedaan naar biomassa en Energie in Biopark Terneuzen (Broeze et al, 2007). Hierbij is ook gekeken naar de potentie van een grootschalige industriële biomassacentrale. De (ook door Huisman genoemde) geplande biomassacentrale Terneuzen van BiomassaUnie (BMU) combineert verschillende duurzaamheidsambities:

- productie van duurzame energie (elektriciteit);
- productie van droge biomassa ('groene cokes') voor (indirecte) bio-energieproductie in kolencentrales;
- verwerking van biomassa reststromen (waaronder regionale reststromen).

De belangrijkste processen in de installatie zijn:

- Co-vergisting: productie van biogas en digestaat uit mest en andere natte biomassa.
- Warmte kracht koppeling (WKK): productie van elektriciteit en warmte uit biogas met behulp van een gasmotor.
- Verdere verwerkingsprocessen voor het digestaat:
 - Scheiding van digestaat in dikke en dunne fractie.
 - Verwerking van de dikke fractie. In het ontwerp van de Biomassacentrale is gekozen voor een droogproces. Het gedroogde product wordt als "groene cokes" afgezet als brandstof voor kolencentrales. Voor dit droogproces wordt gebruik gemaakt van de hoogwaardige warmte van de gasmotor.
 - Verwerking van de dunne fractie. In het ontwerp van de Biomassacentrale is gekozen voor indampen, met als eindproduct een geconcentreerde NPK meststof. Voor het indampen van de dunne fractie is gekozen voor damp recompressie technieken (MVR). Hiervoor kan de middelwaardige warmte van de gasmotor worden gebruikt.

In de biomassacentrale worden reststromen vergist volgens het zogenaamde co-vergistingsprincipe. De reststromen komen enerzijds uit de agro/foodsector en anderzijds bestaan ze uit dierlijke meststoffen.

De beoogde jaarlijkse biomassa input zijn agro/food 75.000 ton en dierlijke meststoffen 60.000 ton wat een totaal van 135.000 ton per jaar geeft. Dit zou moeten leiden tot bijna 10,5 miljoen m³ biogas.

Op een door de biogasbranche organisatie (bbo) georganiseerde bijeenkomst op 22 oktober 2009 in Lelystad werd door een vertegenwoordiger van de Rabobank de zorg geuit dat door de lage SDE-vergoeding in 2009 er vrijwel geen nieuwe vergisters zullen worden geplaatst. Alleen voor bestaande bedrijven die willen uitbreiden kan het uit, stelt de Rabobank. Ook werd de vrees uitgesproken dat toeleveranciers, bouwers van vergistinginstallaties en adviseurs afhaken bij gebrek aan initiatieven. Datgene wat de afgelopen jaren in Nederland aan kennis en vaardigheden is opgebouwd, dreigt hiermee verloren te gaan.

4.2.5 Ad 1e. Toepassen van duurzame brandstoffen in transport (aardgas, biodiesel, bio-ethanol)

Het gaat hier om het toepassen van duurzame brandstoffen voor transportdoeleinden. Voorbeelden van brandstoffen die hier worden genoemd, zijn aardgas, biodiesel en bio-ethanol. Het betreft hier dus in het eerste geval gebruik van een relatief schone fossiele brandstof en brandstoffen uit hernieuwbare grondstoffen. Deze

laatste zijn nu nog met name gebaseerd op de zogenaamde 1^e generatie brandstoffen. Deze 1^e generatie brandstoffen liggen onder vuur. Het duurzaamheidsgehalte is in veel gevallen onvoldoende en een aantal duurzaamheidscriteria worden helemaal of gedeeltelijk niet gehaald. Ook de marktdynamiek lijkt op dit moment voor deze brandstoffen ongunstig.

Zo is recent het bedrijf Rosendaal Energy in Sluiskil failliet verklaard. Het bedrijf werd in 2006 opgericht in de verwachting dat biodiesel een hoge vlucht zou nemen. Door de hoge aanloopkosten en een negatieve omslag op de markt van biodiesel viel de exploitatie echter sterk tegen. Dit had ook te maken met technische complicaties bij de bouw van de fabriek waardoor de oplevering werd vertraagd. Na de ingebruikname in december 2008 kwamen bovendien nog tal van kinderziekten aan het licht en moest de productie een aantal malen worden stilgelegd. De directie ziet goede kansen voor een doorstart als in de fabriek van dierlijke vetten gebruik gemaakt gaat worden. Dat betekent wel wat aanpassingen in het productieproces. Nu werd vooral palmolie en koolzaadolie gebruikt, die in vergelijking tot dierlijke vetten aanmerkelijk duurder zijn. bron: Financieele Dagblad, 25/07/09

Recent heeft de Britse bio-ethanolproducent Ensus aangegeven dat het op het Europese vasteland een fabriek wil bouwen voor de productie van bio-ethanol uit graan. In de Britse plaats Wilton on Teesside bouwt het bedrijf al een ethanolafabriek. Deze fabriek zal met een productie van 450 miljoen liter bio-ethanol per jaar de grootste ethanolafabriek zijn in Europa. Ensus produceert de ethanol uit tarwe die in Oost-Engeland wordt gekocht. De bio-ethanol wordt geleverd aan oliemaatschappij Shell, die de ethanol mengt met fossiele brandstoffen.

Ensus wil een vergelijkbare ethanolafabriek bouwen op het vasteland en kijkt daarbij naar een aantal locaties in Noordwest-Europa. Belangrijk daarbij is de toegang tot graan en het dichtbij een haven zitten zodat het bedrijf niet afhankelijk zijn van de regionale markt. Het is bekend dat Rotterdam als locatie wordt onderzocht. Voor de jaarlijkse productie van 450 miljoen liter bio-ethanol in de fabriek in Wilton on Teesside is 1,2 miljoen ton tarwe nodig. De capaciteit kan worden uitgebreid naar een jaarlijkse productie van 600 miljoen liter bio-ethanol. Volgens een inventarisatie van de European Bio-ethanol Fuel Association (eBio), de branchevereniging van ethanolproducenten, bedraagt de productiecapaciteit in de EU momenteel bijna 6,4 miljard liter bio-ethanol per jaar. Er wordt momenteel gebouwd aan ethanolafabrieken in de EU die gezamenlijk nog eens bijna 2,3 miljard liter per jaar kunnen produceren. De nieuwe fabrieken gaan vooral graan verwerken.

(bron: Agrarisch Dagblad, 22/10/09)

4.2.6 Ad 2a. Het produceren van 2e generatie biobrandstoffen (Nedcalco als voorbeeld en trekker)

Zoals al aangegeven, is het duurzaamheidsprofiel van biobrandstoffen van de 1^e generatie in een aantal gevallen beduidend minder positief dan initieel gedacht. In rapporten van de commissie Cramer en het rapport "heldergroene biomassa" van de gezamenlijke provinciale milieufederaties en stichting Natuur en Milieu (2008) zijn criteria opgenomen waaraan biomassa qua karakteristieken en gebruik aan zou moeten voldoen om voldoende duurzaamheid te waarborgen.

Energiedragers van de zogenaamde 2^e generatie zouden een aantal van de negatieve effecten van 1^e generatie brandstoffen niet hebben. Met name het niet-concurreren met voedselgewassen is een belangrijk aspect van dit type brandstoffen.

Nedalco wordt specifiek als voorbeeld en trekker genoemd. De plannen voor de bouw van een ethanol fabriek door Nedalco gaan echter voorlopig niet door. Hierbij betreft het 2^e generatie biobrandstoffen die op een aantal duurzaamheidscriteria al een stuk beter scoren. Overigens zal de rol van agrarische ondernemers bij de levering van biomassa voor 2^e generatie brandstoffen naar verwachting kleiner zijn. Dit heeft te maken met het karakter van de feedstock. Het zal hier met name gaan om houtige reststromen die vrijkomen bij activiteiten die niet direct gericht zijn op de levering van biomassa. Voorbeelden zijn snoei- en rooihout en onverkochte partijen. De teelt van houtige energiegewassen als switchgrass en Miscanthus is in Nederland (vooralsnog) te duur. Bovendien is er nog kennis in ontwikkeling op dat vlak. Overigens stelt een rapport uit 2001 dat switchgrass in Europa verbouwd en goed gebruikt kan worden om relatief goedkope biomassa te produceren met lage inputs en een laag milieubeslag. Biomassa van dit gewas kan gebruikt worden in thermische conversie voor de productie van elektriciteit en warmte. Het kan dienen als vezelbron voor papierproductie en als lignocellulose bron voor de productie van energiedragers als ethanol. Andere belovende applicaties zijn toepassing in thermoplastische materialen (FAIR 5-CT97-3701 switchgrass (*Panicum virgatum* L.) as an alternative energy crop in Europe Initiation of a productivity network Final Report 2001)

Huisman (2009) heeft in zijn eerder genoemde rapportage een inventarisatie gemaakt van een aantal categorieën houtachtige stromen. Hij komt tot 16.500 ton houtachtige biomassa in 2008 vanuit de Zeeuwse fruitteelt. Van de totaal bekeken natte houtachtige stromen van ruim 49.000 ton, komt dit dus neer op zo'n 33%.

Dit type stromen kan in zogenaamde 2^e generatie biobrandstofprojecten worden ingezet. Een voorbeeld van zo'n technologie is het Carbo-V proces van Choren. Choren houdt zich bezig met de productie van biobrandstoffen (SunFuel), waarbij de grondstoffen bestaan uit houtresten en plantenafval. Het Choren proces wordt omschreven als 'biomass to liquids (BTL)'. De biomassa wordt eerst vergast volgens het Carbo-V proces, een drietrapsproces dat speciaal is ontworpen om synthesesgas met een zo laag mogelijk roetgehalte te produceren uit een grondstof met een hoog watergehalte. Het synthesesgas wordt vervolgens via een Fischer-Tropschproces (F-T) katalytisch omgezet in een mengsel van alkanen waar als brandstof voor dieselmotoren kan dienen. Bij de Duitse stad Freiberg komt een fabriek die jaarlijks zo'n 18 miljoen liter van dit type biobrandstof gaat produceren. Deze fabriek heeft jaarlijks zo'n 65.000 t droge biomassa nodig. Voorbeelden van biomassa die als input kunnen dienen zijn houtchips, strobalen, biomassa van olifantengras en andere energiegewassen etc. Ongeveer 1 miljoen ton of droge biomassa is nodig om een grootschalige industriële BTL fabriek te bedienen. Recent heeft Shell overigens aangekondigd zijn aandeel te verkopen in dit initiatief van Choren.

Andere toepassingen voor deze stromen zijn het gebruik in verschillende typen compost. Dit kan gebruikt worden voor het verbeteren en in stand houden van de bodemvruchtbaarheid van agrarische gronden. Voor torrefactie en pyrolyse installaties zouden deze stromen ook aangewend kunnen worden.

4.2.7 Ad 2d. Produceren en toepassen van PV zonnepanelen (NB Delta)

De provincie wil zowel de productie als de toepassing van PV zonnepanelen stimuleren. In de toepassing van zonnepanelen kan de agrarische sector een rol spelen. Agrarische bedrijfsopstanden bieden veelal goede mogelijkheden voor PV-toepassingen. Het geheel van constructie, bedradingen en omvorming en PV-panelen

wordt BOS systeem (Balance of System) genoemd. Door grotere celoppervlaktes op agrarische daken worden de totale BOS kosten per eenheid geïnstalleerd watt-piek aantrekkelijker.

Het is daarbij wel belangrijk dat de daken de juiste oriëntatie en hellingshoek hebben. Overigens is in bijvoorbeeld Duitsland een ontwikkeling te zien dat PV panelen op de grond in een bepaalde formatie worden opgesteld. De financiële aantrekkelijkheid van de productie van groene stroom is in Duitsland echter een stuk groter dan in Nederland.

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 de productie van duurzame energie. Door asbestdaken te saneren en ze vervolgens te vervangen door integrale energiedaken kan volgens deze studie een dubbelslag voor het milieu worden gemaakt. Er is een ambitie van 250.000 m² oppervlak aan PV panelen uitgesproken. Een optimaal opgesteld zonnepaneel (voor Nederland: hellingshoek 36°; oriëntatie zuid, 5° naar het westen) ontvangt ruim 1100 uren volle zon per jaar. Dit is gelijk aan 1100 kWh/m². Het vermogen dat een bepaald paneel onder standaard test condities (STC) levert, is het zogenoemde piekvermogen, uitgedrukt in wattpiek (Wp). Dat betekent een instraling van 1000 W/m² (overeenkomend met een strak blauwe hemel in juni) bij een zonneceltemperatuur van 25°C. In de praktijk reduceren verschillende interne en externe verliesfactoren het rendement. Het gaat dan om verliezen in de omvorming, reflecties, mismatch, vervuiling en te hoge celoppervlaktes.

De verhouding tussen het werkelijke rendement en het STC-rendement resulteert in de 'opbrengstfactor' ofwel performance ratio (PR). Voor een netgekoppeld systeem ligt deze factor tussen de 0,70 en 0,80. Een zonnepaneel met een celoppervlak van 1 m² en een rendement van 15%, heeft een piekvermogen van 0,15 x 1000 = 150 Wp. In een zonnestroomsysteem met een opbrengstfactor van 0,80 bijvoorbeeld, levert elk paneel met een piekvermogen van 150 Wp in feite slechts 0,80 x 150 = 120 W (bij een instraling van 1000 W/m²). Een netgekoppeld zonnepaneel van 100 Wp kan in Nederland op dit moment jaarlijks zo'n 78-80 kWh zonnestroom leveren. Bij een gemiddeld rendement van 15% komt een m² pV paneel dan aan 115-120 kWh per jaar. Het percentage goed gesitueerde daken in de agrarische sector maal de "bebouwingsgraad" geeft een eerste indicatie van de meest efficiënte opwekkings situatie. Sub-optimale dakorientaties zullen al snel onvoldoende aantrekkelijk zijn in financiële zin.

Overigens geeft het feit dat de SDE pot voor deze toepassing zo op is, een indruk van de huidige economische exploitatie. Grootschalige PV toepassingen zonder subsidie zullen naar verwachting nauwelijks van de grond komen.

4.2.8 Ad 3a. Biodiesel uit algen

Algen staan als organismen volop in de belangstelling van producenten van een scala aan biobrandstoffen en chemicaliën. De euforie is gebaseerd op de aanname dat het productiepotentieel van een algencultuur per m² aanzienlijk hoger is dan het productiepotentieel van hogere planten. In de literatuur zijn de afgelopen periode formidabele opbrengstcijfers gepresenteerd. In veel gevallen werd voorbijgegaan aan de het hoge energieverbruik van het productieproces (zie ook Box). Het gebruik van veelal elektriciteit (exergiewaarde 1) om extra productie aan biomassa te verkrijgen dat vervolgens via conversie weer wordt omgezet in elektriciteit en warmte, snijdt alleen hout als er ook waardevolle inhoudstoffen aan de algen

onttrokken kunnen worden die op een andere manier lastiger, met meer input of meer milieubelasting worden geproduceerd.

Het gebruik van algen als product van hoogwaardige producten als vitaminen, antioxidanten, vetzuren, aminozuren, de zogenaamde neutraceuticals en pharmaceuticals biedt vooralsnog dus waarschijnlijk meer mogelijkheden. Alhoewel het in vergelijking met energiedoelstellingen om kleine outputs gaat is de toegevoegde waarde per eenheid product wel veel groter. Bovendien kan de algenbiomassa na extractie van de hoogwaardige componenten alsnog worden ingezet voor bioenergieproductie.

Het gebruik van algen kan ook gebruikt worden in combinatie met het gebruik van reststromen en niet-gesloten kringlopen. Algen kunnen gekweekt worden op afvalwater van zuiveringsinstallaties of bewerkte mest. Het concept PowerFarms® richt zich op deze toepassing. Het zijn plants waarin reststromen met behulp van algenkweek worden ge-upcycled (opgewerkt) naar extraheerbare energie en waardevolle biomassa. Ook in onderzoek is de mogelijkheid om algen te kweken m.b.v. de CO₂ in rookgassen van elektriciteitscentrales en andere industriële processen.

Het is interessant om te bekijken hoe terrestrische en aquatische activiteiten op dit gebied in Zeeland gekoppeld kunnen worden. Zoete, zilte en zoute omstandigheden zijn alledrie aanwezig. Ook andere koppelingen zijn mogelijk. In 2005 is het rapport " bio-offshore, grootschalige teelt van zeewieren in combinatie met offshore windparken in de Noordzee van een consortium van ECN en WUR onderdelen en Lettinga Associates Foundation verschenen. De teelt van zeewieren heeft een enorm potentieel als bron van bio-energie en hernieuwbare grondstoffen, chemicaliën en producten.

Bij de ontwikkeling van bovenstaande koppelingen spelen zowel technologische als niet-technologisch aspecten een rol. De genoemde haalbaarheidsstudie was bedoeld als eerste stap in het ontwikkelingstraject en had tot doel het verkrijgen van inzicht in de techniek van zeewierenteelt (macro-algen), de mogelijkheden voor combinatie met offshore windparken en de verwerking van zeewierenbiomassa tot energiedragers en producten. Verder wilde men stakeholders en potentiële deelnemers aan de ontwikkeling identificeren, in kaart brengen van de voorwaarden voor inpassing in beheersfuncties, natuurwaarden en beleidskader en voor de opbouw van maatschappelijk draagvlak en het vormgeven van een pilot experiment, definitie van langer(re) termijn R&D thema's (EOS) en verbreding van het bestaande consortium.

Doorbraak in algenteelt met onderwater LED-lamp

Met de toepassing van onderwater LED-lampen is bij agrarisch bedrijf Kelstein in Hallum sprake van een doorbraak in het telen van algen. Wageningen Universiteit becijferde onlangs de maximale algenproductie per hectare in Nederland op 50.000 kilo. Door een ontdekking op het melkveebedrijf van Jan en Douwe Zijlstra in Hallum kan de opbrengst zo maar tot drie keer hoger uitvallen. De grootschalige productie van groene diesel uit algen komt daarmee steeds dichterbij. Kelstein wordt begeleidt door Algae Food & Fuel een gezamenlijk initiatief van Tendris, Biosoil en Solarix.

Algen en mestvergisting vormen een goede combinatie. Achter de veestallen en de mestvergister op het bedrijf in Hallum staat een kleine kas met enkele bassins. Deze bassins bevatten algen die gevoed worden met restproducten uit de vergister zoals warmte, CO₂ en digistaat.

Een andere belangrijke productiefactor is licht. Er werd ontdekt dat de algenopbrengst in een bedekte vijverbak hetzelfde is als in een open basin. Beide bassins bevatten led-lampen. Dit opent extra mogelijkheden voor de algenteelt. Als er warmte, CO₂ en nutriënten beschikbaar zijn, kan met de energiezuinige lampen 24 uur per dag algen gekweekt worden. Bovendien zijn er productieomstandigheden te creëren die het jaarrond gelijk zijn.

4.2.9 Ad 3b. Duurzame innovatieve chemie

Deze subgolf is nauw gerelateerd aan de subgolf 3c.

4.2.10 Ad 3c. Ontwikkelen van een Zeeuwse biobased economy

Zeeland biedt grote mogelijkheden voor de ontwikkeling van een biobased economy. De belangrijkste factoren zijn een sterke chemische en agrofoodindustrie, een diverse landbouw, de combinatie van land en water en de aanwezigheid van grootschalige havenbedrijvigheid.

Broeze et al (2007) hebben onderzoek uitgevoerd naar de mogelijkheden van clustering van agro-industriële en agrarische activiteiten op het biopark Terneuzen. Hierin worden onderwerpen als biobased economy/bioraffinagesystemen, biomassacentrale en de beschikbaarheid van regionale biomassa onderzocht en toegelicht. De conclusie is dat het concept van bioraffinage grote kansen biedt .m.b.t. een duurzame benutting van biomassa. Een belangrijke voorwaarden daarbij is de combinatie van verschillende processen om de delen van de biomassa afzonderlijk te verwerken.

Om economisch aantrekkelijke en duurzame biomassakansen verder in beeld te brengen is de provincie Zeeland initiator van drie 'biodebatten'. Deelnemers zijn, onder andere, industriële bedrijven, ZLTO, ZMF, Zeeland Seaports, Impuls Zeeland, Hogeschool Zeeland en Universiteit Gent. CE Delft organiseert de debatten en levert inhoudelijke expertise. Van de debatten "kansen voor duurzame biomassa in Zeeland" en "kansen in de Zeeuwse industrie" zijn in 2009 verslagen gepubliceerd. Hierin worden kansen gesignaleerd voor de agrarische sector als leverancier en gesprekspartner. Het benutten van die kansen vergt echter wel een inspanning van de betrokken partijen.

In de Nederlandse situatie is het verstandig de inzet van biomassa, hetzij als dedicated teelten, hetzij als reststromen in eerste instantie vooral te zien vanuit een "materiele" optiek. Na extractie van waardevolle componenten die moeder natuur in grote mate beschikbaar stelt in (plantaardige) organismen, kunnen residuen dan dienen voor de levering van energie. De agrarische sector kan dan dienen als leverancier van de uitgangsstromen aan de chemische en farmaceutische industrie.

Overigens is het verbinden van de industriële partijen opererend in de fijnchemicaliënindustrie en farmaceutische industrie met de agrarische sector niet eenvoudig. Zaken die daarbij een rol spelen zijn de "taal" die de partijen spreken, posities en macht in de keten, schaalgrootte, investeringsmogelijkheden, kennis etc). Ook de tijdshorizon waarop gekeken wordt, kan verschillen. Verder gaat het veelal om hoge tot zeer hoge investeringen en zijn er nog veel onopgeloste technische vraagstukken. Alle partijen moeten volwaardige en gelijkwaardige gespreks- en ontwikkelingspartners zijn.

Ook spelen concurrerende routes (met gevestigde belangen) in de petrochemische

industrie en concurrerende biologische bacteriën, schimmels, bioreactoren) en chemische routes een rol. Daarnaast is er een controverse rond het gebruik van genetisch gemodificeerde organismen.

Echter, de agrarische sector professionaliseert verder en wordt kennisintensiever. Bovendien zijn agrarische ondernemers op zoek naar nieuwe ondernemingskansen, o.a. in de biobased omgeving. Het leveren van een bijdrage aan deze professionalisering van een deel van de bio-based keten zal de kansen van een sterk regionaal bio-based cluster aanzienlijk versterken.

Het initiatief Bio base Europe waarin Ghent Bio-Energy Valley and BioPark Terneuzen samenwerken biedt o.a goede mogelijkheden om deze versterking te leveren. Bio Base Europe is op dit moment aan het bouwen van onderzoeks- en trainingsfaciliteiten voor de bio-based economie met een budget van 21 miljoen euro.

Ondanks de bovengenoemde aandachtspunten bij het koppelen van de primaire agrarische sector en chemische en farmaceutische sectoren, liggen er wel kansen op dit vlak. Vooral nog heeft dat een explorerend karakter, zowel inhoudelijk als qua netwerkontwikkeling.

In 2004 is door VEK Adviesgroep een (vertrouwelijke) studie uitgevoerd naar de mogelijkheden voor duurzame ontwikkeling van hortificatie (aanwending van tuinbouwactiviteiten en (biotechnologische) technieken voor niet voedsel en sierteelt doeleinden) in IJsland. IJsland is een geïsoleerd land met enkele sterke spelers op het gebied van biotechnologie en farmacie. Duurzame energie in de vorm van hoge kwaliteit geothermie is er voldoende en dit kan voor verwarming en belichting worden ingezet in kassen. Bovendien stimuleerde de regering dit type verkenningen en konden ook de eventuele kansen van genetische modificatie worden onderzocht. De uitkomst van de studie was dat er kansen waren maar dat de marktvaart wel duidelijk aanwezig moet zijn.

Er zijn parallellen te trekken met het glastuinbouwgebied Terneuzen waar nu restwarmte en CO₂ in de kassen wordt gebruikt. Ook hier is sprake van verdere verduurzaming van de energievraag van kassen. De traditionele teelten (voedingstuinbouw en sierteelt) staan qua rendement onder druk. De hoogwaardige geconditioneerde omgeving die kassen in toenemende mate zijn met investeringsniveau's van 400-500 euro per m² voor bijvoorbeeld de teelt van orchideeën, kunnen ook worden ingezet voor de productie van inhoudstoffen. Het opzetten van een productie- en afzetstructuur van hoogwaardige inhoudstoffen uit planten is een kwestie van een lange adem en start met een eerste verkenning

Veredelings-, teelt en chemische kennis moeten gecombineerd worden. Daarnaast moet er inzicht worden verkregen in de vraag en afzetcriteria van geselecteerde inhoudstoffen. Combinaties van bedekte en onbedekte teelten kunnen worden verkend. Alle spelers binnen genoemde sectoren zijn in Zeeland en omliggende provincies aanwezig. De provincie Zeeland kan een aanjager zijn om bovengenoemde activiteiten in gang te zetten en te faciliteren. De ontwikkeling van een dergelijke duurzamere invulling van de vraag naar stoffen kan ook in samenhang met ontwikkelingen rond nanotechnologie worden gezien.

Drie investeringsregelingen biobased economy open

03-11-2009 • Ministerie LNV

Ondernemers kunnen subsidie krijgen voor nieuwe pilot- en demonstratieprojecten voor bioraffinage. Bioraffinage is het slim verwerken van planten en plantenresten voor meerdere toepassingen. Daarnaast komt er subsidie voor het efficiënt vergassen van biomassa en er komt een financiële stimuleringsregeling voor het oplossen van de vraag hoe zeewieren het makkelijkst zijn te kweken en te gebruiken als grondstof voor chemicaliën, veevoer en brandstof. Dat zijn de drie onderwerpen waarvoor de ministers Gerda Verburg van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit en Maria van der Hoeven van Economische Zaken bijna 25 miljoen euro beschikbaar stellen.

De subsidieregeling bioraffinage is er voor ondernemers die pilot- en proefbedrijven willen opzetten om van verschillende soorten biomassa waardevolle producten te maken. Er is €10 miljoen voor deze subsidieregeling beschikbaar. De subsidieregeling voor vergassingstechnieken is bedoeld voor ondernemers die innovatieve technieken willen gebruiken en bijvoorbeeld een demonstratieproject willen starten. Het gaat hier om het vergisten van bijvoorbeeld planten of voedselresten om biogas van te maken en een waardevol restproduct te krijgen dat bijvoorbeeld als meststof dienst kan doen. Er is €13,5 miljoen voor deze regeling beschikbaar. Via de regeling zeewier kunnen ondernemers slimme oplossingen uitwerken voor de teelt- en oogstechnieken van zeewier gevolgd door stappen als voorbehandeling, raffinage, gebruik en restverwerking van zeewier. Voor deze tenderregeling is €1,3 miljoen beschikbaar.

Bovenstaande regelingen zijn onderdeel van de Innovatieagenda Energie. De Innovatieagenda Energie draagt bij aan het realiseren van de doelstellingen zoals vastgelegd in Schoon en Zuinig, het werkprogramma van het kabinet dat het gebruik van hernieuwbare energie stimuleert, energie-efficiency verbetert en de uitstoot van broeikasgassen vermindert.

5 Ontwikkelingen naar 2020

In dit hoofdstuk wordt een scenario uitgewerkt dat voornamelijk bedoeld is om inzichtelijk te maken hoe de emissies uit de landbouw zich ontwikkelen als er geen nadere (beleids)maatregelen worden genomen.

In 2007 heeft het kabinet met de agrosectoren convenantafspraken gemaakt om de broeikasgasemissies sterk te reduceren. In dit convenant, Schone en Zuinige Agrosectoren, zijn doelstellingen geformuleerd voor Nederland tot 2020 m.b.t. de volgende thema's:

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

De afspraken in het convenant Schone en Zuinige agrosectoren worden in dit hoofdstuk meegenomen. Uitzondering zijn de doelstellingen mbt duurzame energieproductie. Deze worden hier niet meegenomen omdat ze generiek zijn voor heel Nederland en niet specifiek toegespitst naar regio's. We veronderstellen in dit scenario dat de specifieke reductiedoelstellingen zoals geformuleerd in het convenant gehaald zullen worden.

Melkvee

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

- Melkproductie per koe (kg) + 12%
- Melkkoeien (aantal) =
- Jongvee (aantal) =
- Grasland (ha) - 5%
- Maisland (ha) + 6%
- Krachtvoer / koe (kg) + 6%
- Ruwvoer / koe (kg) + 6%

Convenant Schone en Zuinige agrosector:

- Energiegebruik (diesel, gas, elektra) - 25%
- Methaanemissie dieren - 5% (per melkkoe t.o.v. 2007)
- Methaanemissie stal - 15%
- Emissie kunstmest 50%*50% - 25%

De melkproductie neemt toe als gevolg van de afschaffing van de melkquotering. In het scenario stellen we dat de totale melkproductiestijging in de provincie gelijk aan de procentuele melkproductiestijging per koe. De productiestijging per koe in Zeeland neemt met ongeveer 12% toe in 12 jaar (extrapolatie NRS-cijfers (NRS-statistieken 2003-2007)). Het totale aantal koeien neemt in dit scenario niet toe. De emissies per melkkoe 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%.

Varkens en Pluimvee

- Varkens/pluimvee (aantal) =
- Voederconversie (kg voer/kg groei) - 7,5%
- Emissie ammoniak stallen - 50%

Convenant Schone en Zuinige agrosector:

- Energiegebruik (diesel, gas, elektra) - 25%
- Verbranding pluimveemest 66%
- Methaanemissie stal - 15%

In de intensieve veehouderij gaan we uit van gelijkblijvende dieraantallen en 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.

Open teelten

- Areaal (ha) =
- Bemesting met N per ha - 10%
- Bemesting fosfaat max. 60 kg/ha

Convenant Schone en Zuinige agrosector:

- Energiegebruik (diesel, gas, elektra) - 25%
- Emissie kunstmest 50%*50% red. - 25%

Bij de open teelten wordt aangenomen dat het areaal ongeveer gelijk blijft. De normen voor bemesting worden de komende jaren verder aangescherpt, en daarmee neemt naar verwachting ook de bemesting verder af.

Glastuinbouw

Convenant Schone en Zuinige agrosector:

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

Voor energiegebruik gaan we ervan uit dat de sector een jaarlijkse reductie van 2% realiseert.

Tabel 5.1 laat zien dat voor alle sectoren de emissies verminderen in 2020 t.o.v. 2008. Ondanks een stijging in melkproductie nemen ook de emissies van de melkveehouderij af met 4%. Deze reductie is vooral het gevolg door de reductie in pensfermentatie van -5% per melkkoe t.o.v. 2007. Zonder deze doelstelling zullen de emissie uit de melkveehouderij toenemen.

De broeikasgasemissies van de Zeeuwse landbouw bedraagt in dit scenario voor 2020 613 kton CO₂-eq. Dit komt overeen met een reductie van 16% t.o.v. 2008 en van 18% t.o.v. 1990. Dit is exclusief emissiereductie ten gevolge van duurzame energie opwekking. De generieke emissiedoelstelling in het convenant Schone en Zuinige agrosectoren is 30% reductie.

Tabel 5.1 Broeikasgasemissie in de Zeeuwse landbouw in 2020 t.o.v. 2008.

	2008	2020 + SZ	Reductie	
			t.o.v. 2008	t.o.v. 1990
	(kton CO ₂)	(kton CO ₂)	(%)	(%)
Vleesveehouderij	53,9	51,6	4%	22%
Melkveehouderij	161,1	154,0	4%	-10%
Varkenshouderij	30,7	26,1	15%	53%
Leghenhouderij	22,5	14,7	35%	47%
Vleeskuikenuderij	15,0	9,6	36%	-153%
Schapenhouderij	16,2	16,2	0%	28%
Paardenhouderij	3,9	3,9	0%	-144%
Geitenhouderij	0,3	0,3	0%	0%
Groenvoedergewassen	68,3	59,9	12%	-10%
Akkerbouw	230,7	178,4	23%	41%
Vollegrondsgroenteteelt	6,2	4,9	21%	-44%
Glastuinbouw	98,9	74,5	25%	-109%
Fruitteelt	20,6	14,3	31%	47%
Bloembollenteelt	4,7	4,1	13%	-116%
Totaal ⁸	732,9	612,5	16%	18%

⁸ In deze cijfers is veenmineralisatie in de post 'directe bodememissies' niet meegenomen, omdat deze niet per sector bekend is.

6 Conclusies

De totale broeikasgasemissies van de landbouw in de provincie Zeeland bedraagt 732,9 kton CO₂-eq. Deze totale hoeveelheid komt overeen met 4,8 % van de totale broeikasgasemissies in de provincie Zeeland, afhankelijk van de toerekening van enkele bronnen.

De uitstoot van broeikasgassen uit de landbouw in de provincie Zeeland bedraagt ongeveer 2 % van de landelijke uitstoot uit de landbouw.

Van de totale broeikasgasemissie vormen bodememissies de grootste bron (28%) gevolgd door bedrijfsprocessen (27%) en pensfermentatie (17%).

Vanwege de groei van enkele sectoren voornamelijk de glastuinbouw en de melkveehouderij is de emissie vanuit de landbouw in de provincie met 1% gedaald. Deze daling ligt aanzienlijk lager dan de landelijke daling van broeikasgasemissie vanuit de landbouw, die in dezelfde periode 16% bedroeg. Sectoren waar een grote reductie is gehaald zijn de sectoren varkenshouderij (45%), akkerbouw (24%), fruitteelt (24%), en schapehouderij (28%). De bloembollenteelt, vleeskuikenhouderij, glastuinbouw en paardenhouderij leverde daarentegen een relatief forse emissiegroei op.

Er zijn 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 bemestingsmaatregelen zijn verandering van kunstmestsoort (meer vloeibare kunstmest) en verlagen van de N-gift maatregelen met een hoog emissiereductiepotentieel.

Reductie vanuit de bodem is het hanteren van een rijpadensysteem een maatregel met een aanzienlijk reductie potentieel. De overige bodemaatregelen hebben potentie maar is met het huidige kennisniveau niet betrouwbaar te kwantificeren.

Energiebesparingsmaatregelen zijn interessant omdat ze de sector soms in financieel opzicht ook nog wat kunnen opleveren. Met uitzondering van de glastuinbouw levert dit in Zeeland een beperkte emissiereductie op. Dit komt vooral doordat de emissie vanwege energiegebruik, maar een klein deel van de totale broeikasgasemissie vanuit de landbouw vormt. Een energieproductie in de glastuinbouw daarentegen levert een aanzienlijke reductie op.

Zouden alle reductie maatregelen uit dit hoofdstuk per direct worden doorgevoerd dan geeft dat een totale broeikasgas emissiereductie voor de Zeeuwse landbouw van 16,3%.

Tabel 6.1 Emissiereducerende maatregelen en potentiële reductie.

§	Maatregel	Potentiële reductie (kton CO ₂ -eq.)	Reductie (%)
3.1.1	Verlagen N-gehalte in de mest	3,3	0,4
3.1.2	Rantsoensamenstelling	4,6	0,6
3.1.3	Meer melk per koe	12,2	1,7
3.1.4	Verhoging levensduur	7,7	1,1
3.2.1	Verlagen N bemesting	19,2	2,6
3.2.2	Splitsen van N-giften	0,7	0,1
3.2.3	Verandering kunstmestsoort	21,1	2,9
3.2.4	Mestvergisting	7,1	1,0
3.3.1	Niet-kerende grondbewerking	-	-
3.3.2	Rijpadensysteem	23,1	3,1
3.3.3	Tijdstip van grondbewerkingen	-	-
3.3.4	Bodemverbeteraars	-	-
3.3.5	Beperking graslandscheuren	0,8	0,1
3.4.1	Energiebesparing melkveehouderij	1,6	0,2
3.4.2	Energiebesparing pluimvee (gas en stroom)	0,9	0,1
3.4.3	Energiebesparing varkens	0,8	0,1
3.4.4	Energiebesparing fruitteelt	2,2	0,3
3.4.5	Energiebesparing glastuinbouw	14,4	2,0
	Totale reductiepotentieel	119,7	16,3

Voor de provincie is een scenario uitgewerkt tot 2020. Dit scenario heeft betrekking op autonome ontwikkelingen in de landbouw aangevuld met specifieke reductiedoelstellingen zoals vermeld in het convenant Schone en Zuinige agrosectoren. Zonder duurzame energieproductie geeft het scenario een emissie reductie in 2020 van 18% t.o.v. 1990.

Bronnen

- Anonymous, 2003. TEWI richtlijnen mestverwerking. CE, Grontmij, IMAG en Wageningen Universiteit.
- Bosker, T en A. Kool, 2004. Emissies bij aanwending van vergiste mest. CLM.
- Broeze, J., E. Annevelink & M. Vollebregt. 2007. Onderzoek biomassa en energie Biopark Terneuzen. Agrotechnology & Food Sciences Group, Wageningen UR, rapport 848, Wageningen.
- Buck, A, de. 2009. Verslag biodebat "Kansen in de Zeeuwse industrie" 28 mei 2009, Green white Oostkapelle, CE, Delft.
- Buck, A, de., H. Croezen & G. Bergsma. Debat " kansen voor duurzame biomassa in Zeeland", Goes, 22 januari 2009, Conclusies en aanbevelingen CE, Delft.
- CBS, 2009. <http://www.cbs.nl/statline/>
- CLM, 2009. Regionaal klimaatmodel versie 2.4. CLM, Culemborg.
- DOE, 2006. <http://www.doeproject.nl>
- Hees, E., Elferink, E. 2009 Met melk minder verkeer; Agrologistiek in de veenweiden. CLM Culemborg.
- Huisman, G.H., 2009. Lectoraat duurzaamheid en water, Haalbaarheid Groen Gas uit Bio-reststromen in Zeeland, Spring, Centrum voor Duurzaamheid en Water. Hogeschool Zeeland, Vlissingen.
- Kooistra, R., 2008. Nieuwe kansen gebruik restwarmte, Europort Kringen mei 2008, 39-40.
- Kool, A., et al, 2005. Kennisbundeling covergisting. CLM Onderzoek en Advies BV.
- KplusV. 2007. Zeeland in momentum, Verkenningnotitie energie Opdrachtgever Provincie Zeeland behorende bij Kadernota Energie- en Klimaatbeleid 2008 – 2012. Arnhem.
- Moller, H.B., et al. 2004. Methane productivity of manure, straw and solid fractions of manure. Biomass and Bioenergy 26: 485-495.
- Provincie Zeeland, "Op volle kracht", het Zeeuwse Energie- en klimaatbeleid 2008-2012, deel 1, juni 2008.
- Reith, J.H., et al. 2005. Bio-offshore, Grootchalige teelt van zeevieren in combinatie met offshore windparken in de Noordzee, ECN Biomassa, ECN Windenergie, WUR-RIVO, WUR-PRI, Lettinga Associates Foundation. ECN-C—05-008, Petten.
- Schans, F. van der, E. van Well & L. Vlaar, 2008. Prestaties, potenties en ambities. Quickscan 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.

Thomassen, M.A., K.B. Zwart. 2008. Ontwikkeling duurzaamheidsmaatlat, Covergisting van dierlijke mest met bijproducten. Animal Sciences Group, Wageningen UR, rapport 184, Wageningen.

Vlaar, L. et al., 2008. Emissiereductie van broeikasgassen in openteelten, ontwikkeling van een klimaatmodule voor het milieukeurschema plantaardige producten. CLM en BMA.

VROM, 2009. Protocollen broeikasgasmonitoring, VROM DGM, Den Haag.

Bijlage 1 Kwantificering broekaseffect van Zeeuwse Landbouw _____

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

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 2012 t.o.v. 1990 zoals bepaald in het Kyoto-protocol is gehaald. Deze rapportage maakt gebruik van de IPCC methoden mbt de berekening van de emissies van niet-CO₂ broeikasgassen uit de landbouw (methaan (CH₄) en lachgas (N₂O)). Daarnaast gebruikt de landbouw grondstoffen en emitteert het CO₂ 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. Vergelijkende cijfers voor officiële IPCC-berekeningen zijn terug te vinden in Bijlage 3.

Tabel 1 Gebruikte berekening voor de verschillende broeikasgasemissie bronnen.

Emissie bron/proces	Broeikasgas	Berekening
Stalemissie	CH ₄	totale emissie = \sum aantal dieren i * mest productie per dier i * emissie factor per kg dier mest i
	N ₂ O	totale emissie = \sum 44/28 * ((aantal dieren i * N excretie per dier i) - NH ₃ -N emissie) * emissie factor per kg N in dierlijke mest i)
Bodem emissies direct	N ₂ O	totale emissie = \sum 44/28 * [EF _{ij} (kg N ₂ O-N/kg N in aanvoerbron)] ij * [hoeveelheid N per aanvoerbron (i) per bodem type(j) (kg)]
Bodem emissies indirect	N ₂ O atmosferische depositie	totale emissie = \sum 44/28 * [EF _i (kg N ₂ O-N/kg N in aanvoerbron i)] * [hoeveelheid N aanvoerbron i (kg)]
	N ₂ O uitspoeling	totale emissie = \sum 44/28 * [EF _i (kg N ₂ O-N/kg N in aanvoerbron i)] * lek fractie * [hoeveelheid N in aanvoerbron i (kg)]
Pensfermentatie	CH ₄	totale emissie = \sum EF _i (kg CH ₄ /dier i) * [aantal dieren per dier categorie i]

Vervolg tabel 1

Emissie bron/proces	Broeikasgas	Berekening
Bedrijfsemissies	CO ₂ -eq.	totale emissie = \sum energiedrager i op bedrijf j * CO ₂ -eq. energiedrager i * aantal bedrijven j
Emissies grondstof	CO ₂ -eq.	totale emissie = \sum grondstof i (kg product) * EF grondstof i (CO ₂ -eq./kg)
Emissies mesttransport	CO ₂ -eq.	totale emissie = \sum mest transportafstand i (ton) * transportafstand i (km) * EF transportmiddel i (CO ₂ -eq./ tonkm)

Overzichtstabel broeikaseffect Zeeland

Tabel 2 Emissies uit de Zeeuwse landbouw in 2008 en 1990 (ton CO₂-eq.).

Emissies (ton CO ₂ eq.)	Zeeland	
	2008	1990
Dierlijk		
vleesveehouderij		
Enteric fermentation	22789	28492
Manure emission stal CH ₄	4925	7007
Manure emission stal N ₂ O	483	457
Soil emissions N ₂ O direct	8487	8178
Soil emissions N ₂ O indirect	6305	8551
Veevoerproductie	9802	12790
Bedrijfsemissies	1146	653
<i>totaal</i>	53936	66127
melkveehouderij		
Enteric fermentation	66681	52076
Manure emission stal CH ₄	18447	13070
Manure emission stal N ₂ O	1534	875
Soil emissions N ₂ O direct	22741	16713
Soil emissions N ₂ O indirect	15556	18529
Veevoerproductie	25289	21634
Bedrijfsemissies	10816	17273
<i>totaal</i>	161065	140169
varkenshouderij		
Enteric fermentation	2465	2856
Manure emission stal CH ₄	7561	7859
Manure emission stal N ₂ O	458	378
Soil emissions N ₂ O direct	3934	2498
Soil emissions N ₂ O indirect	3744	4631
Veevoerproductie	6876	8789
Bedrijfsemissies	5630	28467
<i>totaal</i>	30669	55478
legghenhouderij		
Manure emission stal CH ₄	603	2120
Manure emission stal N ₂ O	4510	4829
Soil emissions N ₂ O direct	3439	2327
Soil emissions N ₂ O indirect	2637	2960
Veevoerproductie	8002	9568
Bedrijfsemissies	3351	6011
<i>totaal</i>	22543	27816

vleeskuikenhouderij		
Manure emission stal CH ₄	375	96
Manure emission stal N ₂ O	4200	1170
Soil emissions N ₂ O direct	3280	451
Soil emissions N ₂ O indirect	2412	549
Veevoerproductie	1539	275
Bedrijfsemisies	3173	1209
<i>totaal</i>	14979	3750
schapenhouderij		
Enteric fermentation	9013	12385
Manure emission stal CH ₄	214	277
Manure emission stal N ₂ O	807	1099
Soil emissions N ₂ O direct	3190	4405
Soil emissions N ₂ O indirect	2990	4292
<i>totaal</i>	16214	22458
paardenhouderij		
Enteric fermentation	1562	680
Manure emission stal CH ₄	200	81
Manure emission stal N ₂ O	755	307
Soil emissions N ₂ O direct	701	237
Soil emissions N ₂ O indirect	658	268
<i>totaal</i>	3876	1574
geitenhouderij		
Enteric fermentation	70	69
Manure emission stal CH ₄	9	9
Manure emission stal N ₂ O	104	102
Soil emissions N ₂ O direct	68	50
Soil emissions N ₂ O indirect	63	62
<i>totaal</i>	313	291
Plantaardig		
<i>groenvoedergewassen</i>		
Soil emissions N ₂ O direct	21492	20329
Soil emissions N ₂ O indirect	6968	5851
Fertilizer production emissions	34154	24199
Emissions energy use	5692	4119
<i>totaal</i>	68306	54498
<i>akkerbouw</i>		
Soil emissions N ₂ O direct	71131	98945
Soil emissions N ₂ O indirect	20532	26174
Fertilizer production emissions	86720	111278
Emissions energy use	52291	66244
<i>totaal</i>	230673	302642
<i>vollegrondsgroenten</i>		
Soil emissions N ₂ O direct	1115	765
Soil emissions N ₂ O indirect	205	156
Fertilizer production emissions	887	559
Emissions energy use	4008	1943
<i>totaal</i>	6215	3423
<i>glastuinbouw</i>		
Fertilizer production emissions	1184	449
Emissions energy use	96030	34581
N ₂ O emissies	1704	646
<i>totaal</i>	98918	35676

	fruitteelt		
	Fertilizer production emissions	2974	3089
	Emissions energy use	14923	21313
	Soil emissions N ₂ O direct	1947	2023
	Soil emissions N ₂ O indirect	722	750
	<i>totaal</i>	20565	27174
	Bloembollen		
	Soil emissions N ₂ O direct	361	502
	Soil emissions N ₂ O indirect	134	187
	Fertilizer production emissions	564	785
	Emissions energy use	3606	404
	<i>totaal</i>	4664	1878
	Histosolen	0	0
Totaal		732937	742953

Onderverdeling

Hoofdsector			
	absoluut		
		dierlijk	303596
		plantaardig	429341
		<i>totaal</i>	732937
	relatief		
		dierlijk	0,41
		plantaardig	0,59
Subsector			
	absoluut		
		vleesveehouderij	53936
		melkveehouderij	161065
		varkenshouderij	30669
		legghouderij	22543
		vleeskuikenhouderij	14979
		schapenhouderij	16214
		paardenhouderij	3876
		geitenhouderij	313
		groenvoedergewassen	68306
		<i>akkerbouw</i>	230673
		<i>vollegrondsgroenten</i>	6215
		glastuinbouw	98918
		fruitteelt	20565
		bloembollen	4664
		<i>totaal</i>	732937
	relatief		
		vleesveehouderij	0,07
		melkveehouderij	0,22
		varkenshouderij	0,04
		legghouderij	0,03
		vleeskuikenhouderij	0,02
		schapenhouderij	0,02
		paardenhouderij	0,01
		geitenhouderij	0,00
		groenvoedergewassen	0,09
		<i>akkerbouw</i>	0,31
		<i>vollegrondsgroenten</i>	0,01
		glastuinbouw	0,13
		fruitteelt	0,03
		bloembollen	0,01

Emissiebron			
	absoluut		
	fermentatie	102579	96557
	mest emissie stal CH ₄	32335	30520
	mest emissie stal N ₂ O	12852	9217
	bodem emissie N ₂ O direct	143589	158069
	bodem emissie N ₂ O indirect	62925	72959
	Veevoerproductie	51509	53056
	Bedrijfsprocessen	200666	182215
	Kunstmest productie	126483	140360
	<i>totaal</i>	732937	742953
	relatief		
	fermentatie	0,14	0,13
	mest emissie stal CH ₄	0,04	0,04
	mest emissie stal N ₂ O	0,02	0,01
	bodem emissie N ₂ O direct	0,20	0,21
	bodem emissie N ₂ O indirect	0,09	0,10
	Veevoerproductie	0,07	0,07
	Bedrijfsprocessen	0,27	0,25
	Kunstmest productie	0,17	0,19
Broeikasgas			
	absoluut		
	CO ₂	378658	375631
	CH ₄	134913	127077
	N ₂ O	219366	240245
	totaal	732937	742953
	relatief		
	CO ₂	0,52	0,51
	CH ₄	0,18	0,17
	N ₂ O	0,30	0,32

(Bron: regionaal klimaatmodel CLM versie 2.4)