

# **INVULLING VAN HET WETSVOORSTEL MEP VOOR DUURZAME ELEKTRICITEIT**

## **Samenvattend overzicht van een mogelijke categorisatie en producentenvergoedingen**

E.J.W. van Sambeek (ECN)  
T.J. de Lange (ECN)  
W.J.A. Ruijgrok (KEMA)  
A.E. Pfeiffer (KEMA)

## Verantwoording

Dit beknopte overzichtsrapport is geschreven in opdracht van het Ministerie van Economische Zaken. Het rapport biedt een kort overzicht van de uitgangspunten, aanpak en bevindingen van een onderzoek naar de categorisatie en onrendabele toppen van duurzame elektriciteitsopties ten behoeve van het vaststellen van producentenvergoedingen voor duurzame elektriciteit in het kader van het wetsvoorstel Milieukwaliteit van de Elektriciteitsproductie (MEP). Dit onderzoek is uitgevoerd door ECN in samenwerking met KEMA.

Het rapport is samengesteld op basis van een groot aantal achterliggende notities, die in overleg met de opdrachtgever in een later stadium nog verwerkt zullen worden tot een uitgebreidere rapportage.

Dit project is bij ECN geregistreerd onder projectnummer 7.7494.01.01. Contactpersoon voor dit project bij ECN is T.J. de Lange (tel. 0224-564134, e-mail [t.delange@ecn.nl](mailto:t.delange@ecn.nl)).

## INHOUD

1.	INLEIDING	4
2.	UITGANGSPUNTEN CATEGORISATIE DUURZAME ELEKTRICITEIT	5
2.1	Algemene uitgangspunten	5
2.2	Specifieke uitgangspunten voor bio-energie	6
3.	BEREKENINGSMETHODIEK ONRENDABELE TOPPEN	7
3.1	Berekeningsmethodiek	7
3.2	Berekeningsaannames	7
4.	ONRENDABELE TOPPEN DUURZAME ELEKTRICITEIT	10
5.	VOORSTEL CATEGORIE-INDELING EN PRODUCENTENVERGOEDING	11
5.1	Effect REB-korting op producentenvergoeding	11
5.2	Zuivere biomassa in centrales	12
5.3	Mengstromen in AVI's en centrales	13
5.4	Zelfstandige bio-energie installaties < 50 MWe	14
5.5	Vergisting	14
5.6	Wind onshore	14
5.7	Wind offshore	15
5.8	Waterkracht, zon-pv, golf- en getijdenenergie	15
BIJLAGE A	SELECTIE VAN KERNDATA	16

## 1. INLEIDING

In het kader van de voorbereiding van de MEP dient een voorstel te worden uitgewerkt met betrekking tot de categorisatie en de tarieven van de producentenvergoeding voor duurzame elektriciteit. Deze categorisatie en tariefstelling zijn in hoofdzaak gebaseerd op de onrendabele toppen van de diverse duurzame elektriciteitsopties. Het Ministerie van Economische Zaken heeft ECN en KEMA gevraagd om de onrendabele toppen van duurzame elektriciteitsopties te bepalen. Op basis van de resultaten van deze berekeningen is door EZ in samenspraak met ECN en KEMA aan de hand van een aantal expliciete beleidscriteria een keuze gemaakt met betrekking tot de categorisatie en tariefstelling van de duurzame elektriciteit. Deze overzichtspublicatie geeft een overzicht van de belangrijkste uitgangspunten en geeft een onderbouwing in hoofdlijnen van de gekozen categorisatie en het niveau van de producentenvergoedingen voor duurzame elektriciteit binnen de MEP. De publicatie is gebaseerd op een groot aantal notities die in het kader van het onderzoek geschreven zijn en in overleg met de opdrachtgever in een later stadium verwerkt zullen worden tot een uitgebreidere rapportage.

## 2. UITGANGSPUNTEN CATEGORISATIE DUURZAME ELEKTRICITEIT

Het startpunt voor de categorisatie wordt gevormd door de indeling van de verschillende opties zoals die in het algemeen gehanteerd wordt op basis van de gebruikte energiebronnen:

- zonne-energie
- windenergie, waarbij onderscheid gemaakt wordt naar onshore- en offshore-windenergie
- bio-energie (incl. afvalverbranding, vergisting en stortgas)
- waterkracht (incl. golf- en getijde-energie)

Bij de categorisatie van duurzame elektriciteit zijn een aantal algemene uitgangspunten gehanteerd die op alle duurzame elektriciteitsopties van toepassing zijn. Daarnaast is een aantal specifieke uitgangspunten voor de categorisatie van bio-energie gehanteerd om recht te doen aan de complexiteit van de opties die hieronder vallen.

### 2.1 Algemene uitgangspunten

Zoals reeds in de inleiding gesteld zijn bij de categorie-indeling de onrendabele toppen van de diverse duurzame elektriciteitsopties leidend. De inputs voor de berekeningen van de onrendabele toppen sluiten wat betreft technologie, brandstof, schaalgrootte, kosten en opbrengsten zo veel mogelijk aan bij huidige initiatieven in de markt. De onrendabele top wordt steeds volgens dezelfde methodiek bepaald.

Voorts gelden de volgende criteria om op basis van de onrendabele toppen tot een uiteindelijke categorisatie en tariefstelling voor duurzame elektriciteit te komen:

#### *Efficiëntie van besteding van overheidsmiddelen*

Het aantal free-riders dient te worden geminimaliseerd. Dit wordt onder andere bewerkstelligd door een zo klein mogelijke bandbreedte van de onrendabele top binnen een categorie.

#### *Doelmatigheid van stimulans*

Het ondersteuningsniveau dient voldoende hoog te zijn om binnen een categorie daadwerkelijk investeringen van de grond te krijgen.

#### *Minimale kosteneffectiviteit per optie*

Uit het oogpunt van een kosteneffectieve stimulering van duurzame energie ontvangen alleen die opties een producentenvergoeding die voldoende potentieel bieden tegen een aanvaardbare meerprijs. Vanuit dit criterium is de producentenvergoeding voor offshore windenergie limiterend voor de maximale hoogte van de producentenvergoeding.

#### *Eenvoud en praktische uitvoerbaarheid*

Het aantal categorieën moet niet groter zijn dan strikt noodzakelijk en een categorie moet eenduidig af te bakenen zijn. De categorisatie dient aan te sluiten bij de huidige markt- en beleidspraktijk, monitoring- en groencertificaten-systematiek, en dient uitvoerbaar te zijn. Dit houdt onder andere in dat de definiëring van de categorieën moet aansluiten bij de Europese beleidskaders.

## 2.2 Specifieke uitgangspunten voor bio-energie

De omzetting van biomassa en afval in energie kent een groot pallet aan brandstoffen, technieken, schaalgrootten en dientengevolge onrendabele toppen. Op basis van factoren gerelateerd aan de brandstof, techniek en schaalgrootte kunnen de volgende hoofdcategorieën met betrekking tot bio-energie worden onderscheiden:

Tabel 1. Hoofdcategorieën energie uit biomassa en afval.

Kenmerk	Zelfstandig bio-energie installaties < 50 MW <sub>e</sub>	Afvalverbrandings- installaties	Centrales + zelfstandige bio-energie installaties > 50 MW <sub>e</sub>
Aard brandstof	zuivere biomassa	mengstroom	zuiver, mengstroom
Brandstofkosten	0 tot hoog	negatief	negatief tot hoog
Aard installatie	stand alone	stand alone	combinatie
Aard energie	veelal WKK	veelal E	alleen E
Schaalgrootte	klein tot gemiddeld	gemiddeld tot groot	groot
Aard project	nieuwbouw	uitbreiding, verbouw	uitbreiding

Voor een nadere categorie-indeling en vaststelling van de producentenvergoeding gelden verder de volgende uitgangspunten<sup>1</sup>:

1. Er wordt ingestoken op een zo efficiënt mogelijke omzetting van biomassa in elektriciteit. Derhalve wordt er geen rekening gehouden met de schaalgrootte en techniek. Technologiekeuze en schaalgrootte worden geheel aan de markt overgelaten.
2. Uitzondering hierop vormen zelfstandige bio-energie installaties met een elektrisch vermogen kleiner dan 50 MW<sub>e</sub>. Dergelijke zelfstandige installaties onderscheiden zich door een kleinere schaal dan biomassa inzet in AVI's, centrales en zelfstandige bio-energie installaties (>50 MW<sub>e</sub>). Dit hangt samen met het feit dat zelfstandige bio-energie installaties vaak WKK-opties betreft, waarvan de schaalgrootte primair bepaald wordt door de warmte-afzet.
3. Met het oog op de REB-korting voor duurzame elektriciteit wordt onderscheid gemaakt naar zuivere biomassa en mengstromen. Zuivere biomassa komt in aanmerking voor de REB-korting ingevolge artikel 36i Wbm, mengstromen komen dat niet.
4. De hoogte van de producentenvergoeding dient geen effect te hebben op de hoogte van de afvaltarieven.
5. De categorie-indeling en producentenvergoeding worden zo min mogelijk afhankelijk gemaakt van de brandstofkosten. Deze kunnen immers sterk schommelen per brandstof en zijn afhankelijk van ontwikkelingen op de Europese biomassa- en afvalmarkt.

<sup>1</sup> Deze uitgangspunten zijn in onderling overleg tussen EZ, ECN en KEMA overeengekomen.

## 3. BEREKENINGSMETHODIEK ONRENDABELE TOPPEN

### 3.1 Berekeningsmethodiek

De onrendabele toppen zijn berekend aan de hand van een standaard cash flow model. Voor de inputs van het model kunnen ranges en distributies worden gespecificeerd waarmee aan de hand van een Monte Carlo module een gevoeligheidsanalyse wordt uitgevoerd. De resultaten van de Monte Carlo analyse zijn de ranges van onrendabele toppen en tornado-diagrammen die de belangrijkste gevoeligheden voor inputs aanduiden.

In de berekeningsmethodiek wordt onderscheid gemaakt tussen de economische levensduur van een installatie en de termijn waarover de producentenvergoeding wordt uitgekeerd. De producentenvergoeding geldt voor een periode van 10 jaar vanaf het moment van ingebruikname van een installatie. Voor alle duurzame elektriciteitsopties is aangenomen dat de economische levensduur van de installatie 10 jaar of langer is. Om een basis te verschaffen voor het vaststellen van een producentenvergoeding dient de onrendabele top over de economische levensduur te worden omgerekend naar een onrendabele top over 10 jaar. Deze berekeningswijze zorgt ervoor dat de investeerder zekerheid wordt geboden dat hij binnen 10 jaar het onrendabele deel van zijn investering kan dekken. Daarmee zijn echter nog niet alle kosten gedekt. Er is immers ook een rendabel deel van de productie. Dit is het deel dat door de verkoop van elektriciteit op de elektriciteitsmarkt wordt gedekt. De producent moet ook na 10 jaar als hij geen producentenvergoeding meer krijgt blijven produceren om op basis van het rendabele deel van de productie (dat deel dat door de stroomprijs wordt gedekt) uiteindelijk zijn hele investering terug te verdienen, zijn leningen af te betalen, en zijn vereiste rendement te behalen.

De onrendabele top wordt als volgt berekend:

- Eerst wordt op basis van de gebruikelijke economische levensduur van een installatie de onrendabele top berekend, bijvoorbeeld 15 jaar voor wind op land.
- Vervolgens is de cash flow die deze onrendabele top vertegenwoordigt verdisconteerd tot zijn netto contante waarde.
- Vervolgens is deze netto contante waarde teruggerekend naar een equivalente cash flow over 10 jaar. Met andere woorden, het onrendabele deel dat over de economische levensduur bestaat moet in 10 jaar worden terugverdiend.
- Op basis van deze equivalente cash flow wordt vervolgens de onrendabele top per kWh over 10 jaar berekend.

### 3.2 Berekeningsaanname

Bij de inputs voor de berekening van de onrendabele toppen is zo veel mogelijk aansluiting gezocht bij technologieën, bronnen en kosten van huidige initiatieven in de markt. De inputs zijn vastgelegd in factsheets per specifieke combinatie van een technologie en bron. Een aantal kerngegevens uit deze sheets zijn in bijlage A van dit rapport opgenomen<sup>2</sup>. Om het brede scala aan technologie-brandstof combinaties voor stand-alone bio-energie installaties en zuivere biomassa en mengstromen in centrales hanteerbaarder te maken is voor deze opties op basis van data van een aantal concrete conversie-installaties een 'referentie installatie' afgeleid. De aanname met betrekking tot deze 'referentie installaties' voor het meestoken van niet verontreinigde zuivere biomassa en voor het bijstoken van verontreinigde biomassa en mengstromen zijn weergegeven in tabel 2. In hoofdstuk 5 wordt een nadere argumentatie en onderbouwing bij de in de tabel opgenomen brandstofkosten gegeven.

---

<sup>2</sup> In verband met het vertrouwelijke karakter van gegevens over specifieke installaties kunnen niet alle datasheets opgenomen worden. Wel is op basis daarvan een overzicht met representatieve data samengesteld.

Tabel 2. Aannames referentie installaties meestook zuivere niet-verontreinigde biomassa en bijstook verontreinigde zuivere biomassa en mengstromen.

	Meestoken <sup>1</sup>	Bijstoken <sup>2</sup>	
Investeringskosten	220	750	€/kWth
Bedrijfstijd/vollasturen	7000	7000	uren/jaar
Onderhoudskosten vast	0	0	€/kW
Onderhoudskosten variabel	0.0025	0.011	€/kWh
E-inhoud	10	15	GJ/ton
overige operationele kosten	0.0095	0.02	€/kWh
Elektrisch rendement	37,5	31,5	%
rente lening	6	6	%
Brandstofkosten primaire brandstof	40	-45	€/ton
Effectiviteit brandstofsubstitutie	93.3	78.8	%
Technische levensduur	15	15	jaar

<sup>1</sup> niet-verontreinigde zuivere biomassa die relatief eenvoudig zonder grote technische problemen mee te stoken is in bestaande installaties en waarvoor geen aanvullende rookgasreiniging noodzakelijk is

<sup>2</sup> mengstromen en verontreinigde zuivere biomassa die technisch moeilijker te verwerken zijn en waarvoor grotere aanpassingen aan de installaties noodzakelijk zijn

Daarnaast geldt een aantal generieke aannames met betrekking tot de financiering van projecten. Tabel 3 geeft een overzicht van de financiële aannames.

Tabel 3. Overzicht financiële aannames.

Input	AVI	Centrales	Overig
Debt/equity ratio	67/33	67/33	80/20 <sup>3</sup>
Rente	6%	6%	6%
Return on equity	12%	12%	15%
Vennootschapsbelasting <sup>4</sup>	35%	35%	35%
EIA <sup>5</sup>	n.v.t.	Ja	Ja
VAMIL	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
Groenbeleggen <sup>6</sup>	Nee	Nee	Nee
CO <sub>2</sub> reductieplan <sup>7</sup>	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
EINP <sup>8</sup>	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
REB-korting art. 36i Wbm <sup>9</sup>	Nee	Nee	Nee

Voor alle duurzame elektriciteitsopties is een stroomprijs van 2,7 c/kWh aangenomen. Voor zon-pv en wind op land en op zee zijn de kosten van onbalans daarop in mindering gebracht. De onbalanskosten voor wind worden ingeschat op 0,5 – 0,7 c/kWh, zodat de marktprijs voor zon- en windstroom uitkomt op ca. 2,1 c/kWh.

<sup>3</sup> Met uitzondering van offshore windparken, waarvoor een ratio van 65/35 gehanteerd is.

<sup>4</sup> Particuliere investeerders betalen inkomstenbelasting in plaats van vennootschapsbelasting. Particuliere investeerders hebben doorgaans te weinig winst om het volledige fiscale voordeel van de EIA en VAMIL te incasseren. Dikwijls wordt via een sale-lease-back constructie met de bank het fiscale voordeel door de bank geïncasseerd en (deels) doorgegeven aan de projectontwikkelaar. Omdat de bank vennootschapsbelasting betaalt kan voor particuliere investeerders hetzelfde belastingtarief worden aangenomen.

<sup>5</sup> Het maximale EIA voordeel bedraagt € 50 miljoen.

<sup>6</sup> Voor het fiscale voordeel van groenbeleggen is uitgegaan van een halvering per 01.01.2003. De financiële stimulans die van deze regeling uitgaat is daarmee zeer gering en is derhalve niet in de berekeningen meegenomen.

<sup>7</sup> Het CO<sub>2</sub> reductieplan is in principe niet van toepassing op projecten die onder de MEP vallen tenzij een project ondanks de producentenvergoeding een onrendabele top heeft. In dat geval kan het CO<sub>2</sub> reductieplan als vangnet dienen om dergelijke projecten alsnog door te kunnen laten gaan.

<sup>8</sup> Er is uitgegaan van het opheffen van EINP per 01.01.2003.

<sup>9</sup> Het effect van de REB-korting ingevolge artikel 36i Wbm op de producentenvergoeding wordt apart behandeld in paragraaf 5.1.



Tenslotte wordt in geval van bio-WKK's de warmtecomponent gewaardeerd op basis van vermeden alternatieve brandstofkosten en de resterende onrendabele top vervolgens volledig toegerekend aan de elektriciteitsproductie.

## 4. ONRENDABELE TOPPEN DUURZAME ELEKTRICITEIT

In tabel 4 presenteert enkele hoofdresultaten van de onrendabele top berekeningen. Bij de tabel dienen de volgende opmerkingen te worden gemaakt:

- Veelal gaat het hier om de onrendabele top op basis van representatieve gegevens die afgeleid zijn uit meerdere achterliggende concrete projecten.
- De onrendabele top van bij- en meestookopties is berekend per kWh geproduceerd met zuivere biomassa of mengstromen; er is geen rekening gehouden met het aandeel biogeen.
- De onrendabele top van AVI's is berekend over de gehele stroom output van de centrale op basis van zowel het biogene als het niet-biogene aandeel.

Tabel 4. Onrendabele toppen duurzame elektriciteitsopties (c/kWh)

	c/kWh
<b>Meestoken van niet-verontreinigde zuivere biomassa</b>	
Meestoken van geïmporteerd hout met een prijs van 4 €/GJ (referentie)	5,3
<b>Bijstoken van verontreinigde zuivere biomassa en mengstromen</b>	
Bijstoken van mengstromen, brandstof 80% biogeen (referentie)	1,9
<b>Windenergie</b>	
Onshore	5,3
Offshore	7,9
<b>AVI's</b>	
AVI Nieuwbouw Commerciële Bedrijfszeker, 500 kt, 20% rendement	-3,1
AVI Nieuwbouw Conventioneel, 500 kt, 22% rendement	0,2
AVI Nieuwbouw Hoog Rendement, 500 kt, 30% rendement	2,8
<b>Zelfstandige bio-energie installaties (&lt; 50 MW<sub>e</sub>)</b>	
Bio-WKK kleinschalig (< 5 MW <sub>e</sub> )	19,7
Bio-WKK grootschalig (ca. 30 MW <sub>e</sub> )	8,5
<b>Biomassa vergisting</b>	
WKK Vergisting feed-stock mix (geen mest)	-4,0
Stortgas, RWZI / AWZI vergisting	-1,6
<b>Overige opties</b>	
Waterkracht	9,8
Zon-PV	59,8

## 5. VOORSTEL CATEGORIE-INDELING EN PRODUCENTENVERGOEDING

Op basis van de onrendabele toppen van duurzame elektriciteitsopties, de daaruit afgeleide referentie-installaties voor mee- en bijstook, en rekening houdend met de stimulering die uitgaat REB-korting ingevolge artikel 36i Wbm is aan de hand van de eerder uiteengezette criteria in samenspraak met EZ een voorstel omtrent de categorie-indeling en tariefgroepen van de producentenvergoeding uitgewerkt. Tabel 5 presenteert de categorie-indeling en bijbehorende producentenvergoeding en REB-korting. In de navolgende paragrafen wordt nader ingegaan op de overwegingen die een rol gespeeld hebben bij het vaststellen van de producentenvergoedingen.

### 5.1 Effect REB-korting op producentenvergoeding

Om de hoogte van de producentenvergoedingen vast te stellen is de onrendabele top binnen een elke categorie verminderd met de REB-korting ingevolge artikel 36i Wbm. De REB-korting bedraagt 2,9 c/kWh in 2003 en wordt jaarlijks voor inflatie aangepast. Bij het vaststellen van de producentenvergoeding wordt de gehele REB-korting in mindering gebracht op de onrendabele top binnen een categorie. De stimulering via de REB-korting wordt gegarandeerd over de gehele periode waarover de producentenvergoeding aan een installatie wordt uitgekeerd middels een compensatie in de producentenvergoeding wanneer de REB-korting gewijzigd wordt.

Tabel 5. Voorstel categorie-indeling en producentenvergoeding duurzame elektriciteit (c/kWh).

Technologie-energiebron	Producentenvergoeding	REB-korting	Totale ondersteuning
Stortgas en vergisting	0	2,9	2,9
Zuivere biomassa	2,4	2,9	5,3
Mengstromen <sup>10,11</sup>	2,4	0	2,4
Wind op land <sup>12</sup>	2,4	2,9	5,3
Wind op zee			
Zelfstandige bio-energie installaties < 50 MW <sub>e</sub>			
Zon-pv	5,0	2,9	7,9
Golfenergie			
Getijdenenergie			
Waterkracht	5,0	0	5,0

Naast de in de tabel aangegeven ondersteuning in het kader van de REB-korting en de MEP, is er uiteraard nog sprake van inkomsten uit de verkoop van elektriciteit en zijn er nog faciliteiten aan de investeringskant (EIA, groen beleggen). Bij het berekenen van de onrendabele top is hiermee rekening gehouden.

<sup>10</sup> Naar rato van het aandeel biogeen. Bij 97% biogeen ontvangt de producent ca. 2,3 eurocent/kWh over alle middels de mengstroom geproduceerde kWh's.

<sup>11</sup> Voor installaties met een minimum elektrisch rendement van 25,4%.

<sup>12</sup> Gedurende maximaal 10 jaar tot een maximum van 18.000 vollasturen.

## 5.2 Zuivere biomassa in centrales

Uitgangspunt bij het vaststellen van de categorieën bio-energie met het oog op de producentenvergoeding is dat geen onderscheid wordt gemaakt naar technologie en brandstof. Een economisch en energetisch efficiënte verwerking van biomassa staat voorop. De technologie- en brandstofkeuze wordt aan de markt overgelaten. Waar het mengstromen betreft wordt uitsluitend het biogene deel gesteund.

Doorrekening van een groot aantal opties voor de inzet van biomassa in centrales resulteert in sterk uiteenlopende onrendabele toppen afhankelijk van het type biomassa en technologie. Sommige opties hebben een zeer hoge onrendabele top, terwijl andere ook zonder ondersteuning rendabel zijn. Uit het beeld dat de onrendabele top berekeningen oplevert is niet zondermeer op eenduidige wijze een producentenvergoeding af te leiden. Een nadere analyse van de richting waarin de markt zich zal ontwikkelen en welke technologieën daarin maatgevend zijn is daarom noodzakelijk. Hieronder wordt een overzicht gegeven van de belangrijkste ontwikkelingen die een rol spelen.

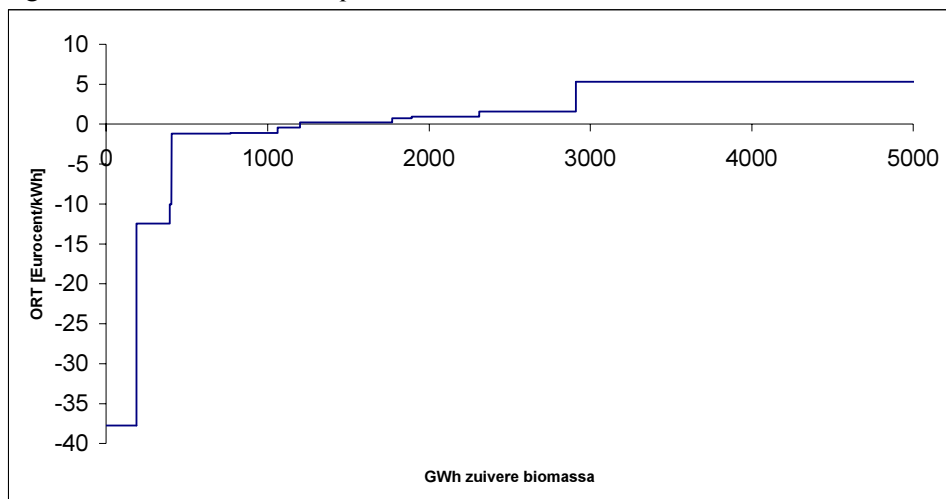
Niet verontreinigde zuivere biomassa zal hoofdzakelijk via de meestookroute worden ingezet in centrales, terwijl mengstromen en verontreinigde zuivere biomassa hoofdzakelijk via de bijstookroute zullen worden ingezet. De verwachting is dat het perspectief vooral gezocht zal moeten worden in het meestoken van niet-verontreinigde zuivere biomassa in centrales. Dit is conform de ontwikkelingen op de markt. Niet-verontreinigde zuivere biomassa stromen laten zich tegen relatief geringe investeringskosten inzetten in centrales. Daarmee is het investeringsrisico van deze opties beperkt. Het inzetten van verontreinigde zuivere biomassa en mengstromen via bijstook draagt een aantal risico's in zich: de vervuiling kan door corrosie de bedrijfszekerheid van de centrale in het geding brengen; door de extra vervuiling zijn extra milieumaatregelen nodig; en een investeerder stelt zich kwetsbaar op voor toekomstig aangescherpende milieuregeling. Bovendien zijn de investeringskosten voor de bijstook van verontreinigde zuivere biomassa en mengstromen relatief hoog ten opzichte van meestook opties. Daarnaast verdient niet-verontreinigde zuivere biomassa ook vanuit marketing oogpunt bij de meeste partijen de voorkeur. Bovengenoemde overwegingen leiden ertoe dat de verwachting is dat de voorkeur van de markt primair zal uitgaan naar meestook van niet-verontreinigde zuivere biomassa.

Figuur 1 geeft een inschatting van de onrendabele toppen als functie van het beschikbare potentieel aan zuivere biomassa. De onrendabele toppen in deze figuur zijn gebaseerd op de referentie installatie voor meestook routes zoals weergegeven in tabel 2. Het beschikbare biomassapotentieel en de brandstofkosten zijn o.a. ingeschat op basis van de Marsroute studie. De in Nederland beschikbare zuivere biomassa omvat m.n. schoon resthout en bijproducten uit de bosbouw, fruitsector en boomkwekerijen. Een beperkt deel is beschikbaar tegen negatieve kosten, maar de meeste ervan zijn beschikbaar voor een prijs die varieert tussen de 0 en 2 €/GJ. Het is overigens nog de vraag in hoeverre deze stromen ook daadwerkelijk contracteerbaar zijn. Daarnaast is een zeer groot potentieel aanwezig aan te importeren zuivere biomassa tegen een prijs die varieert tussen de 3 en 6 €/GJ. Deze stromen zijn beter contracteerbaar, zeker wanneer er lange termijn contracten afgesloten kunnen worden. Op de lange termijn wordt ervan uitgegaan dat dit potentieel beschikbaar (en contracteerbaar) is tegen een prijs van 4 €/GJ. Omdat de markt voor deze importstromen nog in ontwikkeling is, kunnen op de kortere termijn (komende 2 jaar) hogere prijzen gelden en kan het aanbod tijdelijk nog beperkt zijn. Op de langere termijn zal het aanbod echter niet limiterend zijn. Aangezien de realisatie van projecten voor de inzet van biomassa in centrales minimaal 1 tot 2 jaar in beslag neemt en om het aantal free-riders op de lange termijn te beperken kan voor het bepalen van de producentenvergoeding het beste worden ingestoken op een lange termijn gemiddelde brandstofprijs van 4 €/GJ. Figuur 1 geeft aan dat de onrendabele top voor zuivere biomassa bij een brandstofprijs van 4 €/GJ 5,3 c/kWh bedraagt. Daarop moet dan nog de REB-korting (36i) van 2,9 c/kWh in mindering op worden gebracht, zodat de producentenvergoeding voor zuivere biomassa uitkomt op 2,4 c/kWh.

De vraag is nu of met een producentenvergoeding van 2,4 c/kWh aan de verplichtingen in het kolenconvenant kan worden voldaan. De productieplichting onder het Kolenconvenant bedraagt ca. 3600 GWh in 2010. De huidige productie door met name meestook bedraagt ca. 500 GWh. Resterend is een productieplichting van ca. 3100 GWh tot 2010. Op basis van het potentieel van zuivere biomassa zoals weergegeven in figuur 1 kan worden gesteld dat aan de verplichtingen van het Kolenconvenant kan worden voldaan door de inzet van zuivere biomassa uit binnen- en buitenland bij een ondersteuningsniveau van 5,3 c/kWh.

Zoals aangegeven wordt in de producentenvergoeding geen onderscheid gemaakt tussen zuivere biomassa en het biogene deel van mengstromen. Derhalve bedraagt de producentenvergoeding voor het biogene deel van mengstromen 2,4 c/kWh. Deze producentenvergoeding biedt voldoende perspectief om de eenvoudig af te scheiden hoogcalorische organische fracties van de afvalstroom naar de AVI's af te scheiden. Wanneer het om duurdere scheidingstechnologieën gaat, is deze producentenvergoeding onvoldoende. Er zal dus slechts in beperkte mate sprake zijn van afgescheiden mengstromen voor het bijstoken in kolencentrales. Echter, gezien het wereldwijde potentieel aan niet-verontreinigde zuivere biomassa voor meestook in centrales vormt dit op korte termijn geen bezwaar in het kader van het kolenconvenant. Uitgaande van deze producentenvergoeding die uitsluitend geldig voor het aandeel biogeen, en mengstromen met een aandeel van 80% biogeen, kan aan de hand van de referentie-installatie vastgesteld worden dat de brandstofprijs voor bijstook opties ten hoogste zo'n -3,0 €/GJ mag bedragen.

Figuur 1. Indicatieve kosten-potentieel curve zuivere biomassa in Nederland



ORT staat voor Onrendabele Top

### 5.3 Mengstromen in AVI's en centrales

Zoals bij centrales geen onderscheid wordt gemaakt tussen de verwerkingsroutes voor zuivere biomassa en mengstromen wordt ook geen onderscheid gemaakt tussen verwerking van mengstromen in AVI's en centrales. Deze benadering waarborgt zo veel mogelijk een gelijke behandeling van beide sectoren en biedt zo gelijke kansen bij het verwerven van brandstoffen op de markt. In de praktijk zullen sterk heterogene mengstromen met een sterk negatieve prijs in AVI's worden ingezet. Minder heterogene stromen met een minder negatieve prijs kunnen via de bijstookroute in centrales worden ingezet.

Zoals eerder aangegeven geldt voor het biogene deel van mengstromen in centrales en AVI's net als voor zuivere biomassa een producentenvergoeding van 2,4 c/kWh. Voor mengstromen geldt dat hoe hoger de fractie biogeen, hoe hoger ook de producentenvergoeding voor de kWh's die opgewekt worden met de mengstroom, tot een maximum van ca. 2,3 c/kWh (97% biogeen). Bij een producentenvergoeding van 2,4 c/kWh biogeen zullen AVI's per kWh een vergoeding van ca. 1,2 c/kWh ontvangen, uitgaande van 50% biogene fractie.

Om de free-ride door AVI's en eventuele effecten op de afvaltarieven zo veel mogelijk te beperken wordt ten aanzien van de opwekking van elektriciteit uit mengstromen een minimum rendementseis gesteld. Dit sluit tevens aan bij de beleidslijn om meer afval met een hoger rendement te gaan verwerken (zoals opgenomen in het derde Nationaal Milieubeleidsplan en het ontwerp-Landelijk Afvalbeheersplan).

De onrendabele top van AVI's kan worden bepaald ten opzichte van een referentie centrale met een bepaald elektrisch rendement. Het referentie rendement voor AVI's is in overleg met EZ vastgesteld op 22%. Dit sluit aan bij gangbare rendementen van AVI's in Nederland en zorgt voor een level playing field van deze centrales in de Europese afvalmarkt. De bovengrens van de onrendabele toppen van AVI's wordt bepaald door de 500 kton hoog rendement AVI met een elektrisch rendement van 30% (onrendabele top van 5,6 c/kWh-biogeen). De rendementseis voor AVI's bij een onrendabele top van 2,4 c/kWh biogeen is bepaald door interpolatie tussen de onrendabele toppen van AVI's met 22% en 30% rendement. De aldus bepaalde rendementseis voor AVI's bedraagt 25,4%.

#### 5.4 Zelfstandige bio-energie installaties < 50 MW<sub>e</sub>

Een uitzonderingspositie voor de verwerking van biomassa wordt gevormd door kleinschalige zelfstandige bio-energie installaties (< 50 MW<sub>e</sub>). Dit hangt samen met het feit dat het hier vaak WKK-technologie betreft waarvan de schaalgrootte primair wordt bepaald door de warmteafzet. Daarnaast wordt de schaalgrootte bepaald door de lokale beschikbaarheid van biomassa. Hierdoor onderscheiden zelfstandige bio-energie installaties zich van de overige bio-energie opties.

Tabel 4 laat zien dat zelfstandige bio-energie installaties in het algemeen een hogere onrendabele top hebben dan de maximale producentenvergoeding. Derhalve vallen zelfstandige bio-energie installaties in de hoogste categorie voor de producentenvergoeding van 5 c/kWh. De verwachting is dat in een aantal specifieke situaties deze prikkel toch voldoende zal zijn voor een rendabele bedrijfsvoering. Aangezien in zelfstandige bio-energie installaties doorgaans gebruik gemaakt wordt van zuivere biomassa komen zelfstandige bio-energie installaties tevens in aanmerking voor 2,9 c/kWh REB-korting.

#### 5.5 Vergisting

Stortgas, RWZI- en AWZI-vergisting hebben een negatieve onrendabele top. Deze opties komen bovendien nog in aanmerking voor de REB-korting in gevolge artikel 36i Wbm. Deze opties komen derhalve niet in aanmerking voor verdere ondersteuning via de producentenvergoeding. Overige vormen van vergisting worden gewaardeerd conform de categorie zelfstandige bio-energie installaties.

#### 5.6 Wind onshore

Wind op land heeft bij 1800 vollaastdraaiuren een onrendabele top van 5,3 c/kWh. Indien rekening wordt gehouden met de REB-korting van 2,9 c/kWh komt de producentenvergoeding uit op 2,4 c/kWh. Uit de Monte Carlo analyse blijkt dat de hoogte van de onrendabele top van wind op land veruit het meest gevoelig is voor het aantal vollaasturen per jaar. Met andere woorden, bij een gegeven producentenvergoeding voor een duur van 10 jaar kan de rentabiliteit van wind projecten sterk variëren afhankelijk van het windregime. Dit leidt bij een gegeven producentenvergoeding tot free-ride voor gunstige windlocaties en biedt niet voldoende ondersteuning voor minder gunstige windlocaties die eveneens zullen moeten worden geëxploiteerd om aan de BLOW doelstellingen te voldoen.

Door naast de maximale termijn van 10 jaar een plafond te stellen aan het maximum aantal vollasturen waarvoor een installatie in aanmerking komt voor de producentenvergoeding wordt de mate van free-ride beperkt en kan tegelijkertijd voldoende zekerheid geboden aan diverse windprojecten met een bandbreedte aan vollasturen. De producentenvergoeding kan worden bepaald op basis van een iets lager dan gemiddeld aantal vollasturen per jaar over een periode van 10 jaar<sup>13</sup>. Dit maakt het mogelijk om aan de BLOW doelstellingen te voldoen. De producent behoudt een prikkel voor een zo hoog mogelijke productie. Echter door het plafond ten aanzien van het totaal aantal vollasturen wordt een grote free-ride voor installaties met een hoger aantal vollasturen per jaar voorkomen.

In conclusie: door een plafond ten aanzien van het maximum aantal vollasturen te introduceren wordt de mate van free-riding sterk beperkt. Derhalve wordt een producentenvergoeding van 2,4 c/kWh voor wind tot maximaal 18.000 vollasturen uitgekeerd binnen de periode van maximaal 10 jaar. Evenals voor andere duurzame elektriciteitsopties wordt de REB-korting van 36i gegarandeerd voor de periode over welke de producentenvergoeding wordt uitgekeerd.

## 5.7 Wind offshore

Wind op zee heeft een onrendabele top van 7,9 c/kWh. De producentenvergoeding is derhalve vastgesteld op 5 c/kWh.

## 5.8 Waterkracht, zon-pv, golf- en getijdenenergie

De onrendabele top van waterkracht en zon-pv liggen inclusief het effect van de REB-korting boven het maximum van de producentenvergoeding. De producentenvergoeding is derhalve vastgesteld op 5 c/kWh. Hetzelfde geldt voor golf- en getijdenenergie. De onrendabele toppen voor golf- en getijdenenergie zijn niet doorgerekend. In het algemeen kan worden verondersteld dat deze boven de 5 c/kWh zullen liggen.

---

<sup>13</sup> De producentenvergoeding is bepaald op basis van 1800 vollasturen per jaar. Het gemiddeld aantal vollasturen in Nederland bedraagt ca. 1970 uur per jaar.

## BIJLAGE A SELECTIE VAN KERNDATA

		Meststook (referentie)	Bijstook (referentie)	Bio-WKK kleinscha- lig ( $< 5 \text{ MW}_e$ )	Bio-WKK grootscha- lig (ca. $30 \text{ MW}_e$ )	WKK Vergisting feed-stock mix (geen mest)	Stortgas, RWZI / AWZI vergisting	AVI commercieel be- driftszeker, 500 kton	AVI conventioneel, 500 kton	AVI hoog rendement, 500 kton	Onshore windenergie	Offshore wind	Waterkracht	Zon - PV
Investeringskosten	€/kW <sub>e</sub>	220	750	6000	3660	8600	376	7200	7712	6478	1050	1850	3560	4190
bedrijfstijd/vollasturen	uren/jaar	7000	7000	5500	700	7000	7000	8250	8000	7500	1800	3350	2950	775
onderhoudskosten vast	€/kW	0	0	300	100	405	0	0	0	0	0	0	0	0
onderhoudskosten variabel	€/kWh	0.003	0.011	0.035	0.035	0.03	0.008	0.017	0.02	0.022	0.013	0.023	0.011	0.027
E-inhoud	GJ/ton	10	15	10	10	4	0.0174	10	10	10	-	-	-	-
brandstofkosten	€/ton	40	-45	0	0	-40	0	-90	-90	-90	-	-	-	-
overige operationele kosten	€/kWh	0.01	0.02	0.005	0.005	0	0	0.03	0.027	0.021	0	0	0	0
elektrisch rendement <sup>14</sup>	%	37,5	31,5	20	25	17	35	20	22	30	-	-	-	-
thermisch rendement <sup>15</sup>	%	-	-	20	45	18	-	-	-	-	-	-	-	-
marktprijs stroom	€/kWh	0.0271	0.0271	0.0271	0.0271	0.0271	0.0271	0.0271	0.0271	0.0271	0.0271	0.0271	0.0271	0.0271
kosten van onbalans	€/kWh	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.006	0.006	-	0.006
vermeden brandstofkosten (gas)	€/m <sup>3</sup>	-	-	0.12	0.12	0.12	0.12	-	-	-	-	-	-	-
vermeden brandstofkosten (kolen)	€/ton	40	40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
effectiviteit v/d brandstofsubstitutie	%	93.3	78.8	100	100	100	100	-	-	-	-	-	-	-
rente lening	%	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
technische levensduur	jaar	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	20	20

<sup>14</sup> In geval van AVI's is eventuele warmtelevering omgerekend naar potentiële elektriciteitsproductie en meegenomen in het elektrisch rendement

<sup>15</sup> Omgerekend naar elektriciteitsequivalent