



Energy research Centre of the Netherlands

Eindadvies basisbedragen 2010

**voor elektriciteit en groen gas
in het kader van de SDE-regeling**

S.M. Lensink (ECN)

J.W. Cleijne (KEMA)

M. Mozaffarian (ECN)

A.E. Pfeiffer (KEMA)

S.L. Luxembourg (ECN)

G.J. Stienstra (KEMA)



Verantwoording

Dit rapport is geschreven door ECN in samenwerking met KEMA en in opdracht van het Ministerie van Economische Zaken. Het onderzoek is onderdeel van het vaststellen van de SDE-subsidie voor duurzame elektriciteit voor 2010. Dit rapport is geschreven onder het ECN-raamwerkcontract EZ 2009, ECN-projectnummer 5.0071. Contactpersoon bij ECN voor het onderzoek en dit rapport is Sander Lensink, telefoon 0224-568129, email lensink@ecn.nl.

Aan het onderzoek is tevens meegewerkt door Xander van Tilburg, Marc Londo, Joost van Stralen en André Wakker (ECN) en Caroline Faasen, Anne-Marie Taris en Mark Beekes (KEMA). De auteurs bedanken hen voor hun inbreng.

Abstract

On assignment of the Dutch Ministry of Economic Affairs, ECN and KEMA have researched the costs of renewable electricity production. This cost assessment for various categories is part of an advice on the subsidy base for the feed in support scheme SDE. This report contains an advice on the costs for projects in the Netherlands that aim at realization in 2010.

Inhoud

Lijst van tabellen	4
Lijst van figuren	4
Samenvatting	5
1. Inleiding	6
2. Aanpak	7
2.1 Opdracht	7
2.2 Uitgangspunten	7
2.3 Berekeningswijze	8
2.4 Proces	8
3. Warmte	9
3.1 Inleiding	9
3.2 Referentie-installatie	9
3.3 Warmtestaffel	9
3.4 AVI-staffel	10
4. Emissie-eisen	11
4.1 Besluitvorming	11
4.2 Uitgangspunt	11
5. Financiering van duurzame-energieprojecten	12
5.1 Recente ontwikkelingen	12
5.2 Uitgangspunten	12
5.3 Aanvullende ondersteuning	13
5.4 Financieringsparameters	13
6. Ontwikkeling brandstofprijzen	15
6.1 Gas en elektriciteit	15
6.2 Vaste biomassa	15
6.3 Vloeibare biomassa	16
6.4 Vergisting	16
6.5 Overzicht	18
7. Elektriciteitsopties	19
7.1 Stortgas/afval- en rioolwaterzuiveringsinstallaties	19
7.2 Mestcovergisting	20
7.3 GFT-vergisting	21
7.4 Vergisting van overige biomassa	22
7.5 Thermische conversie vaste biomassa	24
7.6 Thermische conversie vloeibare biomassa	25
7.7 Afvalverbrandingsinstallaties	26
7.8 Wind op land	27
7.9 Waterkracht	29
7.10 Zon-PV	30
8. Groengasopties	32
8.1 Inleiding	32
8.2 Stortgas/afval- en rioolwaterzuiveringsinstallaties	34
8.3 Mestcovergisting	36
8.4 GFT-vergisting	37
8.5 Overige vergisting	38
9. Geadviseerde basisbedragen	40
Referenties	42

Lijst van tabellen

Tabel 2.1	<i>Te onderzoeken categorieën op basis van onderzoeksopdracht</i>	7
Tabel 4.1	<i>Emissie-eisen</i>	11
Tabel 5.1	<i>Financiële parameters</i>	14
Tabel 6.1	<i>Aan- en afvoerprijzen van mest</i>	17
Tabel 6.2	<i>Prijsprojecties biomassa</i>	18
Tabel 7.1	<i>Technisch-economische parameters stortgas/RWZI/AWZI</i>	19
Tabel 7.2	<i>Technisch-economische parameters mestcovergisting</i>	20
Tabel 7.3	<i>Technisch-economische parameters GFT-vergisting</i>	21
Tabel 7.4	<i>Technisch-economische parameters overige vergisting</i>	23
Tabel 7.5	<i>Technisch-economische parameters thermische conversie van vaste biomassa</i>	24
Tabel 7.6	<i>Technisch-economische parameters thermische conversie van vloeibare biomassa</i>	25
Tabel 7.7	<i>Technisch-economische parameters AVI's</i>	26
Tabel 7.8	<i>Technisch-economische parameters wind op land</i>	28
Tabel 7.9	<i>Technisch-economische parameters waterkracht</i>	29
Tabel 7.10	<i>Technisch-economische parameters zon-PV</i>	31
Tabel 8.1a	<i>Technisch-economische parameters stortgas (biogas)</i>	35
Tabel 8.2	<i>Technisch-economische parameters mestcovergisting (biogas)</i>	36
Tabel 8.3	<i>Technisch-economische parameters GFT-vergisting (biogas)</i>	37
Tabel 8.4	<i>Technisch-economische parameters overige vergisting (biogas)</i>	39
Tabel 9.1	<i>Opbouw basisbedragen voor 2010 (elektriciteit)</i>	41
Tabel 9.2	<i>Opbouw basisbedragen voor 2010 (groen gas)</i>	41
Tabel S.1	<i>Basisbedragen voor duurzame elektriciteit en groen gas 2010</i>	5

Lijst van figuren

Figuur 6.1	<i>Stromen en bijbehorende prijzen voor vergistingsinputs en -output</i>	18
Figuur 7.1	<i>Stroomdiagram bij een grootschalige monovergister</i>	22

Samenvatting

Het Ministerie van Economische Zaken heeft advies gevraagd aan ECN/KEMA over de basisbedragen voor 2010 in het kader van de SDE-regeling. Hiertoe heeft ECN/KEMA een conceptadvies voorgelegd aan belanghebbenden. De reacties zijn beoordeeld en verwerkt in het rapport 'eindadvies basisbedragen 2010'. Het rapport geeft een overzicht van de technisch-economische en financiële parameters van hernieuwbare-energie-installaties die in 2010 of begin 2011 tot een projectopdracht kunnen komen. Op grond van deze parameters zijn de geadviseerde basisbedragen berekend, deze staan in Tabel S.1.

Tabel S.1 *Basisbedragen voor duurzame elektriciteit en groen gas 2010*

	Subsidie-duur [jaar]	Berekende vollasturen [uur]	Elektriciteit [€ct/kWh]	Groen gas (ruw biogas) [€ct/Nm ³]	Basisbedrag Eindadvies 2009
Wind op land	15	2200	9,6	-	9,4 / -
Vergisting van biomassa					
Stortgas	12	6500	8,3	37,1 (9,0)	8,3 / 37,1
RWZI/AWZI	12	8000	6,0	28,7 (3,2)	6,0 / 28,7
Mestcovergisting	12	8000	18,3	83,1 (59,6)	20,1 / 90,5
GFT-vergisting	12	8000	13,4	73,8 (47,6)	13,4 / 73,8
Overige vergisting	12	8000	15,8	74,1 (51,9)	15,8 / 74,1
Thermische conversie van biomassa					
Vaste biomassa <10 MW _e	12	8000	19,8	-	20,0 / -
Vaste biomassa 10-50 MW _e	12	8000	12,1	-	12,3 / -
Vloeibare biomassa <10 MW _e	12	8000	15,7	-	16,7 / -
Vloeibare biomassa 10-50 MW _e	12	8000	12,3	-	12,9 / -
Afvalverbrandingsinstallaties					
Standaard rendement	15	8080	5,2	-	5,2 / -
Upgraded	15	7800	5,6	-	5,6 / -
Hoog rendement	15	7500	6,2	-	6,2 / -
Waterkracht					
Valhoogte <5 meter	15	3800	12,3	-	12,5 / -
Valhoogte >5 meter	15	4800	7,2	-	7,3 / -
Getijdenenergie	15	3500	13,8	-	13,0 / -
Zon-PV					
0,6-15 kW _p	15	850	47,4	-	52,6 / -
15-100 kW _p	15	850	43,0	-	45,9 / -

De basisbedragen die in dit rapport genoemd staan, hebben betrekking op een representatieve installatie. In de praktijk zullen er situaties zijn waar de kosten hoger of lager uitvallen door lokale omstandigheden. In Tabel S.1 zijn de basisbedragen voor productie van elektriciteit, groen gas en ruw biogas opgenomen. Dit rapport geeft geen advies over de correctiebedragen. In afwachting op het definitief besluit over toekomstige emissie-eisen, wordt in dit advies uitgegaan van de bestaande emissie-eisen. Dit uitgangspunt heeft gevolgen voor de reikwijdte van het advies. Indien voor 2010 andere eisen gaan gelden, is het aan te raden additioneel onderzoek te doen naar de gevolgen van die eisen op de basisbedragen.

1. Inleiding

De doelstellingen voor verdere groei van hernieuwbare-energieproductie in Nederland zijn ambitieus. Het streven is te komen tot 20% duurzame energie in 2020, waarvan naar verwachting een groot aandeel als hernieuwbare elektriciteit vorm zal krijgen. De SDE-regeling die in 2008 gestart is, is hierbij het belangrijkste instrument. Dit rapport is geeft advies over de SDE-basisbedragen voor installaties waarvoor in 2010 een SDE-vergoeding aangevraagd kan worden.

Dit rapport is gebaseerd op het conceptadvies basisbedragen 2010 (Lensink *et al.*, 2009a), en vraagt enige voorkennis van de lezer. In dit rapport worden termen gebruikt die in de SDE-regeling nader beschreven zijn, denk hierbij aan *basisbedrag*, maar ook aan eenheden als Nm³. In eerdere ECN-adviezen, zie (Van Tilburg *et al.*, 2008b), is ingegaan op de werking van de SDE-regeling.

Leeswijzer

De uitgangspunten van het advies, zoals opdracht en rekenmethodiek, staan genoemd in Hoofdstuk 2. In Hoofdstuk 3 wordt ingegaan op de wijze waarop het advies omgaat met levering van nuttige warmte. Hoofdstuk 4 bevat een overzicht van de emissie-eisen, en hoe dit advies emissie-eisen behandelt.

De financiële parameters worden toelicht in Hoofdstuk 5. Hoofdstuk 6 behandelt de prijzen van elektriciteit, gas en biomassa. Hoofdstuk 7 geeft per categorie een overzicht van de technisch-economische parameters van de hernieuwbare-elektriciteitsopties. Hoofdstuk 8 geeft de technisch-economische parameters van de groengasopties, waarna Hoofdstuk 9 besluit met een conclusie waarin de vertaalslag naar basisbedragen gemaakt wordt.

2. Aanpak

2.1 Opdracht

Het Ministerie van Economische Zaken heeft aan ECN/KEMA advies gevraagd voor het vaststellen van de basisbedragen in het kader van de SDE-regeling voor 2010. De te adviseren basisbedragen bevatten de productiekosten en eventuele regelings specifieke afslagen op de elektriciteits- of gascontracten. Het ministerie heeft vooraf de categorieën opgegeven. Voor deze categorieën berekent ECN/KEMA de productiekosten van hernieuwbare elektriciteit en groen gas. De categorieën staan in Tabel 2.1.

Tabel 2.1 *Te onderzoeken categorieën op basis van onderzoeksopdracht*

	<i>Elektriciteitsoptie</i>	<i>Groengasoptie, ruwbiogasoptie</i>
Thermische conversie van biomassa	Vaste biomassa, 0-10 MW _e	-
	Vaste biomassa, 10-50 MW _e	-
	Vloeibare biomassa, 0-10 MW _e	-
	Vloeibare biomassa, 10-50 MW _e	-
Vergisting van biomassa	Mestcovergisting	Mestcovergisting
	GFT-vergisting	GFT-vergisting
	Overige vergisting	Overige vergisting
	Stortgas/RWZI/AWZI	Stortgas/RWZI/AWZI
Afalverbranding	Standaard rendement	-
	Verhoogd rendement	-
	Hoog rendement	-
Wind	Wind op land	-
Waterkracht	Valhoogte <5 meter	-
	Valhoogte >5 meter	-
	Getijdenenergie	-
Zon	Zon-PV 0,6-15 kW _p	-
	Zon-PV 15-100 kW _p	-

2.2 Uitgangspunten

In overleg tussen het ministerie en ECN/KEMA zijn de uitgangspunten voor de berekening vastgesteld. Hierbij is rekening gehouden met de effectiviteit en efficiëntie van de regeling. Het impliceert dat de SDE-vergoeding, en dus de basisbedragen, voldoende hoog moeten zijn om productie van hernieuwbare elektriciteit en groen gas in de categorieën mogelijk te maken, maar dat de basisbedragen niet toereikend hoeven te zijn voor alle geplande projecten. Als vuistregel geldt dat het merendeel van de projecten met de basisbedragen doorgang moet kunnen vinden.

Bij het berekenen van de productiekosten dient rekening gehouden te worden met bestaande wet- en regelgeving, voor zover generiek van toepassing in Nederland. Het advies gaat dus uit van beleid waarvan vaststaat (middels besluitvorming) dat deze in 2010 van kracht is. De productiekosten hebben betrekking op projecten waarvoor in 2010 SDE aangevraagd kan worden, en in 2010 of begin 2011 als bouwproject van start kunnen gaan.

De productiekosten die de SDE-regeling beoogt te vergoeden, zijn de meerkosten om te komen tot productie van hernieuwbare elektriciteit of groen gas. Vooral bij systemen waar de biomassa afkomstig is van afvalstromen of restproducten, kan de systeemgrens grote invloed hebben op de berekende biomassakosten. Gerekend wordt met de meerkosten om deze stromen of producten in te zetten voor productie van hernieuwbare elektriciteit of groen gas. Voor

biomassakosten wordt gerekend met de prijzen die betaald moeten worden om de biomassa bij de installatie geleverd te krijgen. Bij biomassa uit afval of reststromen wordt gerekend met het verschil tussen bovengenoemde biomasprijzen en de prijzen voor biomassa, als deze niet gebruikt zouden worden voor productie van hernieuwbare elektriciteit of groen gas.

2.3 Berekeningswijze

Voor iedere categorie wordt een referentie-installatie bepaald. De referentie-installatie bestaat uit een zekere techniek (of combinatie van technieken), en voor de bio-energiecategorieën een referentiebrandstof. Om op basis van de referentiebrandstof te komen tot een adequate advisering van basisbedragen, is deze techniek of brandstof-techniekcombinatie doorgaans ook gangbaar voor nieuwe projecten in de categorie.

Voor de bepaalde brandstof-techniekcombinatie worden de technisch-economische en financiële parameters bepaald. Op basis van deze parameters worden de productiekosten en basisbedragen bepaald met behulp van een gestyleerd *cashflow*-model, deze is te raadplegen via de ECN-website¹.

2.4 Proces

Het proces tot berekenen van de productiekosten, om te komen tot een advies omtrent basisbedragen, is een getrapd proces. Als start hebben ECN/KEMA een inschatting gegeven van de technisch-economische en financiële parameters, op basis van eigen ervaringen en inzichten, en recente ontwikkelingen in de markt. Deze inschatting is via een conceptadvies voorgelegd aan marktpartijen op 29 juni 2009. Het voorliggende eindrapport is een bewerking van het conceptadvies aan de hand van de ontvangen reacties van marktpartijen.

In een open consultatieronde is aan marktpartijen gevraagd reactie te geven op de inschatting van de technisch-economische en financiële parameters vermeld in conceptadvies. Alle reacties die voor 4 augustus 2009 binnen zijn gekomen, zijn door ECN/KEMA beschouwd en meegewogen in het eindadvies. In een consultatiedocument (Lensink *et al.* 2009b) staat een overzicht van de ontvangen reacties, en een commentaar van ECN/KEMA op de reacties.

¹ <http://www.ecn.nl/ps/onderzoeksprogramma/hernieuwbare-energie/sde/>.

3. Warmte

3.1 Inleiding

Een bio-WKK-installatie produceert elektriciteit en is tegelijkertijd in staat om warmte te leveren. Voor de nuttige aanwending van de warmte is uitbreiding nodig van de installatie. Dit leidt tot een toename van de investeringskosten. Daarnaast nemen de kosten van bedrijfsvoering en onderhoud toe en kan er sprake zijn van een daling van inkomsten uit elektriciteitsproductie.

Bij bio-WKK-installaties die gebaseerd zijn op een gasmotor gaat de warmteproductie niet ten koste van het elektrisch rendement omdat de warmte aan de uitlaatgassen en koelers wordt onttrokken. Bij een installatie op basis van een stoomturbine is er wel een uitruil tussen warmte en elektriciteit. Een deel van de stoomtoevoer wordt 'afgetapt' en als warmte ingezet. Derving van de elektriciteitsproductie brengt extra kosten met zich mee. Bij de bepaling van het basisbedrag wordt hiermee rekening gehouden.

Het nominaal thermisch rendement hangt af van het installatietype en het ontwerp. Om de diverse installaties vergelijkbaar te maken in termen van nuttig toe te passen warmte, wordt gebruik gemaakt van een indeling naar warmtevraag in vollasturen. De warmtevraag voor ruimteverwarming is bijvoorbeeld niet constant maar is afhankelijk van de buitentemperatuur en het gebruik. De meest intensieve vorm van warmtebenutting is mogelijk bij volcontinue industriële processen, waar tot 7000 vollasturen per jaar haalbaar is. Volcontinue warmtelevering komt in de praktijk echter niet vaak voor. Meer gangbaar zijn warmteleveringen van 1000 vollasturen, typisch voor ruimteverwarming, tot 2750 vollasturen, typisch levering aan industrie en kassen. Uit het gehanteerde aantal vollasturen en het nominaal thermisch rendement wordt het jaargemiddelde thermisch rendement berekend.

3.2 Referentie-installatie

Voor iedere bio-energiecategorie wordt een referentie-installatie bepaald, waar in eerste instantie de warmtelevering buiten beschouwing wordt gelaten. Voor de invloed van warmtelevering op de technisch-economische parameters van deze referentie-installatie, wordt vervolgens gekeken naar de toename in investeringskosten en O&M-kosten. De waarde van de warmte wordt bepaald op het leverpunt waar de warmte het eigen terrein van de installatie verlaat. Deze waarde is lager dan de waarde die de warmte heeft voor de eindgebruikers. Zodoende wordt gecompenseerd voor transportverliezen en de kosten die gemoeid zijn met de infrastructuur die de warmteproducent verbindt met de warmteafnemer. Concreet houdt dit in dat de kosten van bijvoorbeeld een warmtenet niet meegenomen zijn in de investeringskosten van de referentie-installatie. Deze kosten komen indirect terug in de daling van de waarde van de warmte voor de leverancier.

3.3 Warmtestaffel

In de SDE-regeling van 2009 is de hoogte van het basisbedrag bij enkele categorieën afhankelijk gemaakt van de warmtebenutting. Naarmate een installatie meer warmte nuttig kan afzetten, stijgt het basisbedrag. In 2009 is de staffel zo vormgegeven, dat de SDE-vergoeding per hoeveelheid vermeden primaire energie gelijk blijft. De warmtestaffel is echter geen onderdeel van de onderzoeksopdracht. In dit eindadvies wordt wel een inschatting gemaakt van de nuttige warmte die bij gangbare situaties nuttig afgezet kan worden. Voor de meeste bio-energiecategorieën betreft dit warmteafzet voor ruimteverwarming. De enige uitzondering

hierop vormt de categorie overige vergisting, waar warmte op industriële schaal afzetbaar is. Hierdoor is de warmte-afzet in zichzelf rendabel. Binnen deze categorie is het basisbedrag van een installatie met warmte-uitkoppeling gelijk aan het basisbedrag van een installatie met alleen elektriciteitsopwekking.

Sommige technieken die bij groengasinstallaties worden gebruikt, maken warmtelevering mogelijk. Ook deze warmtelevering wordt nog niet als gangbaar gezien. De referentie-installaties bij de groengascategorieën gaan daarom niet uit afzet van warmte.

3.4 AVI-staffel

Afzet van warmte komt vaak voor bij afvalverbrandingsinstallaties. De AVI's kennen een aparte regeling om warmtebenutting te stimuleren. De basisbedragen bij de categorie AVI's zijn afhankelijk van het rendement van de installatie, volgens de AVI-staffel in de SDE-regeling. Hoe hoger het rendement, des te hoger het basisbedrag. Ter stimulering van de warmtebenutting wordt bij de bepaling van het rendement rekening gehouden met warmteafzet. Warmte telt voor tweederde mee in de bepaling van het rendement als gedefinieerd in de regeling garanties van oorsprong².

De AVI-staffel zelf is geen onderdeel van de onderzoeksopdracht. Wel worden voor de AVI-categorie drie referentie-installaties doorgerekend, met verschillend rendement. Aan de hand van deze drie doorrekeningen kan de AVI-staffel worden bepaald. Dit eindadvies gaat in op de technisch-economische parameters van die drie referentie-installaties.

² Regeling garanties van oorsprong voor duurzame elektriciteit, artikel 3.

4. Emissie-eisen

4.1 Besluitvorming

De biomassa-installaties vallen grotendeels onder het bestaande BEES-B³ en NeR⁴. Enkele installaties vallen tevens onder de NO_x-emissiehandel, en AVI's vallen onder de BVA⁵. De techniek om aan de emissie-eisen in de BEES-B te voldoen, lijkt in voldoende mate beschikbaar. De afgelopen jaren is er sprake geweest van aanscherping, of mogelijke aanscherping van de emissie-eisen. In 2008 bevatte de SDE-regeling expliciete eisen, vooruitlopend op een nieuw emissiebesluit. In december 2008 heeft de regering een voorstel voor een nieuw besluit de Tweede Kamer toegezonden: de BEMS⁶. In juli 2009 heeft de Minister van VROM in de beantwoording van kamervragen meer inzicht gegeven in de verdere aanpassing van het conceptbesluit. Het is nog onduidelijk wanneer het definitieve besluit vastgesteld wordt.

4.2 Uitgangspunt

In afwachting op het definitief besluit over toekomstige emissie-eisen, wordt in dit advies uitgegaan van de bestaande emissie-eisen volgens de BEES-B. Dit uitgangspunt heeft gevolgen voor de reikwijdte van het advies. Indien voor 2010 andere eisen gaan gelden, is het aan te raden additioneel onderzoek te doen naar de gevolgen van die eisen op de basisbedragen. Tabel 4.1 geeft een overzicht van de in dit eindadvies gehanteerde uitgangspunten ten aanzien van emissie-eisen.

Tabel 4.1 *Emissie-eisen*

<i>Stof</i>	<i>Einheid</i>	Uitgangspunten eindadvies (BEES-B tenzij anders vermeld)	Ontwerp besluit (BEMS)
Biomassavergistingsinstallaties			
SO ₂	[mg/Nm ³ droog rookgas, 3 vol.% O ₂]		200
C _x H _y	[mg C/Nm ³ droog rookgas, 3 vol.% O ₂]		1500
NO _x	[g/GJ brandstof]	140 * η _e /30	80
Biomassaverbrandingsinstallaties - vaste biomassa			
SO ₂	[mg/Nm ³ droog rookgas, 6 vol.% O ₂]		200
PM ₁₀	[mg/Nm ³ droog rookgas, 6 vol.% O ₂]	37 (NeR)	5
NO _x	[g/GJ brandstof]	36-66 ⁸	35
Biomassaverbrandingsinstallaties - vloeibare biomassa			
SO ₂	[mg/Nm ³ droog rookgas, 3 vol.% O ₂]		200
PM ₁₀	[mg/Nm ³ droog rookgas, 3 vol.% O ₂]		50
NO _x	[g/GJ brandstof]	400 * η _e /30	130
Afvalverbrandingsinstallaties			
SO ₂	[mg/Nm ³ droog rookgas, 6 vol.% O ₂]	75 (BVA)	-
PM ₁₀	[mg/Nm ³ droog rookgas, 6 vol.% O ₂]	7,5 (BVA)	-
C _x H _y	[mg C/Nm ³ droog rookgas, 6 vol.% O ₂]	15 (BVA)	-
NO _x	[g/GJ brandstof]	36 (BVA)	-

³ Besluiten Emissie-Eisen Stookinstallaties B

⁴ Nederlandse Emissie Richtlijn lucht

⁵ Besluit Verbranding Afvalstoffen

⁶ Besluit Emissie-eisen Middelgrote Stookinstallaties

⁷ NO_x-emissiehandel (>20 MW_{th}).

⁸ Zie circulaire 'Emissiebeleid voor energiewinning uit biomassa en afval' (VROM, 2002).

5. Financiering van duurzame-energieprojecten

5.1 Recente ontwikkelingen

Onder invloed van de kredietcrisis is het financiële landschap sterk veranderd. De kosten van vreemd vermogen worden bepaald door de interbancaire rente, een commerciële opslag en sinds enige tijd een liquiditeitsopslag als gevolg van het slecht beschikbaar zijn van kapitaal. Hoewel de interbancaire rente sterk gedaald is onder invloed van de crisismaatregelen in 2008 en 2009, zijn de twee andere factoren gestegen. Per saldo zijn de kosten voor het aanhouden van vreemd vermogen gelijk gebleven. Hoewel de kapitaalkosten zijn gestabiliseerd, is er nog geen sprake van normalisatie.

Diverse partijen melden dat er hernieuwbare-energieprojecten in voorbereiding zijn afgeblazen en enkele bestaande projecten gestopt. Er is geen eenduidige reden te geven voor deze ontwikkeling. Enerzijds is het bij bio-energie-installaties een kwestie van hernieuwde realisatie, dat de grondstofprijs erg volatiel is en de markt zodanig ‘dun’ is dat grote initiatieven een versturende invloed op de prijs hebben. Anderzijds is ook gebleken dat er rendementsverbetering te halen valt door technische optimalisatie.

Investeerdere lijken onder invloed van de crisis terughoudend te zijn om langetermijn-investeringen te doen, vanwege gebrek aan beschikbare middelen of (tijdelijk) aantrekkelijkere initiatieven zoals ondergewaardeerde bedrijfsobligaties. Op grond van de ontvangen reacties tijdens de marktconsultatie, is geconcludeerd dat inbreng van meer eigen vermogen binnen hernieuwbare-energieprojecten verlangd wordt en een hoger projectrendement. Het is de inschatting van ECN/KEMA dat dit een tijdelijk effect is door de huidige economische omstandigheden, dat ook in 2010 nog invloed zal hebben.

5.2 Uitgangspunten

De kosten van kapitaal worden meegenomen bij de bepaling van de productiekosten. Uitgangspunt is hierbij projectfinanciering. Het aangetrokken kapitaal bestaat voor een deel uit vreemd vermogen en voor een deel uit eigen vermogen. De verhouding hiertussen is in beginsel afhankelijk van het risicoprofiel van het project. De rentekosten voor vreemd vermogen worden op 6% verondersteld. Voor het rendement op eigen vermogen wordt gerekend met 15%.

Uit de goedkeuring die de Europese Commissie heeft gegeven aan de SDE-regeling blijkt, volgens lezing van het Ministerie van Economische Zaken, dat in de berekening van de basisbedragen niet uitgegaan mag worden van een vergoeding van kapitaal die hoger is dan 80% vreemd vermogen tegen 6% en 20% eigen vermogen tegen 15%.⁹ Het advies voor de basisbedragen 2010 is aangepast aan deze eis, ofschoon deze nog stamt van voor de kredietcrisis.

Marktpartijen hebben aangegeven dat men bij het afsluiten van een lening voor een investering in een duurzame-energie-installatie geconfronteerd kan worden met extra eisen of voorzieningen. Te noemen zijn een afsluitprovisie, een *debt service reserve account*, een *maintenance reserve account*, een verwijderingsaccount en een lening met een iets kortere looptijd dan de subsidieduur. Deze eisen of voorzieningen worden gezien als een vergoeding van kapitaal die hoger is dan het criterium dat de Europese Commissie heeft gesteld, en kunnen daarom niet meegenomen worden bij berekeningen ter vaststelling van de basisbedragen.

⁹ Behoudens AVI's. Het rendement op eigen vermogen bij AVI's bedraagt 12%.

Bij kleine zon-PV-systemen wordt uitgegaan van financiering door particulieren. Financiering door particulieren van zon-PV-systemen geschiedt binnen de woninghypotheek. De voordelen van hypotheekrenteaftrek worden in mindering gebracht op de kapitaalkosten.

5.3 Aanvullende ondersteuning

Additionele financiële ondersteuning wordt in mindering gebracht op de basisbedragen, voor zover deze financiële ondersteuning generiek voor de betreffende categorie geldt en van toepassing is op de referentie-installatie. Naast de directe SDE-subsidie zijn er twee generieke beleidsinstrumenten voor aanvullende ondersteuning van hernieuwbare elektriciteit: EIA en groenfinanciering.

De energie-investeringsaftrek (EIA) is een fiscale regeling die de ondernemer in staat stelt tot 44% van de investeringskosten af te trekken van de fiscale winst van de onderneming. Op deze manier wordt vennootschapsbelasting uitgespaard. Naast beperkingen aan het EIA-voordeel per kW_e, worden ook eisen gesteld aan het rendement van de installatie. Voor biomassa-installaties die alleen warmte leveren geldt de eis voor een warmterendement van 80% en voor WKK-installaties geldt een energetisch rendement van 60%, waarbij warmte voor tweederde meetelt. In het algemeen zal niet aan dit energetisch rendement kunnen worden voldaan omdat de mate van warmte-afzet praktische beperkingen heeft. Als gevolg wordt weinig warmte geleverd en voldoen de referentie-installaties niet aan de EIA-rendementseis. In de berekeningen voor de basisbedragen is daarom aangenomen dat zelfstandige biomassa-installaties niet in aanmerking komen voor EIA. Het EIA-voordeel is wel verrekend voor de categorieën wind op land, zon-PV en waterkracht.

Een tweede aanvullende regeling is de mogelijkheid tot groenfinanciering, het verkrijgen van een lening tegen een gunstig rentetarief. In de Regeling Groenprojecten 2005 zijn de criteria vermeld op grond waarvan duurzame energieprojecten een groenverklaring kunnen krijgen. Een groenverklaring is doorgaans 10 jaar geldig, en leidt tot een belastingvoordeel voor particuliere beleggers in groenprojecten. Groenprojecten kunnen hierdoor tegen een gunstige rente leningen aangaan. Als effectieve rentekorting voor projecten die voor een groenverklaring in aanmerking komen, wordt in dit rapport gerekend met 1%. Omdat de subsidieduur binnen de SDE op 12 of 15 jaar ligt, en de groenverklaring slechts voor 10 jaar geldig is, ontstaat een complicatie bij de financiering. In de berekening is uitgegaan van een rentepercentage van 5% gedurende de eerste 10 jaar, en 6% in de jaren daarna. Dit vertaalt zich in de financiële uitgangspunten tot een rentepercentage van 5,1%. De groenverklaring wordt meegenomen in de berekening voor zover deze generiek wordt afgegeven voor een categorie. Dit is het geval bij wind op land, zon-PV en waterkracht. Voor bio-energiecategorieën dient het project innovatief te zijn, wat in beginsel geen generiek voordeel inhoudt.

5.4 Financieringsparameters

De voorbereidingskosten maken geen onderdeel uit van de aannames voor de investeringskosten. In de berekening worden deze kosten conform de onderzoeksopdracht gedekt via het rendement op eigen vermogen van doorgaans 15%. Hierbij zij opgemerkt dat dit minder dan 15% rendement impliceert volgens de in de markt gangbare definities van rendement op eigen vermogen.

Er is gerekend met een vennootschapsbelasting van 25,5% en 2% jaarlijkse indexatie van de O&M-kosten, inclusief brandstof- en substraatkosten. De subsidiebedragen worden jaarlijks 80% bevoorschot, afrekening vindt medio het jaar daarop plaats. In het eerste jaar van operatie levert dit mogelijk een probleem op met beschikbaarheid van kasstromen. De

basisbedragberekeningen houden hier conform de onderzoeksopdracht geen rekening mee. Zie Tabel 5.1 voor de gebruikte financieel-economische berekeningsparameters.

Tabel 5.1 *Financiële parameters*

	Equity share	Rente	Return on equity	Project return (WACC)	Looptijd lening	Economische levensduur	Groenfinanciering	EIA-maximum (EIA bij referentie -installatie)
	[%]	[%]	[%]	[%]	[jr]	[jr]		[€/kW _e]
Wind op land	20	5,1	15	6,0	15	15	ja	600
Vergisting van biomassa (elektriciteit)								
Stortgas, RWZI en AWZI	20	6	15	6,6	12	12	-	-
Mestcovergisting	20	6	15	6,6	12	12	-	-
GFT-vergisting	20	6	15	6,6	12	12	-	-
Overige vergisting	20	6	15	6,6	12	12	-	-
Vergisting van biomassa (groen gas)								
Stortgas	20	6	15	6,6	12	12	-	geheel (5350)
RWZI en AWZI	20	6	15	6,6	12	12	-	geheel (6390)
Mestcovergisting	20	6	15	6,6	12	12	-	opwerking (3880)
GFT-vergisting	20	6	15	6,6	12	12	-	opwerking (5300)
Overige vergisting	20	6	15	6,6	12	12	-	opwerking (3000)
Thermische conversie van biomassa								
Vaste biomassa <10 MW _e	20	6	15	6,6	12	12	-	-
Vaste biomassa 10-50 MW _e	20	6	15	6,6	12	12	-	-
Vloeibare biomassa <10 MW _e	20	6	15	6,6	12	12	-	-
Vloeibare biomassa 10-50 MW _e	20	6	15	6,6	12	12	-	-
Afvalverbrandingsinstallaties								
Standaard rendement	33	6	12	7,0	15	15	-	-
Verhoogd rendement	33	6	12	7,0	15	15	-	-
Hoog rendement	33	6	12	7,0	15	15	-	-
Waterkracht								
Waterkracht, valhoogte <5 meter	20	5,1	15	6,0	30	30	ja	turbine (1760)
Waterkracht, valhoogte >5 meter	20	5,1	15	6,0	30	30	ja	turbine (1900)
Getijde-energie	20	5,1	15	6,0	20	20	ja	turbine (3340)
Zon-PV								
0,6-5 kW _p	0	2,6	2,6	2,6	15	15	ja	n.v.t.
5- 100 kW _p	15	5,1	15	5,5	15	15	ja	3000

6. Ontwikkeling brandstofprijzen

6.1 Gas en elektriciteit

De basisbedragen worden niet direct beïnvloed door de prijzen van fossiele brandstoffen zoals kolen, gas en olie. De basisbedragen zijn immers een maat voor de productiekosten van hernieuwbare-energieopties. De SDE-vergoeding, ofwel het subsidiebedrag, worden jaarlijks bepaald door een correctie toe te passen op basis van de elektriciteitsprijs of de gasprijs. Er zijn twee uitzonderingen.

Elektriciteit

Groengasinstallaties gebruiken elektriciteit. Het leveringstarief wordt aangenomen op 14 €/kWh. Dit bedrag is gebaseerd op een langetermijnelectriciteitsprijs van 6,6 €/kWh (Lensink en Van Tilburg, 2008), vermeerderd met REB (1,0 €/kWh bij verbruik tot 10 miljoen kWh per jaar), leverings- en transportdiensten.

Gas

Aardgas wordt gebruikt als indicatie voor de opbrengsten van warmtelevering bij bio-energie-installaties. Voor aardgas is het uitgangspunt de langetermijnprijs van 22 €/m³ (Lensink en Van Tilburg, 2008). Aangenomen wordt dat een zakelijke kleinverbruiker tot 170.000 m³ per jaar ca. 45 €/m³ betaald, inclusief 14 €/m³ REB.

6.2 Vaste biomassa

Afvalhout

De prijs voor afvalhout of B-hout is afhankelijk van de toepassing. Vaak is het sloophout voor grootschalige verbrandingsinstallaties bij afvalverwerkers waarbij het afval gescheiden wordt aangeleverd. Hiervoor wordt een marktprijs van 10 €/ton verwacht. Bij kleinschalige verbrandingsinstallaties is hout veelal uit de markt afkomstig en wordt voor 2010 een gemiddelde prijs van 25 €/ton verwacht. Op deze markt is de vraag groter dan het aanbod aan hout, en is er een toenemende vraag naar B-hout, onder andere vanuit Duitsland. Het is de referentie-brandstof voor verbrandingsinstallaties 10-50 MW_e. De verwachting is dat afvalhout op termijn geen referentiebrandstof meer zal zijn.

Knip- en snoeihout

Het in Nederland ingezamelde knip- en snoeihout wordt naast de inzet als brandstof voornamelijk als bodembedekker toegepast. De prijs van dit hout varieert tussen 30 en 40 €/ton, afhankelijk van de kwaliteit en transportafstand. Dit rapport gaat uit van 32 €/ton bij een energie-inhoud van 7 GJ/ton. Bij knip- en snoeihout treedt geen internationale prijsvorming op; het betreft een regionaal georiënteerde markt. Het is de referentiebrandstof voor verbrandingsinstallaties <10 MW_e.

Pellets

Voor houtpellets wordt een redelijk stabiele prijs verwacht voor industrieel gebruik van 130 tot 140 €/ton. Deze markt wordt gebufferd door de markt van huishoudelijk gebruik van houtpellets. Deze is ongeveer twee maal zo groot, en stort snel in bij hogere prijzen zoals in 2006. In West-Europa is er overcapaciteit aan productiefaciliteiten, en in Canada is nog ruim voldoende hout aanwezig. Houtpellets worden vooralsnog niet aangemerkt als referentiebrandstof. Op termijn, als het binnelands aanbod van biomassastromen voor energietoepassingen volledig benut is, is dit wel denkbaar.

Geïmporteerde restproducten

Agrarische restproducten voor energietoepassingen worden nauwelijks ingevoerd omdat de MEP-subsidie voor meestoken is verlaagd in 2006 en de inzet bij centrales technisch beperkt is. De prijs van cacaodoppen is gedaald van € 40 in 2008 naar € 25 in 2009. Het aanbod van een kleine 60.000 ton is in deze periode met 10% afgenomen. Geïmporteerde agrarische restproducten worden niet structureel op grote schaal ingezet bij de onderzochte bio-energie-categorieën, en worden daarom niet aangemerkt als referentiebrandstof.

6.3 Vloeibare biomassa

Bio-olie

De prijs voor palmolie ondergaat een langzame daling, en is voor ongeraffineerde palmolie (CPO) 545 €/ton (CIF Rotterdam). Deze daling is al in januari ingezet en wordt verwacht door te zetten naar een prijs van 500 €/ton in 2010. Voor gebruik in WKK-installaties kan geraffineerde palmolie gebruikt worden. Hier is een hogere kwaliteit voor nodig, om geen storingen in de bedrijfsvoering te veroorzaken. Andere oliën, zoals soja en koolzaad, zijn zeker 100 €/ton duurder en vormen daardoor geen alternatief voor geraffineerde palmolie. Hoewel de genoemde oliën zelf niet binnen de SDE gebruikt kunnen worden, worden de *prijsbewegingen* wel als leidend voor de prijsbewegingen bij dierlijk vet en gebruikte plantaardige oliën gezien. Als referentieprijs voor dierlijk vet wordt 450 €/ton gehanteerd en voor gebruikt plantaardig vet 375 €/ton.

6.4 Vergisting

Groente-, fruit- en tuinafval

Bij vergisting van GFT wordt, zoals bij verbranding van afval in AVI's, de brandstofprijs nihil verondersteld. Hier is voor gekozen omdat het opwekken van energie voor dit type installaties moet worden beschouwd als 'extra'. Als basisbedrag wordt de meerprijs berekend ten opzichte van composteren. Het verschil tussen aerobe vergisting (bij composteren) en anaerobe vergisting (bij biogasbenutting) heeft geen invloed op de massa van het restproduct.

Biomassa voor grootschalige monovergisting

Grootschalige monovergisting van reststromen kan gekoppeld zijn aan de voedings- en genotmiddelenindustrie of aan de biobrandstofproductie. De feedstocks bij VGI-vergisting zijn natte biomassastromen met een drogestofgehalte van 15-30%. De samenstelling ervan is vrij constant over de tijd. Dat is een voordeel voor vergisting. Sommige initiatieven baseren zich op één grondstof, andere richten zich op een mix aan grondstoffen, die enigszins gevarieerd kan worden, bijvoorbeeld onder invloed van de ontwikkelingen in de veevoedermarkten. Ook de prijzen van de feedstocks worden in de eerste plaats bepaald door de veevoedermarkten, waar vrijwel alle grondstoffen een alternatieve aanwending hebben.

Voor de berekening van de grondstofkosten is aangenomen dat de substraatkosten 20 €/ton bedragen en de afvoerkosten voor digestaat 10 €/ton. Door de productie en ontsnapping van biogas is de massa van het digestaat minder dan de massa van het substraat. Aangenomen is dat de massa van het digestaat 70% bedraagt van dat van het substraat. Daarmee komen de grondstofkosten op $(20 + 10 * 0,7=)$ 27 €/ton. Kosten voor het substraat variëren sterk tussen de verschillende soorten grondstof. Echter, wanneer gecorrigeerd wordt voor de verschillen in energie-inhoud en methaanopbrengsten, ontstaat een relatief constante prijs per GJ energie in het substraat. Deze ligt rond de 4 €/GJ. De grondstofprijs wordt aangenomen op 27 €/ton. De energie-inhoud van het substraat is 5 GJ/ton.

Grondstoffen voor mestcovergisting - mest

De Nederlandse mestmarkt is grillig en regionaal gedifferentieerd. Los van de invloed van weersomstandigheden, liggen prijzen structureel hoger in overschotgebieden zoals Brabant, Gelderland en Overijssel. In Nederland ontwikkelt zich een aanbodoverschot aan mest. Dit overschot kan oplopen tot 8% van de jaarlijkse productie in 2015 (Luesink *et al.*, 2008). Dit leidt tot opwaartse druk op de mestprijzen. Hoewel de prijzen voor rundveedrijfmest ook in overschotgebieden dit voorjaar zijn gedaald tot 13 €/ton, lijkt een langetermijnindicatie van de afvoerprijs van 15 €/ton een vrij optimistische maar nog steeds redelijk verdedigbare raming.

Tabel 6.1 *Aan- en afvoerprijzen van mest*

	Aanvoerprijs [€/ton]	Afvoerprijs [€/ton]
Drijfmest in mesttekortgebied	0 tot 10	-10 tot 0
Drijfmest in mestoverschotgebied	-25 tot -10	10 tot 25
Vaste pluimveemest	-10 tot -5	5 tot 10
Referentieprijs	-10	15

De prijs van mest heeft niet alleen invloed op de invoerkant van de vergister. Het digestaat dat moet worden afgevoerd na vergisting wordt ook als dierlijke mest beschouwd en tegen dezelfde prijs ingeboekt. Wanneer een vergistingsinstallatie meer mest kan verwerken dan op het bedrijf aanwezig is, kan mest van buiten het bedrijf worden ingezet tegen een aanvoervergoeding. Deze vergoeding wordt gelijk gesteld aan de afvoerprijs, minus 5 €/ton voor transportkosten. Daarmee komt de aanvoervergoeding op 10 €/ton.

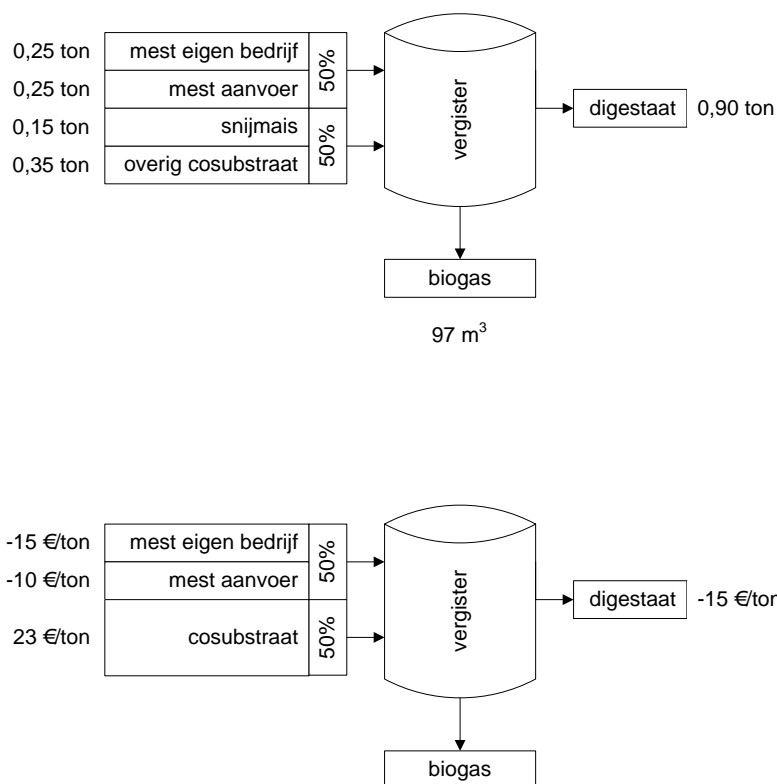
Grondstoffen voor mestcovergisting - cosubstraat

Van oudsher is snijmaïs (voedermaïs, het hele gewas) de belangrijkste grondstof voor covergisting. De prijzen van snijmaïs zijn de afgelopen jaren echter sterk gestegen. Wegens deze hoge prijzen is het aandeel laagwaardige restproducten in de cosubstraatmix snel gestegen: in 2007 bestond meer dan 50% hiervan al uit gewasresten en overige agrarische restproducten. De verwachting is dat deze trend doorzet. Vooral lokaal beschikbare en kleinschalige reststromen hebben substantieel lagere prijzen, hoewel soms ook een wat lagere energie-inhoud. Uitgegaan wordt van 23 €/ton met een energie-inhoud van 4,8 GJ/ton¹⁰.

Mestcovergisting - kosten en energie-inhoud grondstof

Figuur 6.1 geeft een schematische weergave van de aangenomen grondstofstromen in de covergister. De prijs van het substraat komt uit op 19 €/ton bij 2,9 GJ/ton. Voor de berekeningswijze, zie Bijlage B in (Van Tilburg *et al.*, 2008b).

¹⁰ Bijvoorbeeld: 30% maïs tegen 30 €/ton plus 70% restproducten tegen 20 €/ton is 23 €/ton, aangenomen energie-inhoud voor beide stromen 4,8 GJ/ton. Snijmaïsprijzen gebaseerd op handelsprijzinformatie van het LEI gecorrigeerd voor transportkosten, prijzen van restproducten ingeschat op basis van diverse bronnen.



Figuur 6.1 *Stromen en bijbehorende prijzen voor vergistingsinputs en -output*

6.5 Overzicht

Een overzicht van de belangrijkste grondstoffen staat in Tabel 6.2.

Tabel 6.2 *Prijsprojecties biomassa*

	Energie-inhoud	Prijsrange	Referentieprij ¹¹		Eindadvies
	[GJ/ton]	[€/ton]	Eindadvies 2010	[€/ton]	2009
			[€/GJ]		[€/ton]
Vloeibare biomassa					
Dierlijk vet	39	425-525	11,5	450	475
Gebruikte plantaardige oliën	39	350-450	9,6	375	400
Vaste biomassa					
Knip- en snoeihout	7	30-40	4,6	32	28
Afvalhout	14	10-50	1,8	25	25
Houtpellets	18,3	125-140	6,8	125	-
Vergisting					
Monovergistinginput	5,0	-	4,0	27	27
<i>Aanvoer dierlijke mest</i>	1	(-25)-0	-10	-10	-15
<i>Afvoer dierlijke mest</i>	1	(-30)-(-5)	-15	-15	-15
<i>Co-substraat</i>	4,8	5-50	4,8	23	28
Covergistinginput	2,9	-	6,6	19	21

¹¹ De prijzen die in dit rapport zijn gehanteerd, zijn gebaseerd op het gehele product en niet alleen op het drogestofgehalte. Het gaat altijd om het poorttarief, dus levering aan de installatie.

7. Elektriciteitsopties

7.1 Stortgas/afval- en rioolwaterzuiveringsinstallaties

Recente ontwikkelingen

Bij stortgas uit stortplaatsen en bij riool- en afvalwaterzuiveringsinstallaties wordt biogas gewonnen. Dit biogas kan voor productie van hernieuwbare elektriciteit of productie van groen gas ingezet worden. Het potentieel in Nederland is in belangrijke mate al benut. Er worden in Nederland nauwelijks nog nieuwe afvalstortplaatsen in gebruik genomen. Verder wordt het storten van brandbaar organisch afval ontmoedigd. Dit afval is de bron voor stortgas. De totale productie van stortgas zal de komende jaren dan ook afnemen. De op stortgas draaiende gasmotoren zullen geleidelijk minder elektriciteit gaan produceren. Bij te geringe productie is het niet meer rendabel om de gasmotor te blijven gebruiken. De keus is dan tussen het affakkelen van het resterende stortgas, of het vervangen van de bestaande gasmotor door een kleinere gasmotor.

Beschrijving referentie-installatie

Omdat de productie van stortgas geleidelijk afneemt, en bestaande gasmotoren gaandeweg overgedimensioneerd raken, wordt bij de referentie-installatie niet uitgegaan van het plaatsen van een nieuwe installatie op een stortplaats, maar van het vervangen van een gasmotor door een kleinere versie.

Aanvullende opmerkingen

De productie van stortgas loopt terug. Het potentieel van biogasbenutting bij AWZI's en RWZI's is voor een groot deel benut.

Tabel 7.1 *Technisch-economische parameters stortgas/RWZI/AWZI*

		Eindadvies 2010		Eindadvies 2009	
		Stortgas	AWZI/RWZI	Stortgas	AWZI/RWZI
Installatiegrootte	[MW]	0,3	0,3	0,3	0,3
Investeringskosten	[€/kW _e]	2385	2185	2385	2185
Vollasturen	[uur/jaar]	6500	8000	6500	8000
Vaste O&M-kosten	[€/kW _e]	240	220	240	220
Variabele O&M-kosten	[€/kWh]	-	-	-	-
Energie-inhoud biomassa	[GJ/ton]	-	-	-	-
Grondstofkosten	[€/ton]	0	0	0	0
Elektrisch rendement	[%]	35,0	35,0	35	35
Thermisch rendement	[%]	4,6	4,6	4,6	4,6
Vermeden brandstofkosten	[€/m ³]	0,45	0,45	0,45	0,45

7.2 Mestcovergisting

Recente ontwikkelingen

Het potentieel voor covergisting van dierlijke mest is aanzienlijk. De beschikbare hoeveelheid mest maakt groei mogelijk. Cosubstraat, zoals energiemaïs, kan op het land worden verbouwd of uit agrarische restproducten bestaan. Deze cosubstraten vormen geen directe belemmering voor de groei. Op diverse locaties zijn projecten in ontwikkeling, in mestconcentratiegebieden en daarbuiten, en op industrieterreinen zowel als in het buitengebied. De capaciteit ligt vaak bij de MER-grens van 100 ton per dag. Nieuwe projecten kennen ook hogere capaciteiten, tot 450 ton per dag. Het vermogen ligt in de range van 0,6 tot 1 MW_e met een verwachte trend naar grotere installaties tot 2 MW_e en enkele uitlopend tot circa 10 MW_e. Opschaling lijkt dus haalbaar, maar het merendeel van de projecten ligt nog rond of onder de 800 kW_e. Het aantal vollasturen voor covergisting is ten opzichte van het eindadvies 2009 verhoogd van 7500 tot 8000 uur. Moderne covergisters blijken in de praktijk dit aantal uren ruim te halen. De aanloopfase, waarin de vergister moet stabiliseren en de installatie veelal niet op vollast draait, blijkt in de praktijk beperkt te zijn, zodat een verhoging van de referentie tot 8000 uur haalbaar is.

Beschrijving referentie-installatie

De referentie-installatie heeft een vermogen van 800 kW_e, en gebruikt 50% mest en 50% cosubstraat. Vergaande digestaatnabehandeling of vergaande vergisting gericht op verhoging van de biogasproductie zijn nog niet algemeen gangbaar, omdat ze in de meeste gevallen nog niet rendabel zijn ten opzichte van directe afvoer van het digestaat. De gemiddelde kosten voor het cosubstraat liggen op 23 €/ton. Het cosubstraat bestaat voor circa 30% uit snijmaïs, en voor circa 70% uit residuele biomassa met lagere kosten¹², zie ook Paragraaf 6.4.

Aanvullende opmerkingen

De hoeveelheid mest staat in een verhouding van 1:1 met cosubstraat, aangezien maximaal 50% cosubstraat mag worden toegevoegd aan de dierlijke mest om afzet als meststof in de landbouw mogelijk te maken. Het cosubstraat moet dan wel op de positieve lijst van LNV staan of ontheffing hebben verkregen van het Rikilt. Het impliceert dat de mest-cosubstraatverhouding voortkomt uit wet- en regelgeving, en dat het niet per se de optimale verhouding is om de biogasproductie zo hoog mogelijk te maken, of de productiekosten van hernieuwbare elektriciteit zo laag mogelijk. De productiekosten van hernieuwbare elektriciteit uit mestcovergisting kan een sterke regionale spreiding kennen, vanwege de onderliggende mestkosten. Ook de schaalgrootte van de installaties maakt verschil. Een installatie van 2 MW_e kent productiekosten van ongeveer 1 €/kWh lager dan die van een installatie van 800 kW_e. Als gerekend wordt met mestprijzen in mesttekortgebieden, kunnen productiekosten zelfs enkele centen per kWh uitvallen.

Tabel 7.2 *Technisch-economische parameters mestcovergisting*

		Eindadvies 2010	Eindadvies 2009
Installatiegrootte	[MW]	0,8	0,8
Investeringskosten	[€/kW _e]	3000	3000
Vollasturen	[uur/jaar]	8000	7500
Vaste O&M-kosten	[€/kW _e]	240	240
Variabele O&M-kosten	[€/kWh]	-	-
Energie-inhoud biomassa	[GJ/ton]	2,9	2,9
Grondstofkosten	[€/ton]	19	21
Elektrisch rendement	[%]	26	26
Thermisch rendement	[%]	3	3
Vermeden brandstofkosten	[€/m ³]	0,19	0,19

¹² Residuele biomassa's zijn producten als aardappelstoomschillen, glycerine, aardappelpulp, bietensnippers, etensresten, gras, bietenstaartjes, witlofpennen, graanresten en uienafval.

7.3 GFT-vergisting

Recente ontwikkelingen

GFT wordt duurzaam aanbesteed, ofwel aanbieders van GFT hechten bij de keuze voor een GFT-verwerker steeds meer belang aan de ketenemissie van CO₂. Hierdoor ontstaat een trend dat niet alleen elektriciteit geproduceerd wordt. Naast de productie van elektriciteit is er een trend naar andere coproducten, zoals groen gas, laagwaardige warmte en CO₂ voor de tuinbouw. De verwachting is dat de investeringskosten en GFT-prijzen gelijk blijven aan het niveau van 2009.

Beschrijving referentie-installatie

De parameters bij de vergisting van GFT zijn bepaald voor de extra inspanning ten opzichte van de uitgangssituatie waarin het GFT wordt gecomposteerd. Alleen de meerinvesteringen en de jaarlijkse meerkosten van GFT-vergisting ten opzichte van composteren worden meegenomen in de berekening van het basisbedrag. De grondstofkosten zijn daardoor per definitie nihil. Omdat nieuwe installaties een vermogen hebben tussen de 0,15 en 1,6 MW_e, wordt het vermogen van de referentie-installatie verlaagd ten opzichte van het eindadvies 2009 tot 1,5 MW_e.

Tabel 7.3 *Technisch-economische parameters GFT-vergisting*

		Eindadvies 2010	Eindadvies 2009
Installatiegrootte	[MW]	1,5	2,0
Investeringskosten	[€/kW _e]	4285	4285
Vollasturen	[uur/jaar]	8000	8000
Vaste O&M-kosten	[€/kW _e]	445	445
Variabele O&M-kosten	[€/kWh]	-	-
Energie-inhoud biomassa	[GJ/ton]	2,5	2,5
Grondstofkosten	[€/ton]	0	0
Elektrisch rendement	[%]	26,0	26,0
Thermisch rendement	[%]	3,0	3,0
Vermeden brandstofkosten	[€/m ³]	0,19	0,19

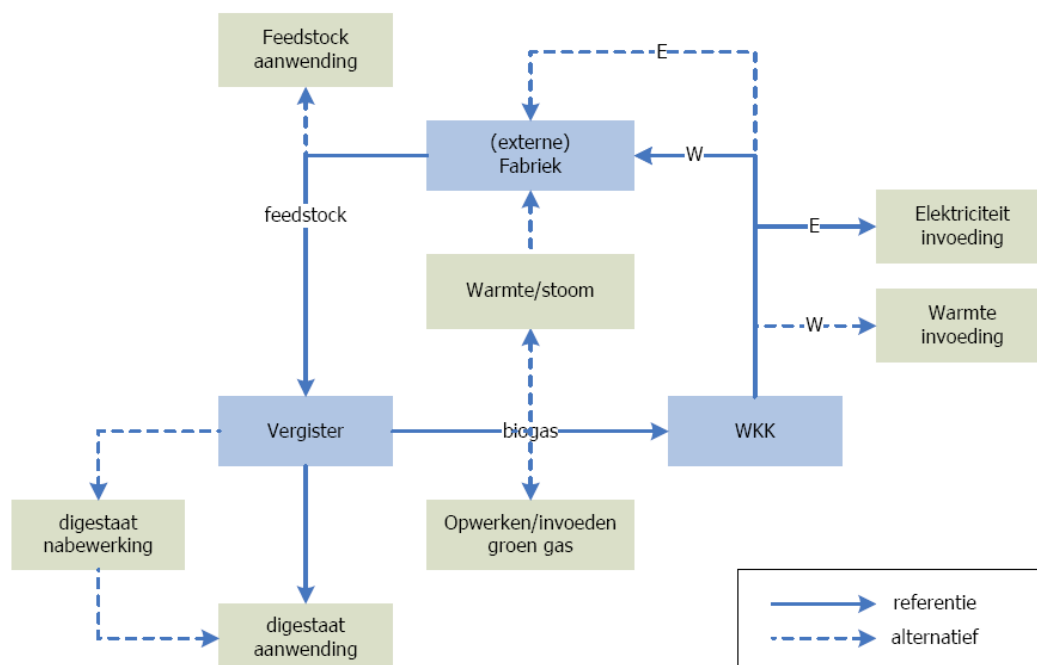
7.4 Vergisting van overige biomassa

Recente ontwikkelingen

De technisch-economische parameters van grootschalige monovergisting worden dit jaar voor het eerst aan de markt voorgelegd in het kader van de SDE-regeling. Vorig jaar is een advies opgesteld, nadat de marktconsultatie was afgelopen (Londo *et al.*, 2009).

Beschrijving referentie-installatie

In de categorie vergisting van overige biomassa wordt (grootschalige) monovergisting als referentietechniek beschouwd. De grondstoffen voor monovergisting zijn veelal reststromen die vrijkomen in de voedingsmiddelen- en biobrandstoffensector. Deze technologie wordt benaderd als een variant op covergisting. Bij deze vergistingsoptie wordt een bestaande fabriek uitgebreid met een energiebedrijf. Dat gebeurt op een geïntegreerde manier. De grondstof komt hoofdzakelijk uit de fabriek en de geproduceerde energie wordt goeddeels teruggeleverd aan dezelfde fabriek, in de vorm van elektriciteit, groen gas, warmte, of een combinatie daarvan, zie Figuur 7.1.



Figuur 7.1 Stroomdiagram bij een grootschalige monovergister

Concrete voorbeelden van grootschalige monovergisters zijn:

- Een suikerfabriek die de melasses en andere reststromen in een vergister inzet.
- Een bio-ethanolfabriek die het restproduct (bierbostel) inzet in een vergister.
- Een biodieselfabriek die koolzaad of sojaschroot in een vergister inzet, eventueel in combinatie met de vrijkomende glycerine.
- Een aardappelverwerker die de stoomschillen en voor menselijke consumptie afgekeurde partijen gaat vergisten.

Een typische range van de installaties is 2 tot 7 MW_e, met een referentievermogen van 3 MW_e. De prijzen voor grondstof worden in eerste instantie bepaald door de veevoedermarkten, waar vrijwel alle grondstoffen een alternatieve aanwending hebben. Voor de grondstof is een prijs aangenomen van 27 €/ton.

Aanvullende opmerkingen

Afhankelijk van de energievraag van de fabriek, kan eigen verbruik van groen gas, elektriciteit en warmte mogelijk zijn. Er wordt uitgegaan van de situatie waarin elektriciteit volledig wordt teruggeleverd aan het net. De nuttig gebruikte warmte wordt beschouwd als vermeden inzet van aardgas met een opwekkingsrendement van 90%. De kosten voor het afvoeren van digestaat worden verrekend met de grondstofkosten. De grondstofprijs wordt aangenomen op 27 €/ton. De energie-inhoud van het substraat is 5 GJ/ton.

Tabel 7.4 *Technisch-economische parameters overige vergisting*

		Eindadvies 2010	Advies 2009
Installatiegrootte	[MW]	3	4
Investeringskosten	[€/kW _e]	3200	2900
Vollasturen	[uur/jaar]	8000	8000
Vaste O&M-kosten	[€/kW _e]	210	180
Variabele O&M-kosten	[€/kWh]	-	-
Energie-inhoud biomassa	[GJ/ton]	5	5
Grondstofkosten	[€/ton]	27	27
Elektrisch rendement	[%]	26,0	26,0
Thermisch rendement	[%]	8,2%	-
Vermeden brandstofkosten	[€/m ³]	0,22	-

7.5 Thermische conversie vaste biomassa

Recente ontwikkelingen

De veranderingen in de investeringskosten in de afgelopen jaren worden sterk beïnvloed door materiaalprijzen en de afstemming van vraag en aanbod. In de afgelopen jaren stegen de investeringskosten aanzienlijk, vooral vanwege schaarste van hoogwaardig staal. Ook was de vraag naar verbrandingsinstallaties groter dan door leveranciers tijdig geleverd kon worden. Door beide effecten zijn de investeringskosten voor verbrandingsinstallaties voor biomassa sterk gestegen. Beide invloeden zijn sinds het laatste half jaar niet meer aanwezig. Onzeker is hoe de markt zich verder zal ontwikkelen. Verwacht wordt dat de grondstofprijzen zullen stabiliseren, en dat de vraag naar installaties licht zal dalen. Voor 2010 wordt verwacht dat de investeringen op het niveau van 2009 zullen uitkomen.

Het aantal vollasturen is ten opzichte van het eindadvies 2009 verhoogd van 7500 tot 8000 uur. Moderne installaties blijken in de praktijk dit aantal uren ruim te halen. De duur van storingen blijkt uit praktijkinformatie gering te zijn.

Beschrijving referentie-installatie

Voor thermische conversie van vaste biomassa worden verbrandingsinstallaties als referentie gezien. De categorie bevat ook conversietechnieken als pyrolyse, waar een enkel initiatief toe bestaat. De categorie <10 MW_e gebruikt knip- en snoeihout als referentiebrandstof, de categorie met grotere installaties afvalhout. De referentie-installaties hebben een vermogen van 2 MW_e voor 30.000 ton/jaar aan knip- en snoeihout, en 20 MW_e voor 135.000 ton/jaar aan afvalhout.

Aanvullende opmerkingen

De schaalgrootte van kleinschalige verbrandingsinstallaties is aanzienlijk lager dan de bovengrens van de categorie van 10 MW_e. De range van de recente aanvragen varieert tussen de 0,2 en 3 MW_e. Het valt te overwegen om de vermogensgrenzen binnen de categorieën thermische conversie van biomassa te herijken, waarbij speciale aandacht gegeven wordt aan installaties met een vermogen van 5-10 MW. Hiertoe dient aanvullend kostenonderzoek verricht te worden.

Eventuele import van afvalhout maakt het potentieel voor verbrandingsinstallaties aanzienlijk groter. De prijzen voor B-hout liggen in Duitsland echter hoger dan in Nederland. Aanscherping van de emissie-eisen ten opzichte van de in dit rapport aangenomen emissie-eisen, kunnen tot verhoging van de productiekosten leiden.

Tabel 7.5 *Technisch-economische parameters thermische conversie van vaste biomassa*

		Eindadvies 2010		Eindadvies 2009	
		Verbranding 0-10 MW _e	Verbranding 10-50 MW _e	Verbranding 0-10 MW _e	Verbranding 10-50 MW _e
Installatiegrootte	[MW]	2	20	2	20
Investeringskosten	[€/kW _e]	4400	3635	4400	3635
Vollasturen	[uur/jaar]	8000	8000	7500	8000
Vaste O&M-kosten	[€/kW _e]	340	255	340	255
Variabele O&M-kosten	[€/kWh]	-	-	-	-
Energie-inhoud biomassa	[GJ/ton]	7	14	7	14
Brandstofkosten	[€/ton]	32	25	28	25
Elektrisch rendement	[%]	23,0	28,6	23,0	28,6
Thermisch rendement	[%]	4,1	5,5	4,1	5,5
Vermeden brandstofkosten	[€/m ³]	0,158	0,127	0,158	0,127

7.6 Thermische conversie vloeibare biomassa

Recente ontwikkelingen

Mogelijke ontwikkelingen in de investeringskosten zijn vergelijkbaar met die van nieuwe installaties voor vaste biomassa. Onzeker is hoe de investeringskosten zich verder zullen ontwikkelen. Verwacht wordt dat de nu al lagere grondstofprijzen zullen stabiliseren, en dat de vraag naar installaties licht zal dalen. Voor 2010 wordt verwacht dat de investeringen op het niveau van 2009 zullen uitkomen.

Het aantal vollasturen is ten opzichte van het eindadvies 2009 verhoogd van 7500 tot 8000 uur. Moderne installaties blijken in de praktijk dit aantal uren ruim te halen. De duur van storingen in de -vaak onbemande- installaties blijkt uit praktijkinformatie gering te zijn.

Beschrijving referentie-installatie

De gangbare techniek voor kleinschalige installaties is verbranding van bio-olie in een dieselmotor. Vetten zijn onder kamertemperatuur weliswaar vast, maar bij de condities onder normale bedrijfsvoering worden zij vloeibaar. Daarom worden zij als vloeibare biomassa aangemerkt. Grotere installaties bestaan in de praktijk uit projecten op basis van meerdere dieselmotoren met bij de grotere vermogens een nageschakelde stoomcyclus. Projecten zijn onder te verdelen in pieklastinstallaties tot 20 MW_e en basislastinstallaties tot 50 MW_e.

De referentiebrandstoffen zijn gebruikte plantaardige oliën voor installaties tot 50 MW_e, en dierlijk vet voor kleinschalige installaties. Er is gerekend met lagere brandstofprijzen dan vorig jaar. Evenals aangenomen in het advies van vorig jaar, kan de prijsontwikkeling bepaald worden op basis van de ontwikkelingen in de mondiale markt voor plantaardige oliën en vetten.

Aanvullende opmerkingen

Aanscherping van de emissie-eisen ten opzichte van de in dit rapport aangenomen emissie-eisen, kunnen tot verhoging van de productiekosten leiden.

Tabel 7.6 *Technisch-economische parameters thermische conversie van vloeibare biomassa*

		Eindadvies 2010		Eindadvies 2009	
		Verbranding 0-10 MW _e	Verbranding 10-50 MW _e	Verbranding 0-10 MW _e	Verbranding 10-50 MW _e
Installatiegrootte	[MW]	1	20	1	20
Investeringskosten	[€/kW _e]	1600	1350	1600	1350
Vollasturen	[uur/jaar]	8000	8000	7500	8000
Vaste O&M-kosten	[€/kW _e]	175	155	175	155
Variabele O&M-kosten	[€/kWh]	-	-	-	-
Energie-inhoud biomassa	[GJ/ton]	39	39	39	39
Brandstofkosten	[€/ton]	450	375	475	400
Elektrisch rendement	[%]	42,0	47,3	42,0	47,3
Thermisch rendement	[%]	4,6	2,7	4,6	2,7
Vermeden brandstofkosten	[€/m ³]	0,158	0,127	0,158	0,127

7.7 Afvalverbrandingsinstallaties

Recente ontwikkelingen

Verwacht wordt dat in 2010 en 2011 een aantal nieuwe AVI-verbrandingslijnen in werking wordt gesteld. Dit betreft een combinatie van nieuwbouwinstallaties, en ombouw, vervanging of uitbreiding van bestaande installaties. Het rendement van deze installaties zal met ca. 30% veelal hoog zijn, omdat er sprake is van warmte-krachtkoppeling.

Beschrijving referentie-installatie

Alleen het zogenaamde energiebedrijf van de AVI wordt in beschouwing genomen, niet het afvalbedrijf. Het energiebedrijf omvat alle kosten die gemaakt moeten worden om energie-benutting bij AVI's mogelijk te maken.

Aanvullende opmerkingen

Aandachtspunt is de minimumeis voor realisatie van nieuwe installaties op grond van de huidige regelgeving rond vergunningverlening ('BAT Reference Documents' ofwel BREF's voor afvalverbrandingsinstallaties). Dit kan implicaties hebben voor de referentie-installatie.

Tabel 7.7 *Technisch-economische parameters AVI's*

		Eindadvies 2010			Eindadvies 2009		
		Standaard rendement	Verhoogd rendement	Hoog rendement	Standaard rendement	Verhoogd rendement	Hoog rendement
Installatiegrootte	[MW]	19,8	25,4	29,2	19,8	25,4	29,2
Investeringskosten	[€/kW _e]	2450	2550	2750	2450	2550	2750
Vollasturen	[uur/jaar]	8080	7800	7500	8080	7800	7500
Vaste O&M-kosten	[€/kW _e]	-	-	-	-	-	-
Variabele O&M-kosten	[€/kWh]	0,012	0,013	0,014	0,012	0,013	0,014
Energie-inhoud biomassa	[GJ/ton]	10	10	10	10	10	10
Brandstofkosten	[€/ton]	0	0	0	0	0	0
Elektrisch rendement	[%]	23,0	28,5	31,5	23,0	28,5	31,5
Thermisch rendement	[%]	-	-	-	-	-	-
Vermeden brandstofkosten	[€/m ³]	-	-	-	-	-	-

7.8 Wind op land

Recente ontwikkelingen

De ontwikkeling van nieuwe windprojecten verloopt moeizaam als projectontwikkeling wordt afgezet tegen het opengestelde SDE-budget voor 2008 en 2009. Er worden knelpunten waargenomen in de vergunningverlening, de hoogte van de SDE-vergoedingen - zeker op binnenlandlocaties en in de SDE-systematiek zelf. De bewegingen aan de financieringskant maken het duiden van de trage ontwikkeling er niet gemakkelijker op. Gelijktijdig met de marktconsultatie in 2009, heeft ECN/KEMA ook onderzoek uitgevoerd naar mogelijk differentiatie van ondersteuning naar windarme en windrijke locaties. Dit eindadvies gaat evenwel uit van dezelfde uitgangspunten als die die in het advies van vorig jaar gebruikt zijn, wat geen differentiatie impliceert.

Er was de afgelopen jaren krapte op de turbinemarkt. Door weggevallen orders, met name in Oost-Europa, lijkt de ergste krapte over. Medio 2009 worden contracten gesloten waarin de turbineprijzen tot 20% onder de prijzen van vorig jaar liggen. Deze daling kan grotendeels gezien worden in het licht van de weggevallen orders, en is vermoedelijk een tijdelijk effect in 2009. Verwacht wordt dat de turbinemarkt in 2010 weer aantrekt tot het niveau van 2008, waardoor er voor 2010 geen fors lagere prijzen verwacht worden dan in 2008. Wel zullen de levertijden in 2010 nog steeds korter zijn dan voorheen, en worden meer turbineleveranciers actief op de Nederlandse markt. Omdat contracten met windproducenten vaak geïndexeerd zijn voor kostenstijgingen, impliceert een kortere levertijd ook een lagere te betalen prijs. Een kostendaling van 3%/jaar is verondersteld. De staalprijzen zijn het afgelopen jaar ook fors gedaald. In analogie met de biomassaverbrandingsinstallaties, is het niet waarschijnlijk dat het *hierdoor* in 2010 ook tot prijsdalingen komt.

Beschrijving referentie-installatie

Een belangrijk criterium is de vollasturengrens van 2200 uur. Hoewel overall in Nederland technisch gesproken 2200 uur gehaald kan worden, ligt het niet in de rede dat de SDE in zijn huidige opzet beoogt alle locaties tot ontwikkeling te laten komen. De referentie-installatie is een denkbeeldig park van ca. 15 MW. Uitgegaan wordt van enkele in Nederland gebruikelijke turbintypes. De turbineprijs¹³ varieert tussen de 900 en 1500 €/kW, met als referentie 1040 €/kW. Dit is een daling van 30 €/kW ten opzichte van (Van Tilburg *et al.*, 2008b). Opgemerkt zij dat de hoge turbineprijzen vaak corresponderen met installaties met wezenlijk meer vollasturen dan de referentie van 2200 uur/jaar. Hierbovenop zijn extra kosten¹⁴ berekend, om te komen tot een investeringsbedrag. Mede op basis van de achterliggende informatie uit (Rademaekers en Van Gorp, 2009)¹⁵ zijn deze extra kosten geraamd op 310 €/kW, een stijging van 55 €/kW ten opzichte van de aannames in (Van Tilburg *et al.*, 2008b). De investeringskosten stijgen hierdoor van 1325 €/kW naar 1350 €/kW.

Ten opzichte van het advies van vorig jaar zijn de O&M-kosten verhoogd, op basis van de achterliggende informatie uit (Rademaekers en Van Gorp, 2009). De variabele kosten¹⁶ worden geraamd op 1,1 ct/kWh, en is gelijk aan de aanname van het eindadvies 2009. De vaste jaarlijkse kosten¹⁷ zijn verhoogd van 25,0 naar 25,8 €/kW.

¹³ Windturbines (incl. transport, opbouw, kraan).

¹⁴ Fundaties (incl. heipalen), elektrische infra in park, netaansluiting, civiele infrastructuur, grondverwervingskosten, bouwrente en CAR-verzekering tijdens bouw.

¹⁵ Behoudens de voorbereidingskosten (zie Hoofdstuk 5): bouwleges, planschadeuitkeringen, compensatiemaatregelen, ontwikkelkosten en financieringskosten.

¹⁶ Onderhoud en onderdelen, inclusief stijging in deze kostenpost na 10 jaar.

¹⁷ WA-verzekering, machinebreukverzekering, stilstandverzekering, netinstandhoudingskosten, eigenverbruik, OZB, opstalvergoeding, beheer en land- en wegenonderhoud.

Aanvullende opmerkingen

De projecten zijn zeer verschillend van omvang, van vervanging van een enkele turbine tot parken van meer dan 100 MW. Ook de spelers verschillen, van een enkele agrariër met een turbine tot de grote energiebedrijven met windparken. Door het verschillende windaanbod, is de spreiding in productiekosten van windenergie in Nederland vrij groot, van iets minder dan 7 €/kWh tot ruim 11 €/kWh. De in dit eindadvies gekozen referentie-installatie, in combinatie met de vollasturengrens, zal daardoor principieel niet alle projecten even volledig kunnen representeren.

Tabel 7.8 *Technisch-economische parameters wind op land*

		Eindadvies 2010	Eindadvies 2009
Installatiegrootte	[MW]	15	15
<i>Turbinekosten</i>	[€/kW _e]	1040	1070
<i>Overige kosten</i>	[€/kW _e]	310	255
Investeringskosten	[€/kW _e]	1350	1325
Vollasturen	[uur/jaar]	2200	2200
Vaste O&M-kosten	[€/kW _e]	25,8	25,0
Variabele O&M-kosten	[€/kWh]	0,011	0,011

7.9 Waterkracht

Recente ontwikkelingen

Waterkracht is in 2009 aan de SDE regeling toegevoegd. ECN heeft advies uitgebracht over een zinvolle categorie-indeling en de bijhorende basisbedragen met het oog op ontsluiting van het op korte termijn beschikbare uitbreidingspotentieel (Lako en Wakker, 2009). Hierbij is gekeken naar de toepassing van kleinschalige waterkracht en getijdenenergie in bestaande kunstwerken. Het advies was gebaseerd op de inventarisatie van Entry Technology (Van Berkel, 2008) van projecten die eind 2008 in voorbereiding waren. Vanwege de korte tijdspanne tussen het huidige en het vorige advies zijn er nauwelijks nieuwe ontwikkelingen binnen de bestaande categorieën. In de realisatie van nieuwe waterkrachtprojecten spelen eisen op het gebied van ecologie (vis-migratie) een belangrijke rol. De adviesopdracht voor de SDE 2010 beperkt zicht tot de drie bestaande waterkracht categorieën. Op termijn kan vrije stromingsenergie, bij voldoende verdere ontwikkeling, het potentieel van waterkracht in Nederland verder uitbreiden; deze techniek is niet meegenomen in dit advies.

Beschrijving referentie-installatie

Het verval van rivieren in de Hollandse Delta is gering. Bestaande kunstwerken in de rivieren zijn geschikt om valhoogte te creëren welke benut kan worden in waterkrachtcentrales. In praktijk varieert deze tussen de 3 en 6 meter met een uitzonderlijk verval van 11 meter. Voor kleinschalige waterkracht zijn twee referentie-installaties bepaald (valhoogte <5 m en valhoogte >5 m). Een derde referentie-installatie betreft getijdencentrales. De potentiële projecten binnen de categorie waterkracht kennen een grote spreiding in investeringskosten en bijhorende basisbedragen. Dit maakt het moeilijk om tot een generiek basisbedrag per categorie te komen. Daarom zijn de basisbedragen in dit advies gebaseerd op specifieke projecten waarbij het realisatiepotentieel en de kosten bepalend zijn geweest voor selectie. Binnen de categorie getijdenenergie wordt ervan uitgegaan dat grote waterstaatkundige aanpassingen gedragen worden door derden. De kosten hiervoor zijn dus niet meegenomen. De verwachting is dat een meer generieke benadering voor deze categorie zou resulteren in een basisbedrag van ongeveer 18 €/kWh.

Aanvullende opmerkingen

De in het huidige advies gebruikte vollasturen zijn gemiddelde waarden voor de betreffende installaties (van Berkel, 2008). Grote jaar-tot-jaar variatie in het aantal vollasturen kan ondersubsidiëring tot gevolg hebben. Meer inzicht in de te verwachten spreiding in de jaarproductie is daarom gewenst.

Tabel 7.9 *Technisch-economische parameters waterkracht*

		Eindadvies 2010			Advies 2009		
		waterkracht, valhoogte <5 meter	waterkracht, valhoogte >5 meter	getijdenenergie	waterkracht, valhoogte <5 meter	waterkracht, valhoogte >5 meter	getijdenenergie
Installatiegrootte	[MW]	4	2,8	0,65	4	2,8	0,65
Investeringskosten	[€/kW _e]	3890	2440	3920	4000	2500	4000
Vollasturen	[uur/jaar]	3800	4800	3500	3800	4800	3500
Vaste O&M-kosten	[€/kW _e]	66,5	84	66,8	66,5	84	66,5
Variabele O&M-kosten	[€/kWh]	0	0	0	0	0	0

7.10 Zon-PV

Recente ontwikkelingen

Omdat naar verwachting in 2009 en 2010 Duitsland opnieuw de grootste markt voor PV zal zijn, is voor bepaling van de investeringskosten voor 2010 vooral naar de ontwikkelingen in Duitsland gekeken. De overcapaciteit in productie en daling van productiekosten leiden in 2009 tot een sterke daling van de prijs van turnkeysystemen. Een enquête onder installateurs in Duitsland laat in de eerste 3 kwartalen van 2009 een daling van de turnkeyprijs van ruim 20% zien, een prijsdaling die haast volledig verklaard kan worden door een daling in de kostprijs van de panelen. De investeringskosten, inclusief *balance-of-system* (BOS) en installatie, komen op gemiddeld 3260 €/kW_p voor dakgeïntegreerde middelgrote systemen (<100 kW_p). Nederlandse installateurs werken op beduidend kleinere schaal dan hun Duitse collega's en zijn hierdoor niet in staat om panelen direct bij producenten of op een spotmarkt in te kopen. Dit heeft een prijsopdrijvend effect. Voor 2010 wordt een bescheiden verdere daling van de paneelprijzen verwacht, die gelijke tred zal houden met de lange termijn trend (7 tot 8 %). Dit leidt tot de volgende investeringskosten voor turnkeysystemen in 2010: 3375 €/kW_p (2400 €/kW_p paneelprijs + 950 - 1000 €/kW_p BOS en installatie) voor middelgrote dakgeïntegreerde systemen en een fractie hoger voor de kleinere systemen (3675 €/kW_p exclusief BTW) als gevolg van hogere BOS en installatiekosten.

Beschrijving referentie-installatie

Op verzoek van het Ministerie van Economische Zaken wordt in 2010 een onderscheid gemaakt in basisbedragen voor twee systemen:

- Huishoudens gebouwgeïntegreerd (klein) 0,6 - 15 kW_p.
- Systemen gebouwgeïntegreerd (groot) 15-100 kW_p.

De referentie-installatie zoals gehanteerd in 2009 (3,5 kW_p) lijkt goed aan te sluiten bij de particuliere aanvragers in deze categorie. Meerkosten voor elektrische aanpassingen binnenin een woning zijn bepaald op 170 €/kW_p; €600 voor de referentie-installatie, inclusief BTW. De plaatsing van een brutoproductiemeter is vereist voor de subsidiëring van de opgewekte zonnestroom voor eigen verbruik; de kosten hiervan zijn opgenomen in de investeringskosten (25 €/kW_p incl. BTW). In de categorie groot wordt uitgegaan van een referentie-installatie van 100 kW_p.

Zonnestroomsystemen zijn onderhoudsarm. Voor beide categorieën bevatten de O&M-kosten bijdragen voor onderhoud en kleine reparaties. De vervanging van de omvormer aan het eind van zijn levensduur (10 jaar) is voor de categorie groot wel in de O&M-kosten opgenomen; voor de categorie klein niet. De vervanging van de omvormer wordt gezien als een separate investeringsbeslissing die in de categorie klein ook zonder SDE-vergoeding positief zal uitvallen. De hoogte van de terugleververgoeding (consumententarief) heeft hierbij grote invloed op het te verwachten rendement na afloop van de subsidieperiode. Voor de categorie groot valt de genoemde investeringsbeslissing zonder SDE-vergoeding negatief uit, door het lagere correctiebedrag.

Aanvullende opmerkingen

De productiecapaciteit van op dunne-filmtechnologie gebaseerde zonnecellen maakt een sterke ontwikkeling door. Begin 2009 worden grote zonneparken in Duitsland bijna zonder uitzondering gerealiseerd met dunnefilmtechnologie op basis van cadmiumtelluride met investeringskosten van ongeveer 3000 €/kW_p. Vooralsnog lijkt deze ontwikkeling beperkt tot zeer grote zonnecentrales van meerdere MW'en. Wellicht dat deze technologie in de toekomst een belangrijke rol kan spelen in de grootste SDE-categorie.

Op regionaal en lokaal niveau zijn diverse stimuleringsregelingen voor zon-PV van kracht. De regelingen die zich op particulieren richten, zijn soms aanvullend op de SDE, en soms exclusief. Door deze extra stimuleringen kan het financiële rendement hoger uitvallen dan het eindadvies als uitgangspunt aanneemt.

Tabel 7.10 *Technisch-economische parameters zon-PV*

		Eindadvies 2010		Eindadvies 2009	
		0,6-15 kW _p	15-100 kW _p	0,6-15 kW _p	15-100 kW _p
Installatiegrootte	[MW]	0,0035	0,1	0,0035	0,1
Investeringskosten	[€/kW _e]	4570	3375	5020	3800
Vollasturen	[uur/jaar]	850	850	850	850
Vaste O&M-kosten	[€/kW _e]	-	-	-	-
Variabele O&M-kosten	[€/kWh]	0,031	0,027	0,039	0,027

8. Groengasopties

8.1 Inleiding

Biomassaopties waarbij de biomassa eerst wordt omgezet in methaangas (en andere gassen) hebben ook de mogelijkheid dit gasmengsel op te werken tot aardgaskwaliteit en vervolgens in te voeden in het gasnet. In (Van Tilburg *et al.*, 2008a) zijn de systemen voor groengasproductie gedetailleerd beschreven, inclusief de diverse processtappen. Voor dit advies is vooral gekeken naar relevante recente ontwikkelingen die mogelijk van invloed zijn op de technisch-economische parameters. In dit eindadvies zal behalve de vier categorieën stortgas, RWZI/AWZI, mestcovergisting en GFT-vergisting ook gekeken worden naar overige vergisting als een nieuwe categorie. Bovendien zal naast groengasproductie voor invoeding aan het aardgasnet ook aandacht besteed worden aan de lokale inzet van ruw biogas.

Referentieschaalgroottes

Een belangrijke aanname in de groengasstudie van begin 2008 (Van Tilburg *et al.*, 2008a) was dat groengasinstallaties alleen op het lokale net konden invoeden tot een maximale capaciteit van circa 150 Nm³/h. Dit leidde tot een maximale grootte voor productiesystemen van circa 300 Nm³/h ruw biogas. De noodzaak om grotere invoedingstromen mogelijk te maken werd her en der wel onderkend. Sindsdien hebben Gasunie en de regionale netwerkbedrijven acties ondernomen om invoeding van grotere volumes mogelijk te maken, hetzij direct in het distributienetwerk, hetzij in het regionale transportleidingennet. De verwachting is dat de eerste pilots voor invoeding in deze netwerken in 2009 van start zullen gaan. Daarmee zullen invoedcapaciteiten tot 1000 Nm³/h en meer mogelijk worden. Belangrijk punt is echter dat invoeding in het regionale transportleidingennet substantieel hogere drukken vereist.

Referentietechnologie voor gaszuivering

In de adviezen van vorig jaar (Van Tilburg *et al.*, 2008a) (Van Tilburg *et al.*, 2008b) was gekozen voor membraanscheiding als referentietechniek bij stortgas en gaswassing bij categorieën RWZI/AWZI, mestcovergisting en GFT-vergisting. Een mogelijk kostenefficiënte nieuwe technologie is cryogene scheiding (zie ook: Jansen *et al.*, 2009; Colsen b.v., 2009; Veth *et al.*, 2008). Er zijn ook enkele initiatieven op basis van cryogene scheiding. Deze zijn echter nog niet gerealiseerd, dus er is geen sprake van praktijkervaring. Op basis hiervan zijn de referentietechnologieën gehandhaafd. Ook bij de categorie overige vergisting wordt uitgegaan van gaswassing.

Ruw biogas

Een producent van biogas dient de kwaliteit van het gas op te waarderen, voordat het biogas als groen gas in het aardgasnet bijgevoed mag worden. In de opzet van sommige initiatieven kan echter ook gekozen worden het biogas als niet-opgewaarderd ruw biogas af te zetten. Onder ruw biogas wordt verstaan biogas uit vergisting dat niet van het kooldioxide wordt ontdaan maar slechts na beperkte zuivering wordt ingezet ter vervanging van aardgas.

Een productiesysteem voor ruw biogas bestaat uit de volgende onderdelen:

- Vergister.
- Beperkte gasreiniging: deze stap bestaat met name uit een diepere zwavelwaterstofverwijdering dan bij direct gebruik ter plaatse van het biogas in een wkk en ammoniakverwijdering.
- Warmte voor de vergister: een deel van het biogas wordt ingezet in een ketel om de vereiste warmte te leveren aan de vergister; deze heeft elektriciteit van het net nodig.

- Gasdroging: het biogas dient voor het transport door ruw biogasleidingen goed ontwaterd te worden.
- Transport naar een externe toepassing: het biogas (CH₄ en CO₂) wordt geleverd aan een andere installatie, waar het wordt ingezet ter vervanging van aardgas.

Ruw biogas kan niet zonder meer aardgas vervangen. Er dient aparte leidinginfrastructuur aangelegd te worden vanaf 'het hek' van de vergistingsinstallatie naar de afnemer. Hiervoor kan geen gebruik worden gemaakt van het aardgasnet. Daarnaast zijn er bij de eindgebruiker mogelijk aanpassingen vereist om het laagcalorische ruwe biogas in te zetten ter vervanging van aardgas. De mogelijkheden voor de inzet van ruw biogas, en de meerkosten voorbij het hek zijn sterk afhankelijk van de specifieke omstandigheden. Deze specifieke omstandigheden kunnen maken dat een producent kiest voor de afzet van ruw biogas in plaats van groen gas. Het advies over de basisbedragen voor ruw biogas houden geen rekening met deze specifieke omstandigheden.

De belangrijkste aannames bij de bepaling van de technisch-economische parameters voor de productie van ruw biogas zijn:

- De kosten voor CO₂-afscheiding worden niet in rekening gebracht.
- De kosten voor verwijdering van zwavelwaterstof of ammoniak voor zover vergelijkbaar bij direct gebruik ter plaatse van het biogas in een WKK zijn verdisconteerd in de kosten voor de vergister. Daarnaast is rekening gehouden met extra kosten voor additionele zwavelwaterstofverwijdering, gasdroging, extra investering voor een betere gasmeting dan bij WKK-toepassingen en een compressor om ruw biogas te verpompen in leidingen. Bij stortgas wordt bovendien beperkte extra gasreiniging voorzien.
- De warmtevraag van de vergister wordt gedekt door een deel van het ruw biogas in een ketel te stoken.
- De elektriciteit voor de installatie wordt betrokken van het net.

Onderstaand zijn de technisch-economische parameters voor de referentiesystemen overeenkomstig met de groengasopties weergegeven en de bijbehorende productiekosten gepresenteerd. De productiekosten zijn een indicatie van de kosten van ruw biogas 'aan het hek' van de installatie. Aangezien dit biogas voor rond de 50% bestaat uit kooldioxide is de calorische waarde ervan veel lager dan die van biogas dat is opgewerkt tot aardgaskwaliteit. Daarom worden de productiekosten hier uitgedrukt in €ct per m³ aardgas-equivalent (standaardkwaliteit). Op deze manier zijn de gegevens vergelijkbaar gemaakt met de productiekosten voor groen gas.

8.2 Stortgas/afval- en rioolwaterzuiveringsinstallaties

Recente ontwikkelingen

De ruwbiogasproductie bij stortgas en waterzuiveringsinstallaties hebben met elkaar gemeen dat het ruwe biogas dat vrijkomt een restproduct is; in het geval van stortgas van de stort, in het geval van waterzuiveringsinstallaties van de zuivering van water. Daarom wordt gerekend met een prijs voor het biogas die nihil is.

Voor beide groepen is het potentieel aan nieuwe installaties in Nederland beperkt. In Nederland worden naar verwachting geen nieuwe afvalstortplaatsen aangelegd. Ook het storten van brandbaar organisch afval wordt tot een minimum beperkt en ontmoedigd door het heffen van een stortbelasting die hergebruik en afvalverbranding financieel aantrekkelijker maken. Nagenoeg alle mogelijkheden voor het rendabel toepassen van ruw biogas uit storten zijn dan ook benut; hooguit zijn projecten te verwachten door vervanging van bestaande installaties waarbij ingespeeld wordt op de afnemende productie van stortgas bij eenmaal gesloten stortplaatsen.

Het aantal projecten dat op het gebied van afval- en rioolwaterzuiveringsinstallaties wordt ontwikkeld is beperkt omdat bij de bedrijfsvoering niet het opwekken en gebruiken van bio-energie, maar de noodzaak tot afvalwaterzuivering de drijfveer is. De markt is op dit punt nagenoeg verzadigd. Daar komt bij dat de lozingsnormen voor fosfaat en nitraat strenger worden waardoor installaties worden aangepast. De aangepaste techniek levert slib dat minder rijk is aan organisch materiaal en dat daarmee voor de winning van biogas minder aantrekkelijk maakt.

Beschrijving referentie-installatie

Het referentiesysteem voor deze categorie heeft een ruwbiogasproductie van 150 Nm³/h (of 80 Nm³/h groen gas). Dat is vergelijkbaar met een WKK-vermogen van 300 kW_e, daarmee is de referentie consistent met de referentie in het advies voor duurzame elektriciteit voor deze categorieën.

Op basis van kostenindicaties en technische overwegingen (zie Van Tilburg *et al.*, 2008a) is gekozen voor membraanscheiding als referentietechnologie voor gaszuivering bij stortgas. Dit is een bewezen technologie. Bij deze installatie is er geen warmtebehoefte, de vereiste elektriciteit wordt betrokken van het net. Voor waterzuiveringsinstallaties is gaswassing de referentietechnologie voor gaszuivering. De warmte die nodig is voor deze techniek wordt opgewekt door een deel van het ruwe biogas in een ketel te stoken. De restwarmte die hierbij vrijkomt kan worden gebruikt voor het dekken van een deel van de warmtevraag van de vergister. De vereiste elektriciteit wordt betrokken van het net.

In Tabel 8.1a en Tabel 8.1b staan de technisch-economische parameters voor respectievelijk stortgas en waterzuiveringsinstallaties.

Aanvullende opmerkingen

Zie Paragraaf 7.1.

Tabel 8.1a *Technisch-economische parameters stortgas (biogas)*

		Eindadvies 2010		Eindadvies 2009
		Groen gas	Ruw biogas	Groen gas
Referentiegrootte	[Nm ³ /h biogas]	150	150	150
Vollasturen	[uur/jaar]	6500	6500	6500
<i>Vergistingsdeel:</i>				
Investeringskosten	[€/Nm ³ /h biogas]	-	-	-
Vaste O&M-kosten	[€/Nm ³ /h biogas]	-	-	-
Energetisch rendement vergister	[%]	100	100	100
Energie-inhoud substraatmix	[GJ/ton]	3	3	3
Grondstofkosten	[€/ton]	0	0	0
<i>Groengasproductie:</i>				
Investeringskosten	[€/Nm ³ /h biogas]	5350	1400	5350
Vaste O&M-kosten	[€/Nm ³ /h biogas]	360	140	360
Methaanrendement gaszuivering	[%]	80	-	80
<i>Elektriciteits- en warmteopwekking:</i>				
Warmtevraag (biogasgebruik)	[%]	-	-	-
Elektriciteitsvraag (vergister en gasreiniging)	[kWh/Nm ³ biogas]	0,15	0,05	0,15
Elektriciteitstarief	[€/kWh]	0,14	0,14	0,14

Tabel 8.1b *Technisch-economische parameters RWZI/AWZI (biogas)*

		Eindadvies 2010		Eindadvies 2009
		Groen gas	Ruw biogas	Groen gas
Referentiegrootte	[Nm ³ /h biogas]	150	150	150
Vollasturen	[uur/jaar]	8000	8000	8000
<i>Vergistingsdeel:</i>				
Investeringskosten	[€/Nm ³ /h biogas]	-	-	-
Vaste O&M-kosten	[€/Nm ³ /h biogas]	-	-	-
Energetisch rendement vergister	[%]	67	67	67
Energie-inhoud substraatmix	[GJ/ton]	22	22	22
Grondstofkosten	[€/ton]	0	0	0
<i>Groengasproductie:</i>				
Investeringskosten	[€/Nm ³ /h biogas]	6390	700	6390
Vaste O&M-kosten	[€/Nm ³ /h biogas]	430	50	430
Methaanrendement gaszuivering	[%]	99,9	99,9	99,9
<i>Elektriciteits- en warmteopwekking:</i>				
Warmtevraag (biogasgebruik)	[%]	15	15	15
Elektriciteitsvraag (vergister en gasreiniging)	[kWh/Nm ³ biogas]	0,13	0,02	0,13
Elektriciteitstarief	[€/kWh]	0,14	0,14	0,14

8.3 Mestcovergisting

Recente ontwikkelingen

In 2009 zijn veel aanvragen voor de productie van groen gas op basis van covergisting van mest geregistreerd. Nieuwe initiatieven hebben vaak een productiecapaciteit tot 300 Nm³/h ruw biogas. Dit is ook de maximale capaciteit die kan worden ingevoerd op het lokale net. Net als bij elektriciteit, zijn ook bij groen gas sommige initiatieven groter, tot 750 Nm³/h ruw biogas.

Beschrijving referentie-installatie

In dit advies is gekozen om het basisbedrag bij deze categorie te berekenen voor een systeem met een productiecapaciteit aan ruw biogas van 270 Nm³/h (of 150 Nm³/h groen gas). De grootte van de vergister van een installatie met deze omvang is vergelijkbaar met die van een vergister van een bio-WKK van 600 kW_e.

Op basis van de kostenindicaties van de diverse technologieën is als referentie-gaszuiverings-techniek gekozen voor gaswassing. De warmte die nodig is voor deze techniek wordt opgewekt door een deel van het ruwe biogas in een ketel te stoken. De restwarmte die bij gaswassing vrijkomt is voldoende voor het verwarmen van de vergister. De vereiste elektriciteit wordt betrokken van het net.

Aanvullende opmerkingen

Voor de analyse van een systeem met een productiecapaciteit van 875 Nm³/h ruw biogas (of 500 Nm³/h groen gas, vergelijkbaar met een bio-WKK van 2 MW_e) wordt verwezen naar (Van Tilburg *et al.*, 2008b). Het systeem van 875 Nm³/h voedt in op een regionale transportleiding. In vergelijking met een systeem van 270 Nm³/h is daardoor een langere leiding nodig, en wordt extra compressie noodzakelijk.

Tabel 8.2 *Technisch-economische parameters mestcovergisting (biogas)*

		Eindadvies 2010		Eindadvies 2009
		Groen gas	Ruw biogas	Groen gas
Referentie grootte	[Nm ³ /h biogas]	270	270	270
Vollasturen	[uur/jaar]	8000	8000	7500
<i>Vergistingsdeel:</i>				
Investeringskosten	[€/Nm ³ /h biogas]	4490	4490	4490
Vaste O&M-kosten	[€/Nm ³ /h biogas]	295	295	295
Energetisch rendement vergister	[%]	67	67	67
Energie-inhoud substraatmix	[GJ/ton]	2,9	2,9	2,9
Grondstofkosten	[€/ton]	19	19	21
<i>Groengasproductie:</i>				
Investeringskosten	[€/Nm ³ /h biogas]	3880	450	3880
Vaste O&M-kosten	[€/Nm ³ /h biogas]	385	45	385
Methaanrendement gaszuivering	[%]	99,9	-	99,9
<i>Elektriciteits- en warmteopwekking:</i>				
Warmtevraag (biogasgebruik)	[%]	10	5	10
Elektriciteitsvraag (vergister en gasreiniging)	[kWh/Nm ³ biogas]	0,25	0,12	0,25
Elektriciteitstarief	[€/kWh]	0,14	0,14	0,14

8.4 GFT-vergisting

Recente ontwikkelingen

Onder deze categorie vallen vergisting van veilingafval, tuinbouwafval, fruitteelt, organisch afval uit bedrijven (uit de sector handel-diensten-overig) en GFT. In de komende jaren doet zich de mogelijkheid voor om bij het verwerken van GFT over te gaan van composteren naar vergisten. Bestaande composteerinstallaties bereiken het einde van hun levensduur en kunnen vervangen worden door GFT-vergisters.

Beschrijving referentie-installatie

Als referentie dient de vergisting van GFT. Bij de vergisting van GFT wordt uitgegaan van een installatie met een verwerkingscapaciteit van 21.000 ton per jaar en een ruw-biogasproductie van 225 Nm³/h (vergelijkbaar met een WKK van 500 kW_e). De uitgangssituatie is dat het GFT wordt gecomposteerd. Alleen de meerinvesteringen en de jaarlijkse meerkosten van vergisten ten opzichte van composteren van GFT worden meegenomen in de berekening van het basisbedrag. De grondstofkosten zijn daardoor per definitie nihil.

Aanvullende opmerkingen

De referentie-installatie is relatief klein. Hiervoor is gekozen omdat de onzekerheden rond invoeding van groen gas op grote schaal nog zodanig zijn, dat introductie in deze categorie nog niet voor de hand ligt. Nieuwe installaties hebben evenwel productiecapaciteiten tot 400-900 Nm³/h ruw biogas. Er is een initiatief in voorbereiding met cryogene gasscheiding, waardoor ook CO₂ te winnen is uit het biogas, en warmte uit de composteringen.

Tabel 8.3 *Technisch-economische parameters GFT-vergisting (biogas)*

		Eindadvies 2010		Eindadvies 2009
		Groen gas	Ruw biogas	Groen gas
Referentie grootte	[Nm ³ /h biogas]	225	225	225
Vollasturen	[uur/jaar]	8000	8000	8000
<i>Vergistingsdeel:</i>				
Investeringskosten	[€/Nm ³ /h biogas]	7800	7800	7800
Vaste O&M-kosten	[€/Nm ³ /h biogas]	890	890	890
Energetisch rendement vergister	[%]	67	67	67
Energie-inhoud substraatmix	[GJ/ton]	2,5	2,5	2,5
Grondstofkosten	[€/ton]	0	0	0
<i>Groengasproductie:</i>				
Investeringskosten	[€/Nm ³ /h biogas]	5300	600	5300
Vaste O&M-kosten	[€/Nm ³ /h biogas]	410	50	410
Methaanrendement gaszuivering	[%]	99,9	-	99,9
<i>Elektriciteits- en warmteopwekking:</i>				
Warmtevraag (biogasgebruik)	[%]	10	5	10
Elektriciteitsvraag (vergister en gasreiniging)	[kWh/Nm ³ biogas]	0,25	0,12	0,25
Elektriciteitstarief	[€/kWh]	0,14	0,14	0,14

8.5 Overige vergisting

Recente ontwikkelingen

Vanuit de markt komen signalen die erop duiden dat er grootschalige vergistingsinitiatieven in voorbereiding zijn. De categorie overige vergisting heeft daarom (grootschalige) monovergisting als referentietechniek. Monovergisting heeft betrekking op biomassa-reststromen die direct vrijkomen uit de voedings- en genotsmiddelenindustrie of de biobrandstoffenindustrie. Onder laatstgenoemde valt de industrie voor de productie van bio-ethanol en biodiesel.

Het digestaat dat bij monovergisting vrijkomt mag niet zonder meer als meststof worden aangewend in de landbouw. Dit is alleen standaardpraktijk bij covergisting, waarbij minimaal 50% van de input dierlijke mest is. Sommige initiatieven hebben nabehandeling van het digestaat voorzien, zoals het scheiden van een dikke fractie (met het merendeel van het fosfaat) en een dunne (met het grootste deel van het nitraat). De dunne fractie kan na zuivering worden geloosd; de dikke fractie kan met minder transportkosten worden afgevoerd. Sommige initiatieven voorzien dat deze stroom kan worden ingezet als vervanger van dierlijke mest (of zelfs als kunstmestvervanger). Naar verwachting moeten voor het afvoeren van deze stroom wel kosten in rekening worden gebracht.

Omdat monovergisters geïntegreerd kunnen worden in een bestaande installatie is het afbakenen van de systeemgrenzen meer nog dan bij andere categorieën een essentiële stap; dit bepaalt hoe de verschillende opbrengsten en kosten in rekening worden gebracht. Net als bij AVI's ligt het voor de hand om de vergister als additionele optie te beschouwen, naast de kernactiviteit van het bedrijf. Dat betekent dat:

- Aan de 'voorkant' van de vergister grondstofkosten in rekening worden gebracht tegen het tarief dat aan de fabriekspoort zou gelden voor de alternatieve toepassing.
- Ervan uit wordt gegaan dat groen gas dat wordt opgewekt volledig wordt teruggeleverd aan het net.
- De kosten voor het afvoeren van het digestaat verrekend worden in de grondstofkosten, op dezelfde manier waarop dat ook in de categorie covergisting van dierlijke mest gebeurt.

De vergister heeft de volgende eigenschappen:

- Veelal wordt er gewerkt met hoofd- en navergisting, waarbij de navergister een langere verblijftijd heeft.
- De vergister kan direct op de stromen van de fabriek worden aangesloten, of zodanig gescheiden zijn dat ook alternatieve grondstoffen kunnen worden aangewend.
- Net als bij andere vergistingsprocessen is de vergister gevoelig voor snelle veranderingen in de samenstelling van het substraat: een stabiele en hoge biogasproductie is gebaat bij een constante samenstelling.
- Schaafeffecten lijken voor dit onderdeel beperkt te zijn. De maximale grootte van een vergistingstank wordt beperkt doordat het materiaal gehomogeniseerd moet kunnen worden; ook de diameter van het dak van een vergister is aan een maximum gebonden. Op grote schaal worden dan ook vaak enkele tanks naast elkaar geplaatst.

Gasinvoeding vereist ook scheiding van het methaan uit het biogas, op specificatie brengen en comprimeren tot boven de druk in het gasnet. Bij de gasscheiding en het op specificatie brengen zijn schaalvoordelen te verwachten ten opzichte van de huidige referentieschalen voor groengasproductie. Deze worden deels teniet gedaan doordat invoeding van grote productievolumes toegang tot het regionale transportnet vereist. Dit betekent compressie tot hogere drukken (40 bar) en bovendien een langere transportafstand, aangezien dit net minder fijn vertakt is dan het distributienet waarop beperktere productievolumes kunnen worden ingevoerd. Bovendien zijn de specificaties voor invoeding op het regionale transportnet nog niet uitgekristalliseerd; een eerste pilot op dit gebied is in voorbereiding.

Beschrijving referentie-installatie

Als referentie voor deze categorie wordt uitgegaan van een monovergister met reststromen uit de voedings- en genotmiddelensector met een productiecapaciteit aan ruw biogas van 950 Nm³/h. De grootte van dergelijke installatie is vergelijkbaar met een bio-WKK van 2 MW_e. Het geproduceerde biogas wordt opgewerkt tot groen gas door middel van gaswassingstechnologie. Er wordt gerekend met een grondstofprijs van 27 €/ton. De energie-inhoud van het substraat is 5 GJ/ton, zie ook Paragraaf 6.4.

Aanvullende opmerkingen

Dat het geproduceerde groen gas binnen het bedrijf kan worden gebruikt betekent overigens dat de SDE eigenlijk niet goed toegesneden is op deze systemen. De SDE is immers gebaseerd op een subsidie bij teruglevering aan het net. 'Intern' gebruik komt dan ook niet in aanmerking voor een SDE-vergoeding, tenzij gebruik wordt gemaakt van een privaat net, inclusief bijbehorende ontheffing. Daarom wordt er hier van uitgegaan dat het geproduceerde groen gas aan het net wordt geleverd. Met name voor groen gas kan intern gebruik aanzienlijke technische voordelen hebben, omdat bij direct gebruik het biogas veelal niet hoeft te worden gezuiverd tot aardgaskwaliteit maar vrijwel direct kan worden gebruikt voor bijvoorbeeld ondervuring in een stoomketel. Er dient tevens rekening gehouden te worden met eventuele meerkosten voor het ombouwen van bijvoorbeeld gasbranders teneinde ruw biogas te kunnen stoken. De kosten hiervoor zijn naar verwachting echter relatief beperkt.

Tabel 8.4 *Technisch-economische parameters overige vergisting (biogas)*

		Eindadvies 2010		Eindadvies 2009
		Groen gas	Ruw biogas	Groen gas
Referentiegrootte	[Nm ³ /h biogas]	950	950	1900
Vollasturen	[uur/jaar]	8000	8000	8000
<i>Vergistingsdeel:</i>				
Investeringskosten	[€/Nm ³ /h biogas]	4500	4500	4500
Vaste O&M-kosten	[€/Nm ³ /h biogas]	250	250	250
Energetisch rendement vergister	[%]	67	67	67
Energie-inhoud substraatmix	[GJ/ton]	5	5	5
Grondstofkosten	[€/ton]	27	27	27
<i>Groengasproductie:</i>				
Investeringskosten	[€/Nm ³ /h biogas]	3000	350	3000
Vaste O&M-kosten	[€/Nm ³ /h biogas]	250	30	250
Methaanrendement gaszuivering	[%]	99,9	-	99,9
<i>Elektriciteits- en warmteopwekking:</i>				
Warmtevraag (biogasgebruik)	[%]	10	5	10
Elektriciteitsvraag (vergister en gasreiniging)	[kWh/Nm ³ biogas]	0,4	0,12	0,4
Elektriciteitstarief	[€/kWh]	0,14	0,14	0,14

9. Geadviseerde basisbedragen

De Hoofdstukken 7 en 8 geven een overzicht van de technisch-economische parameters voor elektriciteit en groen gas. Hoofdstuk 5 geeft een overzicht van de financiële parameters. Gezamenlijk met de rekenmethode van een gestyleerd cashflowmodel, zijn hieruit productiekosten te berekenen. Voor de details van de berekeningswijze wordt verwezen naar de cashflowmodellen, die op de internetsite van ECN publiekelijk beschikbaar zijn.

Om tot de basisbedragen te komen, worden nog enkele regelingsspecifieke kosten bij de productiekosten opgeteld. Dit zijn de transactiekosten, die te maken hebben met het (laten) verhandelen van de elektriciteit op de APX-markt, en de basisprijspremie. De basisprijspremie kan gezien worden als een verzekeringspremie ter dekking van lage elektriciteitsprijzen. Als de jaargemiddelde elektriciteitsprijs immers onder de basiselectriciteitsprijs komt, dekt de SDE-vergoeding niet meer de hele onrendabele top af. De basisprijspremie hangt voor een deel af van de flexibiliteit van de elektriciteitsproductie en het verschil tussen de productiekosten in de categorie en de langetermijnelectriciteitsprijs.

Kosten om groen gas in te voeden op het aardgasnet worden via contractkosten in rekening gebracht. Dit correspondeert met de prijsafslag die de producent van groen gas aan de netbeheerder moet betalen om zijn gas op het netwerk in te mogen voeden. De productiekosten voor groen gas en ruw biogas, en de basisbedragen groen gas zijn uitgedrukt in Nm³ aardgasequivalenten, waarbij gerekend is met een energie-inhoud (*LHV*) van 31,65 MJ/m³ (Gasunie, 1988). Deze waarde kan gebruikt worden om de basisbedragen om te rekenen naar €/t/GJ. De correctiebedragen worden gebaseerd op de prijzen van G+-gas. De *wobbe-index*¹⁸ van G+-gas ligt ca. 1% hoger dan G-gas dat correspondeert met de aangenomen aardgasequivalenten.

¹⁸ De wobbe-index is een maat voor de energie-inhoud, zie (Gasunie, 1988).

Tabel 9.1 *Opbouw basisbedragen voor 2010 (elektriciteit)*

	Subsidieduur [jaar]	Productiekosten [€ct/kWh]	Transactiekosten [€ct/kWh]	Basisprijspremie [€ct/kWh]	Basisbedrag [€ct/kWh] Eindadvies 2010	Basisbedrag [€ct/kWh] Eindadvies 2009
Wind op land	15	9,32	0,09	0,20	9,6	9,4
Vergistingsopties						
Stortgas	12	8,22	0,09	0	8,3	8,3
RWZI/AWZI	12	5,91	0,09	0	6,0	6,0
Mestcovergisting	12	17,91	0,09	0,25	18,3	20,1
GFT-vergisting	12	13,07	0,09	0,25	13,4	13,4
Overige vergisting	12	15,48	0,09	0,25	15,8	15,8
Thermische conversie van biomassa						
Vaste biomassa <10 MW _e	12	19,51	0,09	0,25	19,8	20,0
Vaste biomassa 10-50 MW _e	12	11,78	0,09	0,25	12,1	12,3
Vloeibare biomassa <10 MW _e	12	15,58	0,09	0	15,7	16,7
Vloeibare biomassa 10-50 MW _e	12	12,24	0,09	0	12,3	12,9
Afvalverbrandingsinstallaties						
Standaard rendement	15	5,11	0,09	0	5,2	5,2
Verhoogd rendement	15	5,52	0,09	0	5,6	5,6
Hoog rendement	15	6,12	0,09	0	6,2	6,2
Waterkracht						
Valhoogte <5 meter	15	11,94	0,09	0,25	12,3	12,5
Valhoogte >5 meter	15	6,92	0,09	0,15	7,2	7,3
Getijde-energie	15	13,43	0,09	0,25	13,8	13,0
Zon-PV						
0,6-15 kW _p	15	47,40	0	0	47,4	52,6
15-100 kW _p	15	42,68	0,09	0,25	43,0	45,9

Tabel 9.2 *Opbouw basisbedragen voor 2010 (groen gas)*

	Subsidieduur [jaren]	Productiekosten [€ct/Nm ³]	Contractkosten [€ct/Nm ³]	Basisbedrag [€ct/Nm³] Eindadvies 2010	Basisbedrag [€ct/Nm ³] Eindadvies 2009	Productiekosten Ruw biogas [€ct/Nm ³ a.e.]
Stortgas	12	36,1	1,0	37,1	37,1	9,0
RWZI/AWZI	12	27,7	1,0	28,7	28,7	3,2
Mestcovergisting	12	81,3	1,8	83,1	90,5	59,6
GFT-vergisting	12	72,0	1,8	73,8	73,8	47,6
Overige vergisting	12	72,3	1,8	74,1	74,1	51,9

Referenties

- Berkel, J. van (2008): *Potentieel en kosten van waterkracht in Nederland*, Entry Technology, Rhenen, oktober 2008.
- Colsen b.v. (2009): *Haalbaarheidsstudie groen gas Rilland*. SenterNovem, 10 maart 2009.
- Gasunie (1988): *Physical properties of natural gases*
- Janssen, P.P.C.J., et. al, (2009): *Haalbaarheidsstudie naar mogelijkheden Groen Gas op het Nieuw Gemengd Bedrijf Horst aan de Maas*. Ref.nr. DENB086710, maart 2009.
- Lako, P., A. Wakker (2009): *Kosten van kleinschalige waterkracht en getijdenenergie in Nederland*, ECN-BS--09-001, Petten, januari 2009.
- Lensink, S.M., X. van Tilburg (2008): *Gas en elektriciteitsprojecties SDE*, ECN-BS--08-044, Petten, december 2008.
- Lensink, S.M., J.W. Cleijne, M. Mozaffarian, E.A. Pfeiffer, S.L. Luxembourg, G.J. Stienstra (2009a): *Conceptadvies basisbedragen 2010*, ECN-BS--09-049, Petten, juni 2009.
- Lensink, S.M., J.W. Cleijne, M. Mozaffarian, E.A. Pfeiffer, S.L. Luxembourg, J. Burgers (2009b): *Marktconsultatie basisbedragen 2010*, ECN-BS--09-059, Petten, september 2009.
- Londo, M., M. Mozaffarian, E. Pfeiffer, X. van Tilburg (2009): *Basisbedragen voor grootschalige monovergisters*, ECN-BS--08-036, Petten, januari 2009.
- Luesink, H.H., P.W. Blokland en L.J. Mokveld (2008): *Mestmarkt 2009-2015; Een verkenning*. Landbouw-Economisch Instituut, Den Haag.
- Rademaekers, K, N. Van Gorp (2009): *Contra-expertise SDE Wind op land*, Rotterdam, februari 2009.
- Tilburg, X. van, H.M. Londo, M. Mozaffarian, E.A. Pfeiffer (2008a): *Technisch-economische parameters van groengasproductie 2008-2009: Eindadvies basisbedragen voor de SDE-regeling*, ECN-E--08-004, Amsterdam, januari 2008.
- Tilburg, X. van, S.M. Lensink, S.M., H.M. Londo, J.W. Cleijne, E.A. Pfeiffer, M. Mozaffarian, A. Wakker, J. Burgers (2008b): *Technisch-economische parameters van duurzame energieopties in 2009-2010: Eindadvies basisbedragen voor de SDE-regeling*, ECN-E--08-090, Amsterdam, december 2008.
- Veth, J.R.M.M., et al. (2008): *Haalbaarheid groen gas; casus Sint-Oedenrode*. Studie uitgevoerd door JDV-Ensys in opdracht van SenterNovem, december 2008.