



Energy research Centre of the Netherlands

Conceptadvies basisbedragen 2011 voor elektriciteit en groen gas in het kader van de SDE-regeling

S.M. Lensink (ECN)

J.A. Wassenaar (KEMA)

M. Mozaffarian (ECN)

A.E. Pfeiffer (KEMA)

S.L. Luxembourg (ECN)

J.W. Cleijne (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-vergoeding voor duurzame elektriciteit voor 2011. Dit rapport is geschreven onder het ECN-raamwerkcontract EZ 2010, ECN-projectnummer 5.0562. Contactpersoon bij ECN voor het onderzoek en dit rapport is Sander Lensink, telefoon 0224-568129, email sde@ecn.nl.

Aan het onderzoek is tevens meegewerkt door Paul van den Oosterkamp (ECN) 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 of projects in the Netherlands targeted for realisation in 2011.

Inhoud

Lijst van tabellen	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 Uitgangspunten	12
5.2 Aanvullende ondersteuning	12
5.3 Financieringsparameters	13
6. Ontwikkeling brandstofprijzen	15
6.1 Gas en elektriciteit	15
6.2 Vaste biomassa	15
6.3 Vloeibare biomassa	15
6.4 Vergisting	16
7. Elektriciteitsopties	18
7.1 Stortgas/afval- en rioolwaterzuiveringsinstallaties	18
7.2 Mestcovergisting	19
7.3 GFT-vergisting	20
7.4 Vergisting van overige biomassa	21
7.5 Thermische conversie vaste biomassa	22
7.6 Thermische conversie vloeibare biomassa	23
7.7 Afvalverbrandingsinstallaties	24
7.8 Windenergie	25
7.9 Waterkracht	26
7.10 Zon-PV	27
8. Groengasopties	28
8.1 Inleiding	28
8.2 Stortgas/afval- en rioolwaterzuiveringsinstallaties	30
8.3 Mestcovergisting	32
8.4 GFT-vergisting	33
8.5 Overige vergisting	34
9. Geadviseerde basisbedragen	35
Referenties	37
Afkortingenlijst	38

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>Prijsprojecties biomassa</i>	17
Tabel 7.1	<i>Technisch-economische parameters stortgas/RWZI/AWZI</i>	18
Tabel 7.2	<i>Technisch-economische parameters mest-vergisting</i>	19
Tabel 7.3	<i>Technisch-economische parameters GFT-vergisting</i>	20
Tabel 7.4	<i>Technisch-economische parameters overige vergisting</i>	21
Tabel 7.5	<i>Technisch-economische parameters thermische conversie van vaste biomassa</i>	22
Tabel 7.6	<i>Technisch-economische parameters thermische conversie van vloeibare biomassa</i>	23
Tabel 7.7	<i>Technisch-economische parameters AVI's</i>	24
Tabel 7.8	<i>Technisch-economische parameters windenergie</i>	25
Tabel 7.9	<i>Technisch-economische parameters waterkracht</i>	26
Tabel 7.10	<i>Technisch-economische parameters zon-PV</i>	27
Tabel 8.1a	<i>Technisch-economische parameters stortgas (biogas)</i>	30
Tabel 8.1b	<i>Technisch-economische parameters RWZI/AWZI (biogas)</i>	31
Tabel 8.2	<i>Technisch-economische parameters mestvergisting (biogas)</i>	32
Tabel 8.3	<i>Technisch-economische parameters GFT-vergisting (biogas)</i>	33
Tabel 8.4	<i>Technisch-economische parameters overige vergisting (biogas)</i>	34
Tabel 9.1	<i>Opbouw basisbedragen voor 2010 (elektriciteit)</i>	36
Tabel 9.2	<i>Opbouw basisbedragen voor 2011 (groen gas)</i>	36
Tabel S.1	<i>Basisbedragen voor duurzame elektriciteit en groen gas 2011</i>	5

Samenvatting

Het Ministerie van Economische Zaken heeft advies gevraagd aan ECN/KEMA over de basisbedragen voor 2011. Dit rapport is een conceptversie van dat advies, geschreven ten behoeve van een consultatie van de ramingen van ECN/KEMA met marktpartijen. In Tabel S.1 staat het overzicht van de basisbedragen in dit conceptadvies. Het conceptadvies zal daar waar nodig aangepast worden aan de binnengekomen marktreacties. Het eindadvies zal openbaar gemaakt worden tezamen met de bekendmaking van de SDE-regeling in 2011.

Tabel S.1 *Basisbedragen voor duurzame elektriciteit en groen gas 2011*

	Subsidie-duur [jaar]	Berekende vollasturen [uur]	Elektriciteit [€ct/kWh]	Groen gas (ruw biogas) [€ct/Nm ³]	Basisbedrag Eindadvies 2010
Windenergie					
Wind op land <6 MW	15	2200	9,6	-	9,6
Wind op land ≥6 MW	15	3000	9,6	-	-
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
Mest-coverage	12	8000	17,5	71,3 (54,1)	18,3 / 83,1
GFT-vergisting	12	8000	13,1	63,7 (43,3)	13,4 / 73,8
Overige vergisting	12	8000	14,6	60,9 (44,9)	15,8 / 74,1
Thermische conversie van biomassa					
Vaste biomassa <10 MW _e	12	8000	21,1	-	19,8
Vaste biomassa 10-50 MW _e	12	8000	12,0	-	12,1
Vloeibare biomassa <10 MW _e	12	8000	17,3	-	15,7
Vloeibare biomassa 10-50 MW _e	12	8000	-	-	12,3
Afvalverbrandingsinstallaties					
Standaard rendement	15	8080	5,2	-	5,2
Verhoogd rendement	15	7800	5,6	-	5,6
Hoog rendement	15	7500	6,2	-	6,2
Waterkracht					
Valhoogte <5 meter	15	3800	12,2	-	12,3
Valhoogte ≥5 meter	15	4800	7,1	-	7,2
Vrijegetijdenstromingsenergie	15	2250	34,0	-	-
Zon-PV					
1-15 kW _p	15	850	31,8	-	47,4
15-100 kW _p	15	850	26,8	-	43,0

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. De basisbedragen voor ruw biogas dienen gezien te worden in het licht van eventuele ondersteuning voor installaties die zijn aangesloten op een groengashub.

1. Inleiding

Het Ministerie van Economische Zaken heeft aan ECN en KEMA advies gevraagd over de hoogte van de basisbedragen in het kader van de SDE-regeling voor 2011. Evenals bij vergelijkbare onderzoeken in voorgaande jaren, hebben ECN en KEMA in overleg met het ministerie gekozen om een conceptadvies aan de markt voor te leggen, waarna op basis van de consultatie een eindadvies zal worden uitgebracht.

Dit rapport, het conceptadvies, is geschreven met het doel om reacties van de markt te ontvangen op de geraamde technisch-economische parameters. Op basis van de binnengekomen reacties zal het advies aangepast worden daar waar ECN en KEMA dat nodig achten.

ECN en KEMA adviseren het ministerie over de hoogte van de basisbedragen. De Minister van Economische Zaken beslist over de openstelling van de SDE-regeling in 2011, de open te stellen categorieën en de basisbedragen voor nieuwe SDE-beschikkingen in 2011.

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 conclusies waarbij 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 2011. De te adviseren basisbedragen bevatten de productiekosten en eventuele regelingsspecifieke 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 waarvoor advies is gevraagd staan in Tabel 2.1. De Minister van Economische Zaken besluit over de uiteindelijke openstelling van categorieën. Noch aan de opname noch aan de afwezigheid van een categorie in de adviesvraag kunnen conclusies ten aanzien van openstelling verbonden worden.

Tabel 2.1 *Te onderzoeken categorieën op basis van onderzoeksopdracht*

	<i>Elektriciteitsoptie</i>	<i>Groengasoptie</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	Mest-coverage	Mest-coverage
	GFT-vergisting	GFT-vergisting
	Overige vergisting	Overige vergisting
	Stortgas/RWZI/AWZI	Stortgas/RWZI/AWZI
Afvalverbranding	Standaard rendement	-
	Verhoogd rendement	-
	Hoog rendement	-
Wind	Wind op land <6 MW	-
	Wind op land ≥6 MW	-
Waterkracht	Valhoogte <5 meter	-
	Valhoogte ≥5 meter	-
	Vrijegetijdenstromingsenergie	-
Zon	Zon-PV 1-15 kW _p	-
	Zon-PV 15-100 kW _p	-

2.2 Uitgangspunten

In het 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 SDE-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 (op basis van besluitvorming) dat het in 2011 van kracht is. De productiekosten hebben betrekking op projecten waarvoor in 2011 SDE aangevraagd kan worden, en in 2011 of begin 2012 als bouwproject van start kunnen gaan. Voor de productiekosten van zon-PV heeft het Ministerie van Economische Zaken aangegeven dat uitgegaan dient te worden van de productiekosten in de eerste helft van 2012.

De SDE-regeling vergoedt het verschil tussen de productiekosten van hernieuwbare elektriciteit en groen gas enerzijds, en de marktprijs van hernieuwbare elektriciteit of groen gas anderzijds. De productiekosten in deze zijn de meerkosten om te komen tot productie van hernieuwbare elektriciteit of groen gas. Het zijn de meerkosten van de zogenoemde referentie-installatie ten opzichte van de alternatieve aanwending van de duurzame-energiebron. Vooral bij systemen waar de biomassa afkomstig is van afvalstromen of restproducten, kan de definitie van ‘meerkosten’, ofwel 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 biomassaprijzen 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 is een referentie-installatie bepaald. De referentie-installatie bestaat uit een zekere techniek (of combinatie van technieken), en voor de bio-energiecategorieën een referentiebrandstof. De referentie-installatie of –brandstoftechniek combinatie acht ECN/KEMA ook gangbaar voor nieuwe projecten in de te onderzoeken categorie.

Voor de bepaalde brandstoftechniek combinatie worden de technisch-economische en financiële parameters bepaald. Op basis van deze parameters worden de productiekosten en basisbedragen bepaald met behulp van een gestileerd kasstroommodel; dit model is te raadplegen via de ECN-website¹.

2.4 Proces

Dit rapport, het conceptadvies, is gepubliceerd op 1 juli 2010 ten behoeve van een openbare marktconsultatie. Alle partijen die reactie wensen te geven op de ramingen van de technisch-economische parameters en deze reactie kunnen onderbouwen met verifieerbare informatie (inclusief contracten of offertes), worden uitgenodigd een reactie te sturen naar het e-mailadres sde@ecn.nl of onderstaand postadres:

Energieonderzoek Centrum Nederland
T.a.v. Dr. S.M. Lensink
Postbus 1
1755 ZG PETTEN

Alle reacties worden vertrouwelijk behandeld. Op 7 juli 2010 wordt door ECN en KEMA een besloten informatiebijeenkomst belegd, waarvoor de uitnodigingen verstuurd worden via brancheorganisaties. Op deze bijeenkomst wordt informatie gegeven over het consultatieproces en de belangrijkste uitgangspunten voor en aannames van ECN en KEMA ten behoeve van het advies. De consultatie staat open voor alle partijen, ook voor de partijen die niet deelnemen aan de informatiebijeenkomst.

De consultatiereacties die voor 4 augustus 2010 zijn binnengekomen, worden meegenomen voor het eindadvies. Naar inzicht van ECN en KEMA zullen marktpartijen worden uitgenodigd voor een toelichtend gesprek in augustus 2010. De marktreacties zullen, daar waar ECN en KEMA dat nodig achten, leiden tot aanpassing van het advies. Het eindadvies zal gelijktijdig met de officiële bekendmaking van de openstelling van de SDE-ronde voor 2011 openbaar gemaakt worden.

¹ <http://www.ecn.nl/nl/units/ps/themas/hernieuwbare-energie/projecten/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. Verlies 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 zijn. 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 (*Operation and Maintenance*). 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 en 2010 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 en 2010 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 conceptadvies wordt wel een inschatting gemaakt van de 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. Hier-

door is de warmteafzet op 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 van 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 voor 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 is 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 noch de 'tweederderegeling' zijn 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 conceptadvies 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

Vanaf 1 april 2010 is het Besluit Emissie-eisen Middelgrote Stookinstallaties milieubeheer (BEMS) van kracht. Dit besluit is van toepassing op de categorieën waar biomassa wordt vergist voor elektriciteitsproductie en voor categorieën waar biomassa wordt verbrand. Voor afvalverbrandingsinstallaties geldt het Besluit Verbranding Afvalstoffen (BVA). Daarnaast vallen biomassa-installaties van meer dan 20 MW_{th} onder de NO_x-emissiehandel.

4.2 Uitgangspunt

In de ramingen van de technisch-economische parameters zijn de investerings- en onderhoudskosten opgenomen die nodig zijn om aan de emissienormen te voldoen. De normen die in Tabel 4.1 zijn opgenomen, zijn vaak afhankelijk van de schaalgrootte van de installatie. De waarden in Tabel 4.1 corresponderen met de schaalgroottes van de referentie-installaties uit Hoofdstuk 7.

Tabel 4.1 *Emissie-eisen*

<i>Stof</i>	<i>Eenheid</i>	Uitgangspunten conceptadvies (BEMS tenzij anders vermeld)
Biomassa vergistingsinstallaties		
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]	-
NO _x	[mg/Nm ³ droog rookgas, 3 vol.% O ₂]	340
Biomassa verbrandingsinstallaties - 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]	5
NO _x ³	[mg/Nm ³ droog rookgas, 6 vol.% O ₂]	145
Biomassa verbrandingsinstallaties - 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	[mg/Nm ³ droog rookgas, 3 vol.% O ₂]	450
Afvalverbrandingsinstallaties⁴		
SO ₂	[mg/Nm ³ droog rookgas, 11 vol.% O ₂]	50 (BVA)
PM ₁₀	[mg/Nm ³ droog rookgas, 11 vol.% O ₂]	5 (BVA)
C _x H _y	[mg C/Nm ³ droog rookgas, 11 vol.% O ₂]	10 (BVA)
NO _x	[mg/Nm ³ droog rookgas, 11 vol.% O ₂]	70 (BVA)

³ Voor installaties van meer dan 20 MW_{th} geldt de NO_x-emissiehandel.

⁴ Weergegeven in Tabel 4.1 voor AVI's is de grenswaarde van 97% van de halfuursgemiddelden, m.u.v. NO_x met de grenswaarde van 100% van de maandgemiddelden.

5. Financiering van duurzame-energieprojecten

5.1 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%.

De Europese Commissie heeft de SDE-regeling goedgekeurd, waarbij een billijke vergoeding van kapitaal wordt toegestaan. Een vergoeding van kapitaal (WACC voor belasting) van 7,8% wordt in de goedkeuring billijk gevonden. Deze vergoeding van 7,8% komt bijvoorbeeld overeen met een vergoeding van kapitaal van 80% vreemd vermogen tegen 6% en 20% eigen vermogen tegen 15%. Binnen de genoemde billijke vergoeding voor kapitaal zijn in de praktijk echter ook andere vermogensverhoudingen en rendementen denkbaar.

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 verwijderingaccount 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.

Bij kleine zon-PV-systemen wordt uitgegaan van financiering door particulieren. Financiering door particulieren van zon-PV-systemen geschiedt binnen de woninghypothek. De voordelen van hypotheekrenteaf trek worden in mindering gebracht op de kapitaalskosten.

5.2 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-vergoeding zijn er twee generieke beleidsinstrumenten voor aanvullende ondersteuning van hernieuwbare elektriciteit: EIA en groenfinanciering. Eventuele voordelen ten gevolge van de MIA/VAMIL zijn niet meegenomen bij de raming van de basisbedragen.

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 van een warmterendement van 80% en voor WKK-installaties geldt de eis van 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 warmteafzet praktische beperkingen heeft. Als gevolg daarvan wordt weinig warmte geleverd en voldoen de referentie-installaties niet aan de EIA-rendementseis. In de berekeningen voor de basisbedragen is daarom aangenomen dat 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 2010 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. Voor waterkracht en zon-PV is de groenverklaring voor 15 jaar geldig. 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%. Waar de subsidieduur binnen de SDE op 12 of 15 jaar ligt, en de groenverklaring slechts voor tien 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 in 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.

5.3 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%.

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 gebruikte rekenmodel (De Noord en Van Sambeek, 2003) wordt geen rekening gehouden met werkkapitaalverschuivingen binnen het jaar. Zie Tabel 5.1 voor de gebruikte financieel-economische berekeningsparameters.

Tabel 5.1 Financiële parameters

	Aandeel eigen vermogen	Rente	Rendement op eigen vermogen	Kapitaalkosten (WACC)	Looptijd lening	Economische levensduur	Groenfinanciering	EIA-maximum (EIA bij referentie -installatie)
	[%]	[%]	[%]	[%]	[jr]	[jr]		[€/kW _e]
Windenergie								
Wind op land <6 MW	20	5,1	15	6,0	15	15	Ja	600
Wind op land ≥6 MW	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
RWZI en AWZI	20	6	15	6,6	12	12	-	geheel
Mestcovergisting	20	6	15	6,6	12	12	-	opwerking
GFT-vergisting	20	6	15	6,6	12	12	-	opwerking
Overige vergisting	20	6	15	6,6	12	12	-	opwerking
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	15	6,0	30	30	Ja	turbine
Waterkracht, valhoogte ≥5 meter	20	5	15	6,0	30	30	Ja	turbine
Vrijegetijdenstromingsenergie	20	5	15	6,0	15	15	Ja	turbine
Zon-PV								
1-15 kW _p	0	2,6	2,6	2,6	15	15	Ja	n.v.t.
15- 100 kW _p	15	5	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, wordt 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 Energiebelasting (EB) (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 €/Nm³ (Lensink en Van Tilburg, 2008). Aangenomen wordt dat een zakelijke kleinverbruiker tot 170.000 m³ per jaar ca. 45 €/m³ betaalt, inclusief 14 €/Nm³ EB.

6.2 Vaste biomassa

Afvalhout

De markt voor B-hout is onderdeel van een internationale markt die onder druk blijft staan, vooral door vraag uit Duitsland en een nieuw opgestarte installatie in België. Wel worden de eerste ladingen B-hout uit Engeland geïmporteerd waardoor de marktvaart en -aanbod in evenwicht blijven. Voor B-hout wordt voor 2011 een gemiddelde prijs verwacht van 25 € per ton bij een stookwaarde van 14 GJ/ton. B-hout is de referentiebrandstof voor verbrandingsinstallaties van 10-50 MW_e. De initiatieven in de markt zijn gebaseerd op het deels of grotendeels toepassen van B-hout.

Knip- en snoeihout

Bij knip- en snoeihout treedt geen internationale prijsvorming op; het is een regionaal georiënteerde markt. Het is de referentiebrandstof voor verbrandingsinstallaties kleiner dan 10 MW_e. Voor 2011 wordt een gemiddelde prijs verwacht van 34 € per ton bij een stookwaarde van 7 GJ/ton.

Pellets

Door het aflopen van MEP-subsidies voor het meestoken van houtpellets, is er onzekerheid over de toekomstige vraag naar houtpellets. De huidige spotprijs van houtpellets is laag met 118 €/ton (CIF Rotterdam). Tot voor kort lagen de prijzen rond de 130 € per ton. De verwachting op de ENDEX is dat de prijs eind 2010 weer naar deze waarde zal stijgen. Voor 2011 wordt daarom een gemiddelde prijs verwacht van 130 €/ton bij een stookwaarde bij 17 GJ/ton.

6.3 Vloeibare biomassa

De prijs van plantaardige oliën laten een oplopende tendens zien met een stijging van ca. 15% ten opzichte van 2009. De prijsbewegingen van deze oliën kunnen als leidend beschouwd wor-

den voor de prijsbewegingen voor de referentiebrandstof 'dierlijk vet'. Voor 2011 wordt een gemiddelde prijs verwacht van 520 €/ton bij een stookwaarde van 39 GJ/ton.

Gebruikte plantaardige oliën als referentiebrandstof voor grootschalige thermische conversie van vloeibare biomassa 10-50 MW_e zijn buiten beschouwing gelaten. In overleg met het Ministerie van Economische Zaken is besloten om geen basisbedrag te adviseren voor de categorie van verbranding van vloeibare biomassa 10-50 MW_e, zie ook Paragraaf 7.6.

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

Bij grootschalige monovergisting van reststromen worden reststoffen uit de voedings- en genotsmiddelenindustrie of uit de biobrandstofproductie gebruikt. Als referentiebrandstof wordt uitgegaan van reststoffen uit de biobrandstofproductie waar het prijsniveau bepaald wordt door veevoedermarkten. Prijzen voor vochtige diervoeders zijn sinds eind 2009 met 20% gedaald. De afvoerkosten voor digestaat, ca. 70% van de inputmassa, blijven op hetzelfde niveau als het advies van vorig jaar, 10 €/ton. Als referentieprijs 2011 voor de grondstofkosten voor een monovergistingsinstallatie wordt een prijs van 23 €/ton verwacht.

Grondstoffen voor mestcovergisting - mest

De prijs voor drijfmest kent regionale verschillen en loopt uiteen van 0 tot -5 € per ton in mesttekortgebieden tot maximaal -15 tot -20 € per ton in mestoverschotgebieden. Als referentieprijs (exclusief transportkosten) wordt uitgegaan van -10 € per ton. Voor de afvoer van digestaat wordt met de prijs van dierlijke mest inclusief transportkosten gerekend. Gemiddeld dient 15 €/ton toegelegd te worden op het afvoeren van digestaat.

Grondstoffen voor mestcovergisting - cosubstraat

Maïsprijzen zijn sinds eind 2009 met ca. 10% gedaald. Aangezien door de hoge maïsprijzen van de laatste jaren steeds meer overige agrarische reststoffen ingezet worden om de gemiddelde cosubstraatprijs te drukken, zal een nieuw evenwicht in de inputmix gezocht worden. De verwachting voor gemiddelde referentieprijs voor cosubstraat in 2011 is een prijs van 22 € per ton.

Zie Tabel 6.1 voor een overzicht van de gehanteerde prijzen voor de referentiebrandstoffen.

Tabel 6.1 *Prijsprojecties biomassa*

	Energie-	Prijsrange	Referentieprij		Referentieprij ⁵	
	inhoud		Conceptadvies 2011		Eindadvies 2010	
	[GJ/ton]	[€/ton]	[€/GJ]	[€/ton]	[€/GJ]	[€/ton]
Vloeibare biomassa						
Dierlijk vet	39	500-550	13,3	520	11,5	450
Vaste biomassa						
Knip- en snoeihout	7	30-40	4,9	34	4,6	32
Afvalhout	14	20-30	1,8	25	1,8	25
Houtpellets	17	125-135	7,6	130	6,8	125
Vergisting						
Monovergistinginput	5,0	-	4,6	23	4,0	27
<i>Aanvoer dierlijke mest</i>	<i>1</i>	<i>-20 tot 0</i>	<i>-10</i>	<i>-10</i>	<i>-10</i>	<i>-10</i>
<i>Afvoer dierlijke mest</i>	<i>1</i>	<i>-30 tot -5</i>	<i>-15</i>	<i>-15</i>	<i>-15</i>	<i>-15</i>
<i>Cosubstraat</i>	<i>4,8</i>	<i>5 tot 50</i>	<i>4,6</i>	<i>22</i>	<i>4,8</i>	<i>23</i>
Covergistinginput	2,9	14-32	6,6	18	6,6	19

⁵ 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

Beschrijving referentie-installatie

Nieuwe installaties bij stortplaatsen worden niet ontwikkeld. De referentie-installatie voor de categorie stortgas is een vervanging van een bestaande installatie. Het gaat daarbij om vervangingsinvesteringen bij teruglopende biogasproductie. Voor rioolwaterzuiveringsinstallaties lijkt een trend gaande naar schaalvergroting bij vernieuwing van installaties.

Aanvullende opmerkingen

Vooraf door de teruglopende biogasproductie bij stortplaatsen liggen de productiekosten bij stortplaatsen hoger dan bij waterzuiveringsinstallaties. Het basisbedrag voor RWZI's en AWZI's is gericht op invoeding van de elektriciteit in het net. Benutting van het biogas voor eigen gebruik wordt niet vergoed via de SDE-regeling en is daarom niet beschouwd voor de raming van het basisbedrag. Zie Tabel 7.1 voor het overzicht van technisch-economische parameters.

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

		Conceptadvies 2011		Eindadvies 2010	
		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	35,0	35,0
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

Beschrijving referentie-installatie

Mest-covergistingsinstallaties lijken steeds groter te worden, waarbij veel nieuwe initiatieven tussen de 1 en 2,5 MW_e liggen. Voor de referentie-installatie is een schaal aangenomen van 2 MW_e. Niet alle componenten van een mestcovergisting worden goedkoper bij grotere schaal. Er is met een generiek schaaleffect gerekend om de kostenvoordelen van de schaalvergroting in kaart te brengen.

Aanvullende opmerkingen

De grondstofkosten voor mest-covergisting zijn volatiel, door de afhankelijkheid van zowel mestprijzen als cosubstraatkosten. Het is niet mogelijk om langetermijncontracten af te sluiten om al deze prijsrisico's af te dekken. Zie Tabel 7.2 voor het overzicht van technisch-economische parameters.

Tabel 7.2 *Technisch-economische parameters mest-covergisting*

		Conceptadvies 2011	Eindadvies 2010
Installatiegrootte	[MW]	2,0	0,8
Investeringskosten	[€/kW _e]	2740	3000
Vollasturen	[uur/jaar]	8000	8000
Vaste O&M-kosten	[€/kW _e]	220	240
Variabele O&M-kosten	[€/kWh]	-	-
Energie-inhoud biomassa	[GJ/ton]	2,9	2,9
Grondstofkosten	[€/ton]	18	19
Elektrisch rendement	[%]	26	26
Thermisch rendement	[%]	3	3
Vermeden brandstofkosten	[€/m ³]	0,19	0,19

7.3 GFT-vergisting

Beschrijving referentie-installatie

Aanbestedingen van decentrale overheden voor GFT-verwerkers bevatten vaak duurzaamheidscriteria waarbij GFT-vergisting vanuit duurzaamheidsoptiek de voorkeur heeft. Omdat het echter geen wettelijke verplichting betreft, blijft het composteren van het afval de referentie. Voor de referentie-installatie is een schaal aangenomen van 2 MW_e. Er is met een generiek schaafeffect gerekend om de kostenvoordelen van de schaalvergroting in kaart te brengen.

Aanvullende opmerkingen

De vele initiatieven lijken een drukkend effect op het poorttarief van GFT te hebben, waarbij de SDE-vergoeding (om te rekenen tot 17 €/ton) deels gebruikt wordt om de lagere prijs van GFT-afval te compenseren. Hoewel in de SDE-berekeningen de prijs gezet wordt op nul - daar compostering de referentie is - lijkt er interactie te bestaan tussen de SDE-vergoeding en de poorttarieven voor GFT-afval. Zie Tabel 7.3 voor het overzicht van technisch-economische parameters.

Tabel 7.3 *Technisch-economische parameters GFT-vergisting*

		Conceptadvies 2011	Eindadvies 2010
Installatiegrootte	[MW]	2,0	1,5
Investeringskosten	[€/kW _e]	4165	4285
Vollasturen	[uur/jaar]	8000	8000
Vaste O&M-kosten	[€/kW _e]	435	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

Beschrijving referentie-installatie

In deze categorie wordt (grootschalige) monovergisting als referentietechniek gezien. Grondstoffen voor monovergisting zijn veelal reststromen die vrijkomen in de voedingsmiddelen- en biobrandstoffensector. Bij deze vergistingoptie 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 gedeels teruggeleverd aan dezelfde fabriek, in de vorm van elektriciteit, groen gas, warmte, of een combinatie daarvan. 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 geraamd van 23 €/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 23 €/ton. De energie-inhoud van het substraat is 5 GJ/ton. Zie Tabel 7.4 voor het overzicht van technisch-economische parameters.

Tabel 7.4 *Technisch-economische parameters overige vergisting*

		Conceptadvies 2011	Eindadvies 2010
Installatiegrootte	[MW]	3,0	3,0
Investeringskosten	[€/kW _e]	3200	3200
Vollasturen	[uur/jaar]	8000	8000
Vaste O&M-kosten	[€/kW _e]	210	210
Variabele O&M-kosten	[€/kWh]	-	-
Energie-inhoud biomassa	[GJ/ton]	5	5
Grondstofkosten	[€/ton]	23	27
Elektrisch rendement	[%]	26,0	26,0
Thermisch rendement	[%]	8,2	8,2
Vermeden brandstofkosten	[€/m ³]	0,22	0,22

7.5 Thermische conversie vaste biomassa

Beschrijving referentie-installatie

Veel initiatieven tot 10 MW_e worden lokaal ontwikkeld, onder andere voor decentrale overheden. Installaties tot 10 MW_e dienen te voldoen aan de BEMS, waardoor extra maatregelen genomen dienen te worden om de uitstoot van stikstofoxiden te verminderen, bijvoorbeeld met behulp van een DeNOx-installatie. De meerinvestering van een DeNOx-installatie is geraamd op 45 €/kW_e voor kleinschalige installaties. Verbruik van een reductiemiddel zoals ureum levert een verhoging van O&M-kosten op die geraamd is op 0,006 €/kWh.

In de categorie 10-50 MW_e lijken de initiatieven iets groter te worden. Om dit te reflecteren is de installatiegrootte van middelgrote houtverbranding gestegen van 20 MW_e naar 25 MW_e waarbij de specifieke investeringskosten en O&M-kosten aan de schaalgrootte zijn aangepast.

Aanvullende opmerkingen

Voor installaties groter dan 10 MW_e wordt afvalhout (B-hout) als referentie gebruikt. De hoeveelheid B-hout die in Nederland vrijkomt, wordt haast volledig benut. Vanuit Duitsland is een grote vraag naar afvalhout, terwijl tegelijkertijd afvalhout uit Engeland geïmporteerd wordt. Zie Tabel 7.5 voor het overzicht van technisch-economische parameters.

Tabel 7.5 Technisch-economische parameters thermische conversie van vaste biomassa

		Conceptadvies 2011		Eindadvies 2010	
		Verbranding 0-10 MW _e	Verbranding 10-50 MW _e	Verbranding 0-10 MW _e	Verbranding 10-50 MW _e
Installatiegrootte	[MW]	2,0	25	2,0	20
Investeringskosten	[€/kW _e]	4445	3600	4400	3635
Vollasturen	[uur/jaar]	8000	8000	8000	8000
Vaste O&M-kosten	[€/kW _e]	340	250	340	255
Variabele O&M-kosten	[€/kWh]	0,006	-	-	-
Energie-inhoud biomassa	[GJ/ton]	7	14	7	14
Brandstofkosten	[€/ton]	34	25	32	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

Beschrijving referentie-installatie

Kleinschalige installaties op vloeibare biomassa groter dan 2,5 MW_{th} dienen te voldoen aan de BEMS. De referentie-installatie blijft met 2,4 MW_{th} net onder deze grens, waardoor geen extra kosten ten gevolge van de BEMS worden geraamd.

Er lijkt geen geschikte brandstoftechniekcombinatie voorhanden om initiatieven in de categorie thermische conversie van vloeibare biomassa 10-50 MW_e te ontwikkelen. In overleg met het Ministerie van Economische Zaken is besloten om geen basisbedrag te adviseren voor de categorie van verbranding van vloeibare biomassa 10-50 MW_e.

Aanvullende opmerkingen

Er is geen markt meer voor grote dieselmotoren op geïmporteerde plantaardige oliën. Een opkomende ontwikkeling is het stoken op pyrolyse-olie uit hout, dat binnen deze categorie zou kunnen vallen. Zie Tabel 7.6 voor het overzicht van technisch-economische parameters.

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

		Conceptadvies 2011		Eindadvies 2010	
		Verbranding 0-10 MW _e	Verbranding 10-50 MW _e	Verbranding 0-10 MW _e	Verbranding 10-50 MW _e
Installatiegrootte	[MW]	1,0		1	20
Investeringskosten	[€/kW _e]	1600		1600	1350
Vollasturen	[uur/jaar]	8000		8000	8000
Vaste O&M-kosten	[€/kW _e]	175		175	155
Variabele O&M-kosten	[€/kWh]	-		-	-
Energie-inhoud biomassa	[GJ/ton]	39		39	39
Brandstofkosten	[€/ton]	520		450	375
Elektrisch rendement	[%]	42,0		42,0	47,3
Thermisch rendement	[%]	4,6		4,6	2,7
Vermeden brandstofkosten	[€/m ³]	0,158		0,158	0,127

7.7 Afvalverbrandingsinstallaties

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 energiebenutting bij AVI's mogelijk te maken.

Aanvullende opmerkingen

De 'BREF Waste Incineration' stelt eisen aan het rendement van nieuwbouwinstallaties. Er dient een minimum rendement in combinatie met warmte-uitkoppeling te worden gehaald. Bij warmte-uitkoppeling krijgt de installatie een hoger rendement waarbij de investeringskosten ook toenemen volgens onderstaande tabel. Zie Tabel 7.7 voor het overzicht van technisch-economische parameters.

Tabel 7.7 *Technisch-economische parameters AVI's*

		Conceptadvies 2011			Eindadvies 2010		
		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 Windenergie

Beschrijving referentie-installatie

Voor 2011 zijn twee categorieën windprojecten onderzocht, namelijk wind op land met turbines tot 6 MW en wind op land met turbines van 6 MW of groter.

Wind op land < 6 MW

Voor de categorie ‘wind op land < 6 MW’ worden dezelfde uitgangspunten gehanteerd als voorafgaande jaren. Een belangrijk criterium is de vollasturengrens van 2200 uur. De referentie-installatie is een denkbeeldig park van ca. 15 MW. Uitgegaan wordt van enkele in Nederland gebruikelijke turbinetypes. Deze extra kosten bestaan uit elektrische infrastructuur van het park, de netaansluiting en de civiele werken (bouwvoorbereiding en ontsluitingswegen). Bovenop de turbineprijs zijn extra kosten van 25% berekend om te komen tot een investeringsbedrag. De turbineprijzen variëren tussen de 950 en 1500 €/kW. Per turbinetype is de productie bepaald bij drie verschillende windregimes, en de productiekosten. Door interpolatie zijn de rekenkundig gemiddelde productiekosten bij 2200 uur bepaald, ongeacht het turbinetype. Deze productiekosten corresponderen met investeringskosten van 1350 €/kW. De turbinekosten en totale investeringskosten zijn niet verondersteld te zijn gewijzigd in het afgelopen jaar. De variabele kosten bestaan uit garantie- en onderhoudscontracten, en worden geschat op 1,1 ct/kWh, uitgaand van 1,0 ct/kWh bij het begin van het project, en stijgend gedurende de levensduur. De vaste jaarlijkse kosten zijn geraamd op 25,8 €/kW.

Wind op land ≥ 6 MW

Voor de categorie ‘wind op land ≥ 6 MW’ is in 2009 een SDE-basisbedrag bepaald. De aannames die ten grondslag liggen aan dit tarief vormen ook de basis van de huidige investeringsbedragen en exploitatielasten. Windturbines van deze omvang zijn echter nog geen gemeengoed. Op het ogenblik zijn in Duitsland de eerste ervaringen opgedaan met windturbines van deze omvang. De investeringskosten en daarmee de opwekkingskosten liggen hoger dan in de categorie Wind op land < 6 MW. Voor de turbines wordt een investeringsbedrag geraamd van 1700 €/kW. De onderhoudskosten zijn door het grotere aantal vollasturen per kWh lager dan de in de kleinere windturbinecategorie en liggen op ongeveer 0,0095 €/kWh.

Aanvullende opmerkingen

Als gevolg van de economische teruggang en beperktere financieringsmogelijkheden is de grote krapte in de markt voor windturbines voorbij. Voor 2011 wordt een herstel van de markt verwacht. Hierbij lijkt het erop dat de prijzen op een stabiel niveau blijven. Zie Tabel 7.8 voor het overzicht van technisch-economische parameters.

Tabel 7.8 *Technisch-economische parameters windenergie*

		Conceptadvies 2011		Eindadvies 2010
		Wind op land < 6 MW	Wind op land ≥ 6 MW	Wind op land
Installatiegrootte	[MW]	15	60	15
Turbinekosten	[€/kW _e]	1040	1700	1040
Overige kosten	[€/kW _e]	310	250	310
Investeringskosten	[€/kW _e]	1350	1950	1350
Vollasturen	[uur/jaar]	2200	3000	2200
Vaste O&M-kosten	[€/kW _e]	25,8	25,8	25,8
Variabele O&M-kosten	[€/kWh]	0,011	0,0095	0,011

7.9 Waterkracht

Beschrijving referentie-installatie

In 2010 is de regeling opgesteld voor twee categorieën, namelijk waterkracht met een valhoogte van minder dan 5 meter en waterkracht met een valhoogte van 5 meter of meer. Voor waterkrachtprojecten gebaseerd op vrijstromingsenergie wordt geen gebruik wordt gemaakt van een valhoogte maar van de kinetische energie van vrij stromend water. Voor deze waterkrachtprojecten is in 2010 geen aparte categorie opengesteld. Deze techniek is wel opgenomen in het huidige advies omdat de Minister van Economische Zaken in mei 2010 aan de Tweede Kamer heeft toegezegd de kostprijs en het potentieel van vrijegetijdenstromingsenergie opnieuw te onderzoeken, en haar opvolger te vragen de Tweede Kamer rond 1 november 2010 te informeren over de resultaten.

Gestuwde waterkracht

Het verval van rivieren in de Hollandse Delta is gering. Bestaande kunstwerken in rivieren zijn geschikt om valhoogte te creëren die benut kan worden in waterkrachtcentrales. In de praktijk varieert deze doorgaans tussen de 3 en 6 meter, en tot 11 meter in uitzonderlijke situaties. Voor kleinschalige waterkracht zijn twee referentie-installaties bepaald (valhoogte < 5 m en valhoogte \geq 5 m). De potentiële projecten binnen de categorie waterkracht kennen een grote spreiding in investeringskosten en bijhorende basisbedragen. Daarom zijn de basisbedragen in dit advies gebaseerd op specifieke projecten waarbij het realisatiepotentieel en de kosten bepalend zijn geweest voor selectie. De nieuwe inventarisatie van waterkrachtinitiatieven voor dit advies heeft niet geleid tot een bijstelling van de referentie-installaties.

Vrijegetijdenstromingsenergie

Voor dit advies is uitsluitend gekeken naar *inshore* vrijegetijdenstromingsenergie; hierbij gaat het om projecten die gerealiseerd worden in of nabij kunstwerken zoals zeekeringen of half doorlatende dammen en die gebruik maken van de aanwezige getijdenwerking. De referentie-installatie is gebaseerd op een aantal projecten die volgens de sector op korte termijn in aanmerking komen voor realisatie. Het gaat hier om pilotprojecten die volgens de sector met adequate productiesubsidie commercieel te exploiteren zijn. De technologie van vrijstromingsturbines staat aan het begin van commercialisatie; dit maakt dat investerings- en O&M-kosten relatief hoog uitvallen. Zie Tabel 7.9 voor het overzicht van technisch-economische parameters.

Tabel 7.9 *Technisch-economische parameters waterkracht*

		Conceptadvies 2011			Eindadvies 2010		
		Waterkracht, valhoogte < 5 meter	Waterkracht, valhoogte \geq 5 meter	Vrijegetijden- stromingsenergie	Waterkracht, valhoogte < 5 meter	Waterkracht, valhoogte \geq 5 meter	Vrijegetijden- stromingsenergie
Installatiegrootte	[MW]	4,0	2,8	1,0	4,0	2,8	n/a
Investeringskosten	[€/kW _e]	3890	2440	5830	3890	2440	n/a
Vollasturen	[uur/jaar]	3800	4800	2250	3800	4800	n/a
Vaste O&M-kosten	[€/kW _e]	66,5	84,0	112,5	66,5	84,0	n/a
Variabele O&M-kosten	[€/kWh]	0	0	0	0	0	n/a

7.10 Zon-PV

Beschrijving referentie-installatie

Onderscheid wordt gemaakt in basisbedragen voor twee categorieën: zon-PV klein (1-15 kW_p) en zon-PV groot (15 - 100 kW_p). De referentie-installaties hebben een omvang van respectievelijk 3,5 kW_p en 100 kW_p. Voor de categorie zon-PV klein zijn de meerkosten voor elektrische aanpassingen binnen een woning en de plaatsing van een brutoproduktiemeter voor de subsidiëring van de opgewekte zonnestroom voor eigen verbruik meegenomen in de investeringskosten. Deze meerkosten zijn bepaald op respectievelijk 170 €/kW_p en 25 €/kW_p inclusief BTW. Zonnestroomsystemen zijn onderhoudsarm. Voor beide categorieën bevatten de O&M-kosten bijdragen voor onderhoud en kleine reparaties. Tegenwoordig bestaat de mogelijkheid om de standaardgarantie op de omvormer van 5 jaar te verlengen tot de gehele subsidieduur. Deze kosten zijn voor de categorie groot in de O&M-kosten opgenomen; voor de categorie klein niet. De vervanging van de omvormer aan het eind van zijn levensduur (na ongeveer 10 jaar) wordt gezien als een afzonderlijke investeringsbeslissing die in de categorie klein ook zonder SDE-vergoeding positief zal uitvallen.

Aanvullende opmerkingen

In 2009 is wereldwijd een vermogen van 7,2 GW_p aan zonnepanelen bijgeplaatst, waarvan 3,8 GW_p in Duitsland (EPIA, 2010). Het wereldwijd geïnstalleerd vermogen bedraagt thans bijna 23 GW_p. Het is de verwachting dat ook in 2010 Duitsland de belangrijkste markt zal zijn. De op 1 juli geplande extra regressie van de Duitse feed-intarieven voor zon-PV zal in sterke mate bepalend zijn voor de ontwikkeling van de vraag in 2010. Met het oog op de aanstaande verlaging van de tarieven piekt de vraag in het tweede kwartaal van 2010. Het is de verwachting dat onder impuls van de daling van de Duitse feed-intarieven de paneelprijzen in de tweede helft van 2010 ca. 15% zullen dalen; daling van de productiekosten maakt dit mogelijk. Mede onder invloed van de Duitse topvraag wordt voor 2010 een sterke wereldwijde marktgroei tot 10 tot 15 GW_p verwacht; in 2011 zal de markt nog iets verder groeien. Op grond van historische prijsontwikkeling kan over de periode 2010-2011 een daling van de paneelprijzen van 20 tot 25% worden verwacht.

Het Ministerie van Economische Zaken heeft ECN/KEMA verzocht om bij haar advies voor de basisbedragen in de SDE-ronde van 2011 uit te gaan van de voordeligste systemen in de markt en om bovendien de prijsontwikkeling gedurende 2011 hierin te betrekken. In 2010 bedragen de in Nederland gerealiseerde prijzen van de voordeligste kant-en-klare systemen 2350 tot 2600 €/kW_p exclusief BTW voor een systeem van ca. 100 kW_p. Deze kosten zijn als volgt opgebouwd: 1625 €/kW_p paneelkosten en 850 €/kW_p *balance of system* (BoS) en installatie. Op de korte termijn is het de verwachting dat met name de daling van de paneelprijzen zal leiden tot lagere investeringskosten. Rekening houdend met de hierboven genoemde verwachte daling over de periode 2010-2011, worden de investeringskosten voor begin 2012 geraamd op 2060 €/kW_p exclusief BTW (1260 €/kW_p paneelkosten en 800 €/kW_p BoS en installatie). Voor kleinere systemen liggen deze kosten een fractie hoger op 2310 €/kW_p exclusief BTW. Zie Tabel 7.10 voor het overzicht van technisch-economische parameters.

Tabel 7.10 *Technisch-economische parameters zon-PV*

		Conceptadvies 2011		Eindadvies 2010	
		1-15 kW _p	15-100 kW _p	1-15 kW _p	15-100 kW _p
Installatiegrootte	[MW]	0,0035	0,1	0,0035	0,1
Investeringskosten	[€/kW _e]	2945	2060	4570	3375
Vollasturen	[uur/jaar]	850	850	850	850
Vaste O&M-kosten	[€/kW _e]	-	-	-	-
Variabele O&M-kosten	[€/kWh]	0,031	0,024	0,031	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. In dit conceptadvies zal behalve de groengascategorieën bij stortgas, RWZI/AWZI, mestcovergisting, GFT-vergisting en overige vergisting ook gekeken worden naar de kosten van vergisters in relatie tot een groengashub. De berekende basisbedragen voor ruw biogas in alle gascategorieën dienen dan ook in het licht gezien te worden van de ondersteuning van installaties die zijn aangesloten op een groengashub.

Referentietechnologie voor gaszuivering

In de eerdere adviezen (Van Tilburg *et al.*, 2008a; Van Tilburg *et al.*, 2008b; Lensink *et al.*, 2009) is gekozen voor membraanscheiding als referentietechniek bij stortgas en gaswassing bij categorieën RWZI/AWZI, mestcovergisting, GFT-vergisting en overige vergisting. Een mogelijk kostenefficiënte nieuwe technologie is cryogene scheiding (zie ook: Jansen *et al.*, 2009; Colsen b.v., 2009; Veth, 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.

Overige vergisting

Gelet op de signalen uit de markt heeft de categorie overige vergisting de (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. 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.

Ruw biogas en groengashub

Een producent van biogas dient de kwaliteit van het gas op te waarderen, voordat het biogas als groen gas in het aardgasnet gevoed mag worden. In het geval van een groengashub echter, vinden de productie van ruw biogas en de opwaardering ervan op verschillende locaties plaats. Het geproduceerde ruw biogas bij verschillende vergistinginstallaties dient via aparte biogasleidingen naar de hub getransporteerd te worden, waarna het biogas tot groen gas zal worden opgewerkt. 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 uit 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 (CH_4 en CO_2) wordt geleverd aan een andere installatie, waar het wordt ingezet ter vervanging van aardgas.

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

- De kosten voor CO_2 -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.

In dit hoofdstuk worden 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 Nm^3 aardgasequivalent (standaardkwaliteit). Op deze manier zijn de gegevens vergelijkbaar gemaakt met de productiekosten voor groen gas. Deze bedragen voor ruw biogas moeten in het licht gezien worden van eventuele ondersteuning voor installaties die zijn aangesloten op een groengashub.

8.2 Stortgas/afval- en rioolwaterzuiveringsinstallaties

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.

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

		Conceptadvies 2011		Eindadvies 2010	
		Groen gas	Ruw biogas	Groen gas	Ruw biogas
Referentie grootte	[Nm ³ /h biogas]	150	150	150	150
Vollasturen	[uur/jaar]	6500	6500	6500	6500
<i>Vergistingdeel:</i>					
Investeringskosten	[€/Nm ³ /h biogas]	-	-	-	-
Vaste O&M-kosten	[€/Nm ³ /h biogas]	-	-	-	-
Energetisch rendement vergister	[%]	100	100	100	100
Energie-inhoud substraatmix	[GJ/ton]	3	3	3	3
Grondstofkosten	[€/ton]	0	0	0	0
<i>Groengasproductie:</i>					
Investeringskosten	[€/Nm ³ /h biogas]	5350	1400	5350	1400
Vaste O&M-kosten	[€/Nm ³ /h biogas]	360	140	360	140
Methaanrendement gaszuivering	[%]	80	-	80	-
<i>Elektriciteits- en warmteopwekking:</i>					
Warmtevraag (biogasgebruik)	[%]	-	-	-	-
Elektriciteitsvraag (gasreiniging)	[kWh/Nm ³ biogas]	0,15	0,05	0,15	0,05
Elektriciteitsstarief	[€/kWh]	0,14	0,14	0,14	0,14

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

		Conceptadvies 2011		Eindadvies 2010	
		Groen gas	Ruw biogas	Groen gas	Ruw biogas
Referentiegrootte	[Nm ³ /h biogas]	150	150	150	150
Vollasturen	[uur/jaar]	8000	8000	8000	8000
<i>Vergistingdeel:</i>					
Investeringskosten	[€/Nm ³ /h biogas]	-	-	-	-
Vaste O&M-kosten	[€/Nm ³ /h biogas]	-	-	-	-
Energetisch rendement vergister	[%]	67	67	67	67
Energie-inhoud substraatmix	[GJ/ton]	22	22	22	22
Grondstofkosten	[€/ton]	0	0	0	0
<i>Groengasproductie:</i>					
Investeringskosten	[€/Nm ³ /h biogas]	6390	700	6390	700
Vaste O&M-kosten	[€/Nm ³ /h biogas]	430	50	430	50
Methaanrendement gaszuivering	[%]	99,9	-	99,9	-
<i>Elektriciteits- en warmteopwekking:</i>					
Warmtevraag (biogasgebruik)	[%]	15	10	15	10
Elektriciteitsvraag (gasreiniging)	[kWh/Nm ³ biogas]	0,13	0,02	0,13	0,02
Elektriciteitstarief	[€/kWh]	0,14	0,14	0,14	0,14

8.3 Mestcovergisting

Beschrijving referentie-installatie

Op basis van de schaalgrootte van nieuwe initiatieven is een productiecapaciteit van nieuwe installaties geraamd van 900 Nm³/h ruw biogas (of 500 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 2 MW_e. Schaafeffecten lijken voor vergisters 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.

Als referentie-gaszuiveringstechniek is 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. Bij de gasscheiding en het op specificatie brengen zijn schaalvoordelen te verwachten ten opzichte van de huidige referentieschalen voor groengasproductie.

Aanvullende opmerkingen

Er wordt aangenomen dat de invoeding van het geproduceerde groen gas op het lokale net mogelijk is. Zie Tabel 8.2 voor het overzicht van technisch-economische parameters.

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

		Conceptadvies 2011		Eindadvies 2010	
		Groen gas	Ruw biogas	Groen gas	Ruw biogas
Referentie grootte	[Nm ³ /h biogas]	900	900	270	270
Vollasturen	[uur/jaar]	8000	8000	8000	8000
<i>Vergistingdeel:</i>					
Investeringskosten	[€/Nm ³ /h biogas]	3980	3980	4490	4490
Vaste O&M-kosten	[€/Nm ³ /h biogas]	225	225	295	295
Energetisch rendement vergister	[%]	67	67	67	67
Energie-inhoud substraatmix	[GJ/ton]	2,9	2,9	2,9	2,9
Grondstofkosten	[€/ton]	18	18	19	19
<i>Groengasproductie:</i>					
Investeringskosten	[€/Nm ³ /h biogas]	2400	280	3880	450
Vaste O&M-kosten	[€/Nm ³ /h biogas]	240	26	385	45
Methaanrendement gaszuivering	[%]	99,9	-	99,9	-
<i>Elektriciteits- en warmteopwekking:</i>					
Warmtevraag (biogasgebruik)	[%]	10	5	10	5
Elektriciteitsvraag (vergiester en gasreiniging)	[kWh/Nm ³ biogas]	0,25	0,12	0,25	0,12
Elektriciteitstarief	[€/kWh]	0,14	0,14	0,14	0,14

8.4 GFT-vergisting

Beschrijving referentie-installatie

Als referentie wordt uitgegaan van een installatie met een ruwbiogasproductie van 550 Nm³/h of 305 Nm³/h groen gas (vergelijkbaar met een WKK van 1,2 MW_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

Er wordt aangenomen dat de invoeding van het geproduceerde groen gas op het lokale net mogelijk is. Zie Tabel 8.3 voor het overzicht van technisch-economische parameters.

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

		Conceptadvies 2011		Eindadvies 2010	
		Groen gas	Ruw biogas	Groen gas	Ruw biogas
Referentie grootte	[Nm ³ /h biogas]	550	550	225	225
Vollasturen	[uur/jaar]	8000	8000	8000	8000
<i>Vergistingdeel:</i>					
Investeringskosten	[€/Nm ³ /h biogas]	7130	7130	7800	7800
Vaste O&M-kosten	[€/Nm ³ /h biogas]	815	815	890	890
Energetisch rendement vergister	[%]	67	67	67	67
Energie-inhoud substraatmix	[GJ/ton]	2,5	2,5	2,5	2,5
Grondstofkosten	[€/ton]	0	0	0	0
<i>Groengasproductie:</i>					
Investeringskosten	[€/Nm ³ /h biogas]	3700	420	5300	600
Vaste O&M-kosten	[€/Nm ³ /h biogas]	290	38	410	50
Methaanrendement gaszuivering	[%]	99,9	-	99,9	-
<i>Elektriciteits- en warmteopwekking:</i>					
Warmtevraag (biogasgebruik)	[%]	10	5	10	5
Elektriciteitsvraag (vergister en gasreiniging)	[kWh/Nm ³ biogas]	0,25	0,12	0,25	0,12
Elektriciteitstarief	[€/kWh]	0,14	0,14	0,14	0,14

8.5 Overige vergisting

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 gaswassings-technologie. Er wordt gerekend met een grondstofprijs van 23 €/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, is een situatie waar het advies geen rekening mee houdt. De SDE-regeling is immers gebaseerd op een subsidie bij teruglevering aan het net. Intern gebruik wordt dan ook niet meegewogen in het advies over de basisbedragen. 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 aardgas-kwaliteit 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. Zie Tabel 8.4 voor het overzicht van technisch-economische parameters.

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

		Conceptadvies 2011		Eindadvies 2010	
		Groen gas	Ruw biogas	Groen gas	Ruw biogas
Referentie grootte	[Nm ³ /h biogas]	950	950	950	950
Vollasturen	[uur/jaar]	8000	8000	8000	8000
<i>Vergistingdeel:</i>					
Investeringskosten	[€/Nm ³ /h biogas]	3900	3900	4500	4500
Vaste O&M-kosten	[€/Nm ³ /h biogas]	220	220	250	250
Energetisch rendement vergister	[%]	67	67	67	67
Energie-inhoud substraatmix	[GJ/ton]	5	5	5	5
Grondstofkosten	[€/ton]	23	23	27	27
<i>Groengasproductie:</i>					
Investeringskosten	[€/Nm ³ /h biogas]	2400	275	3000	350
Vaste O&M-kosten	[€/Nm ³ /h biogas]	200	25	250	30
Methaanrendement gaszuivering	[%]	99,9	-	99,9	-
<i>Elektriciteits- en warmteopwekking:</i>					
Warmtevraag (biogasgebruik)	[%]	10	5	10	5
Elektriciteitsvraag (vergister en gasreiniging)	[kWh/Nm ³ biogas]	0,25	0,12	0,25	0,12
Elektriciteitstarief	[€/kWh]	0,14	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 gestileerd kasstroommodel, zijn hieruit productiekosten te berekenen. Voor de details van de berekeningswijze wordt verwezen naar de kasstroommodellen, 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. Deze waarde kan gebruikt worden om de basisbedragen om te rekenen naar €/GJ. De correctiebedragen worden gebaseerd op de prijzen van G+-gas. De *wobbe-index*⁶ van G+-gas ligt ca. 1% hoger dan G-gas dat correspondeert met de aangenomen aardgasequivalenten.

Zie Tabel 9.1 voor de resulterende basisbedragen voor elektriciteit en Tabel 9.2 voor de basisbedragen van groen gas.

⁶ De wobbe-index is een maat voor de energie-inhoud, zie (N.V. Nederlandse Gasunie, 1988).

Tabel 9.1 *Opbouw basisbedragen voor 2010 (elektriciteit)*

	Subsidieduur [jaar]	Productiekosten [€ct/kWh]	Transactiekosten [€ct/kWh]	Basisprijspremie [€ct/kWh]	Basisbedrag [€ct/kWh] Conceptadvies 2011	Basisbedrag [€ct/kWh] Eindadvies 2010
Windenergie						
Wind op land <6 MW	15	9,32	0,09	0,20	9,6	9,6
Wind op land ≥6 MW	15	9,33	0,09	0,20	9,6	-
Vergistingopties						
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	17,20	0,09	0,25	17,5	18,3
GFT-vergisting	12	12,73	0,09	0,25	13,1	13,4
Overige vergisting	12	14,28	0,09	0,25	14,6	15,8
Thermische conversie van biomassa						
Vaste biomassa <10 MW _e	12	20,72	0,09	0,25	21,1	19,8
Vaste biomassa 10-50 MW _e	12	11,66	0,09	0,25	12,0	12,1
Vloebare biomassa <10 MW _e	12	17,25	0,09	0	17,3	15,7
Vloebare biomassa 10-50 MW _e						12,3
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	11,88	0,09	0,25	12,2	12,3
Valhoogte ≥5 meter	15	6,89	0,09	0,15	7,1	7,2
Vrijegetijdenstromingsenergie	15	33,65	0,09	0,25	34,0	-
Zon-PV						
1-15 kW _p	15	31,80	0	0	31,8	47,4
15-100 kW _p	15	26,45	0,09	0,25	26,8	43,0

Tabel 9.2 *Opbouw basisbedragen voor 2011 (groen gas)*

	Subsidieduur [jaren]	Productiekosten [€ct/Nm ³]	Contractkosten [€ct/Nm ³]	Basisbedrag [€ct/Nm³] Conceptadvies 2011	Basisbedrag [€ct/Nm ³] Eindadvies 2010	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	69,5	1,8	71,3	83,1	54,1
GFT-vergisting	12	61,9	1,8	63,7	73,8	43,3
Overige vergisting	12	59,1	1,8	60,9	74,1	44,9

Referenties

- Colsen b.v. (2009): *Haalbaarheidsstudie groen gas Rilland*. SenterNovem, 10 maart 2009.
- EPIA (2010): *Global Market Outlook for Photovoltaics until 2014*, Brussel, mei 2010.
- Janssen, P.P.C.J., R.G.M. van den Bogaard (2009): *Haalbaarheidsstudie naar mogelijkheden Groen Gas op het Nieuw Gemengd Bedrijf Horst aan de Maas*. Ref.nr. DENB086710, maart 2009.
- Lensink, S.M., J.W. Cleijne, M. Mozaffarian, A.E. Pfeiffer, S.L. Luxembourg, G.J. Stienstra (2009): *Eindadvies basisbedragen 2010 voor elektriciteit en groen gas in het kader van de SDE-regeling*, ECN-E--009-058, Petten, september 2009.
- N.V. Nederlandse Gasunie (1988): *Physical properties of natural gases*, Groningen, juni 1988.
- Noord, M. de, E.J.W. van Sambeek (2003): *Onrendabele top berekeningsmethodiek*, ECN-C--03-077, Petten, augustus 2003.
- 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. (ed) (2008): *Haalbaarheid groen gas; casus Sint-Oedenrode*. Studie uitgevoerd door JDV-Ensys in opdracht van SenterNovem, december 2008.

Afkortingenlijst

a.e.	Aardgasequivalent.
AVI	Afvalverbrandingsinstallatie.
AWZI	Afvalwaterzuiveringsinstallatie.
BAT	Best Beschikbare Techniek, <i>Best Available Technique</i> .
BEMS	Besluit Emissie-eisen Middelgrote Stookinstallaties milieubeheer.
BoS	<i>Balance of System</i> .
BREF	BAT-Referentie.
BTW	Belasting over de Toegevoegde Waarde (omzetbelasting).
BVA	Besluit Verbranding Afvalstoffen.
EB	Energiebelasting.
GFT	Groente-, fruit- en tuinafval.
O&M	Onderhoud en beheer, <i>Operation and Maintenance</i> .
ORC	Organische Rankinecyclus, <i>Organic Rankine Cycle</i> .
RWZI	Rioolwaterzuiveringsinstallatie.
SDE	Besluit Stimulering Duurzame Energie.
WKK	Warmtekrachtkoppeling.
WACC	Gewogen kapitaalkosten, <i>Weighted Average Cost of Capital</i> .