



Energy research Centre of the Netherlands

Inzet van bio-olie in zelfstandige kleinschalige installaties voor de opwekking van elektriciteit

Aanvulling op rapport ECN-C--05-016

**H.J. de Vries (ECN)
A.E. Pfeiffer (KEMA)
M. Beekes (KEMA)
J.W. Cleijne (KEMA)
X. van Tilburg (ECN)**

ECN-C--05-096



Oktober 2005

Verantwoording

Dit rapport is door ECN en KEMA geschreven in opdracht van het Ministerie van Economische Zaken. Dit rapport is geschreven onder ECN-projectnummer 7.7676. Contactpersoon bij ECN voor het bovengenoemd project en dit rapport is H.J. de Vries, telefoon: 0224-564851, e-mail: devries@ecn.nl. Contactpersoon bij KEMA voor dit rapport is A.E. Pfeiffer, telefoon: 026-3566024, e-mail: Edward.Pfeiffer@kema.com.

Abstract

On October 6th 2005, ECN and KEMA have published a report (ECN-C--05-016) in which the question was answered whether the MEP tariffs for small scale stand alone biomass installations, based on the combustion of wood chips, were representative for installations fueled with bio oil. To answer this question, the financial gaps for small scale bio oil installations were calculated. After publication of the results many comments on the parameters used were received. In this report the comments are considered. This has resulted in a recalculation of the financial gaps.

The comments also indicated that if the MEP tariffs are based on the financial gap calculated on the reference case of large installations (almost 50 MW_e), small installations (<10 MW_e) will not be able to be profitable anymore. ECN and KEMA therefore recommend the Ministry of Economic Affairs to consider the possibility to keep the MEP tariffs for small-scale installations (<10 MW_e) on the previous level of 9,7 ct/kWh.

Financial gap small scale stand alone biomass

	Financial gap was (ECN-C--05-016)		New financial gap	
	Range [ct/kWh _e]	Reference [ct/kWh _e]	Range [ct/kWh _e]	Reference [ct/kWh _e]
Bio-oil CHP (50 MW _e)	4,1-7,4	5,4	6,0-10,3	7,7

Inhoud

Lijst van tabellen	4
Lijst van figuren	4
Samenvatting	5
1. Inleiding	6
2. Afbakening opdracht en uitgangspunten	7
3. Installatiegrootte	8
4. Technisch-economische parameters	9
4.1 Bio-olie	9
4.1.1 Reacties marktpartijen	9
4.1.2 Reactie ECN/KEMA	10
4.1.3 Conclusie bio-olie	12
4.2 Technisch-economische parameters	13
4.2.1 Reacties marktpartijen	13
4.2.2 Reactie ECN/KEMA	14
4.2.3 Conclusie investeringskosten	16
4.2.4 Conclusie O&M kosten	17
4.2.5 Conclusie bedrijfstijd	17
4.2.6 Conclusie elektrisch rendement	17
5. Financieel-economische parameters	19
5.1 Reacties marktpartijen	19
5.2 Reactie ECN/KEMA	19
5.3 Conclusie financieel-economische parameters	19
6. Conclusie	20
6.1 Installatiegrootte	20
6.2 Technisch-economische parameters	20

Lijst van tabellen

Tabel S.1	Onrendabele toppen kleinschalige bio-olie installaties	5
Tabel 4.1	<i>Aanpassing brandstofkosten</i>	12
Tabel 4.2	<i>Aanpassing investeringskosten</i>	17
Tabel 4.3	<i>Aanpassing O&M kosten</i>	17
Tabel 4.4	<i>Aanpassing bedrijfstijd</i>	17
Tabel 4.5	<i>Aanpassing elektrisch rendement</i>	18
Tabel 6.1	<i>Alle wijzigingen ten opzichte van ECN--C-05-016</i>	20

Lijst van figuren

Figuur 4.1	<i>Prijsverloop van sojaolie, raapolie, zonnebloemolie en palmolie</i>	10
------------	--	----

Samenvatting

Op 6 oktober 2005 hebben ECN en KEMA een rapport gepubliceerd (ECN-C--05-016) waarin de vraag werd beantwoord of de MEP-tarieven voor kleinschalige biomassa installaties, gebaseerd op de verbranding van houtsnippers, representatief zijn voor kleinschalige biomassa installaties die opereren op bio-olie. Voor de beantwoording van deze vraag zijn de onrendabele toppen berekend.

Na de publicatie van het rapport zijn veel reacties op de gebruikte technisch-economische parameters ontvangen. In dit rapport worden deze reacties beschouwd. De analyse daarvan heeft geresulteerd in een herberekening van de onrendabele toppen.

De ontvangen reacties wijzen er ook sterk op dat wanneer de MEP-tarieven worden berekend op basis van de meest rendabele optie in deze categorie (installaties van bijna 50 MW_e), kleine bio-olie installaties (<10 MW_e) niet meer rendabel kunnen zijn, waardoor bestaande initiatieven omvallen en nieuwe initiatieven uitblijven. ECN en KEMA geven het Ministerie van Economische Zaken dan ook ter overweging om voor kleinschalige bio-olie installaties het tarief van 9,7 ct/kWh in stand te houden.

Tabel S.1 Onrendabele toppen kleinschalige bio-olie installaties

	Was (ECN-C--05-016)		Wordt	
	Range [ct/kWh _e]	Referentiewaarde [ct/kWh _e]	Range [ct/kWh _e]	Referentiewaarde [ct/kWh _e]
Kleinschalige bio-olie installaties (50 MW _e)	4,1-7,4	5,4	6,0-10,3	7,7

1. Inleiding

ECN en KEMA hebben op 6 oktober 2005 twee rapporten uitgebracht die in opdracht van EZ zijn opgesteld. De rapporten gaan in op:

- onrendabele toppen bij de inzet van biomassa in centrales (ECN--C-05-088),
- onrendabele toppen bij de inzet van bio-olie in zelfstandige kleinschalige installaties (ECN--C-05-016).

De rapporten zijn beschikbaar op de internetsite <http://www.renewable-energy-policy.info>. Op deze website zijn ook de spreadsheets geplaatst, waarmee de onrendabele top is berekend.

Waar het de inzet van biomassa in centrales betreft is het rapport als concept in september 2005 ter consultatie voorgelegd aan betrokken marktpartijen. Hun commentaar is deels verwerkt in de berekeningen en deels gememoreerd in de eindversie van het rapport. De eindversie van dit rapport is te vinden op <http://www.renewable-energy-policy.info>.

Het rapport aangaande de inzet van bio-olie in zelfstandige bio-energie-eenheden is op verzoek van de opdrachtgever niet ter consultatie aan betrokken marktpartijen voorgelegd. Het rapport is gebaseerd op openbaar beschikbare, niet vertrouwelijke informatie en op vrijgegeven informatie van interviews met enkele marktpartijen die in de zomer van 2005 hebben plaatsgevonden.

Na het uitbrengen van het rapport over de onrendabele toppen bij de inzet van bio-olie in zelfstandige kleinschalige installaties zijn reacties van diverse marktpartijen ontvangen. Deze aanvulling op rapport ECN--C-05-016 gaat in op de reacties die ontvangen zijn, en de (eventuele) gevolgen voor de aannames voor de berekening van de onrendabele toppen.

De reacties van marktpartijen zijn ruwweg op te delen in drie categorieën:

- reacties op de keuze van de installatiegrootte,
- reacties op de technisch-economische parameters,
- reacties op het overheidsbeleid.

Reacties onder de laatste categorie vallen buiten de reikwijdte van het onderzoek en worden daarom niet meegenomen in deze aanvulling. De eerste twee categorieën komen wel aan bod.

Eerst wordt nogmaals de opdracht van ECN en KEMA herhaald en het onderzoek afgebakend. Vervolgens zal ingegaan worden op de keuze van de installatiegrootte en de gevolgen daarvan voor de onrendabele toppen. Daarna zullen per technisch-economische parameter de marktreacties behandeld worden, en de manier waarop ECN en KEMA met deze reacties omgaan. Tot slot worden de gevolgen voor de onrendabele top aangegeven.

2. Afbakening opdracht en uitgangspunten

Aanleiding voor de opdracht was de snelle en omvangrijke ontwikkeling die zich voordoet op het gebied van initiatieven waarbij bio-olie als brandstof ingezet gaat worden. Het betreft de inzet van bio-olie in nieuw te bouwen WKK installaties, gebaseerd op dieselmotoren met een nageschakelde stoomcyclus en met een vermogen van bijna 50 MW_e. Aangezien de MEP-tarieven gebaseerd zijn op berekeningen over het verbranden van schone houtsnippers, rees de vraag of deze referentiebrandstof/techniek combinatie ook maatgevend is voor de kosten en baten van de inzet van bio-olie in zelfstandige installaties. Een andere brandstof/technologie combinatie kan immers andere technisch-economische parameters hebben.

Bij de opdracht hebben ECN en KEMA een aantal uitgangspunten van het Ministerie van EZ meegekregen:

- De onrendabele top dient te worden berekend voor zelfstandige bio-energie installaties die vanaf 2006 in bedrijf kunnen komen.
- Voor de berekening dient gebruik gemaakt te worden van de elektriciteits- en fossiele brandstofprijzen volgens de laatste inzichten.
- De analyse dient rekening te houden met de duur van de MEP voor een periode van tien jaar.
- Bij het advies dienen die projecten als uitgangspunt te worden gehanteerd die aangemerkt kunnen worden als *meest rendabel* in de markt.

Het laatste uitgangspunt was de reden dat er gekeken is naar installaties van ongeveer 50 MW_e, die aan de kust kunnen worden gerealiseerd in combinatie met verwerkingsinstallaties van plantaardige oliën. Hierdoor kunnen de brandstofkosten relatief laag zijn; hoeven geen additionele kosten te worden gemaakt voor overslag en binnenlandstransport en kan een deel van de restwarmte worden aangewend in bedrijfsprocessen, waardoor de inzet van aardgas wordt vermeden.

3. Installatiegrootte

Uit de informatie die door marktpartijen is aangereikt, blijkt dat projectontwikkeling plaatsvindt via verschillende concepten. Dit is van invloed op de technisch-economische parameters die samenhangen met de energieconversie van de bio-olie. De volgende concepten zijn aangegeven:

- schaalgrootte 30 tot 50 MW_e, vollastbedrijf,
- schaalgrootte 10 tot 30 MW_e, pieklastbedrijf,
- schaalgrootte kleiner dan 10 MW_e, warmte-krachtkoppeling.

De rentabiliteit van met name de projecten kleiner dan 10 MW_e is slechter dan die van installaties groter dan 30 MW_e die onder vollast draaien, of installaties groter dan 10 MW_e die als pieklastbedrijf opereren. Door de voorwaarde van het onderzoek dat de meest rendabele optie als uitgangspunt moest worden gehanteerd, zijn deze opties niet nader bekeken.

Veel van het commentaar dat vanuit de markt gegeven is, heeft betrekking op kleine projecten (kleiner dan 10 MW_e). Deze zouden direct onrendabel worden wanneer er één tarief voor bio-olie in zelfstandige biomassa installaties, gebaseerd op de meest rendabele optie, komt. In de behandeling van de technisch-economische parameters in hoofdstuk vier zal ook aan deze kleinere installaties aandacht geschonken worden.

4. Technisch-economische parameters

4.1 Bio-olie

Belangrijke parameters bij de inzet van bio-olie als brandstof zijn:

- de kosten van bio-olie voor de bedrijver van de bio-energie installatie,
- de aard en de stookwaarde van de bio-olie die ingezet wordt.

4.1.1 Reacties marktpartijen

Referentiewaarde

Marktpartijen geven aan dat de kosten van palmolie, de gehanteerde referentie brandstof, op dit moment laag zijn en dat de eerste tekenen van prijsstijging zich aandienen. De als referentiewaarde gehanteerde prijs van 325 €/ton wordt daarom niet als representatief gezien voor de termijn van 10 jaar waarover de MEP beschouwd wordt.

Opslagen

Marktpartijen geven aan dat niet uitgegaan is van de juiste referentiewaarden voor de bio-olieprijs. Om de bio-olie daadwerkelijk te kunnen inzetten moeten extra kosten worden gemaakt. De prijzen van palmolie af haven Rotterdam (zoals gebruikt in ECN--C-05-016) zijn om die reden niet als representatief te beschouwen. Extra kosten liggen op het terrein van:

- transport en overslag
- commissie tussenhandel
- importheffingen
- afzetkosten vaste residuen vrijkomend bij filtering bio-olie
- voorbereiden om bio-olie aan brandstofsificatie dieselmotor te laten voldoen
- reservering en risico-afdekking in verband met prijsfluctuaties bio-olie
- premie voor duurzaamheid palmolie.

Door een marktpartij is een verdere onderverdeling gemaakt in de prijsopbouw:

- premie voor het kunnen aangaan van de noodzakelijk geachte 10 jarige brandstofcontracten 100 USD/ton,
- toeslag om een meer duurzame productie van palmolie mogelijk te maken 10 USD/ton,
- importheffing zodat bio-olie van voedselkwaliteit gebruikt kan worden als brandstof 10,9% van de CIF prijs haven Rotterdam,
- totale kosten van opslag, overslag en transport vanuit de haven van Rotterdam circa 30 Euro per ton.

De kosten voor de bio-olie die door marktpartijen zijn genoemd zijn:

- partij x 430 tot 470 €/ton, mede als gevolg van voorbereiding
- partij y 375 tot 385 €/ton, afhankelijk van transportwijze
- partij z 450 €/ton, refereert aan onder meer Cargill en Unimills.

Marktpartijen geven aan dat de kosten van palmolie, de gehanteerde referentiebrandstof, op dit moment laag zijn en dat de eerste tekenen van prijsstijging zich aandienen. De als referentiewaarde gehanteerde prijs van 325 €/ton wordt daarom niet als representatief gezien voor de termijn van tien jaar waarover de MEP beschouwd wordt.

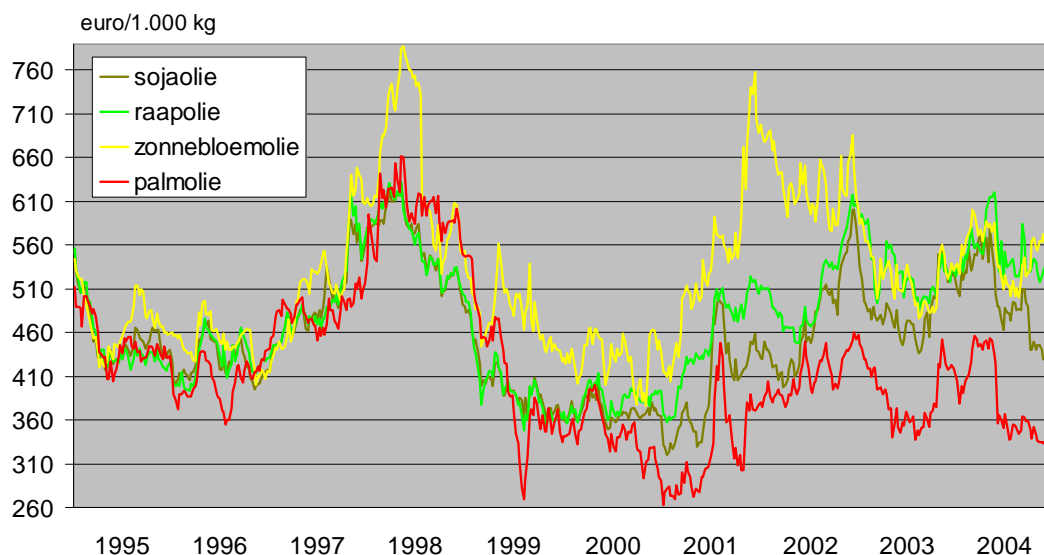
4.1.2 Reactie ECN/KEMA

Referentiewaarde

De bio-oliën die ingezet kunnen worden in een dieselmotor omvatten een grote range variërend naar zowel aard, herkomst en stookwaarde als ook naar kosten voor de eindgebruiker. Om tot een berekening van de onrendabele top te komen is het onvermijdelijk dat een keuze moet worden gemaakt in welke bio-olie als representatief wordt aangemerkt.

Analoog aan de werkwijze die in 2004 gevolgd is bij de inzet van zuivere biomassa in centrales en waar houtpellets als de representatieve vaste brandstof is aangemerkt, is voor de inzet van bio-olie palmolie als de representatieve brandstof aangemerkt. De verwachting is dat overwegend plantaardige oliën zullen worden ingezet, waarbij palmolie de bio-olie is, die in ruime mate tegen een relatief lage prijs voorhanden is.

Wanneer de prijs voor palmolie over de afgelopen 2½ jaar beschouwd wordt, dan blijkt deze (geleverd in Rotterdam) te variëren tussen 306 tot 450 €/ton. Sinds september 2004 ligt de prijs onder de 350 €/ton. Wordt verder teruggegaan in de tijd, dan bedraagt de laagste prijs voor palmolie 260 €/per ton en de hoogste prijs 660 Euro per ton (Figuur 4.1). Deze prijsfluctuaties zijn inherent aan de markt voor plantaardige oliën en een gevolg van verschillen in vraag en aanbod, oogstresultaat, ontwikkeling van de vraag en de hierop inspelende handel.



Figuur 4.1 Prijsverloop van sojaolie, raapolie, zonnebloemolie en palmolie

Bron: Public Ledger, Londen.

In het onrendabele topmodel wordt gerekend met gemiddelde palmolieprijzen, die gedurende een periode van tien jaar representatief zijn. Over de toekomstige prijsontwikkeling is de verwachting dat deze over een langere termijn (gemiddeld) stabiel zal zijn, ondanks een toenemende vraag. Reeds nu is waar te nemen dat de toonaangevende landen op het gebied van palmolie hun areaal aan het uitbreiden zijn. Niet alleen met oog op de productie voor energietoepassingen maar juist ook met oog op de toenemende vraag naar plantaardige oliën in de snel groeiende Aziatische economieën. Niet uit te sluiten is dat zich binnen deze trend korte-termijn fluctuaties zullen voordoen als gevolg van verschillen in vraag en aanbod door bijvoorbeeld snel groeiende vraag of tegenvallende oogst.

Ook is navraag gedaan na de gangbare onderverdeling in markt van palmolie en de invloed die dit heeft op de prijs. Van ruwe palmolie wordt stearine en oleïne gemaakt. Beide fracties bevatten vetzuren en fosfor die door zuivering te verwijderen zijn. Over stearine wordt gemeld: "Palm stearin is the more solid fraction obtained by fractionation of palm oil after crystallization

at controlled temperatures. It is thus a co product of palm olein. It is always traded at a discount to palm oil and palm olein making it an cost effective ingredient in several applications” (American Palm Oil Council, internet). Verder wordt over de onderlinge prijsverhouding gemeld: “Palm stearin is relatively price elastic, small changes in price can result in substantial changes in the quantity demanded (price and quantity move in opposite ways). In contrast, palm olein is more price inelastic, its responsiveness to price movements is not as dramatic as that associated with palm stearin” (FAS, internet).

Eind september was sprake van de volgende prijzen voor de verschillende palmolie producten in de haven van Rotterdam:

- Palm oleine 459 USD/ton, dat is 380 Euro/ton bij een koers van 1,20
- Palm olie 448 USD/ton, dat is 370 Euro/ton bij een koers van 1,20
- Palm stearine 385 USD/ton, dat is 320 Euro/ton bij een koers van 1,20.

Navraag bij de vergunningverlenende instanties die momenteel vergunning aanvragen van projecten op basis van dieselmotoren met bio-olie als brandstof in behandeling hebben geven aan dat in twee van de drie aanvragen palm stearine als brandstof wordt gebruikt en dat off spec partijen zullen worden ingezet van zowel palm oleine en palm stearine. Naar verwachting zullen de kosten van voor de voedingsmiddelen en oleochemische industrie als off spec aangemerkte partijen niet boven die van palm stearine zitten.

Ook op basis van de technische specificaties van dieselmotor leveranciers is palm stearine een logische keuze als brandstof. In een brandstofsificatie voor de inzet van bio-olie in dieselmotoren vanaf enkele MW_e is aangegeven: “The specification is valid for raw vegetable based bio-fuels, like palm oil, coconut oli, copra oil, rape seed oil etc but is not valid for animal based bio-fuels.” In (Vegetable oils as fuel in diesel generating sets, Wärtsila, 2004, page 3) is aangegeven: “Large medium speed diesel engines that are designed to operate on heavy fuel oil and on even worse fuels are able to operate on unrefined vegetable oils.” In deze publicatie is nader ingegaan op de bio-oliën Olive Olein, Palm Stearine en Geraffineerde Palmolie. Op bladzijde 4 van deze publicatie zijn de chemische en fysische eigenschappen van deze bio-oliën gepresenteerd. Op bladzijde 5 zijn de resultaten gepresenteerd van deze bio-oliën bij inzet in dieselmotoren. Uit deze gegevens blijkt dat de genoemde bio-oliën met succes zijn ingezet. Alleen voorverwarming van de motor wordt gemeld als noodzakelijke maatregel om bio-olie te kunnen inzetten. Voorbewerking is volgens deze gegevens en de brandstofsificatie niet nodig.

Uit bovenstaande leiden ECN en KEMA af dat de referentiebrandstof palm stearine een goedkopere fractie is dan ruwe palmolie. De gehanteerde palmolieprijs (palm stearine) van 300-350 €/ton wordt daarom door ECN en KEMA als realistisch gezien.

Opslagen

Langjarige contracten zijn in de palmoliemarkt niet gewoon. Termijnen van maximaal twee jaar worden als normaal gezien. Het afsluiten van lange termijn contracten (over de looptijd van de lening van tien jaar, een voorwaarde om voor gunstige financieringsvoorwaarden in aanmerking te komen) is volgens marktpartijen alleen mogelijk wanneer daarvoor een premie wordt betaald. Aangegeven is dat deze premie ongeveer 25% van de palmolieprijs bedraagt (100 USD/ton). Bij een rendement van 48% zou dit betekenen dat er 1,7 ct/kWh¹ meer wordt uitgegeven aan de brandstof om de kosten van de financiering met logischerwijs minimaal dezelfde hoeveelheid te verlagen. Gunstigere financieringsvoorwaarden zijn vooral terug te vinden in de debt/equity verhouding en de rente die over de lening betaald moet worden (zie ook Hoofdstuk 5). Aangegeven is dat debt/equity verhoudingen variëren tussen 80/20 en 60/40. Aangenomen wordt dat de rente tussen de 5 en 6% zal liggen, wat onder de huidige marktcondities een conservatieve inschatting is. Als gunstige voorwaarden wordt een debt/equity verhouding van 80/20 bij een

¹ 1 ton palmolie, met stookwaarde 36,7 GJ/ton levert bij 48% rendement 4893 kWh. Een prijsopslag van 100 USD/ton (83 €/ton bij een dollarkoers van 1,2) kost dan $83/4893 = 1,7$ ct/kWh.

rente van 5% verondersteld, de ongunstige situatie is een debt/equity verhouding van 60/40 bij een rente van 6%. Met behulp van het onrendabele top model is eenvoudig te berekenen wat het verschil in de OT van de referentiecasse is. Dit verschil is circa 0,4 ct/kWh. De maximale premie op de brandstof zou dus 0,4 ct/kWh mogen bedragen. Omgerekend is dit een premie van maximaal 20 €/ton.

Bij het importeren van plantaardige oliën kan sprake zijn van importheffingen. Deze importheffing bedraagt volgens een EU richtlijn 10,9%. In het geval van palm stearine kan deze heffing een omvang hebben van circa 33-38 €/ton, bij een prijsrange van 300-350 €/ton voor palm stearine.

In de oorspronkelijke referentiecasse is gekeken naar de meest rendabele installaties. Dit zijn installaties van ongeveer 50 MW_e, die aan de kust kunnen worden gerealiseerd in combinatie met verwerkingsinstallaties van plantaardige oliën. Hierdoor hoeven geen additionele kosten te worden gemaakt voor binnenlandstransport. Wel dient rekening gehouden te worden met extra kosten voor op- en overslag. Deze bedragen 20 €/ton. De referentiesituatie komt echter maar beperkt voor. Daarom wordt aan de bovenkant van de range rekening gehouden met de kosten van opslag, overslag en transport ter grootte van 30 €/ton in het geval locaties verder in het binnenland gekozen worden. Deze opslag is hoger dan voor grootschalige inzet van biomassa in centrales. Dit hangt samen met de grotere opslagmogelijkheden die bij centrales aanwezig zijn, waardoor grotere hoeveelheden bio-olie in een keer vervoerd kunnen worden.

4.1.3 Conclusie bio-olie

Hoewel marktpartijen een brede belangstelling hebben voor de bio-oliën die men voornemens is in te zetten, is palmolie (stookwaarde 36,7 GJ/ton) als meest representatief aan te merken door de naar verhouding lage prijs in combinatie met een grote beschikbaarheid. Gezien de kosten, beschikbaarheid en technische mogelijkheden, zal palm stearine de voorkeur hebben boven andere palmolie producten. Voor wat betreft de kosten van palm stearine wordt een range van 300-350 €/ton CIF Rotterdam gehanteerd. De bruto referentiewaarde die gehanteerd wordt is 325 €/ton CIF Rotterdam.

Importheffingen bedragen 33-38 €/ton (35 €/ton voor de referentiewaarde) en worden toegevoegd.

Ook wordt rekening gehouden met een opslag op de prijs voor overslag, opslag en transport van 20-30 €/ton, met een referentiewaarde van 20 €/ton.

Voor het verbeteren van de financieringsconstructie wordt een opslag van maximaal 20 €/ton aangehouden. De netto range ligt daarmee op 383-438 €/ton, waarbij de netto referentiewaarde 410 €/ton bedraagt.

Tabel 4.1 *Aanpassing brandstofkosten*

		Was (ECN--C-05-016)		Wordt	
		Range	Waarde	Range	Waarde
Bruto brandstofkosten per ton	[€/ton]	300-350	325	300-350	325
Importheffing 10,9%	[€/ton]	-	-	33-38	35
Toeslag voor opslag, overslag en transportkosten	[€/ton]	-	-	20-30	20
Toeslag voor lange termijn risicoafdekking	[€/ton]	-	-	20	20
Netto brandstofkosten per ton	[€/ton]	300-350	325	373-438	400

4.2 Technisch-economische parameters

4.2.1 Reacties marktpartijen

De belangrijke parameters waarop door marktpartijen reacties gegeven zijn, betreffen de:

- investeringskosten
- bedrijfstijd en inzetpatroon
- operationele kosten en onderhoudskosten
- elektrisch rendement.

Investeringskosten

De marktpartijen geven aan dat de investeringskosten in de praktijk hoger zullen zijn dan de waarde van 850 €/kW_e die in het rapport is vermeld. Dit vanwege het feit dat een aantal posten niet in de begroting zijn opgenomen. Als niet meegenomen posten worden genoemd:

- netaansluiting
- infrastructuur en civiele werken
- grondkosten
- losstation en opslagfaciliteiten
- DeNOx installatie
- Projectontwikkelingskosten.

Bij grote installaties (groter dan 30 MW_e) komt daar nog bij de kosten van de stoomturbine/generatorset, afgassenketel en condensor inclusief de daarbij behorende hulpapparatuur. De all in investeringskosten die door een marktpartij is genoemd is 1.000 tot 1.050 €/kW_e, geldend voor 10 tot 30 MW_e. Een andere opgave spreekt van investeringskosten die kunnen oplopen tot 1.200 €/kW_e bij installaties kleiner dan 20 MW_e. Een derde indicatie geeft aan dat voor toepassingen onder de 5 MW_e in combinatie met WKK de kosten in de range kunnen liggen van 1.300 €/kW_e en 1.500 €/kW_e wellicht zelfs daarboven als gevolg van de relatief dure milieumaatregelen bij kleinere schaalgrootte. Tot slot is een raming opgegeven voor een installatie inclusief stoomturbine/generatorset, afgassenketel, condensor en de daarbij behorende hulpapparatuur van 1.390 €/kW_e.

O&M kosten

De vermelding van de operationele- en onderhoudskosten is volgens de marktpartijen niet consistent. In de tekst op bladzijde 13 is een waarde van 120 €/kW_e per jaar genoemd terwijl als referentiewaarde 100 €/kW_e wordt gehanteerd. Gemeld wordt dat onderhouds- en operationele kosten van de DeNOx (0,15 cent/kWh_e), land lease, inkoop NO_x emissierechten en bedrijfsmiddelen van de DeNOx niet zijn meegenomen. Gemeld wordt dat bij concepten van 5 MW_e en kleiner de onderhoudskosten van de dieselmotor naar schatting 160 €/kW_e bedragen. De bijkomende operationele kosten, waarbij bijvoorbeeld moet worden gedacht aan de inzet van Ureum in plaats van de goedkopere NH₃ oplossing als reagens in de SCR om NO_x reductie te kunnen bereiken, zijn volgens marktpartijen minimaal 60 €/kW_e. Tevens wordt gemeld dat de gehanteerde referentiewaarde niet consistent is met de afgegeven adviezen in de voorgaande jaren waarbij kosten van 250 €/kW_e en 400 €/kW_e zijn gerapporteerd.

Elektrisch rendement

Marktpartijen geven aan dat het elektrisch rendement als niet representatief wordt gezien. De netto elektrische rendementen die door marktpartijen zijn genoemd zijn:

- partij x 42% voor een schaalgrootte van 10 tot 30 MW_e,
- partij y 43% maximaal voor een schaalgrootte kleiner dan 5 MW_e,
- partij z 48% voor een schaalgrootte groter dan 30 MW_e met een nageschakelde stoomturbine/generator en zonder levering van warmte.

4.2.2 Reactie ECN/KEMA

Investeringskosten

De investeringskosten voor bio-energie projecten kleiner dan 50 MW_e op basis van bio-olie zijn significant lager dan bio-energie projecten in deze klasse op basis van vaste biomassa. In het advies over de onrendabele toppen van kleinschalige zelfstandige bio-energie installaties zoals uitgebracht in 2004 is steeds de inzet van *vaste biomassa* (verbranding van schone houtsnippers) de referentie geweest. Dit heeft in het 2004 rapport geleid tot investeringskosten van 2.900 €kW_e voor installaties van 30 MW_e, zijnde de investeringskosten die representatief zijn voor een 30 MW_e houtverbrandingsinstallatie.

Bij dieselmotoren die geschikt zijn voor de inzet van bio-olie liggen de investeringskosten met de daarbij behorende voorzieningen om toepassing in Nederland mogelijk te maken (DeNO_x, ontstopping, civiele werken) op een lager niveau. Als representant voor de projecten op basis van bio-olie zijn de projecten aangemerkt die reeds bekend waren bij de vergunningverlening. Kenmerkend voor deze concepten is de omvangrijke schaalgrootte (groter dan 30 MW_e), toepassing van WKK en een nageschakelde stoomturbine cyclus. Het investeringskosten niveau is afgeleid van de kostenindicatie zoals afgegeven door een gerenommeerde leverancier. Een opslag van 13% is toegepast om de specifiek voor Nederland geldende investeringskosten te dekken. Dit heeft geleid tot investeringskosten ter grootte van 850 €kW_e geldend voor installaties groter dan 30 MW_e inclusief een nageschakelde stoomturbine cyclus en DeNox installatie.

De kosten voor de elektrische aansluiting vallen niet onder dit bedrag, evenmin als de kosten voor infrastructuur (inclusief opslagtanks). Daarnaast zullen er nog projectontwikkelingskosten zijn.

Voor de e-aansluiting wordt 100 €kW_e als referentiewaarde gehanteerd. Dit bedrag bestaat uit de kosten van de aansluiting op het 150 kVA-net en vier tot vijf kilometer kabel. De kosten zijn daarmee vergelijkbaar met die van aansluitingen van grootschalige windparken op land.

Voor de infrastructuur en opslag wordt een additionele post van 120 €kW_e opgenomen. Deze post is gebaseerd op gegevens aangedragen door marktpartijen.

Voor de projectontwikkelingskosten wordt een opslag van 30 €kW_e opgenomen. Ook deze is gebaseerd op informatie aangedragen door marktpartijen.

Draaiuren

Bio-olie wordt ingezet in dieselmotoren die afgeleid zijn van gangbare concepten in de scheepvaart en in stand-alone dieselcentrales. De motoren kenmerken zich door een hoge mate van betrouwbaarheid en door een grote mate van brandstofflexibiliteit, mits de brandstof aan de daartoe afgegeven specificaties voldoet. Leveranciers van dieselmotoren voor bio-olie toepassingen zijn Wärtsilä, MAN, Cummings en Caterpillar. De ervaring met de inzet van bio-oliën gaat terug tot 1995 (Vegetable oils as fuel in diesel generating sets, Wärtsilä, 2004). De laatste jaren staat de inzet van bio-olie sterk in de belangstelling, hetgeen heeft geresulteerd in grootschalige projecten zoals bijvoorbeeld het 24 MW_e (3 motoren) project van Wärtsilä in Monopoli in Italië (Italian liquid biofuel-fired power plant a commercial success, Wärtsilä, Energy News, Issue 21). Dit project is gestart in 2001, heeft zo blijkt uit de referentie 5.000 draaiuren gemaakt en heeft een beschikbaarheid van 95%. Dieselmotoren met bio-olie als brandstof zijn dan ook in staat om meer dan 8.000 draaiuren per jaar te maken. De range waarover de bedrijfstijd varieert is gesteld op 7000-8000 uur. Als referentiewaarde is een conservatieve inschatting van 7.500 uur aangehouden voor installaties die in basislast worden ingezet.

Uit de onder de aandacht gebrachte concepten blijkt dat marktpartijen de installaties voornemens zijn te bedrijven op drie manieren:

- met een hoog aantal vollasturen in combinatie en de daarbij geldende terugleververgoeding, indicatie 7.500 uur bij een elektriciteitsprijs van 3,6 cent/kWh_e.
- met een laag aantal vollasturen (bedrijf van 07.00 tot 23.00 uur doordeweeks) en de daarbij geldende terugleververgoeding, indicatie 4.250 uur bij een elektriciteitsprijs van 6,7 cent/kWh_e.
- met een hoog aantal vollasturen in combinatie en de daarbij geldende terugleververgoeding, indicatie 7.500 uur bij een elektriciteitsprijs van 3,6 cent/kWh_e, warmtevraag volgend.

Omdat aanwijzingen ontbraken voor het inzetpatroon met een laag aantal vollasturen of een inzetpatroon dat een variabele warmtevraag (ruimteverwarming) volgt, is alleen voor de eerste variant de onrendabele top bepaald.

O&M-kosten

De onderhoudskosten in het advies van november 2004 zijn gebaseerd op de referentie van verbranding van houtsnippers in een 30 MW_e centrale. De operationele en onderhoudskosten van dieselmotoren met bio-olie als brandstof liggen significant lager.

De in ECN--C-05-016 opgenomen O&M-kosten zijn afgeleid van de kostenindicatie zoals afgegeven door een gerenommeerde leverancier. Daarbij wordt gesproken van 0,75 tot 1,5 cent/kWh_e geldend voor een installatie groter dan 30 MW_e, inclusief DeNO_x-installatie. Het kostenniveau is hoog wanneer veel problemen optreden met de inzet van bio-olie en laag wanneer sprake is van een voorspoedige bedrijfsvoering. Voor de bepaling van de referentiewaarde is het gemiddelde gehanteerd. Hierbij is uitgegaan van de veronderstelling dat weliswaar aanloopproblemen zijn te verwachten, maar dat deze bezien over de MEP-periode van tien jaar sterk af zullen nemen en daarmee ook de bijbehorende kosten. Dit resulteert in een range van 80-120 €/kWh_e, met een referentiewaarde van 100 €/kWh_e per jaar. Wordt een installatie in pieklast ingezet dan zullen de onderhoudskosten per kWh_e, uitgaande van schaalgrootte in dezelfde range, ongeveer gelijk zijn. Zo is ook gebleken uit opgave van een marktpartij. Bij kleinere installaties (kleiner dan 10 MW_e) zullen de operationele en onderhoudskosten relatief hoog zijn. Dat dit een factor twee hoger kan liggen is plausibel.

Door marktpartijen is aangegeven dat kosten gemoeid met de emissie van NO_x aanzienlijk zijn. Installaties groter dan 20 MW_{th} moeten aan emissie-eisen voldoen aan de NO_x norm. Tot 30 MW_{th} kunnen inrichtingen een opt-out aanvragen voor de jaren 2005-2007.

Dieselmotoren hebben een hoge NO_x-emissie van ongeveer 1.600 gr/GJ brandstoftoevoer. Door het toepassen van een nageschakelde SCR (Selectieve Katalytische Reductie) waarbij ureum of een 25% NH₃ wateroplossing als reagens wordt gebruikt, vindt NO_x reductie plaats. Het conversie rendement van de SCR bedraagt tussen de 80 en 90%, waarbij de hogere waarde moeilijk haalbaar is vanwege de toenemende slip van NH₃. In de markt is aangegeven dat 400 gr/GJ zondermeer haalbaar wordt geacht en dat 150 gr/GJ wordt nagestreefd. De Performance Standard Rate (PSR) voor verbrandingsinstallaties is tot 2010 vastgesteld. Voor 2006 is de PSR 63 g/GJ, aflopend tot 40 g/GJ in 2010. In deze aanvulling wordt uitgegaan van een gemiddelde PSR van 50 g/GJ.

Om de financiële consequenties te kunnen bepalen wordt uitgegaan van een installatie waar na de DeNox nog 200 gr/GJ uitgestoten wordt. Dit betekent dat voor 150 gr/GJ aan emissierechten moet worden ingekocht. De prijs van NO_x-emissierechten liggen momenteel onder de 1 €/kg NO_x. Momenteel is de marginale optie het plaatsen van SCR's bij kolencentrales. De kosten hiervan liggen rond de 1 €/kg NO_x. Het aanbod overstijgt momenteel de vraag naar emissierechten, waardoor de prijs van de rechten nog iets onder de marginale optie uitkomt. De verwachting is dat bij strengere eisen de marginale optie zal verschuiven, resulterend in hogere prijzen voor emissierechten. De verwachting is dat deze niet boven de 5 €/kg NO_x zullen uitkomen. Aange-

zien gerekend wordt over een periode van tien jaar, wordt uitgegaan van gemiddelde NO_x prijzen in een range van 2-5 €/kg NO_x, met een referentie van 3 €/kg NO_x. Voor de referentie installatie (50 MW_e, met nageschakelde stoomturbine) komt dit neer op een range van 0,25-0,55 ct/kWh, met als referentiewaarde 0,34 ct/kWh. Het betreft hier dus kosten die additioneel gemaakt moeten worden, naast de kosten van de DeNO_x-installatie.

Een discussie die overigens buiten de MEP om gevoerd zou moeten worden, is in hoeverre het wenselijk is dat de MEP het aankopen van NO_x-emissierechten vergoed. In dit rapport is echter alleen gekeken naar de kosten en inkomsten die de onrendabele top bepalen, en NO_x-emissierechten is voor installaties die groter zijn dan 30 MW_{th} daarin een factor die meegenomen moet worden.

Elektrisch rendement

Bij het vaststellen van het netto elektrisch rendement in relatie tot de mogelijkheid van warmtelevering aan processen en derden, is uitgegaan van informatie zoals die is aangereikt door een gerenommeerde leverancier en vergunningverlenende instanties. De informatie heeft betrekking op het referentieconcept met een vermogen groter dan 30 MW_e en een nageschakelde stoomturbine cyclus. De volgende uitspraken zijn gedaan:

- een elektrisch rendement van rond de 50% wordt gehaald,
- het rendement van de gebruikte dieselmotoren bedraagt 44% en wordt door de benutting van restwarmte afgas, middels stoomturbine, verhoogd naar 48%,
- details energiecentrale: totaal elektrisch rendement 50%.

Berekeningen op basis van beschikbare energiebalans gegevens leidde tot 49% bruto elektrisch rendement. Rekening houdend met eigen verbruik is als referentiewaarde een netto elektrisch rendement gehanteerd van 48%. De levering van warmte vindt, zo blijkt uit de aangereikte informatie, plaats op lage temperatuur en gaat daardoor niet ten koste van het elektrisch rendement. De warmte wordt ingezet voor laagwaardige verwarmingsdoeleinden elders, dat is in processen die niet direct van belang zijn voor het kunnen bedienen van de dieselmotor.

Bij schaalgrootte onder de 30 MW_e zal een nageschakelde stoomcyclus normaliter niet worden toegepast. Het vermogen van de stoomcyclus komt dan onder een kritische waarde waardoor dit niet meer rendabel is. Het elektrisch rendement valt dan terug naar 42 tot 44% afhankelijk van de grootte van de motoren. Warmtelevering is in deze situatie eveneens mogelijk zonder dat dit ten koste gaat van het elektrisch rendement. Een afgassenketel wordt daartoe ingezet. De omvang van de warmtelevering kan in deze situatie wel groter zijn.

4.2.3 Conclusie investeringskosten

De investeringskosten voor projecten groter dan 30 MW_e, welke uitgangspunt zijn bij de bepaling van de onrendabele top, zijn gebaseerd op een range van 800-1000 €/kW_e met een referentiewaarde van 850 €/kW_e.

Voor de e-aansluiting wordt 100 €/kW_e opslag gerekend. Voor de infrastructuur en opslag wordt een additionele post van 120 €/kW_e opgenomen. Tot slot wordt voor de projectontwikkelingskosten een opslag van 30 €/kW_e opgenomen. De investeringskosten voor projecten groter dan 30 MW_e, welke uitgangspunt zijn bij de bepaling van de onrendabele top, zullen daardoor in de range liggen van 1.050 €/kW_e tot 1250 €/kW_e, met als referentiewaarde 1100 €/kW_e.

Voor kleinere installaties zijn de investeringskosten anders. Bij projecten tussen de 10 en 30 MW_e liggen de investeringskosten in de range van 1.000 €/kW_e tot 1.100 €/kW_e. Deze investeringskosten zijn lager dan bij centrales van ongeveer 50 MW_e op basis van dieselmotoren met een stoomturbine op de afgassenketel. Dit komt doordat de stoomturbine een relatief kostbare

investering is. Bij projecten kleiner dan 10 MW_e liggen de investeringskosten in de range van 1.100 €/kW_e tot 1.500 €/kW_e.

Tabel 4.2 *Aanpassing investeringskosten*

		Was (ECN--C-05-016)		Wordt	
		Range	Waarde	Range	Waarde
Investeringskosten	[€/kW _e]	800-1000	850	800-1000	850
E-aansluiting	[€/kW _e]	-	-	100	100
Infrastructuur incl. opslag	[€/kW _e]	-	-	120	120
Projectontwikkeling	[€/kW _e]	-	-	30	30
Investeringskosten totaal	[€/kW _e]	800-1000	850	1050-1250	1100

4.2.4 Conclusie O&M kosten

De onderhouds- en operationele kosten voor projecten groter dan 30 MW_e, welke uitgangspunt zijn geweest bij de bepaling van de onrendabele top, zullen in de range liggen van 80 €/kW_e tot 120 €/kW_e. Worden de projecten kleiner dan nemen de onderhouds- en operationele kosten pas bij projecten onder de 10 MW_e significant toe. Bij projecten kleiner dan 10 MW_e liggen de onderhouds- en operationele kosten in de range van 150 tot 250 €/kW_e.

Specifiek voor de inkoop van NO_x-emissierechten is een toeslag van 0,25 tot 0,55 cent/kWh_e van toepassing, met een referentiewaarde van 0,34 ct/kWh_e. Daarbij is verondersteld dat NO_x emissie-waarden onder de 200 gr/GJ niet haalbaar worden geacht en dat het restant van 150 gr/GJ (bij een gehanteerde PSR waarde van 50 gr/GJ) zal moeten worden ingekocht.

Tabel 4.3 *Aanpassing O&M kosten*

		Was (ECN--C-05-016)		Wordt	
		Range	Waarde	Range	Waarde
Vaste O&M kosten	[€/kW _e]	80-120	100	80-120	100
NO _x -emissierechten	[€/kWh _e]	-	-	0,0025-0,0055	0,0034

4.2.5 Conclusie bedrijfstijd

Als bedrijfstijd geldend voor met bio-olie bedreven dieselmotoren wordt de referentiewaarde van 7.500 uur per jaar aangehouden. Hierbij wordt uitgegaan van het bedrijven van de installatie in basislast. Voor projecten groter dan 30 MW_e is dit het geval. De bedrijfstijden kunnen lager zijn in de praktijk als gevolg van de gehanteerde inzetstrategie. De inkomsten uit elektriciteit zijn dan anders, evenals de inkomsten uit warmte.

Tabel 4.4 *Aanpassing bedrijfstijd*

		Was (ECN--C-05-016)		Wordt	
		Range	Waarde	Range	Waarde
Bedrijfstijd	[uur]	7000-8000	7500	7000-8000	7500

4.2.6 Conclusie elektrisch rendement

Als netto elektrisch rendement wordt de referentiewaarde van 48% aangehouden. Dit rendement is realistisch voor met bio-olie bedreven dieselmotoren in projecten groter dan 30 MW_e waarbij de naschakeling van een stoomturbine cyclus waarschijnlijk is. Bij projecten kleiner dan 30 MW_e zal het netto elektrisch rendement rond de 42% liggen.

Tabel 4.5 *Aanpassing elektrisch rendement*

		Was (ECN--C-05-016)		Wordt	
		Range	Waarde	Range	Waarde
Elektrisch rendement	[%]	45-50	48	45-50	48
Thermisch rendement	[%]	10-15	10	10-15	10

5. Financieel-economische parameters

5.1 Reacties marktpartijen

Door één marktpartij is aangegeven dat om projecten waarbij bio-olie in dieselmotoren wordt ingezet financieel te maken een internal rate of return na belasting vereist is van minimaal 25%. Ook dient het aandeel eigen vermogen in de investering minimaal 30% te bedragen.

5.2 Reactie ECN/KEMA

Gangbaar voor bio-energieprojecten is 15% return on equity, bij een debt/equity verhouding van 80/20. In de interviews met marktpartijen in augustus 2005 is gevraagd of de financieel economische berekeningsaannames zoals die normaalgesproken worden gehanteerd als representatief werden ervaren voor projecten waarbij bio-olie wordt ingezet in dieselmotoren. De antwoorden gaven geen aanleiding tot bijstelling van deze aannames. De techniek is betrouwbaar, de risico's van de inzet van bio-olie zijn bekend en de wijze van projectontwikkeling met turn key levering en langjarige verplichtingen van leveranciers op het gebied van onderhoud en soms zelfs bedrijfsvoering, maken dat de uitgangspunten voldoen. Bovendien wordt reeds een premie in de brandstofprijs meegenomen om de financiering op basis van bovengenoemde verhouding realiseerbaar te maken.

5.3 Conclusie financieel-economische parameters

Hoewel het door een enkele marktpartij gewenst is, is er geen directe aanleiding om tot bijstelling van de financieel economische berekeningsaannames over te gaan en projecten op basis van bio-olie in dit opzicht anders te behandelen als andere bio-energie projecten met een vermogen kleiner dan 50 MW_e.

6. Conclusie

Na het verschijnen van het rapport over de onrendabele toppen van de inzet van bio-olie in kleinschalige, zelfstandige biomassa installaties zijn veel reacties uit de markt gekomen. De reacties hadden betrekking op twee hoofdpunten. De eerste heeft betrekking op de grootte van de referentie installatie, het tweede op de gehanteerde technisch-economische aannames.

6.1 Installatiegrootte

Hoewel het uitgangspunt dat ECN en KEMA van het Ministerie van EZ meegekregen hadden helder was (“Bij het advies dienen die projecten als uitgangspunt te worden gehanteerd die aanmerkt kunnen worden als meest rendabel in de markt.”) heeft dit tot veel reacties geleid. Kleine installaties (<10 MW_e) hebben een hogere onrendabele top dan de grootschalige installaties die als referentie zijn gehanteerd. De hogere onrendabele toppen worden veroorzaakt door hogere investeringskosten en hogere O&M-kosten, gecombineerd met een lager aantal draaiuren en lagere elektrische rendementen. De door de marktpartijen aangedragen argumenten onderbouwen de stelling dat installaties kleiner dan 10 MW_e waarschijnlijk niet uitkunnen bij een verlaging van het MEP-tarief. ECN en KEMA geven het Ministerie van EZ dan ook ter overweging deze categorie onder het oude tarief te laten bestaan. Daarnaast adviseren ECN en KEMA om voor deze categorie bij de volgende MEP-ronde de onrendabele toppen expliciet te berekenen.

6.2 Technisch-economische parameters

Het commentaar op de technisch-economische parameters voor de referentiecasse heeft geleid tot een aantal aanpassingen. De investeringskosten zijn verhoogd, de bio-olie prijzen zijn aangepast en een aanpassing aan de O&M kosten is doorgevoerd om rekening te houden met NO_x-kosten.

Dit resulteert in een verhoging van de onrendabele top voor de referentiecasse van totaal 2,3 ct/kWh tot 7,9 ct/kWh. De range is aangepast van 4,1-7,4 ct/kWh naar 6,0-10,3 ct/kWh.

Tabel 6.1 *Alle wijzigingen ten opzichte van ECN--C-05-016*

		Was (ECN--C-05-016)		Wordt	
		Range	Waarde	Range	Waarde
Investeringskosten	[€kW _e]	800-1000	850	800-1000	850
E-aansluiting	[€kW _e]	-	-	100	100
Infrastructuur incl. opslag	[€kW _e]	-	-	120	120
Projectontwikkeling	[€kW _e]	-	-	30	30
Investeringskosten totaal	[€kW _e]	800-1000	850	1050-1250	1100
Bedrijfstijd	[uur]	7000-8000	7500	7000-8000	7500
Vaste O&M kosten	[€kW _e]	80-120	100	80-120	100
NO _x -emissierechten	[€kWh _e]	-	-	0,0025-0,0055	0,0034
Bruto brandstofkosten per ton	[€ton]	300-350	325	300-350	325
Importheffing 10,9%	[€ton]	-	-	33-38	35
Toeslag voor opslag, overslag & transportkosten	[€ton]	-	-	20-30	20
Toeslag voor lange termijn risicoafdekking	[€ton]	-	-	20	20
Netto brandstofkosten per ton	[€ton]	300-350	325	373-438	400
Elektrisch rendement	[%]	45-50	48	45-50	48
Thermisch rendement	[%]	10-15	10	10-15	10
Onrendabele top	[ct/kWh]	4,1-7,4	5,4	6,0-10,3	7,7

