



Verkenning duurzame energieproductie landbouwbedrijven

Een onderzoek naar de mogelijkheden voor energieproductie op het agrarische bedrijf (open teelten, melkveehouderij en intensieve veehouderij)

ACRRES:

Andrea Terbijhe

Marcel van der Voort

Pieter van Reeuwijk

René Veltman

ECN:

Marc Londo

Hamid Mozaffarian

Stefan Luxembourg



© 2010 Wageningen, ACRRES – Wageningen UR

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen of enige andere manier zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van ACRRES - Wageningen UR.

ACRRES – Wageningen UR is niet aansprakelijk voor eventuele schadelijke gevolgen die kunnen ontstaan bij gebruik van gegevens uit deze uitgave.

ACRRES – Wageningen UR publicatiecode: AC2010/01
ECN rapportnummer: ECN-B-10-004



In opdracht van:



Ministerie van Landbouw, Natuur en
Voedselkwaliteit

De projectleider Andrea Terbijhe is werkzaam bij het Application Centre for Renewable RESources (ACRRES), evenals René Veltman. Marcel van der Voort en Pieter van Reeuwijk zijn werkzaam bij Praktijkonderzoek Plant & Omgeving, onderdeel van Wageningen UR.

Alle auteurs van ECN zijn werkzaam bij de unit Beleidsstudies. Bij ECN is dit project bekend onder nummer 5.0489. De auteurs bedanken Paul van den Oosterkamp (ECN) voor het co-readen van het concept en Luuk Beurskens voor enkele adviezen.

ACRRES – Wageningen UR

Adres : Edelhertweg 1, Lelystad
: Postbus 430, 8200 AK Lelystad
Tel. : 0320 – 291 111
Fax : 0320 – 230 479
E-mail : info@acrres.nl
Internet : www.acrres.nl

Energieonderzoek Centrum Nederland

Unit Beleidsstudies
Westerduinweg 3, Petten
Postbus 1, 1755 ZG Petten
0224 – 56 4347
0224 – 56 8338
bssec@ecn.nl
www.ecn.nl



Samenvatting

In het convenant 'Schone en zuinige agrosectoren' is aangegeven dat 20% van de energie in 2020 duurzaam opgewekt moet worden. Een deel daarvan zal op agrarische bedrijven worden geproduceerd. Doel van dit project is inzicht geven in de perspectieven voor duurzame energie op agrarische bedrijven, ter ondersteuning van het convenant. Hierbij is de glastuinbouw buiten beschouwing gelaten; de focus is op de melkveehouderij, de open teelten en de intensieve veehouderij. De belangrijkste vragen waarop is ingegaan zijn:

- Welke technieken voor duurzame energie zijn kansrijk op het agrarisch bedrijf?
- Welke specifieke kansen heeft de sector om kosten te reduceren?
- Welke beleidsinstrumenten zijn mogelijk om deze kostenreducties te stimuleren?

Er zijn diverse motivaties vanuit de landbouwsector om duurzame energie te produceren. De sector heeft ruimte beschikbaar, produceert biomassa en speelt daarmee een rol in de CO₂-kringloop. Maar ook de interesse vanuit de landbouw in additionele activiteiten, het verbeteren van imago en duurzaamheid, en het Europese en nationale landbouwbeleid zijn relevant. De economische motivatie zit in de werkgelegenheid die gegenereerd wordt en besparing van energiekosten op het bedrijf, hoewel dit laatste bedrijfsafhankelijk is. Daarentegen is de kostprijs van duurzame energie veelal hoger dan de prijs van energie uit fossiele bronnen.

Biomassa biedt de meeste aanknopingspunten

De meeste opties waarin de landbouw een sterke rol kan spelen zijn gebaseerd op biomassa. Dat is niet onlogisch; de landbouw is immers een van de weinige sectoren die zelf biomassa voortbrengt. Daarnaast biedt de ruimte op agrarische grond en gebouwen mogelijkheden voor wind, zon-PV en duurzame warmteopties. In deze technologieën onderscheidt de agrarische sector zich echter niet in sterke mate van andere sectoren, waardoor er nauwelijks specifieke kansen voor kostenreducties zijn.

Kansen voor kostenverlaging

De belangrijkste mogelijkheden voor kostenverlagingen van duurzame energie in de landbouw maken gebruik van de primaire bedrijfsprocessen;

- Eigen gebruik van duurzame energie, breder dan alleen productie van elektriciteit voor het net, biedt de meeste kansen op kostenverlaging. Het gaat dan om het verhogen van het (eigen) gebruik van restwarmte, en het vermijden van de inkoop van bijvoorbeeld diesel, gas en elektriciteit door vervanging met biodiesel, biogas en duurzame elektriciteit. Dit wordt op dit moment niet gestimuleerd via de SDE.
- De inzet van eigen resources. Het kan dan gaan om eigen biomassa, agro-residuen, mest en (in mindere mate) grond, dakoppervlak en arbeid. Naast de eigen resources wordt hier ook een breder scala aan inputproducten bedoeld, waaronder gewassen of residuen die op dit moment niet op de positieve lijst voor co-vergisting staan.
- Innovaties. Deze bieden ook kansen op substantiële kostenverlagingen. Het gaat dan om ontwikkelingen in opwerking van digestaat (het residu uit een vergister) tot kunstmestvervanger, coöperatieve grootschalige opwerking van ruw biogas tot groen gas, direct gebruik van ruw biogas en agrarische bioraffinage.



Aanbevelingen voor beleidsinstrumenten

Op basis van de analyse van mogelijke (bestaande en nieuwe) beleidsinstrumenten komen we tot de volgende aanbevelingen:

- Laat nieuw te ontwikkelen instrumenten (eigen) gebruik van duurzame energie (elektriciteit, warmte en/of brandstoffen) stimuleren. Hiertoe zou óf een aanvullend instrument kunnen worden ontwikkeld of het huidige instrumentarium zoals SDE en biobrandstoffenverplichting worden aangepast.
- Stimuleer het gebruik van eigen grondstoffen, bijvoorbeeld via verruiming van de positieve lijst en het ondersteunen van (lokale) logistieke ketens zoals gasringleidingen.
- Maak ruimte voor innovatieve opties, zoals digestaatopwerking, centrale opwerking van groen gas, gebruik ruw gas en bioraffinage. Hiervoor zijn praktijkexperimenten nodig om tot realisatie te komen. Ondersteuning kan financieel, maar bijvoorbeeld facilitering in vergunningverlening lijkt minstens zo belangrijk.
- Stimuleer duurzaamheid in brede zin, bijvoorbeeld de methaanemissiereductie die mestvergisting oplevert en de vermindering van het mestoverschot wanneer digestaat wordt opgewerkt tot kunstmestvervanger. Zorg daarbij voor samenhang tussen beleid van EZ, VROM en LNV.
- Maak generieke fiscale instrumenten als EIA, MIA en VAMIL geschikter voor de agrarische sector.



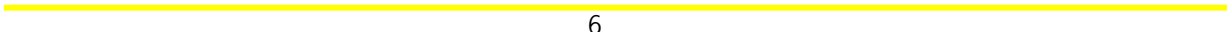
INHOUDSOPGAVE	Pagina
SAMENVATTING.....	1
1 INLEIDING	7
1.1 Aanleiding	7
1.2 Doelstelling	7
1.3 Onderzoeksvragen.....	7
1.4 Werkwijze.....	8
1.5 Leeswijzer.....	8
2 KANSRIJKE EN MINDER KANSRIJKE TECHNIEKEN EN HET PERSPECTIEF VOOR DE LANDBOUW	9
2.1 Inleiding	9
2.2 Perspectief van duurzame energie in de landbouw.....	9
2.2.1 Beschikbaarheid ruimte.....	10
2.2.2 Beschikbaarheid biomassa akkerbouw- en vollegrondsgroentegewassen.....	10
2.2.3 Verlaging CO ₂ emissie.....	10
2.2.4 Interesse in additionele takken	11
2.2.5 Imago en duurzaamheid	11
2.2.6 Europees en nationaal landbouwbeleid.....	12
2.2.7 Werkgelegenheid	12
2.2.8 Energieverbruik op landbouwbedrijven	13
2.3 Kansrijke technieken	13
2.4 Technieken die niet worden verkend.....	15
3 LANDBOUWKUNDIGE SWOT ANALYSE.....	17
3.1 Inleiding	17
3.2 Algemene introductie co-vergisting.....	17
3.3 Techniek 1: Co-vergisting (levering elektriciteit).....	17
3.4 Techniek 2: Vergisting van alleen mest (levering electriciteit).....	18
3.5 Techniek 3: Co-vergisting (levering groen gas op gasnet).....	18
3.6 Techniek 4: Co-vergisting (groen transportgas)	19
3.7 Techniek 5: Verbranding.....	20
3.8 Techniek 6: Biobrandstoffen	21
3.8.1 Bio-ethanol	22
3.8.2 Biodiesel	23
3.8.3 PPO (Pure Plantaardige olie)	23
3.9 Techniek 7: Wind (grootschalig)	24
3.10 Techniek 8: Zon PV	24
3.11 Techniek 9: Zon Thermisch	25
3.12 Techniek 10: KoudeWarmteOpslag (KWO) en warmtepompen	26
3.13 Conclusies.....	27
4 ECONOMISCHE BEREKENINGEN INCLUSIEF INNOVATIES.....	29
4.1 Inleiding	29
4.2 Economische berekeningen	30
4.2.1 Techniek 1: Co-vergisting (levering elektriciteit)	30
4.2.2 Techniek 2: Vergisting van alleen mest (levering elektriciteit).....	32
4.2.3 Techniek 3: Co-vergisting (levering groen gas op het gasnet)	33
4.2.4 Techniek 4: Co-vergisting (groen transportgas)	34
4.2.5 Techniek 5: Biomassaverbranding voor WKK en/of warmte.....	34



4.2.6	Techniek 6: Biodiesel	35
4.2.7	Techniek 7: Wind	35
4.2.8	Techniek 8: Zon PV	36
4.2.9	Techniek 9: Zon Thermisch.....	37
4.2.10	Techniek 10: KoudeWarmteOpslag (KWO) en warmtepompen	37
4.3	Conclusies	38
5	STIMULERINGSINSTRUMENTEN	39
5.1	Huidige instrumenten voor duurzame energie.....	39
5.2	Vernieuwingen in het instrumentarium.....	40
6	CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN	43
6.1	Conclusies	43
6.2	Aanbevelingen	44
	LITERATUUR.....	45
	BIJLAGEN.....	51
	BIJLAGE 1. NUTTIGE ADRESSEN VOOR INITIATIEFNEMERS	51
	BIJLAGE 2. ENERGIEOPWEKKING BIJ LANDBOUWBOUWBEDRIJVEN.....	53
	BIJLAGE 3. OVERZICHT VRIJKOMENDE BIOMASSA UIT DE LANDBOUW	55
	BIJLAGE 4. ENERGIEGEBRUIK LANDBOUWSECTOR	59
	BIJLAGE 5. TECHNIEKBESCHRIJVING CO-VERGISTING	61
	BIJLAGE 6. TANKSTATIONS VOOR BIOBRANDSTOFFEN	63
	BIJLAGE 7. WARMTETERUGWINNING EN WKO IN DE LANDBOUW	65



BIJLAGE 8. UITGEWERKTE SWOT VAN BESPROKEN TECHNIEKEN	67
Co-vergisting (algemeen)	67
Techniek 1: Co-vergisting (levering elektriciteit)	68
Techniek 2: Vergisting alleen mest.....	69
Techniek 3: Co-vergisting (levering groen gas op gasnet).....	69
Techniek 4: Co-vergisting (groen transportgas)	70
Techniek 5: Verbranding.....	71
Techniek 6 biobrandstoffen	72
6.1 Bio-ethanol	72
6.2 Biodiesel.....	73
6.3 PPO (Pure Plantaardige olie)	74
Techniek 7: Wind (grootschalig)	75
Techniek 8: Zon PV.....	76
Techniek 9: Zon Thermisch.....	77
Techniek 10: KoudeWarmteOpslag (KWO) en warmtepompen.....	78
BIJLAGE 9. REFERENTIEKOSTEN	81
BIJLAGE 10. IMPRESSIE LUNCHBIJeenKOMST	85





1 Inleiding

1.1 Aanleiding

In het convenant 'Schone en Zuinige Agrosectoren' streven de overheid en het agrarische bedrijfsleven samen naar 30% minder uitstoot van broeikasgas in 2020 ten opzichte van 1990. Tevens moet 20% van de energievraag (warmte, elektriciteit en autobrandstof) van duurzame bronnen als wind, water, biomassa, aardwarmte etc. komen. Een deel daarvan zal op agrarische bedrijven worden geproduceerd (200 PJ uit biomassa en 12 PJ uit wind). Afhankelijk van de olieprijs zijn een aantal vormen van duurzame energieproductie met bestaande technieken al economisch rendabel. Bij andere technieken is er nog een 'gat' tussen productiekosten en opbrengsten die via innovatie of andere vormen van stimulering overbrugd moet worden. Om de doelstellingen te realiseren zijn de volgende vragen relevant. Wat zijn de perspectieven voor duurzame energie op agrarische bedrijven? Welke vormen van duurzame energie zitten het dichtst bij praktijktoepassing zonder overheidssteun? Wat is te verwachten van innovatie om het 'gat' tussen productiekosten en opbrengst te dichten? Welke andere instrumenten zijn effectief om duurzame energie op agrarische bedrijven te stimuleren? Deze vragen worden in dit onderzoek beantwoord. Deze kennis kan gebruikt worden om verdere uitvoering te geven aan het convenant.

1.2 Doelstelling

Doel van het project is inzicht geven in de perspectieven voor duurzame energie productie op agrarische bedrijven. Dit ter ondersteuning op het convenant 'Schoon en zuinig'.

1.3 Onderzoeksvragen

De volgende onderzoeksvragen zijn van belang:

- 1) Welke mogelijke technieken bestaan er om op openteelt bedrijven, melkveebedrijven en in de intensieve veehouderij duurzame energie te produceren (bestaande methode en in de nabije toekomst toepasbare technieken). Voorbeelden: wind, zonnecellen, biogas, aardwarmte (verspreiding vanuit glastuinbouw), verbranding biomassa, warmte opslag in de ondergrond, biobrandstoffen (op bedrijf, geen grootschalige productie), etc.
- 2) Welke van deze technieken zijn nu of in de nabije toekomst kansrijk en welke minder kansrijk?
- 3) Welke economische perspectieven geven de kansrijke technieken bij uiteenlopende prijzen voor aardolie?
- 4) Welke innovaties die bijdragen aan het economische perspectief zijn op korte termijn te verwachten?
- 5) Welke aspecten komen er uit een landbouwkundige SWOT analyse voor de technieken, inclusief sociaal economische aspecten, aspecten van ruimtelijke ordening, toepassing elektriciteit (eigen gebruik of net) etc.?
- 6) Welke conclusies zijn er te trekken op basis van economische cijfers en SWOT over de waarde van de perspectieven van de verschillende technieken?
- 7) Welke stimuleringsinstrumenten zijn mogelijk om de productie van duurzame energie economisch interessant te maken (het gat tussen productiekosten en opbrengstprijzen te dichten)?
- 8) Welke aanbevelingen zijn hierover te maken aan het ministerie van LNV?



1.4 Werkwijze

Dit project is door ACRRES en ECN uitgevoerd en heeft geresulteerd in dit gezamenlijke rapport. Het is hoofdzakelijk gebaseerd op beschikbare literatuur, praktijkinformatie en gegevens van lopend onderzoek bij Wageningen UR. Daarnaast is gebruik gemaakt van kostenindicaties voor de verschillende energieopties beschikbaar bij ECN.

De belangrijkste aannames in de studie, bijvoorbeeld schattingen van het effect van bepaalde vernieuwingen op de kostenparameters, zijn voorgelegd aan praktijkgroepen uit de verschillende sectoren vanuit LTO, dit zijn de sectoren intensieve veehouderij, open teelten en melkveehouderij.

Daarnaast zijn opzet en voorlopige resultaten van de studie besproken in een begeleidingscommissie. Deze bestond uit:

- Jan van Esch (Dienst Kennis, Ministerie LNV).
- Puck Bonnier (Coördinator Akkerbouw Schoon en Zuinig, ministerie LNV)
- Ton van Korven (ZLTO)
- Jeroen Kloos (LTO Noord)
- Pieter de Jong (LLTB)
- Menno Douwma (LTO Noord).

Afsluitend is een lunchbijeenkomst georganiseerd waarbij de begeleidingscommissie en de agrarische sector hebben kunnen reflecteren op de conceptuitkomsten. Deze aanvullingen zijn verwerkt in de uiteindelijke rapportage.

1.5 Leeswijzer

Hoofdstuk 1 gaat in op de achtergronden en onderzoekswijze van dit rapport. In hoofdstuk 2 wordt ingegaan op de kansrijke technieken van duurzame energieproductie op het agrarische bedrijf en kort op de perspectieven die dit de landbouw biedt. De SWOT analyse wordt weergegeven in hoofdstuk 3. De mogelijkheden die hierin besproken worden zijn doorberekend in hoofdstuk 4. Waarna in hoofdstuk 5 het stimuleringsbeleid besproken wordt. In hoofdstuk 6 worden tenslotte de conclusies en aanbevelingen gegeven.



2 Kansrijke en minder kansrijke technieken en het perspectief voor de landbouw

2.1 Inleiding

Als praktijkvertaling van het convenant 'schone en zuinige agrosectoren' is in verschillende werkprogramma's vastgelegd welke stappen gezet kunnen worden. De hernieuwbare opties die relevant zijn voor de open teelten (akkerbouw-, vollegrondsgroente-, bloembollenbedrijven) en de melkveehouderij hebben de focus.

2.2 Perspectief van duurzame energie in de landbouw

De agrarische sector speelt een belangrijke rol in de productie van duurzame energie. Agrarisch ondernemers zijn ondernemend, beschikken in de meeste gevallen over relatief veel ruimte in (land)oppervlakte (hectares) en dakoppervlakte (m²) en zijn reeds producent van biomassa. Daarnaast is van oudsher de agrarische sector een belangrijke speler in de windenergie.

Agrariërs hebben meer redenen om met duurzame energie aan de slag te willen gaan, zoals:

- Het bedrijf en het woonhuis zijn vaak gecombineerd op 1 perceel, waardoor uitwisseling van reststromen als warmte en elektra zonder grote verliezen of moeilijke juridische constructies te realiseren is;
- De wens (deels) zelfvoorzienend willen zijn op energiegebied; Opslag van gewassen en de verzorging van dieren vraagt namelijk om een gegarandeerde aanvoer van de benodigde energie. Men kan het zich niet permitteren om een dag zonder stroom te zitten, vanwege productkwaliteit en dierwelzijn;
- Het produceren voor een wereldmarkt tegen smalle marges en hoge risico's. Extra inkomsten vanuit Duurzame Energie kan (zorgen voor een continue inkomensstroom. (ook in slechte jaren);
- De interesse in additionele takken. Graag een 'extra poot' van inkomsten onder het bedrijf willen hebben. Willen in een 'goed fiscaal jaar' investeren in technieken, die in slechtere jaren bij kunnen dragen aan verlaging van de kostprijs.

In de landbouwteeling (CBS) wordt gevraagd naar verschillende vormen van duurzame energie die in de landbouw aanwezig zijn. De meest recente cijfers zijn van 2003 en 2005 en staan in onderstaande tabel.

Tabel 1. **Aantallen landbouwbedrijven met energieproductie, 2003 en 2005** (Bron: CBS Landbouwteeling).

Aantal bedrijven per categorie	2003	2005
Windenergie	457	477
Windenergie aan derden	374	418
Zonnecollectoren	272	270
Biomassa	37	54
Energieteelt	18	49
Grondbuizen	68	75
Warmtepomp	892	759
Koud-warmte opslag	413	362



In bijlage 2 staat een nadere uitsplitsing naar de verschillende agro-sectoren.

De conclusie die uit bovenstaande tabel getrokken kan worden is dat de warmtepomp veel animo genoot in de landbouw, dit betreft voornamelijk warmtewisselaars op de melktank in de melkveehouderij. Door de invoering van aardgas in buitengebieden, verzadiging van de techniek en krimp van de sector is deze vorm van energiebesparing minder prominent geworden. Vooral melkveehouders en akkerbouwers bieden daarnaast ruimte aan windmolens, dit zijn veelal bedrijfstypes met relatief veel land. Dit kan een eigen investering zijn, maar ook verhuur van grond aan derden. Tot slot heeft vooral de melkveehouderij en de overige dierlijke sectoren tot 2003 geïnvesteerd in zonnecollectoren (warm water), maar de animo verschuift in 2005 naar zonnepanelen (stroom opwekken).

2.2.1 Beschikbaarheid ruimte

Het belangrijkste kenmerk waar de landbouw en duurzame energie elkaar vinden is ruimtebeslag. De akkerbouw en de melkveehouderij zijn de twee grootste sectoren binnen de landbouw in oppervlakte. Een voorbeeld van een belangrijke relatie tussen ruimtebeslag en energieproductie is bijvoorbeeld het hoge aandeel landbouw in windenergie. Windenergie is vooral grond- en regiogebonden. De beschikbaarheid van ruimte, positief overheidsbeleid en de aanwezigheid van grondgebonden bedrijven in combinatie met hoge gemiddelde windsnelheden spelen hierbij een rol. Zo zijn bedrijven met windenergie vooral te vinden in Flevoland, Friesland en Noord-Holland met respectievelijk 49%, 22% en 15% van de windmolens op agrarische bedrijven in Nederland. De windenergie komt vooral voor bij grotere akkerbouw- en melkveebedrijven met jonge ondernemers (Terbijhe, 2009).

De akkerbouw en melkveehouderij hebben een groot ruimtebeslag met één of meerdere bedrijfsgebouwen. Het kan hierbij gaan om bijvoorbeeld stallen, machineberging, opslag (gekoeld/geventileerd) van agrarische producten. Dit geeft veel mogelijkheden voor gecombineerde energieproductie en energiebenutting op één locatie.

2.2.2 Beschikbaarheid biomassa akkerbouw- en vollegrondsgroentegewassen

De akkerbouw en de melkveehouderij gebruiken de beschikbare ruimte om (voeder)gewassen te telen. Hiermee wordt veel biomassa geproduceerd, welke niet volledig als voedsel voor de mens of als voer voor dieren wordt ingezet. De inschatting is dat er in Nederland? in 2009 voor 12411 kton DS geproduceerd wordt dat niet als voedsel voor de mens of voer voor dieren wordt ingezet (Koppejans, 2009). Denk hierbij aan stro, grasstro, natte gewasresten tuin- en akkerbouw, groenbemester, fruit en boomteelt en energieteelt binnen de landbouw. Bijlage 3 geeft een uitgewerkt overzicht van de huidige hoeveelheden biomassa (in tonnen) die per gewas vrijkomen. Hierbij is tevens de hoeveelheid aan gewasresten opgenomen, omdat dit een potentiële ongebruikte bron aan biomassa is. Behalve gewassen die specifiek voor energieproductie worden geteeld, kunnen gewassen waarvan een overschot op de markt beschikbaar is voor energieopwekking worden ingezet. Als kanttekening kan hierbij gezet worden dat veel van deze droge stof ook gebruikt wordt om de organische stof van de bodem op peil te houden. Dat is erg belangrijk voor het toekomstige productievermogen.

Naast biomassa is in Nederland in grote mate mest voorhanden voor (co)vergisting. Met de beschikbare biomassa en het toevoeren van 50% biomassa aan co-vergistingsinstallaties kan de duurzame energieproductie door co-vergisting met een factor 10 tot 20 worden opgeschaald (LNV, 2008).

2.2.3 Verlaging CO₂ emissie

Productie van duurzame energie vermindert uitstoot aan CO₂ emissies (broeikasgassen), omdat er minder energie met fossiele bronnen wordt opgewekt. Naast dit directe effect zijn er meerdere indirecte effecten. Bekend is dat het vergisten van mest zorgt voor vermindering van methaanuitstoot. Een minder bekend indirect effect is het beperken van broeikasgasemissie door de afvoeren van gewasresten. Gewasresten vormen een belangrijke bron van stikstofmineralisatie. De stikstof uit mineralisatie is weer opneembaar door



gewassen. Helaas mineraliseert een deel van de gewasresten in de periode (herfst en winter) wanneer er geen gewassen op het veld staan. De dan vrijkomende stikstof kan uitspoelen naar grond- en oppervlakte water. Dit is te voorkomen door de gewasresten na de oogst van het land te verwijderen. Door middel van vergisting kunnen de afgevoerde gewasresten tot een bruikbare retourstroom komen en het optimaliseren van de organische stofkringloop plaatsvinden. Door afvoeren van gewasresten, vergisten en weer terugbrengen naar het land kan er op bedrijfsniveau gemiddeld 10 kg kunstmeststikstof per ha bespaard worden. Het co-vergisten van gewasresten dient meerdere milieudoelstellingen:

- Het co-vergisten van gewasresten is mogelijk een goede optie om uitspoeling van nutriënten te voorkomen; hier staat tegenover dat voor boeren gewasresten een bron van bemesting vormt die nu buiten de mestwetgeving valt. Als de mineralen vanuit deze gewasresten via bijvoorbeeld digestaat zouden terugkomen, vallen die mineralen wel onder de wetgeving.
- Naast het voorkomen van uitspoeling, draagt het vergisten van mest en co-substraat bij aan vermindering van de uitstoot aan broeikasgassen zoals methaan uit mest;
- En levert een bijdrage aan de productie van duurzame energie (Van der Voort et al., 2006).

Knelpunt voor co-vergisting (en dus ook voor gewasresten) is de mestwetgeving. Het afvoeren gewasresten naar een vergistingslocatie en het vervolgens terug ontvangen van digestaat geeft een knelpunt in de mineralenbalans.

2.2.4 Interesse in additionele takken

Uit een analyse van het LEI over de afgelopen twintig jaar (N. Bondt, 2002) blijkt dat het inkomen uit het primaire agrarische bedrijf gemiddeld genomen nominaal op peil is gebleven. Dankzij meer inkomen uit andere bronnen – dus van buiten het bedrijf – konden het gezinsinkomen en de gezinsbestedingen de toenemende welvaart in de samenleving als geheel enigszins volgen. Één trend is dat de partners van ondernemers meer buiten het bedrijf zijn gaan werken. Hiermee sluit de agrarische sector aan bij een algemene trend in de samenleving naar toenemende participatie van vrouwen in de arbeidsmarkt. Wat de financiële positie betreft valt op dat de solvabiliteit – die vanouds hoog was in de landbouw – afneemt. Dat wil zeggen dat voor de financiering van de bedrijven relatief meer vreemd vermogen nodig is. Dat stelt hogere eisen aan de rentabiliteit en maakt bedrijven kwetsbaarder. (RLG, 2003).

De continuïteit van het bedrijf wordt na de realisatie van duurzame energieproductie zoals een windturbine bijvoorbeeld positief versterkt. Dit kan op verschillende manieren; in de vorm van nieuwe mechanisatie, maar ook in de vorm van grond, bedrijfsgebouwen of het creëren van extra financiële ruimte door versneld aflossen. De afweging tussen privéaankopen en investeringen in het bedrijf is per bedrijf verschillend. Aangenomen wordt dat de bedrijfsinvestering tussen de 60 en 90% van de inkomsten bedraagt en dus tussen de 8 en 12,5 miljoen euro aan investeringen in de Nederlandse agrarische sector genereert (Terbijhe, 2009).

Door de moeilijke inkomenssituatie zijn veel akkerbouwers en melkveehouders geïnteresseerd in additionele takken voor het bedrijf. Bijvoorbeeld windenergie is populair bij landbouwers. Het is een bedrijfsactiviteit die makkelijk op het bedrijf is in te passen qua arbeid. Ook voor zonnepanelen bestaat een brede interesse.

2.2.5 Imago en duurzaamheid

In een verkenning naar het imago van de landbouw door het ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Voedselkwaliteit (LNV, 2005), blijkt het imago van de landbouw onder burgers redelijk positief te zijn. Hieruit blijkt ook dat het imago verder wordt versterkt door de 'duurzame' productie van hernieuwbare energie. Onder duurzame productie wordt hier verstaan is productie van biomassa volgens Europese normen voor duurzame biomassa.

In het project Energieboerderij scoort Nederlandse teelt en verwerking van o.a. maïs, suikerbieten en koolzaad tot energieproducten goed. Dit wil zeggen dat er bij de productie van de hieruit resulterende bio-energie ruim meer energie geproduceerd wordt dan verbruikt en dat netto broeikasgasemissies worden



bespaard boven de hiervoor geldende Europese normen. Zowel voor energie als voor broeikasgasemissies is sprake van een netto reductie. Uit berekeningen blijken lachgasemissies en dieselverbruik belangrijke aandachtspunten (Energieboerderij 2, 2009). Het zelf of in samenwerkingsverband telen en verwerken van koolzaad tot PPO of biodiesel kan hier een belangrijke bijdrage aanleveren. In Van der Voort et al. (2008) is deze mogelijkheid economisch doorgerekend. Technisch is het goed mogelijk dat boeren zelf koolzaad telen en verwerken tot koolzaadolie. De koolzaadolie kan als brandstof worden gebruikt in plaats van diesel, in omgebouwde trekkers, of in af-fabriek geschikte trekkers voor koolzaadolie. Het daadwerkelijk toepassen van de technische mogelijkheden is afhankelijk van de financiële haalbaarheid. Dit hangt weer sterk af van het bouwplan. In de akkerbouwregio's op de Noordelijke zeeklei en het Noordoostelijk zandgebied zijn de mogelijkheden voor eigen brandstofteelt het grootst. De inpassing van koolzaad in het bouwplan heeft financiële consequenties door het verlies aan inkomsten van het gewas dat wordt verdreven uit het bouwplan en de kosten voor koolzaadteelt. Hier tegenover staan weer een besparing aan inkoop van brandstof en inkomsten uit koolzaadstro en koolzaadkoek. De accijnsheffing op brandstoffen speelt daarbij een doorslaggevende rol. Alles wat in de tank van een voertuig wordt gedaan, is automatisch als brandstof gekwalificeerd. Hierdoor zou ook eigen teelt en productie van biobrandstoffen worden belast met accijns. Wanneer accijnsheffing op de eigen teelt en productie van biobrandstoffen door boeren gelijk wordt gesteld aan die van rode diesel, is de eigen teelt en productie in geen van de akkerbouwregio's haalbaar (Van der Voort et al., 2008).

Een actueel punt in de duurzaamheidsdiscussie is soja. Importen van soja vindt onder andere plaats voor veevoerders. De productie van biodiesel of PPO (pure plantaardige olie) uit koolzaad, zonnebloempitten of lijnzaad geeft als bijproduct koek of schroot, zeer geschikt voor diervoeder. Koolzaad is de favoriete grondstof vanwege de gunstige eigenschappen van de olie als brandstof. Bij de productie van bio-ethanol komt het zogenaamde 'Dried distiller's grains & solubles' (DDGS) vrij. Dit is een relatief eiwitrijk bijproduct en geschikt om graan, sojaschroot en fosfaatsupplement te vervangen. Uit onderzoek in opdracht van 10 Nederlandse ontwikkelings- en milieuorganisaties blijkt dat er in 2008 slechts 4% verantwoorde soja in Nederland werd verwerkt, geconsumeerd of verhandeld (AgriHolland, 2009). Vooral runderen kunnen DDGS goed opnemen (20% van krachtvoerrantsoen) (Kamp et al., 2008). Er moet gezocht worden naar slimme combinaties waarbij de productie van bio-energie hand in hand gaat met de productie van eiwitrijk veevoeder, b.v. via bioraffinage.

2.2.6 Europees en nationaal landbouwbeleid

In een door de Europese Unie uitgevoerde impactanalyse naar de gevolgen van het Gemeenschappelijk Landbouwbeleid (GLB), worden energieteelten als mogelijke optie benoemd. Doordat de steun aan graan producten zal verminderen is de verwachting dat het areaal graan zal afnemen. De vrijgekomen hectares zullen naar verwachting kunnen worden aangewend voor energieteelt (EU, 2003).

De veranderingen in het GLB zijn belangrijk voor de Nederlandse landbouw en het platteland. De keuzemogelijkheden die er zijn, zullen optimaal benut moeten worden. Dit vraagt bewuste keuzes door alle betrokkenen: het ministerie, het maatschappelijk middenveld en de boeren zelf. In zijn advies over de hervormingsvoorstellen van het GLB heeft de Raad voor het Landelijk Gebied aangegeven wat de koers moet zijn voor die keuzes: transitie naar een duurzame landbouw en versterking van het plattelandsbeleid, en dat met behulp van een vereenvoudigde en verbeterde systeem van uitvoering.

Frankrijk en Duitsland kennen een stimuleringsbeleid voor biobrandstoffen dat er op is gericht de eigen landbouwsector te blijven steunen bij teruglopende EU-steun. Het Duitse stimuleringsbeleid met een groot effect op de werkgelegenheid is een mooi voorbeeld.

2.2.7 Werkgelegenheid

De werkgelegenheid is tussen 1998 en 2005 met gemiddeld 3% per jaar gegroeid. De grootste toename vond plaats in de semilandelijke en peri-urbane gebieden; in het landelijk gebied steeg de werkgelegenheid



slechts met 0,6%, vooral vanwege de daling van het aantal werkenden in de landbouw. Overigens betekent een lagere groei van de werkgelegenheid in het landelijk gebied niet dat de werkloosheid daar nu hoger is dan in de andere gebieden. De plattelanders moeten alleen wel verder reizen naar hun werk. De landbouw is nog steeds een belangrijke werkgever op het platteland. Ook deeltijdbanen worden meegerekend, deze maken in de landbouw een groot deel van de werkgelegenheid uit (29% tegen 14% voor alle sectoren). Uit Duits onderzoek is wel bekend dat de ontwikkeling van een biobrandstoffensector positieve ontwikkelingen kent voor de werkgelegenheid.

In een andere studie (Terbije et al., 2009) is voor windenergie beoordeeld naar de effecten hiervan op de lokale (Flevolandse) economie. De mondiale markt voor windenergie groeit. Dit getuigt de wereldwijd stijgende vraag naar windturbines. Op Europees niveau is de windenergiesector momenteel goed voor meer dan 100.000 arbeidsplaatsen. Momenteel wordt het aantal arbeidsplaatsen uit windenergie in Nederland geschat op circa 2.000 banen. In Flevoland wordt de huidige werkgelegenheid ingeschat op 146 fte. Het grootste aantal windturbines in Flevoland en de voortrekkersrol van de provincie Flevoland maken het interessant voor bedrijven om zich in Flevoland te vestigen. Voorbeelden zijn Harakosan en ACRRES. De belangrijkste spin-off effecten van de investeringen in windenergie in Flevoland zijn de regionale besteding en het inkomenseffect bij de windturbine-eigenaren en de werkgelegenheid uit bouw en onderhoud. Het maximale effect van de regionale besteding van de inkomsten, het inkomenseffect, is 13,8 miljoen Euro voor de agrarische sector en maximaal 18,5 miljoen Euro voor de totale windenergie van Flevoland. Windenergie is ook een inkomstenbron voor de lokale overheden. Uit leges en OZB komt een bedrag van ongeveer 7,7 mln euro beschikbaar voor lokale overheden in Flevoland (Terbije et al., 2009). Voor andere takken zijn geen cijfers bekend.

2.2.8 Energieverbruik op landbouwbedrijven

Het energieverbruik is sterk verschillend per sector. Ook binnen sectoren wisselt het verbruik, bijvoorbeeld binnen de akkerbouw zal het zelf bewaren van de producten een veel groter energieverbruik met zich meenemen dan zonder eigen bewaring. Dit maakt de aantrekkelijkheid om te investeren in productie van duurzame energie sterk bedrijfsafhankelijk. Middels een voorzichtige inschatting komt het gemiddelde elektragebruik voor alle sectoren uit op ruim 35.000 kWh per bedrijf. In bijlage 4 wordt toegelicht hoe tot dit getal gekomen is.

2.3 Kansrijke technieken

Uit paragraaf 2.2 blijkt dat er legio motivaties zijn om binnen landbouwbedrijven duurzame energie op te wekken. Het aantal technieken is feitelijk te groot om allemaal in detail te beschouwen. Daarom is ervoor gekozen om een voorselectie van kansrijke technieken te maken. Belangrijke criteria daarbij waren:

- De optie moet een substantieel potentieel hebben, van minstens enkele PJ.
- Er moet een duidelijk verband zijn met het boerenbedrijf; de techniek moet goed inpasbaar zijn.
- Er moeten duidelijke synergievoordelen zijn voor de realisatie van de optie juist binnen de landbouwsector.
- De techniek moet nu of op zeer korte termijn beschikbaar zijn.

Uiteindelijk zijn de volgende 10 opties geselecteerd.

1. Vergisting van mest en co-substraat en omzetting in elektriciteit en warmte

De productie van elektriciteit en warmte is de meest gangbare manier om energie op te wekken via vergisting. In de vergister worden mest en cosubstraten (bijvoorbeeld agrarische reststromen, maïs) omgezet in (ruw) biogas, een mengsel van methaan en kooldioxide, en een mineralenbevattend digestaat. In een gasmotor wordt dit biogas vervolgens omgezet in elektriciteit en warmte. Gegeven de beschikbaarheid



van mest en andere agrarische grond- en reststoffen is de landbouw bij uitstek de sector voor deze optie. Het digestaat is als dierlijke meststof in te zetten in de landbouw.

2. Vergisting van alleen mest

De productie van elektriciteit en warmte kan ook gerealiseerd worden door het alleen vergisten van mest. Ten opzichte van de vorige optie zal een lager rendement gerealiseerd worden omdat dierlijke mest weinig energie meer bevat. Als er gekozen wordt voor een kleinere vergister met lagere investeringen of kortere verblijftijd hoeft dit geen bezwaar te zijn. In Proefbedrijf Sterksel van de Wageningen UR worden hiermee goede resultaten gehaald. Zeker vanuit de mestproblematiek van de landbouw gezien is dit een interessante optie.

3. Vergisting van mest en co-substraat en omzetting in groen gas

Ruw biogas uit een vergister kan ook worden opgewerkt tot groen gas van aardgaskwaliteit. Het gas wordt dan gezuiverd van kooldioxide en andere verontreinigingen, op druk en op specificatie gebracht en ingevoerd in het gasnet. Op dit terrein lopen in Nederland enkele pilotprojecten. Zeker voor situaties waarin er voldoende grondstof is voor een grote vergister maar waar de warmtevraag beperkt is zou dit een interessante productieroute kunnen zijn. Daarnaast is het ook mogelijk om ruw gas direct toe te passen.

4. Vergisting van mest en co-substraat en omzetting in groen transportgas

Het opgewerkte biogas kan mogelijk ook worden ingezet als brandstof voor voertuigen, wellicht zelfs voor machines binnen het boerenbedrijf zelf. Dit is de nog weinig toegepaste manier van inzet van biogas.

5. Biomassaverbranding

Waar vergisting met name geschikt is voor energiewinning uit natte biomassastromen, is kleinschalige verbranding geschikt voor energiewinning uit droge biomassa, zoals snoeiresten uit bijvoorbeeld fruitteelt en landschapsbeheer. Als primair beheerder en gebruiker van grond is de agrosector hier een belangrijke leverancier van grondstoffen. Verbranding kan zeer kleinschalig worden toegepast in een WKK op het bedrijf zelf, of worden geleverd aan een installatie die draait op regionaal geleverde grondstof.

6. Biobrandstoffen

Biobrandstoffen als bio-ethanol, biodiesel en pure plantaardige olie worden momenteel hoofdzakelijk geproduceerd uit landbouwgewassen, en daarmee is het een interessante optie voor de sector. Extra synergie kan vooral optreden wanneer de biobrandstof binnen het bedrijf geproduceerd kan worden en direct gebruikt in machines. Met name PPO en biodiesel bieden deze mogelijkheid. Ook de bio-ethanol wordt kort aangestipt.

7. Windenergie grootschalig

Bij grootschalige windenergie denken we aan de gangbare windturbines met vermogens van enkele honderden kW tot enkele MW. Waar de meeste provincies inmiddels de plaatsing van solitaire molens bij bijvoorbeeld landbouwbedrijven ontmoedigen, zijn boeren inmiddels in de vorm van coöperaties actief in het realiseren van clusters. Hier blijft grondeigendom een sterk punt voor de sector.

8. Zon-PV

Elektriciteitsopwekking met zonnepanelen wordt algemeen gezien als een optie met een groot perspectief,



hoewel momenteel de kosten nog erg hoog zijn en de huidige productie navenant beperkt. Zeker met het oog op de toekomst is het zinnig om te kijken in hoeverre er binnen de landbouwsector specifieke kansen zijn om deze optie te realiseren. De grote dakoppervlakken van bijvoorbeeld stallen zijn alvast een kansrijk kenmerk van de landbouw.

9. Zon-thermisch

Warmteopwekking met zonnecollectoren is al een stuk gangbaarder dan zon-PV; de extra kosten van deze optie zijn ook lager, hoewel het perspectief op verdere kostendaling weer anders is van bij zon-PV. Wederom is de aanwezigheid van dakoppervlak in combinatie met een warmtevraag op het bedrijf een kans voor de sector.

10. Warmte-koude opslag en warmtepompen

Combinaties van WKO en warmtepompen zijn niet alleen interessant voor de glastuinbouw maar ook voor andere agrarische sectoren. De dagcontinue warmtevraag van bijvoorbeeld stallen voor opfok van dieren maakt deze opties vrij geschikt.

Tabel 2 geeft een overzicht van de technieken een indicatie van de nationale potentiëlen, en de specifieke synergieën met de landbouwsector.

Tabel 2 **Potentiëlen in 2020 van de verschillende geanalyseerde technieken.**

Optie	Potentieel 2020 (PJ verm. primair) ¹	Belangrijkste synergieën landbouw
1 Co-vergisting WKK	13-35 ²	Beschikbaarheid mest, co-substraat
2 Vergisting mest	2-5	Beschikbaarh. mest, methaanreductie
3 Co-vergisting groen gas	14-57 ²	Beschikbaarheid mest, co-substraat
4 Co-vergisting CNG	14-57 ²	Beschikbaarheid mest, co-substraat
5 Verbranding biomassa	10-25	Beschikbaarheid grondstoffen
6 Biobrandstoffen	36-65	Grondstoffen, eigen gebruik
7 Wind	6-17	Eigendom grond
9 Zon-PV	1-16	Dakoppervlak
10 Zon-thermisch	2-4	Dakoppervlak
11 Warmtepompen-WKO	4-13	Stabiele warmtevraag

¹: Bron: ECN Optiedocument energie en emissies 2010/2020 (REF)

²: Potentiëlen zijn niet optelbaar: potentieel dat op één optie wordt gerealiseerd vermindert het potentieel van de andere vergistingopties.

2.4 Technieken die niet worden verkend

In de eerste verkenning zijn ook enkele opties aan de orde gekomen die niet in detail zijn beschouwd omdat ze niet voldeden aan (een van) de criteria in paragraaf 2.3:

- Groen gas uit vergassing (SNG): Deze techniek is nog in ontwikkeling en wordt pas over enkele jaren commercieel. Bovendien zullen deze installaties naar verwachting een schaalgrootte hebben die ver uitstijgt boven (collectieve) boerderijschaal.
- Grasraffinage is een vorm van bioraffinage. Dit is momenteel nog relatief kennisintensief en zal in eerste instantie waarschijnlijk buiten het agrarische bedrijf tot ontwikkeling komen.
- Geothermie of aardwarmte is met name interessant voor de glastuinbouw. In andere agrarische sectoren is het potentieel veel kleiner.
- De teelt van algen voor bio-energie bevindt zich nog in de kinderschoenen en is daarom buiten



beschouwing gelaten.

- Graangestookte kachels voor warmte: Deze optie is alleen interessant op momenten wanneer de graanprijzen laag zijn. Vergisting van granen is een veelzijdig alternatief omdat deze optie ook gebruik kan maken van natte grondstofstromen. Overigens zijn er bij het toepassen van hoogwaardige voedselgewassen voor energie ook morele bezwaren geuit.
- Vergassing van mest. Hoewel er een aantal pilots draaien is er op dit moment geen perspectief voor commerciële beschikbaarheid van deze techniek op korte termijn.
- Koppelingen van functies om energieoverschotten en energievraag uit te wisselen. Bijvoorbeeld warmte van veestallen die gebruikt kan worden om kassen op te warmen. Omdat er nog niet veel voorbeelden zijn waarbij dit soort ruimtelijke planning energievraagstukken tackelen is dit niet meegenomen in dit onderzoek.



3 Landbouwkundige SWOT analyse

3.1 Inleiding

Voor een praktische inpasbaarheid op het agrarische bedrijf wordt in dit hoofdstuk per techniek ingegaan op de sterke en zwakke punten en de kansen en de bedreigingen. Van de 10 technieken genoemd in hoofdstuk 2 wordt een landbouwkundige SWOT analyse gemaakt.

3.2 Algemene introductie co-vergisting

Door het vergisten van mest en bijproducten, ontstaat biogas, wat in de meeste gevallen vervolgens in een warmtekrachtkoppeling (WKK) wordt verbrand en waarbij elektriciteit en warmte wordt opgewekt. De elektra wordt in de meeste gevallen verkocht als groene stroom en de warmte wordt voor een deel in de biogasinstallatie gebruikt en de rest wordt in het bedrijf gebruikt of gaat verloren. Om de installatie rendabel te kunnen laten draaien en om voor extra subsidie in aanmerking te komen is het van belang de restwarmte zo goed mogelijk te benutten. Een uitgebreide techniekbeschrijving staat in bijlage 5.

SWOT Co-vergisting

	Positief	Negatief
Intern	Sterktes Bekende techniek Veel grondstoffen beschikbaar Duurzame energie Subsidie beschikbaar Bijdrage methaanemissiereductie Bemestende waarde digestaat	Zwakten Rentabiliteit afhankelijk van coproduct Arbeidsbehoefte t.o.v. wind-/zonne-energie Wisseling coproduct moeilijk (rantsoen) Ruimtebeslag t.o.v. wind-/zonne-energie O.a. (Bouw)vergunning noodzakelijk Grote aantal transportbewegingen
Extern	Kansen Energiebouwplannen Toepassing van rest- en bijproducten Productieoverschotten inzetten Gewasresten inzetten Nateelt van energiegewassen Toelating meer producten (positieve lijst) Scheiden/verwerken digestaat	Bedreigingen Afhankelijkheid mestwetgeving Knelpunten in subsidiebeleid (MEP/SDE) Teelt van voedselgewas voor energie SDE voor nieuwe ontwikkelingen is moeizaam Slechte kwaliteit co-substraat Besmettelijke (dier)ziekten/onkruiden

Voor een uitgebreide lijst met sterktes, zwaktes, kansen en bedreigingen (SWOT) zie bijlage 8.

3.3 Techniek 1: Co-vergisting (levering elektriciteit)

Bij de meeste vergisters wordt het biogas momenteel gebruikt om een WKK op te laten draaien. De WKK levert hierbij elektriciteit, die op het stroomnet geleverd kan worden. Naast elektriciteit wordt er tijdens het verbranden van biogas veel warmte geproduceerd. Het nuttig inzetten van de vrijkomende warmte kan een aanzienlijk rendementsvoordeel opleveren.



SWOT Co-vergisting (levering elektriciteit)

	Positief	Negatief
Intern	Sterktes Afzet elektriciteit makkelijk Optimaal rendement i.c.m. warmte Meest toegepaste techniek	Zwaktes Veel onderhoud WKK Extra ruimte WKK
Extern	Kansen Besparing verwarming (zelf) Verkoop warmte (extern) Warmtebenutting in glastuinbouw	Bedreigingen Regelgeving Prijs van co-substraat Mineralenbalans

Voor een uitgebreide lijst met sterktes, zwaktes, kansen en bedreigingen (SWOT) zie bijlage 8.

3.4 Techniek 2: Vergisting van alleen mest (levering electriciteit)

De productie van elektriciteit en warmte kan ook gerealiseerd worden door het alleen vergisten van mest. Middels nieuwe technieken kan ook op kleine schaal rendabel mest worden vergist. Ten opzichte van de vorige optie is een kleinere installatie nodig, wat lagere investeringen met zich meebrengt. Op Varkensproefbedrijf Sterksel van Wageningen UR loopt op dit moment een onderzoek naar de technische en economische haalbaarheid. Zeker vanuit de milieuproblematiek van de landbouw gezien is dit een interessante optie, aangezien de aanwezige energie nuttig op het bedrijf kan worden aangewend en er grote hoeveelheden methaan worden afgevangen, waardoor deze niet in de atmosfeer terecht komen. Methaan is 21x schadelijker dan CO₂. Daarnaast zijn er enkele bedrijven waar het momenteel wordt toegepast gebruiken het vergisten vooral als 1^e stap naar het opwerken van mest tot een waardevol product. Om de mest/digestaat op te waarden tot waardevol product dienen er nog enkele scheidingsstappen toegepast te worden voor de verwijdering van water. Het droge product is makkelijk af te zetten als fosfaatrijke organische meststof en bij goede nabehandeling kan het water goedkoop geloosd worden. Voor grote veehouderijen biedt dit perspectief, omdat ze de mest moeilijk kunnen afzetten en het aantrekken van grote hoeveelheden co-substraat duur is. Als het milieuaspect echter meegenomen wordt en de reductie van broeikasgassen een rol spelen zijn de perspectieven anders.

SWOT Vergisting van alleen mest (levering elektriciteit)

	Positief	Negatief
Intern	Sterktes Minder afzet digestaat Geen toevoeging mineralenbalans Geen slechte kwaliteit co-substraat Geen kosten co-substraat	Zwaktes Lage biogasopbrengst Nabewerken digestaat financieel moeilijk
Extern	Kansen Geen Food for Fuel Minder transport	Bedreigingen Laag economisch rendement

Voor een uitgebreide lijst met sterktes, zwaktes, kansen en bedreigingen (SWOT) zie bijlage 8.

3.5 Techniek 3: Co-vergisting (levering groen gas op gasnet)

Naast het gebruik van biogas als transportbrandstof, kan het biogas na bewerking ook worden geleverd aan het gasnet. Voor het inzetten van biogas als groen gas is het belangrijk dat de energie-inhoud wordt verhoogd tot de Wobbe-index (energie inhoud per volume) gelijk is aan die van aardgas. Hiervoor wordt CO₂ aan het biogas onttrokken, zodat het methaan gehalte toeneemt. Daarnaast moeten siloxanen, organisch



actief materiaal, chloor, zwavel etc. verwijderd worden. Onderscheid in zuiveringstechnieken is er in de vorm van adsorptie (chemische vloeistoffen of actief kool), membraanfiltratie en afscheiding door koeling. Voor levering op het landelijke gasnet is het daarnaast vereist dat het gas op druk wordt gebracht. Dergelijke installaties vergen dure investeringen en daardoor wordt levering op het gasnet (momenteel nog) weinig toegepast binnen de agrarische sector. Bij het bedrijf Biogast kan een container voor omzetting naar transportgas geleased worden (Biogast 2010). De ontwikkeling van direct gebruik van ruw biogas door speciale verbrandingsmolens op het eigen bedrijf is pril maar kansrijk. De potentiële besparing door het niet opwerken van het biogas is groot.

Het afvalverwerkingsbedrijf ROVA uit Zwolle heeft een gft-vergistingsinstallatie voor de productie van 3 miljoen m³ groen gas. Een deel van het gas wordt ingezet als brandstof voor de vuilniswagens en het grootste deel wordt geleverd aan het hogedrukleidingnet. Verder is er in het noorden van Friesland een onderzoek gestart waarbij biogas van verschillende boeren vergisters aangesloten wordt op een transportleiding (biogasringleiding). Biogas kan via een lage drukleiding goedkoop naar een centraal punt worden getransporteerd. Op de zogeheten 'hubs' kan het biogas, door de grote hoeveelheden, goedkoper worden gezuiverd en aan het hoge drukleidingnet worden toegediend. Vanaf 2010 vallen deze biogashubs ook onder de SDE regeling.

SWOT Co-vergisting (levering gasnet)

	Positief	Negatief
Intern	Sterktes Aanwezige gasinfrastructuur Groen gas verkoop certificaten Optimale energiebenutting groen gas SDE voor productie groen gas Toevoeging op co-vergister Technieken beschikbaar	Zwaktes Dure installaties opwerking biogas Dure installaties op druk brengen
Extern	Kansen Veel biogas goedkoper kans op: Regiovergisters Biogas netwerk (voor centrale opwerking of voor direct gebruik ruw biogas) Groen gas aanvulling op bestaande gas Nederland aardgasknooppunt Mogelijkheden markt voor groen gas	Bedreigingen Certificering gas is nieuw Minder SDE door certificatie Geen CO ₂ -credits

Voor een uitgebreide lijst met sterktes, zwaktes, kansen en bedreigingen (SWOT) zie bijlage 8.

3.6 Techniek 4: Co-vergisting (groen transportgas)

Biogas geproduceerd door vergisting kan net als aardgas ingezet worden voor de transportsector. In het buitenland zijn hier al enkele projecten voor, zoals in de Zweedse provincie Linköping¹, waar al sinds 1991 een project loopt met bussen op biogas. Door de positieve resultaten rijden nu alle beschikbare 50 bussen op biogas plus auto's en een trein. In andere Europese steden zijn ook bussen die op biogas rijden, zoals in Lille, Frankrijk, waar ze sinds de jaren '90 ook bezig zijn met biobrandstoffen. In Nederland is op proefbedrijf De Marke een demoproject voor inzet van biogas als brandstof voor een tractor.

¹ 100% Biogas for urban transport in Linköping, Sweden, IEA Bioenergy.



SWOT Co-vergisting (groen transportgas)

	Positief	Negatief
Intern	Sterktes Toevoeging co-vergisting Beschikbaar op kleine schaal SDE voor groen gas Stillere motoren Betere energiebenutting biogas	Zwakten Vaker tanken en langer Dure installaties zuiveren Dure installaties vloeibaar maken
Extern	Kansen Vervanging LPG Kleinschalig, brandstof op eigen bedrijf Tractoren beschikbaar Schone brandstof Klein systeem via leaseconstructie beschikbaar (biogast) Kleinschalig en weinig arbeid	Bedreigingen Haalbaarheid afhankelijk fossiele brandstoffen Tegenstand oliemaatschappij Accijnsheffing

Voor een uitgebreide lijst met sterktes, zwaktes, kansen en bedreigingen (SWOT) zie bijlage 8.

3.7 Techniek 5: Verbranding

Directe verbranding van biomassa is veruit de meest toegepaste vorm van biomassaconversie. Wereldwijd zijn vele honderden miljoenen mensen afhankelijk van biomassaverbranding voor hun dagelijkse energievoorziening. Echter, ook in vele industrieën wordt biomassa verbrand voor de productie van proceswarmte, stoom en/of elektriciteit (papier- en pulpindustrie, houtverwerkende industrie, suikerindustrie) en ook wordt biomassa in toenemende mate bij- of meegestookt door energiebedrijven (BTG, 2005).

Bij elektriciteitsopwekking wordt de vrijkomende warmte in de praktijk gebruikt om stoom te maken, die dan weer een stoomturbine of motor aandrijft die via een generator elektriciteit maakt. Afhankelijk van schaal zal het totale elektrische rendement tussen de 15 – 35 % liggen (voor installaties van respectievelijk 1 – 100 MWe) (ECN, 2007).

Verbranding van mest levert 17 MJ/kg droge stof. De as die na verbranding resteert kan 20 tot 25% fosfaat bevatten, die in vergelijking met de fosfaat in onbehandelde mest wat minder goed oplosbaar/opneembaar is. Deze fosfaat kan onder bepaalde voorwaarden worden hergebruikt door de kunstmestindustrie voor de productie van fosfaatkunstmest (Melse et al., 2004).

Het gebruik van resthout en snoeihout als brandstof in hout-WKK's of kachels is het meest efficiënt in de glastuinbouw. Maar ook bij warmtegebruikers als opfok van dieren is deze techniek interessant.

De landbouw kan een aantal geteelde gewassen leveren voor verbranding, hierbij valt te denken aan;

- geteelde gewassen zoals hennep, miscanthus, wilgen, populieren en elzen
- snoeiafval
- dunningshout
- agrarische reststoffen zoals stro en eventueel (droge) mest.



SWOT Verbranding

	Positief	Negatief
Intern	Sterktes Fosfaten kunnen worden teruggewonnen Houtachtige gewassen lokaal telen Voldoende materialen beschikbaar	Zwaktes Meerjarige gewassen – bouwplan Niet de juiste mechanisatie Krapte in aanbod Extra vervoer over de weg
Extern	Kansen Sluiten lokale kringlopen Hoger rendement lokale verbranding Landschapselementen onderhouden	Bedreigingen Krapte in aanbod Prijsrisico

Voor een uitgebreide lijst met sterktes, zwaktes, kansen en bedreigingen (SWOT) zie bijlage 8.

3.8 Techniek 6: Biobrandstoffen

Biobrandstoffen worden gewoonlijk in twee categorieën verdeeld, namelijk 1^e en 2^e generatie biobrandstoffen. De 1^e generatie biobrandstoffen zijn brandstoffen die geproduceerd worden op basis van suikers, zetmeel of plantaardige olie (uit gewassen, maar ook uit bijvoorbeeld frituurolie). Bij 1^e generatie biobrandstoffen valt te denken aan gewassen als tarwe, maïs en suikerbieten waarvan de suikers of zetmeel worden omgezet in bio-ethanol. De 2^e generatie biobrandstoffen zijn brandstoffen op basis van lignocellulose, zoals hout en stro. De techniek voor deze omzetting van biomassa naar biobrandstof is nog in ontwikkeling. Er vindt al wel op laboratoriumschaal productie van bijvoorbeeld bio-ethanol uit stro plaats, echter nog niet op commerciële schaal in Nederland.

In 1^e generatie biobrandstoffen is een verdere onderverdeling te maken. Dit onderscheid lijkt veel op het onderscheid tussen benzine, diesel en LPG van fossiele brandstof. Voor biobrandstof wordt bio-ethanol aangezien als benzinevervanger, biodiesel en PPO (Pure Plantaardige Olie) zijn dieselvevangers en biogas is de vervanger voor LPG/aardgas. Biogas wordt behandeld bij vergisting in paragraaf 3.4 en wordt hier verder buitenbeschouwing gelaten.

De duurzaamheid van biobrandstoffen is een discussiepunt. Vooral soja en palmolie liggen onder vuur omdat de uitbreiding van deze arealen in verband wordt gebracht met het reduceren van bosgebieden. Recent is de commissie Corbey ingesteld, officieel de Commissie Duurzaamheidsvraagstukken Biomassa (CDB) (VROM.nl). Door de Europese Unie is de richtlijn hernieuwbare energie (RED) opgesteld. Uit de RED is de volgende passage overgenomen: Biobrandstoffen kunnen de CO₂-uitstoot met 50% tot 60% verminderen in vergelijking met fossiele brandstoffen (Defra, 2003). Hiermee kan een belangrijke bijdrage worden geleverd aan het terugdringen van CO₂-uitstoot. Biobrandstoffen zijn over het algemeen biologisch goed afbreekbaar (Defra, 2003). Of gewassen, zoals koolzaad, tarwe, gerst en suikerbieten, voor biobrandstoffen worden ingezet hangt van twee factoren af, namelijk de prijs van fossiele diesel en de prijs van de gewassen zelf. Productie van biobrandstoffen kost, afhankelijk van grondstof en olieprijs, ongeveer twee keer zoveel (Defra, 2003). Stijgende voedselprijzen (grondstoffen biobrandstoffen) maken biobrandstoffen minder lucratief (Banse et al., 2008). Een dergelijke situatie is al opgetreden bij biodieselproducenten. Door de stijgende prijzen voor koolzaad en hiermee koolzaadolie voor biodieselp productie, ontstond de situatie dat biodiesel een verliesgevende productie werd. De biodiesel was veelal op contract voor een vaste prijs afgezet, terwijl de inkoop van koolzaad of koolzaadolie niet contractueel en langjarig was vastgelegd (gebrek aan grondstofzekerheid). Hierdoor liepen in 2008 de inkoop en verkoop dusdanig uit elkaar dat er sprake was van een verliesgevende productie.



Uit contacten met bedrijfslevenpartijen en douane blijkt dat accijnsheffing meegenomen moet worden in de berekeningen. De brandstofwetgeving is zo opgesteld dat alles wat in de tank van een voertuig wordt gedaan automatisch brandstof en hiermee accijnsgoed is geworden. Dit zou tot een vergelijkbaar probleem leiden als het rijden op slaolie uit de supermarkt (Hulshof, 2005). Bij het rijden op slaolie wordt geen accijns afgedragen. Dit wordt door de douane gehandhaafd en bij overtreding bestraft. De accijnsgegevens zijn overgenomen van het Ministerie van Financiën en gebaseerd op rode diesel (van der Voort et al., 2008). Accijns op rode diesel (landbouwregeling) is EUR 0,2536 per liter in 2009. Dit is accijns, energiebelasting en voorraadheffing (Min Fin, beleidsinformatie 2009, 18 december 2009). Voor een productie-installatie van een (bio)brandstof is het daarom noodzakelijk om een accijnsgoederenplaats toewijzing te krijgen. Dit heeft als consequentie dat alles wat de installatie in gaat en wat er uit komt gewogen moet worden. Op basis van deze informatie wordt accijns geheven door de douane.

SWOT biobrandstoffen

	Positief	Negatief
Intern	Sterktes 1 ^e generatie direct toepasbaar Alternatief voor laagsalderende gewassen.	Zwakten 2 ^e generatie nog niet op praktijkschaal Afhankelijk van reguliere brandstofprijzen
Extern	Kansen 1 ^e - Direct inzetbaar bij krimp van bijvoorbeeld zetmeelaardappelareaal. 2 ^e generatie - energieopwekking, zonder gevaar voor voedselvoorziening.	Bedreigingen Imago Prijspeil eindproduct Hoogte accijns.

Voor biobrandstoffen in het algemeen is geen uitgebreide lijst beschikbaar met sterktes, zwaktes, kansen en bedreigingen (SWOT).

3.8.1 Bio-ethanol

Op dit moment is er in Nederland nog geen draaiende installatie, waar op grote schaal bio-ethanol wordt geproduceerd. Nedalco produceert in de eerste plaats consumptiealcohol; een grote fabriek van Abengoa in Rotterdam is vrijwel klaar voor productie. Ook zijn er diverse andere projecten of ideeën voor de productie van bio-ethanol op korte termijn, zoals het project EnergieRijk van ACRRES. Tanken van bio-ethanol is bij enkele tientallen pompen in Nederland al mogelijk. Bio-ethanol wordt in de gebruikelijke verhouding van 5% (E5) of 85% (E85) bijgemengd aan benzine. E5 kan zonder problemen in een benzine motor worden toegepast. Bij gebruik van E85 zijn alleen auto's met de zogeheten Flexi-Fuel techniek geschikt. Door nieuwe ontwikkelingen in de automarkt en de vraag naar duurzaamheid, zijn er steeds meer auto's met de Flexi-Fuel techniek.



SWOT Bio-ethanol

	Positief	Negatief
Intern	Sterktes Kan worden opgemengd met benzine Meerdere haalbare grondstoffen NL Gewassen passen goed in bouwplan Mechanisatie op bedrijven aanwezig Kwaliteitsstandaard bio-ethanol	Zwaktes Food/Fuel discussie Verwerking lastig als landbouw activiteit Verwerking vergt veel energie Landbouw bij-producten zijn geschikt voor 2 ^e generatie bio-ethanol productie
Extern	Kansen Cascadering van gewassen Kleinschalige projecten in ontwikkeling Alternatief voor onduurzame bio-ethanol uit buitenland	Bedreigingen Tegenstand oliemaatschappijen Accijnsheffing op biobrandstoffen NL productie duurder als buitenland

Voor een uitgebreide lijst met sterktes, zwaktes, kansen en bedreigingen (SWOT) zie bijlage 8.

3.8.2 Biodiesel

Op basis van SenterNovem informatie blijkt dat er negen producerende bedrijven (projecten) te zijn op het gebied van biodiesel. Daarnaast zijn er nog twee in de opstartfase en twee in de idee fase. Met betrekking tot de import en distributie had de gemeente Deventer als eerste een tankstation voor biodiesel. Wel zijn er meer ontwikkelingen op het gebied van tankstations voor biobrandstoffen. Zie www.fuelswitch.nl of bijlage 6 voor een overzicht van tankstations voor biobrandstoffen. Grotere gebruikers van biodiesel zijn drie partijen (Provincie Friesland, Gemeente Deventer, Area reiniging). Daarnaast zijn Schiphol en Arriva aan het kijken naar biodiesel voor hun wagenpark (GAVE-website).

SWOT biodiesel

	Positief	Negatief
Intern	Sterktes Koolzaad bekend gewas Mechanisatie aanwezig Biodiesel uit koolzaad goede eigenschappen Geen aanpassing motor Kans worden opgemengd met diesel Productie biodiesel eenvoudig en goedkoop.	Zwaktes Food/Fuel discussie Biodiesel agressief voor lakken Koolzaad slecht inpasbaar in intensieve bouwplannen
Extern	Kansen 1-op-1 teelt koolzaad Energiebouwplannen Kleinschalige productiefaciliteiten Vervanging onduurzame buitenlandse grondstoffen	Bedreigingen Politiek spanningsveld Haalbaarheid afhankelijk prijs fossiel Tegenstand oliemaatschappijen Accijnsheffing op biobrandstoffen Soja uit buitenland is goedkoper

Voor een uitgebreide lijst met sterktes, zwaktes, kansen en bedreigingen (SWOT) zie bijlage 8.

3.8.3 PPO (Pure Plantaardige olie)

Op basis van SenterNovem informatie zijn er vier bedrijven die PPO (koolzaadolie) produceren (Carnola, Noord Nederlandse Oliemolen/Solaroil, OPEK en Oliemolen Harlingen). Bij het tankstation NewNRG is PPO aan de pomp verkrijgbaar. Met betrekking tot het gebruik van PPO in voertuigen zijn er vijf bedrijven actief (Solaroilsystems, SITA – McDonalds, Provincie Friesland, Gemeentes Venlo en Haarlemmermeer). Eén project is in de opstartfase en één project is beëindigd (GAVE-website).



SWOT Pure Plantaardige Olie (PPO)

	Positief	Negatief
Intern	Sterktes Koolzaad bekend gewas Mechanisatie aanwezig Biologisch afbreekbaar Eenvoudig te produceren Koek is hoogwaardig veevoer Grondstof voor biodiesel	Zwaktes Food/Fuel discussie Slecht inpasbaar intensieve bouwplannen Aanpassing motoren noodzakelijk voor PPO
Extern	Kansen 1-op-1 teelt koolzaad Energiebouwplannen Kleinschalige productiefaciliteiten Zelf te produceren Vervanging onduurzame buitenlandse grondstoffen	Bedreigingen Vervallen garantie op motor Politiek spanningsveld Prijs fossiel bepaald haalbaarheid Tegenstand oliemaatschappijen Accijnsheffing op biobrandstoffen Duurder als soja uit buitenland

Voor een uitgebreide lijst met sterktes, zwaktes, kansen en bedreigingen (SWOT) zie bijlage 8.

3.9 Techniek 7: Wind (grootschalig)

Windenergie heeft een sterke ontwikkeling doorgemaakt. De huidige windturbines zijn vooral ontwikkeld voor toepassing op land. Windenergie op zee geeft de nodige problemen, die vooral leiden tot nog substantieel hogere kosten. Voor windenergie op land is de landbouw een belangrijke partij. Uit onderzoek blijkt dat een groot deel van de windturbines op agrarische bedrijven staat, al dan niet in eigendom. Gemiddeld voor Nederland ligt het aandeel tussen de 31% en 35%. Dit varieert sterk per regio. In Flevoland is meer dan de helft van de windturbines gerelateerd aan de landbouw (Terbije et al., 2009).

SWOT Wind (grootschalig)

	Positief	Negatief
Intern	Sterktes Hoge opbrengst, geringe investering Goed inpasbaar in bedrijfsvoering Goede CO ₂ -balans Betrouwbare techniek	Zwaktes Sterke aanbodsfluctuatie Locatie is van belang voor rentabiliteit Hogere molens noodzakelijk op slecht rendabele locaties
Extern	Kansen Combinatie met energiebuffering Hogere molen (135 mtr) Kostendaling per kWh	Bedreiging Regionaal overheidsbeleid Tegenstanders windenergie

Voor een uitgebreide lijst met sterktes, zwaktes, kansen en bedreigingen (SWOT) zie bijlage 8.

3.10 Techniek 8: Zon PV

De aanwezigheid van grote daken zorgt ervoor dat de landbouwsector veel belangstelling heeft voor Zon PV. Sinds 2009 komen ook grotere Zon-PV installaties (15.000 – 100.000 wattpiek) voor SDE subsidie in aanmerking, daarmee is de animo voor zon-pv in de landbouw sterk gegroeid. In maart 2009 kwamen er ruim 400 landbouwers af op een door ACRRES georganiseerde voorlichtingsavond over zonne-energie. Een jaar eerder was de animo ook al groot onder landbouwers, maar de schaal was voor landbouw te klein. De SDE regeling in 2009 voor zon-PV was op de eerste dag al 3 keer overschreven. Veel van de aanvragers



kwamen vanuit de landbouw. Ook in 2010 was de pot voor zon-PV (klein) op dag 1 al leeg, met 17.000 aanvragen. Waren er in 2003 nog 333 bedrijven met zonnepanelen, twee jaar later is dat aantal volgens het CBS al met 32% opgelopen naar 441 bedrijven. Vooral in de melkveehouderij zijn veel zonnepanelen geïnstalleerd. In 2005 ging het om 296 systemen bij melkveebedrijven (67%) van het totaal.

SWOT Zon PV

	Positief	Negatief
Intern	Sterktes lange levensduur weinig onderhoud geen ruimtevragende processen productie grotendeels tijdens gemiddeld piekgebruik	Zwakten Terugverdientijd nog erg lang – Kan niet uit zonder subsidie Zuidelijk georiënteerd (groot) dakvlak nodig.
Extern	Kansen asbest sanering elektrisch rijden rendementstoename nieuwe materialen.	Bedreigingen Opwekking is alleen met dag (zon)licht. 's Nachts geen opwekking). Dak moet niet te oud zijn. Dakvlak kan je maar 1 keer benutten, hoeveel gaat rendement omhoog / kostprijs naar beneden.

Voor een uitgebreide lijst met sterktes, zwaktes, kansen en bedreigingen (SWOT) zie bijlage 8.

3.11 Techniek 9: Zon Thermisch

Zonwarmte is een al langer gebruikt instrument in de landbouw om de straling van de zon te gebruiken om warmte op te wekken. Dit gebeurt door water op te warmen. Via een warmtewisselaar wordt deze warmte vervolgens benut om gebouwen te verwarmen of te voorzien van warm tapwater. Ook zonder subsidie kan de terugverdientijd voor dergelijke systemen aantrekkelijk zijn. Het aantal bedrijven met een zonnecollector in de landbouw is in 2003 en 2005 echter stabiel op circa 270 bedrijven, waarvan 145 (54%) in de melkveehouderij.

Kansen zijn er vooral in bedrijfstakken die veel warmte gebruiken. Te denken valt aan melkveebedrijven, varkenshouders, kalverhouders en bollenbedrijven. Maar ook bedrijven die veel handelingen op het bedrijf uitvoeren, zoals bijvoorbeeld verpakken en sorteren in bijvoorbeeld akkerbouw of fruitteelt kunnen er belang bij hebben door de vloerverwarming (Lage Temperatuur Verwarmingssysteem (LTV)) aan te sluiten op een zonnecollector. Tevens kunnen ondernemers ook de privéwoning prima voorzien van zonnecollectoren, om te voorzien in (een deel van de) de warmtebehoefte. Te denken valt aan de vloerverwarming, (af)wasmachine en warm tapwater.



SWOT Zonnecollector

	Positief	Negatief
Intern	Sterktes Lange levensduur Weinig onderhoud Geen ruimtevrugnende processen	Zwaktes Zuidelijk georiënteerd (groot) dakvlak nodig. Lengte tot gebruik van grote invloed. Opwekking is alleen met dag (zon)licht. 's Nachts geen opwekking. In verhouding met zon-pv, zijn zonnecollectoren (warmte) een stuk zwaarder.
Extern	Kansen Combi van zon-thermisch en zon-PV in 1 systeem zorgt voor hoger rendement Gelijktijdige asbest sanering Goede dakintegratie, waarbij zonnenergiesystemen de functie van dakbedekking overnemen. Prijs wordt lager, rendement hoger, installatie eenvoudiger. Combi van tapwater en verwarming is trend	Bedreigingen Dak moet niet te oud zijn. Dak moet sterk genoeg zijn.

Voor een uitgebreide lijst met sterktes, zwaktes, kansen en bedreigingen (SWOT) zie bijlage 8.

3.12 Techniek 10: KoudeWarmteOpslag (KWO) en warmtepompen

Volgens het protocol Monitoring Duurzame Energie (SenterNovem, 2006) tellen warmtepompen mee bij duurzame energie als de gebruikte warmte niet afkomstig is van fossiele bronnen. Deze duurzame warmtepompen worden vooral gebruikt in de utiliteitsbouw, woningbouw en de landbouw. Warmtepompen komen niet in aanmerking voor SDE vergoeding, wel viel ze in 2009 onder de Energie Investerings Aftrek (EIA) regeling en komen ze binnen de subsidieregeling duurzame warmte in aanmerking voor een investeringssubsidie.

Warmtepompen en warmte-koude opslag (WKO) genieten een steeds grotere belangstelling, ook in de landbouw. Volgens de CBS statistieken zijn het aantal landbouwbedrijven met warmtepompen in de periode 2003 tot 2005 echter afgenomen van bijna 900 naar ruim 750 in 2005. Deze afname is mogelijk te verklaren door een sterke stijging van het aantal bedrijfsbeëindigers in de melkveehouderij. Vooral veel kleinere bedrijven zijn gestopt. En juist voor kleinere bedrijven zonder aardgasaansluiting was een warmtewisselaar (warmtepomp) op de melktank interessant. Van de bedrijven die in 2005 aangeven een warmtepomp hebben, betreft het 718 (95%) melkveehouderijbedrijven. Veel melkveebedrijven hebben de afgelopen jaren echter wel geïnvesteerd in andere vormen van warmteterugwinning bij het koelen van de melktank. De vrijgekomen warmte wordt via een warmtewisselaar vaak gebruikt voor verwarming van het woonhuis. Het aantal melkveehouderijbedrijven neemt de afgelopen jaren sterk af. Mogelijk heeft dit invloed op het aantal warmtepompen, al verwacht Wageningen UR- Livestock Research niet dat het aantal sterk afneemt. Een nadere analyse van het gebruik van warmtewisselaars en warmte en koude opslag in de landbouw is terug te vinden in bijlage 7.



SWOT Warmtepomp & WarmteKoudeOpslag (WKO)

	Positief	Negatief
Intern	Sterktes lange levensduur weinig onderhoud geen ruimtevragende processen	Zwakten Toch nog relatief veel elektra nodig. Ruimte voor buffer in kleine ruimte.
Extern	Kansen prijs wordt lager, rendement hoger, installatie eenvoudiger. Combinatie met zonneboiler, zonnecollector, geheel zelfvoorzienend. Koeling in de zomer mogelijk, via warmtewisseling of bodemkou. Landelijke gebieden gaan mogelijk vallen onder het regiem van groene gebieden. (alleen meldingsplicht, geen vergunning), wens Taskforce WKO.	Bedreigingen Regelgeving, vergunningplicht open systemen. Geen eenduidig beleid door provincies. Onbekendheid installateurs

Voor een uitgebreide lijst met sterktes, zwaktes, kansen en bedreigingen (SWOT) zie bijlage 8.

3.13 Conclusies

Duurzame energieopwekking biedt veel kansen voor de agrarische sector. De SWOT-analyse vanuit de totale sector ziet er als volgt uit:

Sterk

- Akkerbouw / melkvee: ervaring met en kennis van mest en biomassa.
- Grondgebonden bedrijven: voldoende ruimte beschikbaar (land, erf en dakoppervlak).
- Landschapsonderhoud: leefbaarheid en economisch perspectief in landelijk gebied en lokale benutting van biomassa.
- Dierlijke sectoren en bollen: Kansen voor warmtebenutting op eigen bedrijf.
- Ondernemers: willen nek uitsteken voor duurzame investeringen.

Zwak

- Zonder subsidie, zijn veel technieken (nog) niet rendabel.
- Ondernemer kan vaak in zijn eentje onvoldoende aanbod creëren (bijvoorbeeld levering van gas voor regionale biogasleiding). Samenwerkingsverbanden of coöperaties zijn dan nodig.
- Inpassing in bouwplannen soms lastig (bijvoorbeeld meerjarige gewassen of koolzaad in bouwplan met suikerbieten).

Kansen

- Co-vergisting (in verschillende vormen) biedt kansen voor energieopwekking en invulling milieudoelen. Zoals beperking methaanuitstoot (veehouderij) en vermindering lachgas door beperking rottende gewassen op het land (akkerbouw).
- Zonnepanelen en zonnecollectoren aantrekkelijk bij renovatie. Veel dakoppervlak beschikbaar. Goed te combineren met privégebruik stroom en warmte.
- Door duurzame energieopwekking wordt het boerenbedrijf minder afhankelijk van reguliere energiebronnen (gas, elektra, olie) en wordt energie lokaal geproduceerd en gebruikt (waardoor minder verlies optreed).



Bedreigingen

- Kans op forse prijsfluctuaties, bijvoorbeeld inkoop co-substraat voor vergister of aankoop van houtsnippers voor verbranding.
- Gevaar voor food-fuel discussie in de media bij stijgende voedselprijzen.
- Veel technieken zijn afhankelijk van de regelgeving. Bijvoorbeeld positieve lijst voor coproducten, accijns op biobrandstoffen en afzetregels van digistaat.
- Er is nog geen volledige duidelijkheid over het predicaat duurzaamheid voor alle vormen van bio-energie. Het afronden van die discussie kan continuïteit in de bedrijfstak geven en daarmee ook de R&D positief stimuleren. De bedreiging ligt dus vooral in de voortdurende onzekerheid over de classificering van bio-energievormen langs de duurzaamheidsmeetlat.

Sectoren aan de slag, de huidige mogelijkheden die wellicht onderbenut zijn:

- De veehouderij kan vooral aan de slag met co-vergisting, waardoor mest een meerwaarde krijgt (energieopwekking) en een beter imago (milieuvriendelijker), bijdrage milieudoelstellingen. Ook kan de warmte in een aantal veehouderijtakken (varkens, kalveren) nuttig worden gebruikt.
- De akkerbouw zal zich vooral richten op het telen van energiegewassen, bijvoorbeeld voor biobrandstoffen. Het liefst voor 2^e generatie brandstoffen, omdat hier het hoofdproduct verkocht kan worden, bijvoorbeeld als (vee)voedsel en dat het bijproduct (bijvoorbeeld stro, blad) nuttig kan worden ingezet als brandstof. De sector zoekt naar de maximale waarde van biomassa en inzet van producten voor een zo hoogwaardig mogelijk product. Ook het aanleveren van maïs en andere producten voor vergisters en lokaal het verzorgen van landschappelijke elementen (snoeien van houtwallen) behoort tot de mogelijkheden.
- Ondernemers in het landelijk gebied met veel ruimte (in ha's) en erf- en dakoppervlak zullen zich bezig gaan houden met het lokaal opwekken van duurzame energie (zon-pv, warmte via zonnecollector) of levering aan het net (windenergie).
- Bollentelers of andere ondernemers die over zowel warmte als kou beschikken en/of warmte en kou nodig hebben, zullen zich gaan richten op energierugwinning en de tijdelijke opslag van warmte en kou. Via een lage temperatuurverwarming (vloerverwarming) kunnen bedrijven die veel sorteren en verpakken etc. hierdoor aanzienlijk op de energierekening (vooral gas) besparen.
- Verbranding van houtige gewassen voor energieopwekking kan zowel op grote als op kleine schaal worden ingezet.



4 Economische berekeningen inclusief innovaties

4.1 Inleiding

De SWOT-analyse biedt, voor de diverse geselecteerde duurzame opties, een kwalitatief overzicht van kansen. In dit hoofdstuk worden deze kansen waar mogelijk gekwantificeerd: in hoeverre leiden ze tot financieel aantrekkelijker plaatje voor hernieuwbare energie?

Uitgangspunt Voor deze inschattingen is de systematiek die ECN voor onder meer de Subsidieregeling Duurzame Energie (SDE) hanteert. Deze methode bestaat uit drie stappen:

- Op basis van parameters als brandstofkosten, investeringskosten, O&M-kosten wordt een *'basisbedrag'* berekend per kWh geleverde elektriciteit, of bijvoorbeeld per Nm³ geleverd groen gas. Hiervoor wordt een cashflow model gebruikt. Dat ook gebruik maakt van financieringsparameters, zoals de verhouding tussen eigen en vreemd vermogen en het vereiste rendement op eigen vermogen.
- Op basis van een schatting van de prijs van de te leveren energie wordt een *correctiebedrag* berekend; dit is in feite wat een project per eenheid geleverde energie kan verdienen.
- Basisbedrag min correctiebedrag is de *onrendabele top*. Dit is een schatting voor wat (door bijvoorbeeld een overheid) per eenheid geleverde energie moet worden bijgepast om het project net rendabel te maken.

Meer informatie over deze methodiek is te vinden in de diverse SDE-rapporten van ECN, voor een overzicht zie <http://www.ecn.nl/nl/units/ps/themas/hernieuwbare-energie/projecten/sde/>.

Voor de analyse van de technologieën uit hoofdstuk 2 is de volgende aanpak gehanteerd:

1. Bepalen van een referentiesysteem voor elke technologie. Voor de elektriciteits- en WKK-opties is hiervoor gebruik gemaakt van het meest recente SDE-advies van ECN (Lensink et al. 2009). Voor de warmteopties is gebruik gemaakt van kwantitatieve informatie uit een IEA-studie over hernieuwbare warmte (IEA 2007).
2. Analyseren SWOT-analyse van hoofdstuk 3 op sterktes en kansen die kunnen leiden tot kostendalingen. Ook kansen die effect hebben op het correctiebedrag (zie boven) zijn in kaart gebracht.
3. Kwantificeren van de kansen in een kostendaling op (een van de) modelparameters. Dit is gedaan door veranderingen te schatten in de inputparameters voor een kostenberekening; bijvoorbeeld de investerings- O&M- of brandstofkosten.
4. Toetsing van de aannames. De schattingen in stap 3 zijn (schriftelijk of in een bijeenkomst) voorgelegd aan en bediscussieerd met enkele werkgroepen van LTO, en commentaren zijn meegenomen in de overwegingen.
5. Kwantificering van de effecten op het basisbedrag en/of correctiebedrag, en op de resulterende onrendabele top (OT).

In de volgende paragraaf lopen we de verschillende opties stuk voor stuk door. De gebruikte referentiekosten zijn opgenomen in bijlage 9.



4.2 Economische berekeningen

4.2.1 Techniek 1: Co-vergisting (levering elektriciteit)

Kansen

Uit de SWOT-analyse komen de volgende kansen:

- Teelt van een volggewas voor vergisting na 'vroeg' gewassen in het bouwplan. Grondkosten blijven bij deze teelt beperkt; een ruwe inschatting is een verlaging van productiekosten van 30 naar 20 €/ton
- Inzet van 'eigen' landbouwresiduen en/of verruiming van de positieve lijst zodat een grotere groep VGI-residuen kan worden ingezet als co-substraat. De referentie rekent met 70% inzet van residuen tegen 20 €/ton. Stel dat het bedrijf via deze routes in staat is 25% van de kosten op co-substraat te besparen, dan zouden de gemiddelde kosten voor residuen kunnen dalen naar 15 €/ton. Een mogelijk knelpunt hierbij is overigens dat residuen die eerst van het land worden gehaald en na vergisting weer worden uitgereden anders mee tellen in de mestwetgeving dan residuen die gewoon achterblijven.
- Het vervangen van gewas als co-substraat door (VGI)residuen is ook doorgerekend, uitgaande van een referentiemix van 30% gewassen en 70% VGI-residu is ook gerekend met een mix van 10% gewas en 90% residu.
- Het opwerken van digestaat tot kunstmestvervanger. Op dit gebied zijn enkele pilots gestart. Probleem is vooralsnog dat de extra investeringskosten voor opwerking (nog) niet worden terugverdiend door uitgespaarde afvoerkosten van het digestaat (en opbrengsten van de kunstmestvervanger). Bovendien stelt opgewerkt digestaat iets andere eisen aan het gebruik dan kunstmest en dierlijke mest, omdat de nutriënten minder snel vrijkomen. Hier rekenen we de kans door op basis van een ruwe schatting dat met opwerking per saldo 30% van de afvoerkosten zouden kunnen worden uitgespaard.
- Verhogen van het nuttige gebruik van warmte uit de gasmotor. In de referentie wordt gerekend met een per saldo nuttig gebruik van 3% van de energie-inhoud in het substraat. Voor deze berekeningen hebben we gekeken wat er gebeurt wanneer dat percentage wordt opgeschroefd naar 20%. Hierbij moet wel worden aangetekend dat de mogelijkheden voor nuttig warmtegebruik sterk afhangen van de locatie, en van mogelijke warmtevragers in de directe omgeving (omvang, vraagprofiel door het jaar heen).

Effecten



Tabel 3 geeft de effecten weer van de genoemde kansen op de OT. Hoewel de succeskans nog zeer onzeker is, levert opwerking van digestaat in dit rekenvoorbeeld de meest substantiële verlaging van de OT. Ook extra warmteinzet leidt tot kostendaling. De besparingskansen op grondstofkosten hebben minder effect, maar de mogelijke besparingen op gewas en gewasresidukosten zijn samen wel aanzienlijk.



Tabel 3. **Effecten van de besproken kansen op de onrendabele top voor co-vergisting-WKK.**

Kans	Parameter	Motivering	Effect
Teelt in combi 'vroeg' gewas	Grondstofkosten Gewas	Kosten gewas -30%	-7%
Inzet 'eigen' residuën en/of mogelijkheid meer soorten VGI-residuen	Grondstofkosten Residu	Residu -25%	-8%
Opwerken digestaat	Afvoerk. Digestaat	Afvoerkosten -30%	-18%
Meer gebruik warmte	Warmte-rendement	Van 3% naar 20%	-13%

4.2.2 Techniek 2: Vergisting van alleen mest (levering elektriciteit)

Kansen

Partijen die werken aan mestvergisting motiveren deze optie ook sterk vanuit de reductie van methaanemissies uit mest die de optie realiseert. Zwart et al. (2006) schatten dat vergisting van mest inderdaad 95% van de methaanemissies uit mest kan voorkomen. Hier is deze kans meegenomen op basis van een methaanemissiereductie van 5 kg per ton mest (gebaseerd op Zwart et al (2006) en Schellekens (2008)) en een CO₂-prijs van 20 euro/ton (hoger dan de huidige prijs binnen ETS maar conservatief voor 2020). De onrendabele top kan ook verlaagd worden door het gebruiken van de geproduceerde elektriciteit voor het eigen verbruik van het agrarische bedrijf (niet van de biogasinstallatie zelf).

Veel specifieke kansen die genoemd zijn in 3.3 zijn niet van toepassing op deze optie, omdat er geen co-substraat wordt gebruikt. Het is ook de vraag of bij mestvergisting extra opbrengsten kunnen worden gegenereerd door het gebruik van (rest)warmte uit de gasmotor; in het verleden hadden installaties al hun warmte nodig voor het verwarmen van de vergister. Als illustratie is hier gekeken naar een situatie waarbij 10% van de energie in het substraat nuttig kan worden gebruikt.

Effecten

In Tabel 4. staat de optie voor levering eigen gebruik doorgerekend, met een stroomtarief van 12 €ct/kWh. Dit levert een aanzienlijke besparing in de OT op. Ook wanneer de methaanemissiereductie geprijsd zou worden levert dit een besparing in de OT van tientallen procenten. Het nuttig gebruik van restwarmte kan een bescheidener besparing opleveren.

Tabel 4. **Effecten van de besproken kansen op de onrendabele top voor mestvergisting-WKK.**

Kans	Parameter	Motivering	Effect
Nuttig gebruik warmte	Thermisch rendement	Van 0 naar 10%	-8%
Vermarkten methaanreductie	Correctiebedrag	3 €ct/kWh extra inkomsten	-20%
Produceren eigen e-vraag	Correctiebedrag	Van 0,047 naar 0,12 €/kWh	-50%



4.2.3 Techniek 3: Co-vergisting (levering groen gas op het gasnet)

Kansen

De belangrijkste kansen specifiek voor deze optie zijn:

- Het centraliseren van de opwerking van ruw biogas tot aardgaskwaliteit door aanleg van een 'ringleiding'. De specifieke kosten voor de biogasopwerking kunnen hiermee substantieel dalen. De leidinginfrastructuur brengt echter ook extra kosten met zich mee. Op basis van het verschil tussen klein- en grootschalige gasopwerking is hier indicatief gerekend met een daling van de investeringskosten voor groengasproductie van 30%.
- Een ringleiding zou ook nog kunnen worden uitgebreid met (regionale) afnemers van ruw biogas, wat de zuiveringskosten verder zal verminderen (maar wellicht aanpassingen vergt bij de gebruiker). Wegens gebrek aan kwantitatieve gegevens hierover is deze optie nog niet gekwantificeerd. Direct gebruik van ruw biogas (eventueel na beperkte zuivering) vergt specifieke infrastructuur en op biogas aangepaste installaties, maar spaart de opwerkingskosten vrijwel volledig uit. Er zijn aanwijzingen dat dit per saldo kosteneffectiever is dan opwerking tot aardgaskwaliteit (Van Erp 2010).
- Decentrale groengasproductie kan ook een rol spelen bij de opvang van piekvraag naar gas. Dat heeft geen effect op het basisbedrag maar op het correctiebedrag, in de vorm van een extra vergoeding voor piekbalanceren. Gegeven de huidige gasmarkt is dit effect geschat op een verhoging van het correctiebedrag van 1 €ct per Nm³.
- Inkomsten uit groengascertificaten. Net als al bestaat voor groene stroom is er een markt voor groengascertificaten in ontwikkeling. Dit biedt mogelijk extra inkomsten voor de groengasproducent. Op basis van de huidige prijzen voor certificaten voor groene stroom is dit effect geschat op 0,5 €ct per Nm³.
- Tenslotte is het mogelijk om groen gas via certificatenhandel in te zetten als biobrandstof in de transportsector. Een groengascertificaat wordt hiervoor omgezet in een bioticket, een verhandelbaar bewijs dat is ontwikkeld in het kader van de verplichte bijmenging voor biobrandstoffen. Momenteel is het mogelijk om voor groengasproductie zowel SDE-subsidie te krijgen als een bioticket, een vorm van dubbele stimulering. Omdat de handel in deze tickets niet transparant is, is het lastig een prijs voor biotickets in te schatten. Op basis van de gemiddelde prijsverschillen tussen biobrandstoffen en fossiele brandstoffen (zie bijvoorbeeld Hanschke et al (2009) is de prijs van deze tickets geschat op 10 €/GJ, of 30 €ct/ Nm³.

Effecten

Tabel 5 laat zien dat de dubbele stimulering via biotickets veruit het grootste effect geeft op de onrendabele top. Een beperkter effect geeft de ringleiding-benadering; de effecten van piekopvang en groengascertificatie zijn vrijwel verwaarloosbaar.



Tabel 5 **Effecten van de besproken kansen op de onrendabele top voor groen gas uit co-vergisting.**

Kans	Parameter	Motivering	Effect OT
Ringleiding, opwerking	centrale Spec. inv. Kosten, O&M	Totaal inv. Kosten -30%	-5%
Piekopvang gas	Corr. bedrag	Bal. kosten ~1 ct/Nm ³	-2%
Certificaten groen gas	Corr. Bedrag	Cert. prijs ~0,5 ct/Nm ³	-1%
Inzet als biobrandstof (via biotickets)	Corr. Bedrag	Prijs biotickets ~30 ct/Nm ³	-50%

4.2.4 Techniek 4: Co-vergisting (groen transportgas)

Systeembeschrijving

De referentiekosten zijn gelijk aan die van co-vergisting voor invoeding. Het belangrijkste verschil is dat het correctiebedrag verandert: in plaats van een terugleververgoeding wordt hier inkoop van rode diesel vermeden, maar worden er ook extra kosten gemaakt, bijvoorbeeld voor compressie en voor de aanpassing van voertuigen voor SNG. Rode diesel is geschat op 70 €/hl; aanpassingskosten voor voertuigen zijn volgens Deurwaarder et al (2007) omgerekend geschat op 3 €/GJ brandstof. Hiermee komt de 'onrendabele top' op 9 €/GJ of ruwweg 30 ct/Nm³. Dat is beduidend lager dan de OT bij invoeding in het net. Belangrijk punt hierbij is overigens dat hier geen rekening is gehouden met mogelijke accijnsheffing. Belangrijk tweede punt is dat er momenteel geen subsidie- of stimuleringsinstrument bestaat voor eigen gebruik van geproduceerd groen gas. Hier wordt overigens uitgegaan van alleen gebruik op het eigen bedrijf, maar dit kan wellicht ook breder opgepakt worden

Kansen

De SWOT in hoofdstuk 3 geeft niet zozeer kansen weer voor het verlagen van de kosten van deze techniek, maar geeft vooral (kwalitatief) redenen waarom deze techniek kosteneffectiever is dan invoeding van gas in het net. Eén van de mogelijkheden voor kostenverlaging is 'slow fill' waarbij op compressorkosten wordt bespaard. Deze optie echter nog in ontwikkeling.

4.2.5 Techniek 5: Biomassaverbranding voor WKK en/of warmte

Kansen

In de SWOT-analyse zijn de volgende kansen aangemerkt:

- Diverse kansen hebben betrekking op het goedkoper inzetten van (lokaal beschikbare) biomassa die om andere redenen vrijkomt, bijvoorbeeld door landschapsonderhoud of het noodzakelijke snoeien bij boom- en fruitteelt. Dit leidt ook tot verkorting van kringlopen. Hier is gerekend met de hypothese dat op deze manier 15% reductie op de brandstofkosten realiseerbaar is. De teelt van biomassa in meervoudig landgebruik is niet meegenomen omdat teelt van gewassen voor energie voorlopig veel duurder is dan de inzet van reststromen.
- Verbetering van de (rest)warmtebenutting (bij gelijkblijvend elektrisch rendement van 23%). In de referentie wordt hier nu 4% aangenomen. Een substantiële verhoging van dit percentage is alleen aan de orde wanneer er een lokale afnemer is die zoveel mogelijk volcontinu voldoende



warmtevraag. Een warmtenet in een woonwijk is wat dat betreft niet aantrekkelijk omdat een woonwijk maar enkele tientallen procenten van de tijd een (piek)vraag naar warmte heeft. Maar in specifieke gevallen met industriële afnemers moet het mogelijk zijn om tot een warmerendement van bijvoorbeeld 50% te komen.

Effecten

Tabel 6 geeft de effecten weer van de genoemde kansen op de OT. Extra warmte-inzet leidt bij WKK tot de sterkste kostendaling. De besparingskansen op grondstofkosten hebben ook effect, dat het sterkst is bij warmteketels alleen, omdat daar brandstof een groter deel uitmaakt van de totale kosten.

Tabel 6 **Effecten van de besproken kansen op de onrendabele top voor biomassaverbranding-WKK.**

Kans	Parameter	Motivering	Effect
Inzet lokale biomassa (WKK)	Grondstofkosten	Kosten -15%	-7%
Gebruik restwarmte (WKK)	Thermisch rendement	Van 4 naar 50%	-28%
Inzet lokale biomassa (warmte)	Grondstofkosten	Kosten -15%	-11%

4.2.6 Techniek 6: Biodiesel

Kansen en effecten

Als zodanig is eigen productie en gebruik van biodiesel aantrekkelijk, omdat de onrendabele top negatief is wanneer met de 'kale' biodieselprijs wordt gerekend. Zelfs wanneer er rekening wordt gehouden met de accijns die een agrariër er naar verwachting op moet betalen is de onrendabele top van circa 25 Eurocent per liter relatief laag. Gemiddeld genomen zijn biobrandstoffen (bij bijmenging in de gangbare brandstofketen) ruwweg 10 €/GJ duurder dan fossiel (met uitzondering van ethanol uit Brazilië waarbij dit gat kleiner is). Wanneer eigen verbruik van biodiesel recht zou geven op een 'bioticket' (het verhandelbare certificaat in het kader van de biobrandstoffenverplichting) zou het een aantrekkelijke optie zijn. Het is echter niet geheel duidelijk of een landbouwbedrijf dat accijns betaalt voor het eigen verbruik van biodiesel ook een bioticket kan innen.

4.2.7 Techniek 7: Wind

Kansen

De belangrijkste kans die de landbouw specifiek heeft voor wind is het eigendom van grond. Investeerders in windenergie die geen eigenaar zijn van de grond betalen (veelal via een pachtconstructie) aan de eigenaar. In deze berekeningen is aangenomen dat de agrariër de grond 'om niet' inbrengt, de molens op bijvoorbeeld weidegrond kunnen worden geplaatst, waardoor per saldo het grondbeslag beperkt is (opbrengstderiving door slagschaduw is hier even buiten beschouwing gelaten). Dat levert een besparing op van 40% van de vaste O&M-kosten. De SWOT analyse bevat ook de suggestie voor agrariërs om elektriciteitsopslag te realiseren en daarmee de onbalans die windenergie veroorzaakt te kunnen bufferen. De onbalanskosten die netbedrijven momenteel in rekening brengen liggen in de orde van 1 €ct per kWh. Voorlopig zijn er geen technieken beschikbaar waarmee op bedrijfsniveau elektriciteit kan worden opgeslagen die concurrerend zijn bij deze onbalansprijs.

Tenslotte bevat de SWOT nog enkele algemene ontwikkelingen, zoals kostendaling van turbines en



schaalvergroting. Deze ontwikkelingen bieden inderdaad uitzicht op kostendaling; de verwachting is dat wind op land met het goedkoper worden van turbines tegen 2020 rendabel kan worden zonder subsidies. Deze ontwikkelingen vallen echter niet binnen de invloedssfeer van de agrarische sector. Daarom zijn deze ontwikkelingen hier niet verder gekwantificeerd.

Effecten

Het effect van inzet van eigen grond is niet verwaarloosbaar (zie tabel 7). Het levert een kostenbesparing op van 12%.

Tabel 7 **Effecten van de besproken kansen op de onrendabele top voor wind.**

Kans	Parameter	Motivering	Effect
Inzet eigen grond	O&M-kosten	-40%	-12%

4.2.8 Techniek 8: Zon PV

Kansen

In de SWOT-analyse zijn de volgende kansen naar voren gekomen:

- Combinatie van PV-installatie en asbestsanering op daken. Door deze activiteiten te combineren kan (indicatief) 50% van de installatiekosten worden uitgespaard. Wanneer ook nog eens financieel gestimuleerd wordt kan dit effect sterker zijn.
- Installatie en onderhoud in eigen beheer. Dit leidt tot 100% besparing op de installatiekosten en spaart ongeveer 1 €ct/ kWh uit op de variabele O&M.
- Het vergroten van het eigen elektriciteitsverbruik, bijvoorbeeld door het elektrificeren van een deel van de machines is mogelijk ook een interessante optie. De referentie rekent met een correctiebedrag gebaseerd op de piekprijzen van de APX; het kleinverbruikerstarief voor agrariërs ligt hier beduidend boven (10 ct/kWh voor grootverbruikers, 20 ct/kWh voor kleinverbruikers; hier is als schatting gerekend met 15 ct/kWh). Het kan echter zijn dat al te veel eigen verbruik zal leiden tot een aanpassing van het correctiebedrag.

Met name bij zon-PV zijn in de komende jaren nog sterke kostendalingen te verwachten. Sommige partijen in de sector verwachten zelfs dat tegen 2020 zon-PV rendabel is 'achter de meter' dus concurrerend tegen het kleinverbruikerstarief. In dat geval zullen sommige onderdelen van de landbouwsector het nadeel hebben dat ze elektriciteit tegen een lager tarief inkopen, waardoor zon-PV minder snel rendabel is.

Effecten

Installatie en onderhoud volledig in eigen beheer realiseren levert de grootste kostenbesparing op (zie tabel 8). Beide andere kansen leiden tot kostenverlagingen van meer dan 5%. Merk overigens op dat de effecten van installatie in eigen beheer en combinatie met asbestsanering niet optelbaar zijn omdat ze (deels) hetzelfde effect veroorzaken.



Tabel 8. **Effecten van de besproken kansen op de onrendabele top voor zon-PV.**

Kans	Parameter	Motivering	Effect
Combinatie asbestsanering	metInstallatiekosten	-50%	-7%
Installatie en oh. eigen beheer	Installatiekosten, O&M-kosten	-100%; -1 €/ct/kWh	-17%
Verhoging eigen verbruik	Correctiebedrag	Helpt productie i.p.v. 0,053 €/kWh	0,15€/kWh-13%

4.2.9 Techniek 9: Zon Thermisch

Kansen

In de SWOT-analyse zijn diverse kansen naar voren gekomen, Enkele daarvan (bijvoorbeeld de combinatie zon-thermisch en zon-PV, gebruik van panelen als dakbedekking) bieden echter geen specifieke kansen voor de landbouwsector. Die kansen zijn er wel voor:

- Combinatie met asbestsanering. Net als bij zon-PV nemen we hier aan dat met deze combinatie de helft van de installeringskosten kunnen worden uitgespaard. Deze installeringskosten zijn geschat op 10% van de totale investering.
- Uitvoering van installatie en onderhoud in eigen beheer. Hiervoor is geschat dat de installatiekosten voor 100% kunnen worden uitgespaard en de O&M-kosten kunnen halveren.

Effecten

Het in eigen beheer aanleggen en onderhouden heeft duidelijk een gunstig effect op de onrendabele top van deze optie. In mindere mate kan ook een verlaging verwacht worden via combinatie met asbestsanering.

Tabel 9. **Effecten van de besproken kansen op de onrendabele top voor zon-thermisch.**

Kans	Parameter	Motivering	Effect
Combinatie asbestsanering	metInstallatiekosten	-50%	-11%
Installatie en oh. eigen beheer	Installatiekosten, O&M-kosten	-100%; -50%	-30%

4.2.10 Techniek 10: KoudeWarmteOpslag (KWO) en warmtepompen

Kansen

De SWOT-analyse laat zien dat er kansen zijn voor WP-KWO in de verwarming van bijvoorbeeld stalruimte, waarbij het voordeel is dat de warmtevraag vrij constant en van een laag temperatuurniveau is. Ook laten studies als IEA (2007) en Harmsen en Harmelink (2008) zien dat een grote variatie is van specifieke kosten voor deze technologie, afhankelijk van schaalgrootte en warmte- en koudevraag.

Effecten

De beschikbare informatie over deze optie biedt onvoldoende mogelijkheden om de belangrijkste kans in dit geval (het warmte- en koudevraagprofiel van bijvoorbeeld stalruimte) goed te kwantificeren. Toch lijkt de conclusie gerechtvaardigd dat deze kans kan leiden tot een verlaging van de onrendabele top ten opzichte



van de referentie van enkele tientallen procenten.

4.3 Conclusies

Het algemene beeld van de doorrekening van de SWOT-analyses is als volgt. De meeste kansen om tot specifieke kostenverlagingen voor duurzame energie in de landbouwsector te komen hebben betrekking op twee principes: het gebruik van resources van binnen het bedrijf en het intern gebruiken van (duurzame) energie. Daarnaast zijn er nog enkele innovatieve kansen.

Gebruik maken van resources binnen het bedrijf

De landbouwsector heeft als inherente kracht dat ze beschikt over grond en gebouwen en dat ze, zo'n beetje als enige sector, biomassa produceert in plaats van consumeert. Voor de biomassa-opties heeft de sector mogelijkheden om tegen relatief lage kosten eigen biomassa in te zetten, in de vorm van gewassen, agro-residuen en mest. Ook de inzet van eigen grond bij windenergie en de inzet van eigen arbeid bij het installeren van PV kunnen onder deze noemer gegroepeerd worden. Het lokaal gebruik van biomassa en het inkorten van kringlopen leidt in de rekenvoorbeelden tot een verlaging van de onrendabele top van 5 tot 10%.

Eigen duurzame energie gebruiken en zo inkoop van fossiele energie vermijden

Een tweede grote groep kansen is het binnen het bedrijf gebruiken van geproduceerde elektriciteit, warmte en transportbrandstof. Het zelf gebruiken van (rest)warmte leidt tot besparingen op de onrendabele top in de orde van grootte van 10%. Momenteel wordt dit effect echter niet specifiek gewaardeerd of gestimuleerd. Het vermijden van inkoop van (fossiele) elektriciteit (die een hogere prijs heeft dan de terugleververgoeding) kan tot substantiëlere verlagingen van de onrendabele top leiden. Ook het overschakelen van het eigen wagen- en machinepark op elektrische energie biedt kansen voor dergelijke kostenverlagingen. De twee geanalyseerde transportbrandstoffen (groen gas en biodiesel) zijn nog interessanter: bij groen gas levert eigen gebruik een mogelijke besparing op van zo'n 50%; eigen productie van biodiesel zou zelfs goedkoper zijn dan fossiel wanneer er geen accijns op de biodiesel zou worden geheven. Een mogelijke belemmering bij eigen gebruik van elektriciteit en transportbrandstof is nog wel dat duurzame energie die binnen het bedrijf geproduceerd én geconsumeerd wordt momenteel buiten stimuleringskaders als de SDE en de biobrandstoffenverplichting blijft (behoudens zon-PV, waar ook eigen verbruik wordt gesubsidieerd).

Kansen voor innovatie

Tenslotte zijn er nog enkele innovatieve ontwikkelingen die kunnen leiden tot een aantrekkelijker kostprijs voor bioenergie. Bij de co-vergistingsopties is dat vooral de opwerking van digestaat tot kunstmestvervanger. Zeker in gebieden met hoge kosten voor de afvoer van mest en digestaat zou opwerking een aantrekkelijke optie zijn. Momenteel zijn er echter nog geen technologieën commercieel beschikbaar die dit kosteneffectief kunnen. Ook ontwikkelingen in de centrale opwerking van ruw biogas tot groen gas kunnen tot een daling van de onrendabele top leiden, al wordt dit effect minder hoog ingeschat dan dat van digestaatopwerking. Tenslotte verdienen het direct gebruik van ruw biogas en bioraffinageconcepten op agrarische schaal aandacht.

Niet-CO₂ broeikasgasemissiereductie

De diverse vergistingsopties, en dan vooral mestvergisting, leidt tot een substantiële reductie van de emissies van methaan uit mest. Omgerekend naar CO₂-equivalenten is dit effect bij mestvergisting zelfs sterker dan de reductie door de productie van duurzame energie. Momenteel wordt dit effect echter niet specifiek gewaardeerd of gestimuleerd.



5 Stimuleringsinstrumenten

Uit de SWOT-analyse en de doorrekening blijkt dat de landbouw diverse mogelijkheden heeft om de onrendabele top van diverse duurzame energie-opties te verlagen. Veel van deze mogelijkheden zullen echter niet zonder meer tot realisatie komen: er is een stimulerende beleidscontext nodig. Soms zijn er praktische barrières die realisatie in de weg staan die via beleid kunnen worden opgeheven; soms passen de mogelijkheden niet goed in het bestaande stimuleringsbeleid. In dit hoofdstuk gaan we daarom kort in op de belangrijkste huidige stimuleringsinstrumenten en bespreken we hoe aanpassingen in dat beleid of aanvullend beleid kunnen helpen de kansen voor duurzame energie in de landbouw te benutten.

5.1 Huidige instrumenten voor duurzame energie

De belangrijkste instrumenten momenteel zijn de Stimuleringsregeling Duurzame Energie (SDE) en de biobrandstoffenverplichting. Daarnaast is het nodige beleid rond duurzame investeringen, ruimtelijke ordening en vergunningverlening van belang, en zijn er twee sectorconvenanten gesloten.

De SDE-regeling

Zoals al aangegeven in hoofdstuk 4 stimuleert de SDE de productie van duurzame elektriciteit en groen gas. De regeling biedt een *terugleverpremie*: voor elke eenheid elektriciteit of groen gas die aan het net wordt geleverd rekent de regeling een subsidie. Dit bedrag is ook afhankelijk van de terugleververgoeding die de producent kan krijgen van het energiebedrijf, waardoor de baten van de producent nauwelijks afhankelijk zijn van ontwikkelingen in de grijze stroomprijs. De regeling rekent geen subsidie voor de elektriciteit die niet aan het net geleverd wordt, behalve in het geval van zon-PV voor particulieren.

De subsidieregeling duurzame warmte biedt onder bepaalde voorwaarden ook stimulering van warmteproductie. Met name consumenten kunnen een aankoopsubsidie krijgen op enkele opties voor duurzame warmte. Het gaat dan om zonneboilers, warmtepompen en micro-WKK. De regelingen hebben een uitgebreide lijst van specifieke merken en types installaties waar de regeling op van toepassing is. De regeling is niet geldig voor andere duurzame warmteopwekking. Daarnaast lijkt de regeling sterk toegespitst op consumenten en minder op agrarische bedrijven.

Jaarlijks reserveert het rijk een budget voor de SDE-regeling, meestal uitgesplitst naar de verschillende duurzame energie opties. De uitputting van dit budget verschilt van jaar tot jaar en per categorie: het budget voor windenergie was bijvoorbeeld het afgelopen jaar niet volledig besteed, terwijl het budget voor de verschillende bio-energieopties vorig jaar was en dit jaar is overtekend. Soms wordt er in de loop van het jaar nog geschoven tussen de verschillende categorieën.

De biobrandstoffenverplichting

Alle bedrijven die vloeibare brandstoffen distribueren in Nederland zijn sinds enkele jaren verplicht om een bepaald percentage biobrandstoffen te leveren. Dit percentage is in de afgelopen jaren geleidelijk omhoog gegaan en staat in 2010 op 4,5%. Voor het overgrote deel worden deze biobrandstoffen bijgemengd in de reguliere fossiele brandstoffen. Het aandeel biobrandstof mag per eenheid brandstof en over het jaar fluctueren: de bedrijven worden over hun jaaromzet afgerekend. Om de verplichting flexibeler te maken zijn er bovendien *biotickets* ingevoerd, verhandelbare certificaten die bewijzen dat een bepaalde hoeveelheid biobrandstof is geleverd. Zo kan een bedrijf dat relatief weinig biobrandstof levert 'rechten' kopen van een bedrijf dat er veel levert. Biotickets hebben dus ook een prijs; er is echter geen transparant handelssysteem waardoor de informatie over deze prijs beperkt is.



Fiscale stimuleringsregelingen: EIA, MIA en VAMIL

Teneinde duurzame investeringen te stimuleren bestaan de regelingen EIA (energie Investerings Aftrek), VAMIL (Versnelde Afschrijving Milieu-investeringen) en MIA (Milieu Investerings Aftrek). Via deze fiscale regeling kan een ondernemer 44% van de investeringskosten in bijvoorbeeld duurzame energie aftrekken van de fiscale bedrijfswinst. Jaarlijks worden voor deze regelingen lijsten gepubliceerd met technieken die voor elk van de regelingen in aanmerking komen. Een knelpunt voor de agrarische sector in deze regeling is dat agrarische bedrijven over het algemeen een sterk fluctuerend resultaat kennen en/of hun winst volledig herinvesteren in het bedrijf. In het verleden zijn er wel leaseconstructies geweest om dit probleem te omzeilen, maar een structurele oplossing zou welkom zijn.

Relevante wet- en regelgeving

Naast de genoemde stimuleringsinstrumenten speelt beleid een belangrijke rol via ruimtelijke ordening en vergunningverlening. Bijvoorbeeld:

- In het kader van de meststoffenwet mag digestaat van co-vergisting pas als 'normale' mest worden beschouwd wanneer er alleen co-substraten zijn bijgemengd die op de zogeheten 'positieve lijst' van het ministerie van LNV staan. In de praktijk is dit nog een beperkende factor voor het inzetten van residuen in een co-vergister.
- De meeste wat grotere investeringen in duurzame energie vereisen ook een milieuvergunning. Zeker wanneer vernieuwende concepten worden toegepast is dit nog wel eens een knelpunt.
- Bij windenergie is ruimtelijke inpassing een blijvend punt van aandacht. Van structuurvisie tot bestemmingsplan moet er ruimte gecreëerd worden voordat een project kan starten.

Energie- en klimaatconvenanten

Voor duurzame energie in de landbouw zijn twee relevante convenanten gesloten: het Convenant "Schone en Zuinige Agrosectoren" (tussen het rijk en de agrosectoren) en de intentieverklaring "Intentieverklaring biomassa uit bos, natuur, landschap en de houtketen" (tussen het rijk, boseigenaren en de houtketen). Deze overeenkomsten regelen vooral de gezamenlijke uitvoering van de beleidsvoornemens.

5.2 Vernieuwingen in het instrumentarium

Om de kansen voor duurzame energie in de landbouw te benutten zijn de nodige aanpassingen en vernieuwingen in het instrumentarium relevant.

'Eigen' gebruik van geproduceerde duurzame energie

Voor elektriciteit, warmte, biodiesel en groen gas kan de sector tegen een lagere onrendabele top duurzame energie produceren wanneer ze ook in het eigen bedrijf gebruikt worden. Dit sluit ook goed aan bij de relatief kleine schaal waarop veel van deze opties (ook vergunningstechnisch) het best binnen het agrarisch bedrijf kunnen worden ingepast. Deze vernieuwing heeft nog het meeste effect op de optie mestvergisting (zonder co-substraat), omdat deze installaties vaak wel in staat zijn om de elektriciteits- en warmtebehoefte van het bedrijf te dekken maar niet om terug te leveren aan het net.

Het grootste knelpunt hier is echter dat eigen productie niet in aanmerking komt voor SDE en biotickets (behoudens zon-PV). Bij biodiesel speelt ook het feit dat eigen productie wel accijnsplichtig is. Om eigen verbruik te stimuleren zou óf een aanvullend instrument kunnen komen of een aanpassing in het huidige instrumentarium:

- De SDE zou het voor meer categorieën mogelijk kunnen maken om eigen verbruik gesubsidieerd te krijgen. Qua uitvoering is dit niet eenvoudig omdat dan in de berekeningen een referentiepercentage voor het eigen verbruik moet worden opgenomen.
- Er kan ook een aanvullende optie of categorie worden gecreëerd voor eigen verbruik. Hiervoor kan dan, analoog aan de SDE-systematiek, een basisbedrag en een correctiebedrag worden berekend.



Voor sommige opties zou overigens ook een investeringspremie analoog aan de subsidieregeling duurzame warmte mogelijk zijn.

- De huidige regelingen (SDE en subsidieregeling duurzame warmte) stimuleren slechts beperkt het (eigen) gebruik van (rest)warmteproductie. De SDE zou hierop kunnen worden aangepast.
- In het geval van biodiesel is de situatie wat asymmetrisch te noemen: hoewel 'eigen verbruik' biodiesel niet in aanmerking komt voor een bioticket is het verbruik wel accijnsplichtig. Gegeven de negatieve onrendabele top is het waarschijnlijk genoeg om ofwel de accijnsverplichting te verminderen ofwel een recht op een bioticket te verlenen om de optie kosteneffectief te maken.

Gebruik eigen grondstoffen

Veel kansen hebben betrekking op het gebruiken van eigen grondstoffen. Het mobiliseren daarvan is uiteraard in de eerste plaats een zaak voor de sector zelf. Wel kan de overheid ondersteunen door bijvoorbeeld slagvaardig te zijn in het verruimen van de positieve lijst voor co-vergisting, en het ondersteunen van (lokale) logistiek rond biomassa. Dat laatste is wellicht ook een provinciale taak.

Duurzaamheid in brede zin

Diverse duurzaamheidsaspecten van duurzame energie worden nu niet verdisconteerd in de stimuleringsregelingen. Twee voorbeelden waar dit tot knelpunten leidt zijn mestvergisting en mestopwerking:

- Mestvergisting lijkt ruwweg hetzelfde kostenniveau te hebben als co-vergisting met mest. De reducties van methaanemissies zijn echter per geproduceerde kWh veel hoger, omdat alle energie uit mest moet komen. Een instrument dat leidt tot beprijzing van de methaanemissiereductie uit mest die vergisting oplevert heeft dan ook de sterkste (positieve) impact op mestvergisting.
- De opwerking van digestaat tot kunstmestvervanger kan leiden tot een substantiële verlaging van het mestoverschot in Nederland. Dergelijke positieve externe effecten worden nu niet beloont; ze zouden ook kunnen worden ondersteund middels voorlichting over het gebruik van opgewerkt digestaat als kunstmestvervanger.

Aangezien deze aspecten raken aan diverse ministeries (EZ voor energie, VROM voor broeikasgasemissies en LNV voor het mestbeleid) is goede samenhang nodig om als overheid als een betrouwbare partij op te treden.

Innovatieve opties

Zeker voor kansen als digestaatopwerking, centrale opwerking van groen gas en direct gebruik van ruw biogas lijken praktijkexperimenten nog nodig om tot realisatie te komen. Deze verdienen dan ondersteuning van de overheid, mogelijk financieel, maar zeker ook door het creëren van speelruimte binnen de vergunnings- en wetgevingscontext. Voor digestaatopwerking is inzet in Brussel voor het aanpassen van regelgeving ook nog van belang (zoals ook al genoemd in de visie biobased economy).





6 Conclusies en aanbevelingen

6.1 Conclusies

Er zijn diverse motivaties vanuit de landbouw sector om duurzame energie te produceren. De beschikbare ruimte, de belangrijke rol als producten van biomassa, verlaging CO₂ en methaanemissies, zijn technische redenen. Maar ook de interesse vanuit de landbouw in additionele takken, het verbeteren van imago en duurzaamheid, het Europese en nationale landbouwbeleid zijn relevant. De economische motivatie zit in de werkgelegenheid die gegenereerd wordt en besparing van energiekosten op het bedrijf, hoewel dit laatste bedrijfsafhankelijk is.

Opties: biomassa biedt de meeste aanknopingspunten

De meeste opties waarin de landbouw een sterke rol kan spelen zijn gebaseerd op biomassa. Dit is op zich niet onlogisch; de landbouw is immers een van de weinige sectoren die zelf biomassa voortbrengt. Daarnaast biedt de ruimte op agrarische grond en gebouwen mogelijkheden voor opties als wind, zon-PV en duurzame warmteopties. In deze technologieën onderscheidt de agrarische sector zich echter niet in grote mate van andere sectoren, waardoor er nauwelijks specifieke kansen voor kostendaling zijn.

Kansen voor kostenverlaging

De belangrijkste mogelijkheden voor kostenverlagingen van duurzame energie in de landbouw maken gebruik van de primaire bedrijfsprocessen;

- Eigen gebruik van duurzame energie, breder dan alleen productie van elektriciteit voor het net, biedt de meeste kansen op kostenverlaging. Eigen gebruik duurzame van energie biedt in brede zin de meeste kansen op kostenverlaging. Het gaat dan om het verhogen van het eigen verbruik van restwarmte, en het vermijden van de inkoop van bijvoorbeeld diesel, gas en elektriciteit door vervanging met biodiesel, biogas en duurzame elektriciteit. Verlagingen van de onrendabele top met tientallen procenten zijn mogelijk; bij een enkele optie (biodiesel) is er zelfs al sprake van een negatieve onrendabele top wanneer niet met accijns wordt gerekend.
- De inzet van eigen resources is een tweede belangrijke groep van kansen op kostenverlaging. Het kan dan gaan om eigen biomassa, agroresiduen en mest en (in mindere mate) grond, dakoppervlak en arbeid. Naast de eigen resources wordt hier ook een breder scala aan inputproducten bedoeld, waaronder gewassen of residuen die op dit moment niet op de positieve lijst staan. Gemiddeld genomen bieden deze kansen een verlaging van de onrendabele top van maximaal een procent of tien.
- Enkele innovaties bieden ook kansen op verlagingen van de onrendabele top met tientallen procenten. Het gaat dan om ontwikkelingen in digestaatopwerking tot kunstmestvervanger en coöperatieve grootschalige opwerking van ruw biogas tot groen gas.

Biobrandstof stimulerend door vrijstelling accijns

Biobrandstoffen realiseren een grote CO₂ reductie. Hoewel de productie afhankelijk zal zijn van de voedselprijzen kan biobrandstofproductie voor het eigengebruik rendabel zijn, mits er accijnsvrijstelling gerealiseerd is.



6.2 Aanbevelingen

Laat instrumenten rekening houden met eigen gebruik duurzame energie

Eigen verbruik van opgewekte energie is een kans voor de sector. Het grootste knelpunt hierbij is echter dat eigen productie op de relatief kleine schaal van het agrarisch bedrijf niet in aanmerking komt voor SDE en biotickets (behoudens zon-PV). Dit geldt ook eens te meer voor eigen warmteverbruik, omdat de SDE van oudsher vooral gefocust is op elektriciteitsproductie, voor opties met een sterke warmteproductie is de regeling minder geschikt. Om eigen verbruik te stimuleren zou óf een aanvullend instrument kunnen komen of een aanpassing in het huidige instrumentarium zoals SDE en biobrandstoffenverplichting.

Stimuleer het gebruik eigen grondstoffen, bijvoorbeeld via verruiming van de positieve lijst

Veel kansen hebben betrekking op het gebruiken van eigen grondstoffen. Het mobiliseren daarvan is uiteraard in de eerste plaats een zaak voor de sector zelf. Wel kan de overheid ondersteunen door bijvoorbeeld slagvaardig te zijn in het verruimen van de positieve lijst voor co-vergisting, en het ondersteunen van het opzetten van (lokale) logistieke ketens rond biomassa. Dat laatste is wellicht ook een provinciale taak.

Maak ruimte voor innovatieve opties

Zeker voor kansen als digestaatopwerking, centrale opwerking van groen gas en direct gebruik van ruw biogas lijken praktijkexperimenten nog nodig om tot realisatie te komen. Ook innovatieve concepten om uit biomassa hoogwaardige componenten te isoleren en alleen de laagwaardige fracties voor energie te gebruiken (bioraffinage) vallen hierin. Deze initiatieven verdienen ondersteuning van de overheid, mogelijk financieel, maar zeker ook door het creëren van speelruimte binnen de vergunningscontext (vooral MER trajecten bij gemeente en provincie kunnen problematisch zijn). Voor digestaatopwerking is inzet in Brussel voor het aanpassen van regelgeving ook nog van belang (zoals ook al genoemd in de visie biobased economy).

Probeer duurzaamheid in brede zin te belonen

Met name de opties waarbij lokale kringlopen beter worden gesloten hebben naast de productie van duurzame energie positieve externe effecten. Dit geldt bijvoorbeeld voor vergisting van mest zonder co-substraat (waarbij methaanemissies sterk worden gereduceerd) en de opwerking van digestaat tot kunstmestvervanger. Het zou goed zijn wanneer dergelijke positieve bijeffecten ook beleidsmatig worden onderkend en ondersteund. Dit vereist goede samenhang in beleid tussen EZ, VROM en LNV.

Maak generieke instrumenten voor investeringen in duurzaam geschikter voor de sector

Meer generieke stimuleringsinstrumenten als EIA, VAMIL en MIA werken over het algemeen via een fiscaal voordeel op de bedrijfswinst. Daarmee kan de landbouwsector er meestal nauwelijks gebruik van maken. Een structurele oplossing voor dit knelpunt zou welkom zijn.



Literatuur

- AgriHolland, *Slechts 4% verantwoorde soja in Nederland, Nederlandse sojacoalitie*, 16 december 2009
- Beinum, A., Westra, S., Verwerken gewasresten, *Mogelijke verwerkingsopties voor de agrarische sector*, Praktijkonderzoek Plant & Omgeving, PPO 530040, januari 2004
- Biogast, *Algemene informatie op www.biogast.nl*, april 2010.
- Bont, C.J.A.M., Everdingen, W.H., Knijf, A. van der, Meulen, H.A.B. van der, *Actuele ontwikkeling van resultaten en inkomens in de land- en tuinbouw in 2009*, LEI, Den Haag, rapport 2009-088, december 2009
- Borm, G.E.L., Geel, W.C.A. van, Voort, M.P.J. van der, Vermeij, I., *Intersectorale samenwerking in de biologische landbouw: Perspectieven koolzaad*, Praktijkonderzoek Plant & Omgeving, januari 2005
- Bosma, Bert, Vermeer, Herman, *Voldoende stro voorhanden*, Praktijkkompas Varkens, blz. 7, maart 2004
- BP/DuPont, *BP-DuPont biofuels fact sheet, biobutanol a better biofuel, 2009*
- BTG, *Energie uit Biomassa, Achtergrondinformatie over beleid, chemie en techniek*, BTG - Biomass Technology Group B.V., Enschede, mei 2005
- CBS, *Duurzame energie in Nederland 2007*, Den Haag/Heerlen, 2008
- Colenbrander, Erik, *Simpel en saai 250 koeien voeren*, Melkvee Magazine, p. 29, 22 februari 2008
- Defra (Department for Environment Food and Rural Affairs), *The facts on biodiesel and bio-ethanol, Renewable biofuels for transport*, July 2003
- Dekker, Ir. P.H.M., Stilma, Dr.Ir. E.S.C., Geel, ing. W.C.A van, Kool, Ir. A. Kool, *LCA Meststoffen, Levenscyclusanalyse van vaste rundermest, runderdrijfmest, digestaat, GFT-compost en kunstmest bij gebruik in de biologische en gangbare landbouw*, Praktijkonderzoek Plant & Omgeving, mei 2009
- Dooren, H.J.C. van, Voort, M.P.J. van der, Timmermans, B.G.H., *Opties voor energieproductie in de biologische landbouw*, Animal Sciences Group, maart 2007
- ECN, www.verbranding.nl, Verbrandingswebsite Nederland, Energieonderzoek Centrum Nederland (ECN), 2007
- Edwards, R., J.-F. Larivé, V. Mahieu and P. Rouveiolles (2006): *Well-to-wheels analysis of future automotive fuels and powertrains in the European context. 2006 update*. Brussels, EUCAR/CONCAWE/JRC.
- Energieboerderij 3, Nieuwsbrief nummer 3, 5 november 2009
- Energieboerderij 2, Nieuwsbrief nummer 2, 20 juli 2009
- Erp, F. van (2010): *Mondelinge mededeling over een praktijkstudie naar gebruik groen gas*. Agentschap NL, 25 maart 2010.
- EU (Europese Unie), *Mid-term review of the Common Agriculture Policy, Impact Analysis*, European Commission, Directorate-General for Agriculture, July 2003
- EuropaBio (The European Association for Bioindustries), *Advanced biofuels, Biofuels factsheet*, May 2009
- FNR, *Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V. (FNR), Biokraftstoffe im Vergleich*, Gülzow, 2006
- *Grootschalige toepassing van kleinschalige, decentrale opwekking*, Nederlandse Energie Data Uitwisseling (NEDU), mei 2009
- Hanschke, C.B.; Uyterlinde, M.A.; Kroon, P.; Jeeninga, H.; Londo, H.M. (2009): *Duurzame innovatie in het Wegverkeer. Een evaluatie van vier transitiepaden voor het thema Duurzame Mobiliteit*. ECN, Petten
- Hoedt, ing. J.M. den, *Inventarisatie knip en snoeihout bij de twaalf Drentse gemeenten*, CV Bosgroep Noord-Oost Nederland u.a., september 2009



- Hulshof, M., *Rijden op slaolie*, Vrij Nederland, 6 augustus 2005
- Horst, R. ter. Agro-NRG, persbericht zonnepanelen op 38 stallen, oktober 2009.
- IEA (2007): *Renewables for heating and cooling; Untapped potential*. Paris, International Energy Agency.
- IFO, Institute for Economic Research at the University Munich, Economic effects of the production of biodiesel for use as fuel, ifo Schnelldienst 59(17), Munich, November 2009
- Jansen & Heuning, Brochure Biomassakachels HKRST 100-3500 kW
- Janssens, B., Prins, H., Voort, M. van der, Smit, B., Annevelink, B., Meeusen, M., *Beschikbaarheid koolzaad voor biodiesel*, LEI, Rapport 6.05.07, ISBN 90-5242-989-8, Den Haag, april 2005
- Kamp, J., Berkum, S. van, Laar, H. van, Sukkel, W. Timmer, R. Voort, M. van der, *Perspectieven van sojaverandering in voer, Op zoek naar Europese alternatieven voor soja*, Praktijkonderzoek Plant & Omgeving, oktober 2008
- Kool, A., Timmerman, M., Boer, H. de, Dooren, H. van, Dun, B. van, Tijmensens, M., *Kennisbundeling co-vergisting*, CLM Onderzoek en Advies, P-ASG, Ecofys, CLM 621-2005, Culemborg, 2005
- Koppejan, J., Elbersen, W., Meeusen, M. Bindraban, P., *Beschikbaarheid van Nederlandse biomassa voor elektriciteit en warmte in 2020*, Eindversie, Procede Biomass B.V., November 2009
- Landwerk, *De omslag van het Europese landbouw- en plattelandsbeleid*, nr. 4, augustus 2003
- LEI, Landbouw Economisch Bericht, Hoofdstuk 5: Landelijk gebied, 2006
- Lensink, S.M., Cleijne, M. Mozaffarian A.E.Pfeiffer, S.L. Luxembourg G.J. Stienstra (2009): *Eindadvies basisbedragen 2010; voor elektriciteit en groen gas in het kader van de SDE-regeling*. ECN/KEMA, Petten/Arnhem.
- LNV, *Het imago van de agrarische ondernemer*, 12 september 2005
- LNV, *Strategische verkenning co-vergisting van mest*, concept eindrapport, Epro Consult, ASG Veehouderij, HoSt, 2007/S 3-003260, januari 2008
- Londo, H. M., *Energy farming in multiple land use: An opportunity for energy crop introduction in the Netherlands*, Universiteit Utrecht, proefschrift, 2002
- Mei, A. van der, *Risks and uncertainties of bioethanol production in the Netherlands, An Exploratory study*, Wageningen Universiteit, Rijksuniversiteit Groningen, December 2006
- Melse, R.W., Buissonjé, F.E. de, Verdoes, N., Willers, H.C., *Quick scan van be- en verwerkingstechnieken voor dierlijke mest*, Animal Sciences Group, November 2004
- Menkveld, M., Beurskens, L. ECN, *Duurzame warmte en koude in Nederland D3* van WP2 van het RES-H Policy project, juni 2009
- Oprel, L., Boomaerts, A.C.M.M., *Eminent emitter, Een verkenning naar de verwachte broeikasgasemissies van agrosectoren in het licht van het instrument emissieplafonnering*, Expertisecentrum LNV, maart 2001
- Praktijkonderzoek Plant & Omgeving, Digestaat, Voor u en het milieu het beste resultaat, Brochure Spade-project
- RLG (Raad Landelijk Gebied), *De boer in de keten: boeienkoning of teamspeler?*, Advies over de positie van primaire producenten in agroketens, publicatie RLG 03/6, ISBN 90-77166-07-6, september 2003
- Schellekens, J. (2008): *Bundeling van de resultaten van de mestvergistingprojecten van de ROB-subsidieregeling*. Uden, DLV.
- Schicker, C., *Ablagerung von asche aus der biomasseverbrennung*, Diplomarbeit, Fachhochschule Augsburg, 2003
- Schlattmann, S., Elbersen, W., Keijmel, J. *Met groene kracht vooruit, Richtinggevend visie voor bio-energie inzet in de glastuinbouw*, Management Samenvatting, Cogen Projects, Wageningen UR, November 2009
- Senter Novem, rapport Innovatie in Energie, juli 2009
- Taskforce WKO, rapport Groen licht voor bodemenergie, maart 2009
- Terbijhe, A., Oltmer, K., Voort, M. van der, *Spin-off Windenergie, Een onderzoek naar de economische, duurzaamheids- en regionale effecten van windenergie*, ACRRES – Wageningen UR,



- rapportcode: AC2009/01, augustus 2009
- Timmerman, M., Dooren, H.J.C. van, Biewenga, G., Mestvergisting op boerderijschaal, Animal Sciences Group (WUR), januari 2005
 - Veeneklaas, F.R., *Anticiperend landschapsbeleid*, Katern 1: Klimaatverandering en klimaatbeleid, Alterra, rapport 1708, issn 1566-7197, 2008
 - Voort, M. van der, Klooster, A. van der, Wekken, J. van der, Kemp, H., Dekker, P., *Co-vergisting van gewasresten, Een verkennende studie naar praktische en economische haalbaarheid*, Praktijkonderzoek Plant & Omgeving, januari 2006
 - Voort, M.P.J. van der, Timmer, R.D., Geel, W. van, Runia, W., Corré, W.J., *Economie van Energiegewassen*, Praktijkonderzoek Plant & Omgeving, april 2008
 - WBGU (German Advisory Council on Global Change), *Future Bioenergy and Sustainable Land Use*, ISBN 978-1-84407-841-7, Berlin, 2009
 - Wolf, M. de, Haan, J. de, Brochure; *Gewasresten afvoeren: utopie of optie?*, Praktijkonderzoek Plant & Omgeving, 2005
 - Zwart, Kor, Oudendag, Diti, Ehlert, Phillip, Kuikman, Peter, *Duurzaamheid co-vergisting van dierlijke mest*, Alterra, rapport 1437, Wageningen, 2006





Internetbronnen

- www.windenergie.nl
- www.senternovem.nl
- www.flevoland.nl
- www.stichtingwarmtepompen.nl – roadmap warmtepompen (sept 2009)
- www.agriholland.nl
- www.beethanol.nl
- www.agrologistiek.nl
- www.senternovem.nl/gave
- www.senternovem.nl/sde
- www.senternovem.nl/duurzamewarmte
- www.nvoe.nl
- www.edsn.nl
- www.corbey.nl – Commissie Duurzaamheidsvraagstukken biomassa
- www.nrc.nl
- www.ltonoord.nl

Geraadpleegde personen

- Frank van Erp,, mondelinge mededeling over een praktijkstudie naar gebruik groen gas. Agentschap NL, 25 maart 2010.
- Fridtjof de Buissonie van Wageningen UR - Livestock Research (vergisting)
- Harm Wemmenhove van Wageningen UR – Livestock Research (warmtepompen melkveehouderij)





BIJLAGEN

Bijlage 1. Nuttige adressen voor initiatiefnemers

Subsidieregeling duurzame energie: www.agentschapnl.nl/sde

Informatie biobrandstoffenregelingen in Nederland: www.agentschapnl.nl/gave

Ondersteuning vergunningverlening vergisters:

http://www.senternovem.nl/mmfiles/Kennis%20van%20collega%27s%20-%20DEN06.06_tcm24-195122.pdf (steunpunt vergunningverlening).

Handreiking Infomil voor vergunningverlening vergisters:

<http://www.infomil.nl/onderwerpen/landbouw-tuinbouw/overige/item-91886/handreiking-0/>

Regeling duurzame warmte: www.agentschapnl.nl/duurzamewarmte

Informatie en contactadres duurzame energie bij LTO:

LTO Nederland: <http://www.lto.nl/nl/25222763-Energie.html>

LTO Noord: http://www.ltonoord.nl/nl/25222803-Duurzame_Energie.html?path=

ZLTO: <http://www.zlto.nl/nl/25222713-Thema%27s.html?path=11000102/>

LLTB: http://www.lltb.nl/templates/dispatcher.asp?page_id=1425088

Informatie en rekentool voor warmtewisselaars in het melkveebedrijf:

<http://www2.asg.wur.nl/NL/Producten/Veehouderij/Software/Warmwaterenergie-ww/>

Informatie van Wageningen UR over mestverwerking en vergisting:

<http://www.mestverwerken.wur.nl/>

ACRRES (ondersteuning en kennisontwikkeling) www.acrres.nl





Bijlage 2. Energieopwekking bij landbouwboubedrijven

Tabel 10. Aantallen landbouwbedrijven met energieopwekking (Bron: CBS landbouw telling).

Alle bedrijven (2003)	Akkerbouw	melkvee	overige graasdieren	intensief	overige landb	glas tuinb	overig tuinb	Nederland
Totaal aantal bedrijven	12,611	22,857	18,978	7,083	7,689	7,160	9,123	85,501
Windenergie	189	135	33	18	56	10	16	457
windenergie aan derden	160	115	28	13	41	5	12	374
zonnecollectoren	23	147	42	20	23	4	13	272
Biomassa	6	8	2	7	6	0	8	37
Energieteelt	8	0	3	0	2	4	1	18
Grondbuizen	0	3	2	40	7	14	2	68
Warmtepomp	9	718	20	71	38	17	19	892
koud-warmte opslag	1	164	5	17	3	214	9	413
Alle bedrijven (2005)	Akkerbouw	melkvee	overige graasdieren	intensief	overige landb	glas tuinb	overige tuinb	Nederland
Totaal aantal bedrijven*	12,358	21,328	18,637	7,216	7,262	6,396	8,633	81830
Windenergie	214	139	31	16	49	2	26	477
windenergie aan derden	194	127	22	8	43	2	22	418
Zonnepanelen	20	296	71	8	25	4	17	441
zonnecollectoren	25	143	48	14	26	4	10	270
Biomassa	11	8	7	11	6	2	9	54
Energieteelt	18	3	7	2	7	9	3	49
Grondbuizen	1	6	3	37	8	17	3	75
Warmtepomp	2	605	21	72	30	10	19	759
Koud-warmte opslag	1	198	12	12	7	127	5	362

* In deze tabel staan alleen de aantallen ondernemers die hebben aangegeven zelf geïnvesteerd te hebben in duurzame energie. Er zijn echter ook bedrijven die voor andere in duurzame energie geïnvesteerd hebben. Deze aantallen zijn niet weergegeven in de tabel, want hierbij gaat het vaak om slechts enkele bedrijven per optie. Een uitzondering hierop vormt windenergie. Bij windenergie gaat het wel om een substantieel aantal ondernemers die wel een windmolen hebben staan, maar waarbij de exploitatie voor een derde is. Het kan hierbij gaan om een akkerbouwer die zijn grond verhuurd aan een projectontwikkelaar.





Bijlage 3. Overzicht vrijkomende biomassa uit de landbouw

De akkerbouw en de melkveehouderij gebruiken de beschikbare ruimte om (voeder)gewassen te telen. Hiermee wordt veel biomassa geproduceerd, welke niet volledig als voedsel voor de mens of als voer voor dieren wordt ingezet. De onderstaande tabellen geven een beeld van de hoeveelheden biomassa en oogstbaar product.

Tabel 11. **Areaal aan akkerbouw en tuinbouw gewassen in Nederland.**

Gewas	Oppervlakte (ha)	Oogstbaar product (kg/ha)	Gewasresten (kg/ha)	Droge stof hoeveelheid (kg/ha)	Stikstof hoeveelheid (kg/ha)	Hoeveelheid gewasresten in NL (per ton)	Hoeveelheid stikstof in NL(ton)
Aardappelen	179.200	50.000	n.b.	1.000	20	-	3.584
Suikerbieten	114.000	55.000	n.b.	4.000	120	-	13.680
Wintertarwe	137.000	8.000	n.b.	5.000	45	-	6.165
Uien	15.600	52.000	3.120	1.039	5	48.672	83
Doperwten	4.400	4.800	38.000	6.300	188	167.200	827
Prei	4.200	33.250	37.495	3.525	112	157.478	472
Tuinbonen	1.000	6.000	16.860	n.b.	71	16.860	71
Spinazie	1.800	21.000	14.910	701	34	26.838	62
Peen	6.700	71.250	19.238	2.886	87	128.891	580
Bloemkool	2.100	29.000	37.120	3.526	134	77.952	281
Witte kool	n.b.	78.000	41.340	4.341	87	-	-
Ijssla	1.042	33.000	21.450	1.073	45	22.351	47
Andijvie	276	37.500	18.750	1.219	34	5.175	9
Spruiten	4.388	18.000	23.400	4.680	126	102.679	554
Rode kool	n.b.	33.785	26.690	2.776	99	-	-

Bron: Beinum, 2004

Naast akkerbouwgewassen kent de melkveehouderij een nog groter areaal aan grasland. Op basis van CBS gegevens zijn de volgende gegevens met betrekking tot grasland bekend.

Tabel 12. **Grasland; oppervlakte en opbrengst.**

	Oppervlakte grasland		Verwerking gemaaid gras tot:				Oogst/kuilgras	
	Totale oppervlakte grasland	Totale gemaaide oppervlakte grasland	Kuilgras	Hooi	Zomerstalvoeding	Overig	Totale oogst	Droge stofgehalte
Jaar	X 1.000 ha		%	%	%	%	mln kg ds	%
2005	980	1.965	86	6	6	2	4.323	17
2006	997	2.613	87	8	4	1	4.320	16
2007	990		88	5	3	4	4.803	
2008	982	2.358	93	4	1	2	4.878	

Bron: CBS statline 2009

Voor de bloembollensector zijn ook gegevens bekend over gewassen en gewasresten.



Tabel 13. **Overzicht van biomassa voor bloembollengewassen. Versgewicht van de verschillende plantedelen en de daaruit berekende productie (ton per ha).**

Gewas	Areaal ¹ in ha	Oogstbaar bol/knol (kg/ha)	(in Loofrest (kg/ha)	(in Bloemrest (in kg/ha)	Totaal organisch afvalmateriaal (in kg/ha)
Dahlia	n.b.	29.600	16.700	21.300	38.000
Gladiool	1.172	74.700	53.300	21.500	75.000
Hyacint	1.123	51.300	19.500	-	19.500
Iris	547	25.300	5.800	-	5.800
Krokus	677	43.400	8.200	-	8.200
Lelie	4.146	32.300	10.400	-	10.400
Narcis	1.917	55.900	23.100	3.500	26.700
Tulp	10.888	43.400	12.800	5.300	18.100

Bron: Van der Voort et al., 2006

Tabel 14. **Hoeveelheid gewasresten bij verwerking.**

Gewas	Pelafval (kg/ha)	Uitval en overschot (5%) (kg/ha)	Totaal organisch afvalmateriaal (kg/ha)	Totaal afvalmateriaal in NL (in ton)
Hyacint	1.400	1.300	2.700	3032
Lelie	5.000	1.300	6.300	26.120
Narcis	1.500	2.700	4.200	8051
Tulp	2.800	1.300	4.100	44.641

Bron: Van der Voort et al., 2006

Naast de hoeveelheden aan gewasresten bij de teelt van bolgewassen, ontstaat er ook organisch afval materiaal bij de verwerking van bolgewassen.

Gewasresten die achterblijven op het perceel kunnen zorgen voor uitspoeling van nitraat naar grondwater. Uitspoeling van nitraten is schadelijk voor de grond- en oppervlakte waterkwaliteit. In eerdere studies is gekeken naar de mogelijkheden om deze gewasresten af te voeren en voor alternatieve toepassingen, o.a. energie, aan te wenden. In de perspectievenstudie 'gewasresten afvoeren, utopie of optie?' (De Wolf, 2005) zijn de hoeveelheden aan gewasresten verder uitgewerkt.



Tabel 15. **Hoeveelheid stikstof in bovengrondse gewasresten van gewassen met meer dan 50kg N/ha in Nederland.**

Gewas	Oppervlakte Ha	Bovengrondse gewasresten		Vers gewicht Kg/ha	Miljoen in NL	Droge stof %
		Stikstof kg stikstof/ha	Stikstof in NL			
Suikerbieten	102.787	174	17.885	32.300	3.320	15
Koolsoorten	10.413	206	2.145	40.000	417	10
Doperwtten	6.033	194	1.170	34.000	205	15
Korrelmaïs	24.547	70	1.718	25.000	614	30
Peen	8.269	99	819	11.000	31	15
Groene bonen	4.145	61	253	17.000	92	15
Prei	3.241	62	201	17.600	73	16
Groene erwtten	2.075	74	154	22.000	71	11
Spinazie	1.036	62	64	2.000	4	85
Voederbieten	636	92	59	9.000	9	8
Gladiolen knollen	972	126	122	49.000	48	20

Bron: De Wolf, 2005

Voor de verdere verwerking van aardappels en peen worden producten gesorteerd op of nabij het bedrijf. Hierbij komt gemiddeld 5% uitgesorteerd productvrij (mondelijke mededeling dhr. C. Bus). Deze uitgesorteerde producten worden nu veelal afgezet als veevoer. Teveel aardappels (zetmeel en weinig structuur) kan leiden tot pensverzuring en lebmaagverdraaiing (Colenbrander, 2008). Het voeren van vb. uitgesorteerde aardappels moet daarom wel binnen een evenwichtig rantsoen gebeuren. Wanneer voor aardappels de volledige 5% het uitgesorteerd product wordt ingezet als biomassa betekent dit voor Nederland een beschikbaarheid van 448.000 ton aardappels.

Geschikte biomassa is in Nederland in mindere mate voorhanden dan mest. Met de beschikbare biomassa en het toevoeren van 50% biomassa aan co-vergistingsinstallaties kan de duurzame energieproductie door co-vergisting met een factor 10 tot 20 worden opgeschaald (LNV, 2008).

De afvoer van nutriënten van de boerderij met gewassen die gebruikt zijn voor de co-vergisting is nihil, zodat alleen daardoor al de nutriënten kringloop op de boerderij beter gesloten wordt. Tenminste, als het product van de vergisting, het digestaat, op een zorgvuldige wijze wordt gebruikt voor de bemesting. Dat effect kan zelfs nog verbeteren indien niet alleen speciaal geteelde gewassen voor de vergisting worden gebruikt, maar ook zoveel mogelijk gewasresten. Nu worden gewasresten meestal ondergeploegd waarna ze worden afgebroken en voedingsstoffen mineraliseren. Een deel van de nutriënten kan na mineralisatie gebruikt worden door het volgende gewas maar een dele gaat verloren door uitspoeling (Zwart et al., 2006).

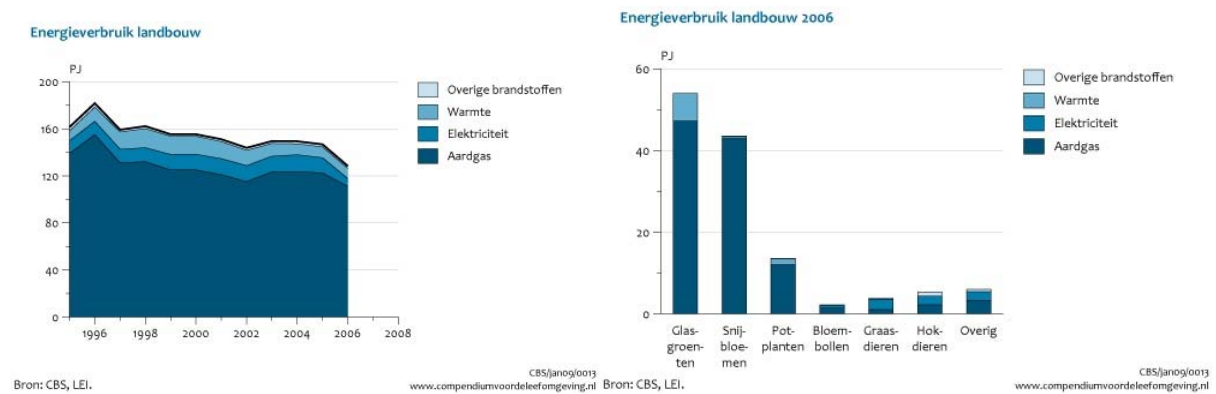
Kool et al. (2005) benoemen drie effecten van co-vergisting in relatie tot broeikasgasemissies. Met opwekking van elektriciteit en warmte kan gebruik van fossiele energiedragers en daarmee gepaard gaande CO₂ emissies vermeden worden. Verder wordt methaanemissie uit de mestopslag vermeden door een veel 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. Tenslotte heeft de veranderde samenstelling van het digestaat t.o.v. onvergiste mest 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 (Kool et al., 2005).



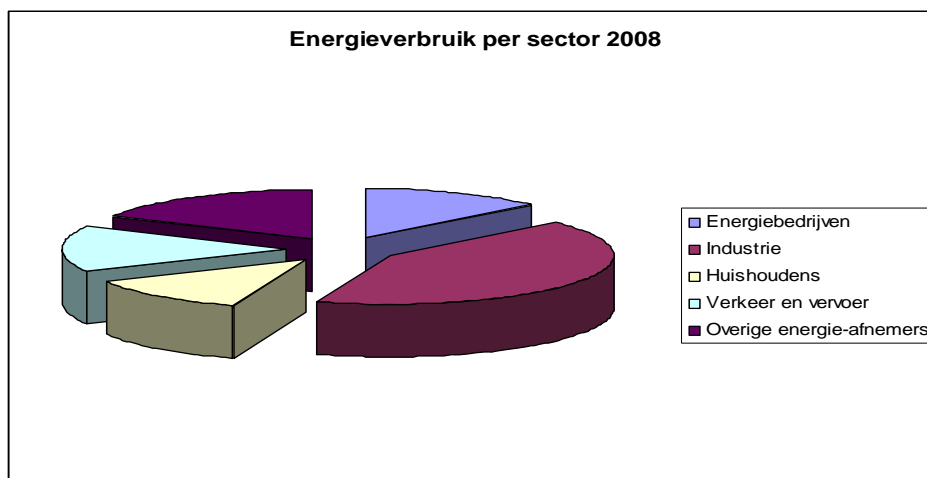


Bijlage 4. Energiegebruik landbouwsector

Als referentie wordt hieronder eerst het energieverbruik van de land- en tuinbouw kort uiteengezet. De land- en tuinbouw afgezet tegen overige sectoren met betrekking tot het binnenlandse energieverbruik laat een volgend beeld zien. De land- en tuinbouw valt onder overige energieafnemers, samen met bouw, handel, diensten en overheid.



Figuren 1. **Energieverbruik landbouw en per sector (bron: CBS/MNC/sept09).**



Figuur 2. **Binnenlands energieverbruik per sector 2008 (bron CBS/MNC/sept09).**

De grootste energiebron is aardgas. De glastuinbouw is de grootste energieverbruiker binnen de landbouw, maar wordt niet meegenomen in deze studie. Bij een analyse van de uitstoot van broeikasgasemissies speelt naast verbruik van fossiele brandstoffen ook emissies van methaan en lachgas uit mest of gewasresten een rol. Methaan en lachgas zijn respectievelijk 25 en 298 maal sterker broeikasgas ten opzichte van CO₂ (Dekker et al., 2009). Dit is geen onderdeel van het onderzoek, maar geeft wel inzicht in het energieverbruik.

Het energiegebruik op landbouwbedrijven wordt niet concreet bijgehouden. Op veel bedrijven wordt slechts 1 keer per jaar de meterstand gemeten. Door de CBS gegevens (2009) te koppelen aan het gemiddelde gebruik van de bedrijven die in LEI Binternet (2008 voorlopig) zitten is een schatting te maken van het totale verbruik.



LEI Binternet gaat uit van 3 categorieën. 3-70, 70-150 en groter dan 150 nge. Door het gemiddelde gebruik per categorie te koppelen aan het aantal bedrijven is een grove inschatting te maken van het totale energiegebruik in de sector. De circa 5% kleinste bedrijven van 3 tot 40 nge zijn uit de berekening weggelaten, we gaan er vanuit dat dit vooral nevenbedrijven, stoppers en hobbybedrijven zijn.

Tabel 16. **Elektragebruik in de landbouwsector.**

	aantal bedrijven	elektra (totaal kWh)	elektra / bedrijf
akkerbouw (93%)	4,765	133,151,500	27,944
vollegrondsgroenten (94%)	410	44,574,380	108,718
melkvee (96%)	20,510	727,233,000	35,457
Total	25,685	904,958,880	
sectorgemiddelde		35,233	

Middels deze voorzichtige inschatting komt het gemiddelde elektragebruik uit op ruim 35.000 kWh per bedrijf. Er dient wel opgemerkt te worden dat de verschillen tussen bedrijven aanzienlijk zijn. Zie tabel 17 hieronder voor het energiegebruik op akkerbouwbedrijven.

Tabel 17. **Elektragebruik op akkerbouwbedrijven.**

(IN NGE)	grootte bedrijven (> 40 nge)	van CBS 2009 aantal bedrijven	LEI 2008 gem elektra	Binternet tot elektra (kWh)
(7% kleinste weggelaten)	40-70 nge	1,680	6,100	10,248,000
Akkerbouw	70-150 nge	2,170	23,200	50,344,000
	>150 nge	915	79,300	72,559,500
	totaal	4,765		133,151,500



Bijlage 5. Techniekbeschrijving Co-vergisting

Bij co-vergisting wordt een cultuur van anaërobe micro-organismen toegepast voor het afbreken van de organische stof uit de drijfmest en het co-substraat. Door de verschillende afbraakstappen ontstaat het product biogas, dat voor 55 – 60% bestaat uit methaan (CH_4), circa 35-40 % kooldioxide CO_2 en een kleine hoeveelheid zwavelwaterstof (H_2S). H_2S is een zeer giftig en corrosief gas dat leidingen aantast en zeer slecht is voor het milieu. Voor de verbranding dient het H_2S verwijderd te worden uit het biogas. De meest eenvoudige manier is de biologische omzetting, waarbij bacteriën boven in de mestvergister met toevoeging van lucht de H_2S omzetten in elementair zwavel. Er zijn wel betere, zekerder gasreinigingssystemen, zoals waterrijzer toe te voegen in de vergister. Het geproduceerde biogas gaat naar de warmtekrachtkoppeling (WKK) om het CH_4 te verbranden, waarbij energie in de vormen elektriciteit en warmte ontstaat. Bij zeer grote installaties kan het aantrekkelijk zijn om het biogas op te werken naar aardgaskwaliteit en dit te leveren aan het gasnet of in te zetten als transportbrandstof.

Co-vergisting kan op basis van procestemperatuur worden ingedeeld in 2 categorieën: mesofiel ($30\text{-}38^\circ\text{C}$) en thermofiel ($45\text{-}55^\circ\text{C}$). Een hogere temperatuur geeft een snellere en hogere mate van afbraak van organisch materiaal en dus een hogere biogasproductie. Bij thermofiel vergisten is een probleem dat de procesbeheersing veel complexer is en er eerder storingen in het proces optreden. Thermofiele vergisting wordt dan ook alleen bij grote vergister toegepast, waar veel toezicht en kennis van de vergister is. De meeste co-vergisters op agrarische bedrijven worden mesofiel bedreven, omdat daar minder toezicht en kennis is. Door de lagere temperatuur zal het langer duren voor het afbreken van het organisch materiaal en vooral de afbraak van de complexere verbindingen, zoals vezelrijk materiaal en lignocellulose, duren langer. Hierdoor wordt er vaak een navergister gebruikt met een lange verblijftijd.

Het restproduct wat ontstaat bij vergisting wordt digestaat genoemd en lijkt qua samenstelling veel op drijfmest. Enkele belangrijke verschillen zijn een verminderd percentage organische stof en een toename van ammonium stikstof en de daarmee gepaard gaande pH stijging van het digestaat. Het digestaat wordt in de meeste gevallen aangewend als mest door het emissiearm uit te rijden. Daarnaast kan het worden geëxporteerd na hygiënisatie met restwarmte of het digestaat kan worden gescheiden waarna de dikke fractie afgezet wordt en de dunne fractie verder verwerking ondergaat.

Vergunningen

Voor het bouwen van een vergister zijn milieu- en bouwvergunningen verplicht. Voor de aanvraag van vergunningen dient duidelijk te zijn hoe de vergister eruit komt te zien en wat erin verwerkt wordt. De input van de vergister is te onderscheiden in mest en co-substraat. De mest kan afkomstig zijn van eigen bedrijf of aangevoerd worden van buiten het bedrijf. Voor co-substraat geldt hetzelfde. Bij de bouwvergunning wordt er getoetst op het streek- of bestemmingsplan. Daarnaast dient de installatie te voldoen aan alle veiligheidseisen, waarvan brand- en explosieveiligheid het belangrijkste zijn. Vanaf 2010 zal de Wet Algemene Bepalingen Omgevingsrecht (WABO) worden ingevoerd ter vervanging van vergunningen.

Grondstoffen

Voor co-vergisting wordt gebruik gemaakt van mest met toevoeging van een of meer co-substraten. Als co-substraten kunnen veel verschillende biomassastromen gebruikt worden, zoals maïs, gerst, aardappelen etc. De producten die toegevoegd mogen worden, staan op een zogeheten positieve lijst, samengesteld door het ministerie LNV. Voor afzet van het digestaat als meststof is het vereist dat minimaal 50% van het te vergisten materiaal uit mest bestaat en het co-substraat op de positieve lijst staat. De co-substraten die momenteel toegepast worden, worden veelal apart geteeld voor de vergisting. Hierdoor concurreren veel co-substraten met de andere toepassingen van gewassen, die op dat perceel geteeld kunnen worden. Veel reststromen zijn geschikt voor co-vergisting. Voorbeelden van reststromen die op de positieve lijst staan



zijn glycerine (restproduct bij productie van biodiesel), uitgekakte levensmiddelen, aardappelstoomschillen, etc.

Voor het garanderen van de kwaliteit en de afzetmogelijkheden van het digestaat is de samenstelling van co-substraat van belang. Producten op de positieve lijst voldoen aan de eisen van samenstelling en kunnen zonder probleem aan de vergister gevoerd worden. Daarnaast zijn er veel producten die niet op de lijst staan, omdat deze producten nog niet onderzocht zijn. Als deze co-producten niet op de positieve lijst staan, dan kan het digestaat volgens de Meststoffenwet niet als meststof worden toegepast maar als afvalstof. Hiermee valt het onder het afvalstoffenregiem, is een ontheffing nodig en zijn er hoge afzetkosten. Bij besmetting van de grondstoffen of bij vergisting van gecategoriseerd materiaal, zoals producten van dierlijke afkomst die niet op de positieve lijst staan, is het noodzakelijk om een pasteurisatie- of sterilisatiestap uit te voeren. De regelgeving rondom de sanitatie van verschillende materialen is opgesteld in de Europese dierlijke bijproductenverordening, waarop de Voedsel en Waren Autoriteit (VWA) in Nederland toezicht houdt.

Rendement

De economisch rendabele installaties beginnen bij een verwerkingscapaciteit van 5.000 tot 10.000 ton per jaar, met een bijbehorend elektrisch vermogen van 250 tot 500 kW. De rentabiliteit is natuurlijk sterk afhankelijk van het soort voeding en opbrengst van elektriciteit en eventuele benutting van warmte. De voeding van de installatie is van belang voor de opbrengst en samenstelling van biogas. Met co-substraten kunnen de grootste verschillen worden gemaakt, zo levert een ton gras ca. 70 m³ biogas op en een ton aardappelschillen al ca. 120 m³. Met het type mest is er ook een verschil in opbrengst en verder speelt de bedrijfsvoering van de installatie een rol in de opbrengst van biogas.

Naast opbrengst is de kostprijs van substraat van belang voor het rendement. Zo ligt de kostprijs van de meest toegepaste co-substraten op €25 per ton, wat overeenkomt met +/- 37% van de totale kostprijs. Vanuit dit perspectief is het toepassen van reststromen of afval ook zeer geschikt. De opbrengst van een kWh elektriciteit is sterk afhankelijk van de SDE (Stimuleringsregeling Duurzame Energieproductie) subsidie. In 2009 bedraagt het basisbedrag SDE 15,2 €ct per kWh elektriciteit en 17,7 €ct bij maximale warmtebenutting. Bij de levering van gezuiverd biogas aan het aardgasnet is de SDE 58,3 €ct per Nm³.



Bijlage 6. Tankstations voor biobrandstoffen

Figuur 3. **Overzicht tankstations.**



Bron [www:/ FUELswitch.nl](http://www:/FUELswitch.nl)





Bijlage 7. Warmteterugwinning en WKO in de landbouw

In de landbouwtelling van 2007 geven slechts 6% van de melkveehouders aan een warmteterugwinningsinstallatie te hebben. Uit een eigen inventarisatie van het CBS (Duurzame energie in Nederland 2007) blijkt echter dat installateurs in de sector er van uitgaan dat op 30% van de bedrijven warmteterugwinning bij melkkoeling wordt gedaan. Blijkbaar heeft een groot deel van de melkveehouders de vraag over warmteterugwinningsinstallatie in de landbouwtelling van 2007 over het hoofd gezien, aldus het CBS. (Wageningen UR- PPO: en dus blijkbaar ook in 2005) Het CBS gaat er vanuit dat op 30% van de melkveebedrijven (35-36% van het aantal melkkoeien) er een warmteterugwinningsinstallatie aanwezig is. Dit aantal blijft stabiel. Het gemiddelde vermogen van de installatie is geschat op 16 kW. Men gaat uit van een levensduur van 15 jaar voor een warmtepomp.

Er wordt onderscheid gemaakt tussen zes typen warmtepompen:

- 1) elektrische standaardwarmtepompen (ruimteverwarming)
- 2) elektrische combiwarmtepompen (ruimte- en tapwaterverwarming)
- 3) elektrische warmtepompboilers (verwarming tapwater)
- 4) elektrische omkeerbare warmtepompen (verwarming en koeling)
- 5) gasaangedreven warmtepompen (gebruiken gas als aandrijfenergie, de andere elektra)
- 6) warmteterugwinning bij melkkoeling. (warmte uit melk voor tapwater verwarming)

Ook het aantal agrarische bedrijven die aan koude- en warmteopslag doet is in de periode 2003-2005 gedaald van 413 naar 362, een afname van circa 13%. Ook hier is het aantal melkveehouders, met 164 stuks in 2005 (45%) relatief hoog. De meeste koude-warmteopslagen, 214 stuks (59%) zijn er in de glastuinbouw. De glastuinbouw valt echter buiten dit onderzoek.

In de vakbladen is er in de intensieve veehouderij echter wel een voorzichtige toename te zien van het gebruik van warmtepompen. Vaak pompt men aan de ene kant van de stal warm water op en aan de andere kant van de stal wordt het water weer teruggepompt in de grond. De grond fungeert dan als acquirer.

Kansen zijn er voor (voorkoelen van agrarische producten), in de winter verwarmen en in de zomer verkoelen van gebouwen. Een warmtepomp kan vanwege zijn directe oproepbaarheid (wel/niet aan) een mooie aanvulling zijn op een zonneboiler en zonnecollector.

Vergunningen

In het rapport groen licht voor bodemenergie (maart 2009), heeft de Taskforce WKO 7 kansen uitgewerkt om warmte-koudeopslag een stimulans te geven. De taskforce wil procedures waar mogelijk versimpelen. In 'groene' gebieden met weinig andere belangen gaan voor open en gesloten systemen gaan algemene regels gelden. Dit betekent dat de toepassing slechts hoeft te worden gemeld, waarbij een aantal eenvoudige criteria wordt gehanteerd. Hieronder vallen de meeste onbelaste landelijke en stedelijke gebieden. In 'oranje' gebieden moet wel een vergunning worden aangevraagd en in rode gebieden, wordt in principe geen vergunning afgegeven, uitzondering op de regel alleen bij maatwerk. Dit kan bijvoorbeeld het geval zijn bij 25-jaarszones van waterwingebieden.

Opvallend is dat de warmtepomp in 2 jaar tijd fors aan populariteit verloren heeft. Dit is volgens Harm Wemmenhove van Wageningen UR – Livestock Research als volgt te verklaren.

- Volgens bijgaand CBS overzicht worden de meeste warmtepompen (80%) gebruikt in de melkveehouderij. In de periode 2003-2005 is het aantal warmtepompen volgens het CBS met 16% (113 stuks) afgenomen, maar het aantal melkveebedrijven is in dezelfde periode met 7% (1.529



bedrijven) afgenomen (vooral kleinere ondernemingen zijn gestaakt).

- Agrariërs moeten zelf de CBS enquête invullen, als de vraagstelling niet geheel duidelijk is geweest dan kan het zijn dat ze het niet (correct) invullen. Want wat is precies een warmtepomp? Veel melkveehouders doen aan warmteterugwinning in het koelsysteem, dit gaat via een warmtewisselaar, maar moet je dit voor het CBS ook opgeven als warmtepomp?
- Warmteterugwinning gebeurt vooral bij kleinere melkveebedrijven, met 60-70 koeien, zonder aardgasaansluiting en een woonhuis dat dicht bij de stal (melktank) staat. Het is juist deze groep van melkveehouders met een klein(er) bedrijf die stopt met het bedrijf.
- Vanaf 2001 (en vooral in 2003-2004) zijn de CFK gassen (R22 en R12) vervangen door nieuwere gassen met een iets lager rendement. Hierdoor zal het animo voor warmtepompen / warmtewisselaars dalen.
- Bij nieuwe en grotere bedrijven komt het huis vaak net iets verder van de stal te staan, met als gevolg warmteverlies. Als er wel een gasaansluiting aanwezig is, dan kan er minder bespaard worden, dan wanneer het woonhuis met stookolie verwarmt wordt. Ook is het rendement afhankelijk van het privégebruik. Bij een gering privégebruik en veel (overschot aan) beschikbare warmte, dan zal het rendement dalen, omdat niet alle warmte benut wordt.
- Bij een forse investering in het bedrijf (enkele tienduizenden euro's) zal een geringe besparing in privé (enkele honderden euro's) al snel geschrapt worden.
- Tot slot is de trend in de melkveehouderij bij nieuwbouw dat warmteterugwinning is afgenomen, maar dat voorkoeling is toegenomen.



Bijlage 8. Uitgewerkte SWOT van besproken technieken

Inleiding

In deze bijlage worden de 10 besproken technieken verder uitgewerkt. In hoofdstuk 3 zijn in de SWOT tabel in een oogopslag de voor- en nadelen voor de landbouw op een rij gezet. In deze bijlage vindt u de uitgeschreven tekst van de belangrijkste sterkten & zwakten en kansen en bedreigingen.

Co-vergisting (algemeen)

Sterktes

- Bekende techniek, wordt in Nederland op 100 installaties toegepast en nog heel veel meer in het buitenland
- Grondstoffen voor vergisting (mest en co-substraat) zijn binnen de landbouw in ruime mate beschikbaar;
- Opwekking van groene en duurzame energie door het co-vergisting;
- Door het winnen en verbranden van methaan, is er minder uitstoot van het broeikasgas methaan (factor 21 schadelijker dan CO₂) uit de opslag van mest, omdat door het gebruik van mest in de vergister de mest minder lang wordt opgeslagen in de mestkelder. Daardoor heeft digestaat bij aanwending een beperkte uitstoot van methaan
- Beschikbaarheid van subsidie bij levering van elektriciteit of biogas zorgt voor financiële basis tot een rendabele exploitatie. Zonder subsidie is een vergister eigenlijk niet financieel rendabel te krijgen;
- Goede bemestende waarde bij toepassing van digestaat (PPO, Spade-project);

Zwaktes

- Vergisting leidt met enkel mest tot beperkte biogasproductie. Co-substraat verhoogt die productie substantieel;
- Co-vergisting vergt meer arbeid / aandacht dan windenergie of zonne-energie. Dagelijks vakkundig vullen van de vergister is noodzakelijk voor goed functioneren van de vergister (Timmerman, 2005 en Terbijhe, 2009);
- Vergister kan veelal slecht tegen snelle wisselingen van co-substraat. Stabiliteit van proces is sterk afhankelijk van (jaarrond) beschikbaarheid van co-substraat of het overschakelen vergt veel tijd (enkele weken);
- Veel ruimte nodig voor co-vergistingsinstallatie en een groot opvallend bouwwerk;
- Aanvraag van bouw- en milieuvergunning noodzakelijk (afhankelijk van schaalgrootte);
- Aanvoer van mest of co-substraat van buiten het bedrijf, geeft veel transportbewegingen;

Kansen

- Energiebouwplannen, o.a. voor de teelt van co-producten;
- Veel verschillende soorten restproducten kunnen in principe als co-substraat worden toegepast, vooral restproducten uit de agrarische- en voedselsector;
- Productieoverschotten kunnen nuttig aangewend worden als co-product in co-vergisters (of in industriële vergisters). Voorbeelden van overschotten zijn toepasbaar op AVEBE en Cosun. AVEBE wil vanaf 2012 de aanvoer van zetmeelaardappels met 20% beperken. Ten opzichte van 2008 komt er in Groningen en Drenthe 9.200 ha hectare vrij voor andere gewassen. Ook de suikerbietenenteelt staat onder druk, Cosun heeft in december 2009 laten weten 40.000 ton bieten door te moeten schuiven;
- Gewasresten zoals aardappelloof, bietenloof en witlofpennen worden in de landbouw niet verder gebruikt en kunnen als co-substraat ingezet worden. Aanpassingen aan het oogstmateriaal is wel



noodzakelijk voor het verzamelen van loof. Nadeel is de seizoensgebonden beschikbaarheid. Kans is vermindering aan verliezen van nutriënten (o.a. uitspoeling naar grondwater) gedurende de winterperiode. Knelpunt is mestwetgeving. Het uitwisselen van gewasresten (nutriënten) vindt veelal plaats tussen bedrijven;

- Afvoer van gewasresten van het veld is technisch mogelijk en kan redelijk kostenneutraal, deze gewasresten kunnen dienen als co-vergistingmateriaal voor de opwekking van extra biogas. Op het veld wordt de vorming van lachgas door verrotting van gewasresten voorkomen. Na de vergistingsslag; beperking lachgasuitstoot, energieopwekking (elektra en warmte) of biogas, kan het restmateriaal digistaat weer terug naar de kavel als meststof. Zo lang de afvoer van meststoffen niet gecompenseerd mag worden met aanvoer van digistaat zal het organische stofgehalte in de grond afnemen, dit is een ongewenste ontwikkeling.
- Mogelijkheid om gewassen te telen voor vergisting op areaal, welke alleen voor vroege gewassen gebruikt wordt, zoals tulpen, graszaad, gerst, enz.;
- Uitbereiding van de positieve lijst is gepland voor 2010 en dit geeft veel meer mogelijkheden voor toepassing van andere producten in de co-vergister;
- Ontwikkelingen zijn gaande voor het scheiden van digestaat, waarbij de dikke fractie een waardevolle product oplevert. Restwarmte kan toegepast worden voor droging van de dikke fractie (levert geen extra SDE op) en door toepassing van dikke fractie kan worden bespaard op kunstmest, mits regelgeving aangepast wordt.

Bedreigingen

- Voor de afzet van digestaat als meststof is voor de co-vergisting minimaal 50% mest nodig en de co-substraat producten moeten op de positieve lijst staan;
- Subsidiebeleid heeft de realisatie van nieuwe vergisters nagenoeg stil gelegd;
- Onduidelijkheid over SDE tarieven op langere termijn, dus onzekerheid over inkomsten van nieuwe investeringen;
- Veel aanvraag van SDE voor alle projecten van duurzame energie. Het is daardoor niet te garanderen dat er subsidie wordt verleend voor co-vergisting;
- Teelt van co-substraat zorgt voor concurrentie tussen teeltdoelen, 'food vs. fuel' discussie. Deze discussie zorgt voor een stijging van voedsel en co-substraat prijzen;
- Bij aanwending van co-substraat is er het risico van een slechte kwaliteit, waardoor het lastig kan worden om digestaat af te zetten. Toepassing van voedselresten voor vergisting is een bedreiging wanneer de kwaliteit onbekend is. Daarnaast kan het een negatieve invloed hebben op de balans in de vergister, door de samenstelling van het product.
- Risico's op verspreiding van (dier)ziektes via mest of coproduct. Het is onduidelijk welke ziektes, zowel voor dieren als planten, kunnen overleven in de vergister. Onkruidzaden zijn een vergelijkbaar probleem/vraag.

Techniek 1: Co-vergisting (levering elektriciteit)

Sterktes

- Eenvoudige afzetmogelijkheid op het bestaande energienet.
- Veel gebruikte techniek. Er is al ruimschoots ervaring opgedaan met het produceren en leveren van de elektriciteit.
- SDE beschikbaar voor het leveren van elektriciteit van 15,2 €ct per kWh en 17,7 €ct bij optimale warmtebenutting.

Zwaktes

- Veel onderhoud aan WKK nodig, omdat er door de wat slechtere gaskwaliteit vaker storingen optreden. Bij een te slechte kwaliteit van het gas kan de WKK zelfs niet eens draaien, bijvoorbeeld



- wanneer de vergister wat minder functioneert en teveel CO₂ produceert.
- Extra ruimte nodig om WKK onder dak te plaatsen.
- De benutting van restwarmte mag voor de SDE niet in het vergistingsproces gebruikt worden, bijvoorbeeld voor het indikken van de dikke fractie.

Kansen

- Benutting van warmte binnen eigen bedrijf scheelt kosten die nodig zijn voor verwarming.
- Warmte kan verkocht worden aan bedrijven in de buurt die veel warmte nodig hebben.
- Warmte is goed te benutten in glastuinbouwbedrijven, Door de mest vlak bij een glastuinbouwbedrijf te vergisten kan de warmte (en eventueel biogas of elektra) nuttig gebruikt worden. Dit kan wel extra transport met mest en co-substraat veroorzaken en mogelijk (op papier) aan- en afvoer van meststoffen / afvalstoffen tot gevolg hebben.

Bedreigingen

- Bij het 'verslepen' van mest en co-substraat dient de stringente regelgeving in de gaten gehouden te worden. Aan- en afvoer van mest (en organische stof gehalte) op bedrijfsniveau in evenwicht.
- Het rendement van een vergister is sterk afhankelijk van de kosten van het co-substraat. Meer vergisters is potentieel een grotere marktvaart en hiermee hogere kosten voor co-substraat.
- Het rendement van een vergister is sterk afhankelijk van de kosten voor het afvoeren van digestaat. De kosten voor het afvoeren van het digestaat zijn nauw verwant aan de mestwetgeving.

Techniek 2: Vergisting alleen mest

Sterktes

- De hoeveelheid af te zetten digestaat is lager, doordat er geen co-substraat wordt toegepast.
- Geen extra toevoegingen aan mineralen balans, omdat er alleen mest wordt gebruikt.
- Geen last van slechte kwaliteit bij aanwending van co-substraat.
- Geen kosten voor aanschaf en transport co-substraat.

Zwaktes

- Lagere biogas opbrengst per hoeveelheid product, doordat er geen co-substraat wordt gebruikt. Hierdoor levert vergisting van alleen mest minder geld op.
- Bij lage mestafzetprijs is digestaatverwerking financieel niet interessant

Kansen

- Vergisting van alleen mest valt buiten de food for fuel discussie.
- Geen energieverlies door transport van co-substraat

Bedreigingen

- Economisch, op grote schaal, beperkt aantrekkelijk.

Techniek 3: Co-vergisting (levering groen gas op gasnet)

Sterktes

- Aanwezigheid gasinfrastructuur geeft afzet mogelijkheid op landelijk hogedrukleidingnet.
- Het geproduceerde groene gas kan worden verkocht door gebruik van certificaten.
- Er gaat geen energie verloren van biogas, doordat de warmte niet kan worden benut, zoals bij elektriciteitsopwekking. De energiebenutting is potentieel efficiënter.
- Beschikbaarheid van subsidie (58,3 €ct per Nm³) voor de productie van groen gas



- Het halffabricaat biogas wordt nu uit co-vergisting al geproduceerd, voor opwerking tot groen gas is een toevoeging nodig en niet de bouw van de gehele installatie.
- Technieken voor biogas opwerking tot groen gas zijn beschikbaar, op kleine en grote schaal.

Zwaktes

- Vergt veel techniek (kapitaal) om biogas op te werken tot aardgaskwaliteit.
- Hoge investeringen nodig voor het op druk brengen van groen gas, nodig om het toe te kunnen voegen aan het hogedruk gasleidingnet.

Kansen

- Coöperatie Friesland Campina en enkele marktpartijen zijn bezig met plannen voor het opzetten van een ringleiding, waardoor biogas lokaal kan worden afgezet.
- Bij grotere hoeveelheden biogas heeft opwerking tot groen gas meer potentie, grote regio vergisters of coöperaties tussen vergisters zijn hierdoor kansrijker.
- Bedrijven die groen gas willen gaan leveren zijn gericht op groei. Ze hebben daarvoor groen gas hubs gepland, zodat andere bedrijven erop aan kunnen haken.
- Het Groninger gasveld (Slochteren) raakt leeg, de druk op het gasnet vanuit Groningen naar de rest van Nederland daalt daardoor. Zeker in perioden met veel vraag, (lees in koude winters) is de natuurlijke druk te laag. Middels ondergrondse opslag van reeds bewerkt gas in het Drentse Langelo, kan Gasunie de druk tijdens de piekvraag relatief snel en eenvoudig opvoeren, omdat er weinig vloeistof meer in dit gas zit. Dit is een betrouwbare, maar ook waarschijnlijk dure techniek. De landbouwsector kan met Biogas voor goedkope, betrouwbare en deels flexibel te sturen aanvoer van biogas verzorgen.
- Nederland profileert zich graag als 'aardgasknooppunt van Europa'. Een grote betrouwbare eigen productie is dan belangrijk. Met een krimpende voorraad aardgas en een lagere natuurlijke druk in Slochteren, het grootste gasveld van Nederland is een betrouwbaar alternatief voor levering van gas noodzakelijk.
- In Nederland nemen steeds meer consumenten en bedrijven groene stroom af, grote waarschijnlijkheid voor een markt voor groen gas. Een stimulering kan zijn het ontketen van een lobby of houden van een enquête onder burgers. Er moet dus ook markt zijn voor groen gas.

Bedreigingen

- Certificering van groen gas op het gasleidingnet is een nieuw concept (Gasunie juli 2009 eerste). Problemen kunnen hierdoor nog ontstaan door bijvoorbeeld dubbeltelling van SDE voor groen gas en het acceptatie door de markt.
- De groen-gascertificaten worden gekoppeld aan de SDE en is hierdoor maar beperkt beschikbaar en gaat ten koste van de andere projecten van duurzame energie waar SDE voor geldt.
- Groen-gascertificaten leveren nog geen CO₂ credits op, maar de verwachting is dat dit in de toekomst wordt aangepast.

Techniek 4: Co-vergisting (groen transportgas)

Sterktes

- Het halffabricaat biogas wordt nu uit co-vergisting al geproduceerd, voor opwerking tot transport brandstof is een toevoeging nodig en niet de bouw van de gehele installatie.
- Technieken voor biogas opwerking tot groen gas zijn beschikbaar, ook op kleine schaal.
- Beschikbaarheid van subsidie (58,3 €ct per Nm³) voor het gebruik van biogas.
- Subsidieprogramma Tankstations Alternatieve Brandstoffen (TAB) voor de stimulatie meer beschikbaarheid van alternatieve brandstoffen, zoals groen gas.
- De motoren van een voertuig op aardgas of groen gas zijn stiller dan diesel-, en benzinemotoren.



- Toepassing van groen gas is mogelijk interessanter dan een WKK (productie elektriciteit en warmte). Warmte kan vaak niet, zeker in landbouw, nuttig worden gebruikt. Biogas direct gebruiken voorkomt dit knelpunt.

Zwaktes

- Installaties voor opwerken biogas tot groen gas zijn duur, vooral bij kleine hoeveelheden.
- Hoge investeringen zijn nodig voor vloeibaar maken van groen gas. Het gas kan hiervoor op druk worden gebracht, voor CNG, of worden afgekoeld, voor LNG.
- Vaker tanken is noodzakelijk bij gebruik van groen gas.
- Door de energiebehoefte voor het opwerken van biogas gaat al 20% van de energie-inhoud verloren.

Kansen

- Vervanging van LPG door Groen Gas.
- Kleinschalige productiefaciliteiten. Eventueel eigen brandstofvoorziening op het bedrijf is mogelijk.
- Beschikbaarheid van tractoren die op een mengsel van diesel en gas rijden. De tractor kan overschakelen naar alleen groen gas of alleen diesel, wanneer er geen groen gas beschikbaar is. Verder zijn er nog tractoren in ontwikkeling voor het rijden op groen gas.
- Minder afhankelijk van beschikbaarheid fossiele brandstoffen.
- Groen gas is een zeer schone brandstof en realiseert daardoor meer reductie van emissies door gebruik van groengas bij toepassing als brandstof.
- Mogelijkheid om zelf kleinschalig te produceren. Verwerking behoeft weinig arbeid.

Bedreigingen

- Prijs fossiele brandstof bepaald mede economische haalbaarheid.
- Tegenstand van oliemaatschappijen. Uit ervaringen van diverse bedrijven en projecten voor de andere biobrandstoffen, blijkt de macht van oliemaatschappijen een belangrijk knelpunt.
- Accijnsheffing. Uit ervaringen van diverse bedrijven en projecten blijkt de onwil van o.a. Ministerie van Financiën (i.v.m. accijnsheffing) een belangrijke knelpunt.

Techniek 5: Verbranding

Sterktes

- Verbranding van kippenmest levert een fosfaatrijke as, die kan worden omgezet tot meststof.
- Houtachtige gewassen (Miscanthus, hennep en wilgen) zijn als energiegewassen te telen.
- Binnen de biologische landbouw zouden bomen (o.a. wilgen) de mestproblemen (nutriëntenverliezen) van de pluimvee uitloop kunnen beperken (Van Dooren et al., 2007).
- Singels en houtwallen (landschappelijke waarde) leveren in het landelijk gebied snoei- en dunningshout (Van Dooren et al., 2007).
- Assen zijn vooral nuttig als K-meststof, maar hebben ook nuttige concentraties van Mn, Mg en P, waarbij de laatste echter vaak moeilijk door planten te benutten is (Schicker, 2003).
- Landschaps- en natuurbeheer zijn taken die veelal met de (biologische) landbouw worden geassocieerd. Het beheren en dunnen van (wind)singels kan een bron van hout zijn voor verbranding in een biomassa kachel (Van Dooren et al., 2007).
- Voldoende stro beschikbaar, eventueel uit het buitenland (Bosma et al., 2004).

Zwaktes

- Houtachtige energiegewassen (miscanthus, hennep en wilgen) zijn meerjarige gewassen. De houtachtige gewassen passen daardoor slecht in bouwplan rotaties.
- Geen mechanisatie aanwezig op het landbouwbedrijf.



- Veel massa, met verschillende energie-inhoud en daarmee varieert de benodigde hoeveelheid sterk.
- De grondstoffen voor verbranding zijn niet via pijpleidingen en elektriciteitsnetten te vervoeren. Dit betekent veelal extra vervoer over de weg.
- Krapte in aanbod wanneer bijvoorbeeld glastuinbouw en elektriciteitscentrales beide hout gaan gebruiken voor verbranding (o.a. bio-wkk) (Schlatmann et al., 2009).

Kansen

- Cradle to cradle – lokaal product (bijvoorbeeld onderhoud houtwal of singels om agrarische erven – werkgelegenheid en CO₂ neutraal).
- Houtkachels (decentraal: vb. in glastuinbouw) kennen een hoger rendement als elektriciteitscentrales (Schlatmann et al., 2009). Toepassing van hout of biomassakachels is decentraal interessanter, dan elektriciteitscentrales op dezelfde biomassa.
- Houtachtige biomassa uit landschapselementen, bomenrijen, bossen en natuurterreinen kunnen worden ingezet als energiebrandstof (Den Hoedt, 2009). Eventueel kan het beheer van landschapselementen een winteractiviteit voor akkerbouwbedrijven zijn.
- Meervoudig landgebruik; Energieteelten die zich lenen voor extensief beheer (weinig activiteiten, weinig gebruik van kunstmeststoffen en gewasbeschermingsmiddelen) telen in natuur of recreatiegebieden (Londo, 2002).
- Intersectorale uitwisseling; Hout komt o.a. beschikbaar in fruit- en boomteelt (Koppejan, 2009). Het vrijkomende hout kan in sectoren als veehouderij of glastuinbouw worden ingezet als brandstof voor hout/biomassakachels.

Bedreigingen

- Beschikbaarheid van hout bij groei van het gebruik. Volgens Cogen Projects slechts ruimte voor 10-15 grootschalige houtgestookte WKK-installaties in Nederland (Schlatmann et al., 2009).
- Prijsrisico inkoop product.

Techniek 6 biobrandstoffen

6.1 Bio-ethanol

Sterktes

- Bio-ethanol kan van 0% tot 99% worden gemengd met fossiele benzine (EuropaBio, 2009).
- Het percentage van toepassing is sterk afhankelijk van bestaande (auto)motortechniek. Het percentage bijmenging zonder problemen voor biobutanol licht momenteel op 16%. Maar zou mogelijk hoger kunnen liggen (BP/DuPont).
- De energie-inhoud licht nabij die van fossiele benzine, waardoor er niet teveel wordt ingeleverd op kilometer per liter (BP/DuPont).
- Grondstof voor bio-ethanol is zetmeel- of suikerrijk product, vb. tarwe, suikerbieten, zetmeelaardappelen en korrelmaïs (BP/DuPont).
- Alle mechanisatie en kennis voor teelt van de bovengenoemde bio-ethanolgewassen is aanwezig op de bedrijven.
- Geteelde grondstoffen zijn bestaande teelten die goed passen in de bedrijfsvoering.
- Bio-ethanol kent een kwaliteitsstandaard EN 15376. Een kwaliteitsstandaard zorgt voor gelijke en constante kwaliteit van de betreffende biobrandstof. Dit heeft veelal invloed op afzet naar oliemaatschappijen en garantievooraanwaarden voor motoren.

Zwaktes

- Concurrentie tussen teeltdoelen, 'food-fuel' discussie. Zorgt mogelijk voor stijging van voedselprijzen.



- Verwerking van gewassen tot bio-ethanol is niet of nauwelijks geschikt als landbouwactiviteit. De kleinschalige concepten voor productie van bio-ethanol vergen grondstoffen en kennis van meerdere bedrijven.
- Verwerking van gewassen tot bio-ethanol vergt veel energie (en kosten). Dit kan het percentage aan reductie van broeikasgassen onder druk zetten (FNR, 2006).

Kansen

- Alternatieve markt voor gewassen als tarwe, suikerbieten, zetmeelaardappelen en korrelmaïs (BP/DuPont).
- Cascadering van gewasproducten. Vb. tarwestro inzetten voor 2^e generatie bio-ethanol en korrel voor voedselproductie.
- Kleinschalige lokale productie faciliteiten, evt. in coöperatieve vorm.
- Concurrentie met 'onduurzame' bio-ethanol grondstoffen of bio-ethanol uit bijvoorbeeld Zuid-Amerika. Teelten in Brazilië dragen bij aan de ontbossing daar. Dit is zelfs door certificering niet uit te bannen. Teelt in Nederland of EU vindt beter gereguleerd plaats, waarmee ontbossing en andere negatieve milieueffecten minimaal zijn.
- Afbouw van bietenquotum biedt kansen suikerbietenteelt specifiek voor bio-ethanol.
- In de nabije toekomst kunnen lignocellulose grondstoffen, o.a. grassen en stro, worden ingezet als grondstof.

Bedreigingen

- Tegenstand van oliemaatschappijen. Uit ervaringen van diverse bedrijven en projecten blijkt de macht van oliemaatschappijen (i.v.m. bijmenging) een belangrijk knelpunt; toelichten.
- Accijnsheffing. Uit ervaringen van diverse bedrijven en projecten blijkt de onwil van o.a. Ministerie van Financiën (i.v.m. accijnsheffing) een belangrijke knelpunt.
- Concurrentie met 'onduurzame' bio-ethanol grondstoffen of bio-ethanol uit bijvoorbeeld Zuid-Amerika. Prijs technisch zijn deze producten goedkoper. Teelten in Brazilië dragen bij aan de ontbossing aldaar. Dit is zelfs door certificering niet uit te bannen.

6.2 Biodiesel

Sterktes

- De grondstof koolzaad is in Nederland een bekend gewas.
- Biodiesel uit koolzaad heeft goede eigenschappen, o.a. tegen (uit)vlokken van biodiesel. Beter dan biodiesel gemaakt uit andere oliehoudende gewassen, zoals palmolie (mondelijke mededeling Sunoil).
- Mechanisatie is op het bedrijf aanwezig.
- Biodiesel kan zonder aanpassing 100% worden toegepast in (de meeste) bestaande dieselmotoren. Bij nieuwere common-rail diesel motoren is dit nog niet volledig bekend.
- 5 grote crushers in Nederland die oliezaden verwerken tot plantaardige olie. Hiermee is potentieel 5 grote grondstoffen leveranciers voor biodieselproducenten.
- Er is een kwaliteitsstandaard (EN14214) voor biodiesel. Een kwaliteitsstandaard zorgt voor gelijke en constante kwaliteit van de betreffende biobrandstof. Dit heeft veelal invloed op afzet naar oliemaatschappijen en garantievooraanwaarden voor motoren.
- Goed afbreekbaar, geen lekbak nodig, biologisch afbreekbaar.

Zwaktes

- Concurrentie tussen teeltdoelen, 'food-fuel' discussie. Zorgt mogelijk voor stijging van voedselprijzen.
- Biodiesel tast lakken van machines/mechanisatie aan.



- Koolzaad is slecht inpasbaar in intensieve bouwplannen (Van der Voort et al., 2008).

Kansen

- 1-op-1 teelt van koolzaad.
- Energiebouwplannen.
- Kleinschalige productiefaciliteiten; Bij kleinschalige productiefaciliteiten voor biodiesel wordt eigen brandstofvoorziening mogelijk. Er staat een testfaciliteit van Agros Oil op het proefbedrijf Westmaas van Praktijkonderzoek Plant en Omgeving. De volledige installatie is niet groter als een zeecontainer en de geproduceerde biodiesel wordt in trekkers van het proefbedrijf ingezet.
- Concurrentie met 'onduurzame' biodiesel grondstoffen of biodiesel uit bijvoorbeeld Azië. Teelten in Azië dragen bij aan de ontbossing aldaar. Dit is zelfs door certificering niet uit te bannen. Teelt in Nederland of EU vindt beter gereguleerd plaats, waarmee ontbossing en andere negatieve milieueffecten minimaal zijn.
- Afbouw bietenquotum biedt kansen voor koolzaad. Koolzaad past slecht in een rotatie met suikerbieten. Koolzaad is een waardplant voor het bietencysteeltje (Borm et al., 2005).

Bedreigingen

- Politiek spanningsveld bepaald haalbaarheid van opties.
- Prijsfluctuaties fossiele brandstof bepaald mede economische haalbaarheid.
- Tegenstand van oliemaatschappijen. Uit ervaringen van diverse bedrijven en projecten blijkt de macht van oliemaatschappijen (i.v.m. bijmenging) een belangrijk knelpunt (Solaroilsystems/Argos Oil).
- Accijnsheffing. Uit ervaringen van diverse bedrijven en projecten blijkt de onwil van o.a. Ministerie van Financiën (i.v.m. accijnsheffing) een belangrijke knelpunt (Solaroilsystems en Carnola).
- Concurrentie met 'onduurzame' biodiesel grondstoffen of biodiesel uit bijvoorbeeld Azië. Prijs technisch zijn deze producten goedkoper. Teelten in Brazilië dragen bij aan de ontbossing aldaar. Dit is zelfs door certificering niet uit te bannen.

6.3 PPO (Pure Plantaardige olie)

Sterktes

- De grondstof koolzaad is in Nederland een bekend gewas.
- Mechanisatie is op het bedrijf aanwezig.
- PPO veroorzaakt geen schade aan het milieu bij lekken of morsen en is biologisch afbreekbaar.
- PPO is eenvoudig en met beperkte energiebehoefte via koude persing te produceren. Dit kan middels een elektromotor met een eenvoudige pers.
- Koolzaadkoek (bijproduct na koude persing) is een hoogwaardig veevoer.
- PPO kan worden gebruikt als grondstof voor biodiesel.
- Bedrijven bieden ombouw van motoren naar PPO aan.
- 5 grote crushers in Nederland die oliezaden verwerken tot plantaardige olie.
- Er is voor PPO een kwaliteitsstandaard (DIN 51605). Een kwaliteitsstandaard zorgt voor gelijke en constante kwaliteit van de betreffende biobrandstof. Dit heeft veelal invloed op afzet naar oliemaatschappijen en garantievoorwaarden voor motoren.

Zwaktes

- Concurrentie tussen teeltdoelen, 'food-fuel' discussie. Zorgt mogelijk voor stijging van voedselprijzen.
- Koolzaad is slecht inpasbaar in intensieve bouwplannen (Van der Voort et al., 2008).
- PPO vergt aanpassing van dieselmotoren om hier puur op te kunnen rijden.



Kansen

- 1-op-1 teelt van koolzaad.
- Energiebouwplannen.
- Kleinschalige productiefaciliteiten; Eventueel eigen brandstofvoorziening op het bedrijf is mogelijk (Van der Voort et al., 2008).
- Zeer makkelijk zelf kleinschalig te produceren. Verwerking behoeft weinig arbeid en kapitaal (Van der Voort et al., 2008).
- Concurrentie met 'onduurzame' grondstoffen of PPO uit bijvoorbeeld Azië. Teelten in Azië dragen bij aan de ontbossing aldaar. Dit is zelfs door certificering niet uit te bannen. Teelt in Nederland of EU vindt beter gereguleerd plaats, waarmee ontbossing en andere negatieve milieueffecten minimaal zijn.
- Inzet van koolzaadkoek of –schroot kan soja importen beperken (Kamp et al., 2008).
- Stro kan ingezet worden voor verbranding.
- Afbouw bietenquotum biedt kansen voor koolzaad. Koolzaad past slecht in een rotatie met suikerbieten. Koolzaad is een waardplant voor het bietencysteeltje (Borm et al., 2005).

Bedreigingen

- Aanpassing van motoren voor 100% biodiesel wordt door fabrikanten niet altijd geaccepteerd. Garantie op motor vervalt veelal bij ombouw (Mondelinge mededeling dhr. G. Peters, Louis Nagel).
- Prijsfluctuaties fossiele brandstof bepaald mede economische haalbaarheid.
- Tegenstand van oliemaatschappijen. Uit ervaringen van diverse bedrijven en projecten blijkt de macht van oliemaatschappijen (i.v.m. bijmenging) een belangrijk knelpunt (Solaroilsystems/ Argos Oil).
- Accijnsheffing. Uit ervaringen van diverse bedrijven en projecten blijkt de onwil van o.a. Ministerie van Financiën (i.v.m. accijnsheffing) een belangrijk knelpunt (Solaroilsystems/Carnola).
- Concurrentie met 'onduurzame' grondstoffen of PPO uit bijvoorbeeld Zuid-Amerika. Prijsstechnisch zijn deze producten goedkoper. Teelten in Brazilië dragen bij aan de ontbossing aldaar. Dit is zelfs door certificering niet uit te bannen.

Techniek 7: Wind (grootschalig)

Sterktes

- Prijsstechnisch zeer interessante productietechniek. Veel energie tegen beperkte investering.
- Goed inpasbaar in bedrijfsvoering. Na de bouw vergt een windmolen weinig aandacht / inzet (Terbijhe et al., 2009).
- De energie die nodig is om een windturbine te fabriceren, plaatsen, onderhouden en na 20 jaar te verwijderen en te recyclen is in 4 tot 8 maanden terug gewonnen (NWEA).
- Techniek is betrouwbaar. Huidige windturbines zijn meer dan 98% beschikbaar (NWEA).

Zwaktes

- Sterke aanbodsfluctuaties.
- Locatie van onderneming is van groot belang voor mogelijkheid van windenergie. O.a. de vergunningsmogelijkheid en rentabiliteit (windaanbod).

Kansen

- Combinatie met energiebuffering (vb. waterstofproductie om aanbodsfluctuaties te compenseren).
- Hogere molens (tot 135 meter ashoogte) maken windenergie op minder windrijke locaties rendabel (Mondelinge mededeling dhr. B. van Noort, Enercon).
- Kosten daling per kWh. De kosten per opgewekte kWh zijn de afgelopen decennia met vijf procent per jaar gedaald en deze trend zal naar verwachting doorzetten (NWEA).



Bedreigingen

- Overheidsbeleid, windenergie komt moeizaam van de grond met name door (regionale) overheidsbeleid.
- Tegenstanders van windenergie vinden het horizonvervuiling.

Techniek 8: Zon PV

Sterk

- Vrijwel geen onderhoud nodig.
- Lange levensduur 30-40 jaar - na 20 jaar (of soms zelf 25 jaar) nog steeds een productieggarantie van minimaal 80% t.o.v. het begin.
- Door montage op dak, geen extra ruimtebeslag.
- Veelal geen bouw- en milieuvergunning nodig voor plaatsing op plat of hellend dak. (navraag gemeente).
- Vrijwel geen arbeid nodig.
- Vaak voldoende dakoppervlak aanwezig. (wel op relatief nieuw dak monteren vanwege lange levensduur).
- Voor zon-PV is SDE subsidie beschikbaar en er kan gebruik worden gemaakt van Energie Investeringsaftrek (EIA).

Zwak

- Rendement is nog laag en investering per wattpiek hoog, dus zonder subsidie een (te) lange terugverdiensijd.
- Meeste productie overdag en in de zomermaanden (moet wel vraag zijn).
- Bedrijven die laag eigen verbruik hebben moeten terugleveren aan het net (prijs laag of niet zeker). Daarnaast moet de aansluitwaarde mogelijk verhoogd worden, wat hogere vaste kosten met zich meebrengt.

Kansen

- Asbest daken vervangen door nieuw dak + zonnepaneel (liefst in 1 gecombineerde plaat), goed voor milieu en portemonnee.
- Combinatie mogelijk van duurzame energie opwekken en elektrisch rijden (auto scooter, heftruck).
- Voor platte daken is er reeds dakleer beschikbaar, waarin fofovoltaïsche cellen zijn geïntegreerd.
- Eigen stroom opwekken. (Deels) zelfvoorzienend worden.
- Bij vervanging pannendak (zwaar) door platen (lichter) is er ruimte (in gewicht) om zon-PV systeem te plaatsen.
- Leveranciers van PV-panelen bieden verschillende vormen van diensten aan. Dit gaat van levering van losse panelen voor zelfmontage. Via aanbieders die voor de klant de SDE aanvraag doen. Tot complete Turnkey projecten, waarbij alle zorgen uit handen wordt genomen door de leverancier.
- Energie producent en leverancier Eneco biedt een compleet systeem aan (leasevorm), waarbij Eneco het PV systeem aanlegt op het dak ²van de klant en vervolgens gedurende 15 jaar beheerd en onderhoud. Daarna wordt het PV systeem aan de eigenaar overgedragen (nog minimaal 10 jaar gratis stroom) (minimaal 1.500 m² dakoppervlak).

² Belangrijkste voorwaarden Eneco: Minimaal 1.500 m² dakoppervlak, geen schaduwwerking, nog 15 jaar minimale levensduur van dak, voldoende draagvlak van constructie en elektrameter beschikbaar op de locatie. Er is niet onderzocht of andere energiemaatschappijen in Nederland dit concept ook aanbieden.



Bedreigingen

- Tegenstand vanuit omgeving als er veel 'schitterende daken' komen.
- Veel stroom voor opladen elektrische apparaten is 's nachts benodigd.
- Wat is de ontvangen totaalprijs aan vermeden energie inkoop en subsidie (eigen inkoop kan veel goedkoper zijn dan norm die overheid hanteert).
- Dak moet goede ligging hebben (liefst zuid), een goede hellingshoek (liefst 36 graden) en niet te oud zijn vanwege 30-40 jaar levensduur van de panelen.
- De dak en spantconstructie (ook van nieuwe loodsen) moet voldoende zijn. (Panelen zijn circa 15 kilo/m²).

Techniek 9: Zon Thermisch

Sterk

- Vrijwel geen onderhoud nodig.
- Lange levensduur.
- Door montage op dak, geen extra ruimtebeslag.
- Veelal geen bouw- en milieuvergunning nodig voor plaatsing op plat of hellend dak (navraag gemeente).
- Vrijwel geen arbeid nodig.
- Vaak voldoende dakoppervlak aanwezig (wel op relatief nieuw dak monteren vanwege lange levensduur).
- Bij beperkte warmtevraag slechts beperkt dakoppervlak nodig.
- In september 2008 is een subsidieregeling voor duurzame warmteproductie in (bestaande) woningen gepubliceerd (Menkveld 2009) met een budget van 66 miljoen euro. Die moet ertoe leiden dat in 2011 ca. 55.000 zonneboilers, 5.000 warmtepompen en 10.000 micro-WKK's in bestaande woningen zijn geplaatst. De regeling wordt uitgevoerd door SenterNovem³.

Zwak

- Productie-eenheid moet redelijk in de buurt van de afnamebron (ketel, vloerverwarming, (af) wasmachine gemonteerd worden, i.v.m. warmteverlies.
- Vanwege water als draagstof is het systeem relatief zwaar.
- De bedrijfstemperatuur van het systeem en de warmtevraag komen niet altijd overeen, waardoor soms naverwarmt moet worden.
- Meeste productie overdag en in de zomermaanden (moet dan wel vraag zijn).
- Kan de dakconstructie de zonnecollectoren dragen, is de oriëntatie van het dak zuidelijk genoeg.

Kansen

- Bij vervanging van de ketel (privé of bedrijf) kan een zonneboiler/zonnecollector een goed alternatief zijn om gaskosten te besparen / meer zelfvoorzienend te worden.
- Asbest daken vervangen door nieuw dak + zonnecollector. Goed voor milieu en portemonnee.
- Combinatie van zon-thermisch en PV in één systeem zorgt voor een hoger rendement.
- Eigen warmte opwekken. (Deels) zelfvoorzienend worden.
- Bij vervanging pannendak (zwaar) door platen (lichter) is er ruimte (in gewicht) om zonnecollector te plaatsen. Toepassen van technieken waarbij zonne-energiesystemen de functie van dakbedekking overnemen. Ook zijn er systemen op de markt⁴ waarbij zon-pv (elektra) en zonnecollectoren (warmte) in 1 paneel worden geïntegreerd.
- Koppeling zonnecollector aan warmtepomp.

³ www.senternovem.nl/duurzamewarmte

⁴ Senter Novem – Innovatie in Energie (juli 2009)



- Warmte die in de zomer wordt opgewekt kan worden opgeslagen in een ondergrondse aquifer om deze warmte 's winters weer te gebruiken.

Bedreigingen

- Geen directe beïnvloeding gebruik en benutting van opgewekte warmte.
- Door beperking van het gasgebruik kan bedrijf in andere energiebelasting (EB) klasse terecht komen, waardoor de vaste kosten per eenheid stijgen.
- Dak moet goede ligging hebben (liefst zuid), een goede hellingshoek en niet te oud zijn vanwege de lange (> 15 jaar) levensduur van de collector.
- De dak en spantconstructie (ook van nieuwe loodsen) moet voldoende zijn. (Vanwege vloeistof als transportmedium wegen de panelen al snel 60 kilo/m²).

Techniek 10: KoudeWarmteOpslag (KWO) en warmtepompen

Sterk

- Goed te combineren met Lage Temperatuur Verwarmingssystemen ⁵(LTV), zoals vloerverwarming. De ketel hoeft slechts een klein beetje bij te verwarmen.
- Relatief lange levensduur van 15 jaar, zonder veel onderhoud.
- Weinig (zichtbare) ruimtebeslag.
- Vrijwel geen arbeid nodig.
- Een aquifer met een koude en een warme bron is op de meeste agrarische bedrijven goed inpasbaar, omdat er voldoende afstand kan worden gecreëerd tussen de 2 bronnen.
- Aanbod van warm water is grotendeels op afroep beschikbaar (afhankelijk van grote buffervat).
- Op dit moment is er volgens ECN geen stimuleringsbeleid voor WKO behalve fiscale maatregelen als de energie investeringsaftrek (EIA). WKO is rendabel voor grote gebouwen met grote koelvraag.
- De branche is volgens ECN goed georganiseerd, organiseert zelf opleidingen en heeft kwaliteitseisen en ontwerprichtlijnen opgesteld.
- In september 2008 is een subsidieregeling voor duurzame warmteproductie in (bestaande) woningen gepubliceerd (Menkveld 2009) met een budget van 66 miljoen euro. Die moet ertoe leiden dat in 2011 ca. 55.000 zonneboilers, 5.000 warmtepompen en 10.000 micro-WKK's in bestaande woningen zijn geplaatst. De regeling wordt uitgevoerd door SenterNovem⁶.

Zwak

- Een warmtepomp vraagt relatief veel elektriciteit. De bestaande wet- en regelgeving vormen gedeeltelijk nog een belemmering voor deze systemen. De grootschalige toepassing van koude-/warmteopslag past in het nationale traject van energietransitie waarin beleid voor duurzame warmte en koudelevering prominent aanwezig is. Koude-/warmteopslag vormt hierbinnen een belangrijk speerpunt omdat het substantieel bijdraagt aan de landelijke doelstelling. De vergunningverlening van koude-/warmteopslagsystemen wordt door de markt en de Tweede Kamer echter als een groot knelpunt ervaren. Het betreft de lange vergunningprocedure in het kader van de Grondwaterwet, (vanaf 2010 de Waterwet) en de daarmee gepaard gaande financiële en administratieve lasten. Onder de nieuwe Waterwet zal deze situatie niet wijzigen. De Nederlandse Vereniging van Ondergrondse Energieopslagsystemen (NVOE) ⁷wil als vertegenwoordiger van de markt de vergunningverlening voor koude-/warmteopslagsystemen versoepelen. Centraal staat de wens tot de inpassing van

⁵ De stichting Lage Temperatuur Verwarming geeft informatie over en bevordert de toepassing van lage temperatuur afgiftesystemen.

⁶ www.senternovem.nl/duurzamewarmte

⁷ www.nvoe.nl



algemene regels in het Waterbesluit. De toepassing van deze algemene regels zal op termijn een vermindering van financiële lasten van ruim 6 miljoen euro per jaar opleveren voor het bedrijfsleven. De administratieve lasten worden hierdoor met 50% teruggebracht. Dit geldt zowel voor de vergunningverleners als voor het bedrijfsleven.

- De huidige grondwaterwet houdt ook volgens ECN (Menkveld, 2009) geen rekening met WKO. Open systemen vereisen een vergunning, gesloten systemen niet. Iedere provincie stelt andere regels ook t.a.v. monitoring waardoor automatisering van het vergunningetraject onmogelijk is. De vergunningsprocedure kost ca. 9 maanden. De Nederlandse Vereniging voor Ondergrondse Energieopslagsystemen (NVOE) heeft een voorstel gedaan voor harmonisering en vereenvoudiging van vergunningen voor WKO in de Integrale waterwet. Dit voorstel is door Tweede Kamer als amendement aangenomen, maar er is in de praktijk nog niets veranderd.
- Klein systeem kan last hebben van lastige regelgeving op het gebied van vergunningen. Hierdoor kunnen de kosten onevenredig hoog worden.
- Beperkt aantal installateurs biedt de techniek aan en heeft er verstand van.

Kansen

- De Taskforce WKO ⁸pleit in haar rapport Groen licht voor bodemenergie (maart 2009) voor een meldingsplicht in plaats van een vergunning voor zogenaamde 'groene' gebieden. De onbelaste landelijke gebieden vallen hier onder. Er dienen algemene regels te gaan gelden met meldingsplicht en een lichte controle op lokale effecten.
- In de kantoor- en utiliteitsbouw zijn de voordelen van de warmtepompinstallaties al redelijk bekend. In het segment grote kantoren is de penetratie ca 20-30 % ⁹van de totale nieuwbouw. In de particuliere sector en de grondgebonden landbouw is de warmtepomp echter een relatief onbekend en nieuw fenomeen.
- Een warmtepomp kan in een goede woning het energiegebruik voor ruimteverwarming al ruim halveren. Met extra energiezuinige aanpassingen kan een nieuwbouwwoning al CO₂ neutraal verwarmt worden. Dit biedt uiteraard ook kansen voor bedrijfsgebouwen.
- In de zomer kan huishoudelijk warm water via een warmtewisselaar worden onttrokken aan de vloerverwarming, waardoor 'gratis' koeling plaatsvindt. Dit biedt uiteraard ook kansen voor bedrijfsgebouwen.
- Met een groter voorraadvat is duurzame energie (bijvoorbeeld uit lokaal opgewekte energie uit zonnepanelen) tijdelijk op te slaan en op een later moment weer te benutten.
- Bij vervanging van de ketel (privé of bedrijf) kan een combinatie met een warmtepomp een goed alternatief zijn om gaskosten te besparen / meer zelfvoorzienend te worden.
- Eigen warmte opwekken. (Deels) zelfvoorzienend worden.
- Er worden steeds meer producten bewaard en verwerkt op het primaire bedrijf. Verwarming zou prima met vloerverwarming en een warmtepomp kunnen. Of via grondwater of via restwarmte uit de bewaring.
- Koppeling zonnecollector en warmtepomp mogelijk voor ideale mix van beschikbare warmte. Overdag 'gratis' met zonnewarmte en 's nachts op verzoek middels een warmtepomp.
- Warmte die in de zomer wordt opgewekt kan worden opgeslagen in een ondergrondse aquifer om vervolgens deze warmte 's winters weer te gebruiken.

Bedreigingen

- Een warmtepomp concurreert met de gasketels, sommige installateurs ¹⁰zullen liever de commercieel zeer aantrekkelijke gasketel blijven aanbieden.

⁸ Zie de website van NVOE: <http://www.nvoe.nl/Page/ncttrue/sp5807/index.html>

⁹ Roadmap warmtepompen, September 2009 van de stichting Warmtepompen. www.stichtingwarmtepompen.nl

¹⁰ De stichting warmtepompen heeft een kwaliteitskeurmerk ingevoerd en heeft een groot aantal installateurs in bestand die kennis hebben van warmtepompen.



-
- De regelgeving is nog ingewikkeld. Vooral bij kleinere installaties kan dat betekenen dat ondernemers afhaken vanwege kosten of regeldruk.
 - Wordt het gebruikmaken van ondergrondse bronnen ¹¹ in de toekomst beperkt (vergunningen) of belast (vaste- en of variabele belasting).
 - Door beperking van het gasgebruik kan bedrijf in andere energiebelasting (EB) klasse terecht komen, waardoor de vaste kosten per eenheid stijgen.

¹¹ Vereniging voor Ondergrondse Energiesystemen (NVOE) werkt aan kwaliteitsbevordering bij ontwerp en uitvoering van ondergrondse bronnen.



Bijlage 9. Referentiekosten

1. Co-vergisting groen gas, levering aan het net (Lensink et al 2009)

Referentiegrrootte	[Nm ³ /h biogas]	270
Vollasturen	[uur/jaar]	7500
<i>Vergistingsdeel:</i>		
Investeringskosten	[€/Nm ³ /h biogas]	4490
Vaste O&M-kosten	[€/Nm ³ /h biogas]	295
Energetisch rendement vergister	[%]	67
Energie-inhoud substraatmix	[GJ/ton]	2,9
Grondstofkosten	[€/ton]	21
<i>Groengasproductie:</i>		
Investeringskosten	[€/Nm ³ /h biogas]	3880
Vaste O&M-kosten	[€/Nm ³ /h biogas]	385
Methaanrendement gaszuivering	[%]	99,9
Basisbedrag	[€/Nm ³ groen gas]	0,83
	[€/GJ]	26
Correctiebedrag	[€/Nm ³ groen gas]	0,21
Onrendabele top	[€/Nm ³ groen gas]	0,62

2. Co-vergisting eigen verbruik

Zie hoofdstekst.

3. Co-vergisting WKK (Lensink et al 2009)

Installatiegrootte	[MW]	0,8
Investeringskosten	[€/kW _e]	3000
Vollasturen	[uur/jaar]	8000
Vaste O&M-kosten	[€/kW _e]	240
Variabele O&M-kosten	[€/kWh]	-
Energie-inhoud biomassa	[GJ/ton]	2,9
Grondstofkosten	[€/ton]	19
Elektrisch rendement	[%]	26
Thermisch rendement	[%]	3
Vermeden brandstofkosten	[€/m ³]	0,19
Basisbedrag	[€/kWh]	0,183
Correctiebedrag 2010	[€/kWh]	0,047
Onrendabele top	[€/kWh]	0,136



4. Vergisting van mest – WKK (eigen schatting o.b.v Lensik et al 2009)

Unit grootte	kWe	120
Elektrisch rendement	%	23
Thermisch rendement	%	-
Prijs co-substraat	€/ton	n.v.t.
Kosten brandstof	€/ton	1,0
Investeringskosten	€/kWe	5500
Onderhoudskosten	€/kWe	550
Basisbedrag	€/kWh	0,189
Correctiebedrag	€/kWh	0,047
Onrendabele Top	€/kWh	0,142

5. Biomassaverbranding-WKK(Lensink et al 2009)

Installatiegrootte	[MW]	2
Investeringskosten	[€/kW _e]	4400
Vollasturen	[uur/jaar]	8000
Vaste O&M-kosten	[€/kW _e]	340
Variabele O&M-kosten	[€/kWh]	-
Energie-inhoud biomassa	[GJ/ton]	7
Brandstofkosten	[€/ton]	32
Elektrisch rendement	[%]	23,0
Thermisch rendement	[%]	4,1
Vermeden brandstofkosten	[€/m ³]	0,158
Basisbedrag	[€/kWh]	0,198
Correctiebedrag	[€/kWh]	0,047
Onrendabele Top	[€/kWh]	0,152

6. Biomassaverbranding warmte (IEA 2008)

Investment cost (combustion plant only, incl. control)	380	2005€/kWth
Total investment incl. civil works, fuel and heat storage	500	2005€/kWth
Conversion efficiency	92%	%
Fuel cost	4,6	2005€/GJ
Auxiliary energy needed	14	kWhe/kW/yr
Cost of auxiliary energy	0,15	2005€/kWhe
O&M	20	2005€/kWth/yr
Full load hours heating	2000	hrs/yr
Full load hours cooling	n/a	hrs/yr
Lifetime	15	yr
Basisbedrag	17,2	€/GJ
Correctiebedrag	10	€/GJ
Onrendabele Top	7,2	€/GJ



7. Biodiesel (Edwards et al 2006)

Parameter	Kosten grootschalig	Factor vertaling kleinschalig	Kosten kleinschalig
Oliezaad (€/GJ)	17,9	90%	16,1
Methanol (€/GJ)	0,8	150%	1,2
CAPEX (€/GJ)	1	200%	2,0
OPEX (€/GJ)	1,4	200%	2,8
Opbrengst co-producten (€/GJ)	-3,9	110%	4,3
Basisbedrag (€/GJ)	17,2		17,8
Correctiebedrag (€/GJ)			20
Onrendabele top			-2,2

8. Wind (Lensink et al. 2009)

Installatiegrootte	[MW]	15
Turbinekosten	[€/kW _p]	1040
Overige kosten	[€/kW _p]	310
Investeringskosten	[€/kW _p]	1350
Vollasturen	[uur/jaar]	2200
Vaste O&M-kosten	[€/kW _p]	25,8
Variabele O&M-kosten	[€/kWh]	0,011
Basisbedrag	[€/kWh]	0,096
Correctiebedrag	[€/kWh]	0,047
Onrendabele top	[€/kWh]	0,049

9. Zon-PV (Lensink et al. 2009)

		15-100 kW _p
Installatiegrootte	[MW]	0,1
Investeringskosten	[€/kW _p]	3375
Vollasturen	[uur/jaar]	850
Vaste O&M-kosten	[€/kW _p]	-
Variabele O&M-kosten	[€/kWh]	0,027
Basisbedrag	[€/kWh]	0,43
Correctiebedrag	[€/kWh]	0,053
Onrendabele top	[€/kWh]	0,377

10. Zon-thermisch (IEA, 2007)

Total energy cost - investment	62	2005€/GJ
Total energy cost - fuel	0	2005€/GJ
Total energy cost - auxiliary energy	1	2005€/GJ
Total energy cost - O&M	8	2005€/GJ
Total energy cost - Total	71	2005€/GJ



11. Warmtepompen-koude-warmteopslag (WP-KWO) (IEA 2007)

Total energy cost - investment - cooling	4	2005€/GJ
Total energy cost - fuel - cooling	0	2005€/GJ
Total energy cost - auxiliary energy – cooling	10	2005€/GJ
Total energy cost - O&M - cooling	2	2005€/GJ
Total energy cost - Total - cooling	16	2005€/GJ



Bijlage 10. Impressie lunchbijeenkomst

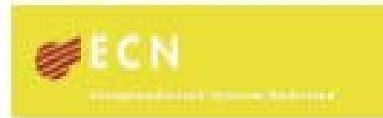




Aanwezig op 24 maart 2010	
1	Puck Bonnier (LNV)
2	Wouter Bulk (NFO)
3	Anneke van Dijk (LTO Noord)
4	Menno Douma (LTO Noord)
5	Frank van Erp (Agentschap NL)
6	Jan van Esch (LNV)
7	Johan Goetstouwers (LTO Noord)
8	Ben Hasselo (LTO Noord)
9	Jeroen Kloos (LTO Noord)
10	Ton van Korven (ZLTO)
11	Marc Londo (ECN)
12	Hamid Mazaffiarian (ECN)
13	Pieter van Reeuwijk (PPO/ACRRES)
14	Ida Smit (Agentschap NL)
15	Andrea Terbijhe (ACRRES)
16	René Veltman (ACRRES)
17	Jakob van Vliet (LNV)
18	Marcel van der Voort (PPO/ACRRES)



Uitnodiging expertmeeting



SCHONE EN ZUINIGE AGROSECTOREN

VERKENNING
DUURZAME ENERGIEPRODUCTIE
OP LANDBOUWBEDRIJVEN

EXPERTBIJeenKOMST

Woensdag 24 maart 2010, Wageningen



Uitnodiging expertbijeenkomst

Binnen een nauwgekegde agrarische sector. Dit consernt tussen de rijksregering en de agrarische sector is de basis voor het project "Verkenning duurzame energieproductie op landbouwbedrijven". Energieonderzoek Centrum Nederland (ECN) en ACRRES¹ samen in opdracht van het Ministerie van LNV dit project uit met als doel de mogelijkheden voor duurzame energie op agrarische bedrijven in beeld te brengen. Dit onderzoek vindt plaats onder begeleiding van LTO.

Welke productietechnieken zijn er, welke zijn het meest kansrijk, welke scenario's capaciteitsverhoging hebben te en en welke stimuleringsopties mogelijk zijn op deze en diverse andere vragen geeft het project een antwoord.

Het concept-rapport is opgelevert, de resultaten zijn bekend en daar maken wij u graag deelgenoot van. Kom daarom naar de speciale expertbijeenkomst waarin u kennis kan maken met de resultaten te horen krijgt. Naast u en een aantal andere genodigden, is ook een selectieve groep derbuitenden aanwezig bestaande uit onder andere de onderzoeksbegrotingsgroep.

Datum: Woensdag 24 maart 2010
Plaats: Wageningen UR gebouw 107 (Radic), zaal W.02 + 03
Groenendaelsteedweg 1, 6708 PB Wageningen
Tijd: 10.30 - 12.30 uur met aansluitend een lunch
Aanmelden: U kunt zich, tot uiterlijk 15 maart, voor deze bijeenkomst aanmelden bij Jacqueline Hoek, officemanager ACRRES, tel. 0320 238 351 of email jacoline.hoek@wur.nl

PROGRAMMA

10.30 - 11.00 uur	Ontvangst met koffie
11.00 - 11.10 uur	Welkomstwoord, Puck Bomier, Sectormanager open bedrijven, Ministerie LNV
11.10 - 11.40 uur	Presentatie resultaten, Andrea Terlissa (ACRRES) / Marc Lamb (ECN)
11.40 - 12.30 uur	Interactie en discussie over de resultaten
12.30 - 12.30 uur	Afsluiting door Puck Bomier
12.30 - 12.30 uur	Lunch

Voor meer informatie over deze bijeenkomst of het onderzoek kunt u contact opnemen met Andrea Terlissa, tel. 0320 231 526 of email andrea.terlissa@wur.nl

¹ACRRES (Application Centre for Renewable Resources) is een samenwerkingsverband van Wageningen UR en ECN.

*Verkenning duurzame energieproductie op landbouwbedrijven wordt in opdracht van het ministerie van LNV uitgevoerd door ACRRES en ECN.

