

# Bio-energie



## 1. Wat is bio-energie?

Bio-energie is energie die wordt gewonnen uit organisch materiaal van niet-fossiele oorsprong (biomassa).

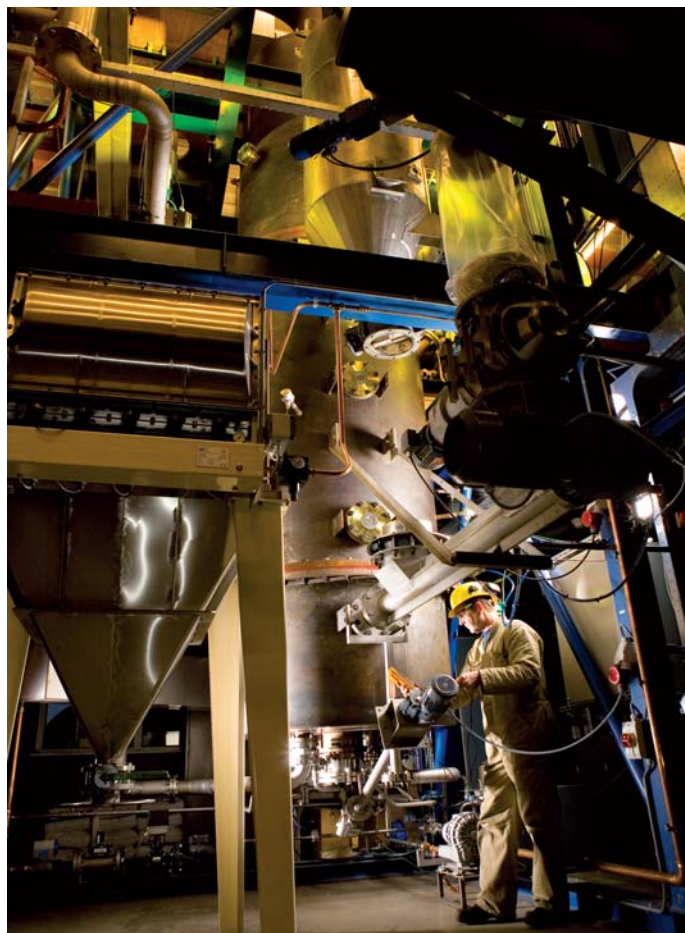
Methoden hiervoor die reeds beschikbaar zijn en zichzelf hebben bewezen zijn:

- het kleinschalig verbranden van biomassa (zoals reststromen, afval en houtpallets)
- het vergisten van natte biomassa (zoals mest, slib en groente- of tuinafval) voor elektriciteit en warmte of biogas
- de productie van biodiesel uit koolzaad

Maar er worden ook nieuwe technologieën ontwikkeld, die het mogelijk maken op grote schaal en duurzame wijze energie te winnen uit biomassa.



*Bij torrefactie wordt biomassa omgezet in brandstofpellets met een hoge energiedichtheid, die zich eenvoudig laten opslaan en transporteren.*



*Indirecte wervelbedvergasser (MILENA 800) in een pilotopstelling bij ECN.*

### Opwerken van biomassa

Voor toepassing van biomassa op grote schaal is het noodzakelijk deze eerst op te werken. Dit kan door pyrolyse. Daarbij komt olie vrij waaruit transportbrandstof kan worden gemaakt of die direct kan worden vergast of verstoekt.

Een alternatief is torrefactie, een warmtebehandelingstechniek waarbij de biomassa wordt verhit tot 200-300°C. De biomassa verbrost, verliest zijn vocht en wordt waterafstotend gemaakt. Niet-homogene stromen krijgen zo homogene eigenschappen. Door er vervolgens pallets van te maken, wordt een hoge energiedichtheid verkregen. Beide technieken geven de mogelijkheid om wereldwijd allerlei reststromen en gewassen op te werken tot een eenvoudig te transporteren energiedichte brandstof met bekende eigenschappen (commodity fuel).



### Meestook en bijstook

Meestook is de meest simpele grootschalige toepassing: biomassa wordt meegevoerd met de tot gruis vernalen kolen naar de ketel van een kolencentrale voor de productie van elektriciteit en warmte. Hierbij vervangt de biomassa dus een deel van de kolen en kan het evenredige deel van de calorische waarde van de biomassa-inzet als duurzame energie worden gerekend. Bijstook is een meer geavanceerde vorm, die ook in gascentrales kan worden toegepast. Hierbij wordt biomassa in een aparte vergasser in een brandbaar gas omgezet (een mengsel van koolmonoxide en waterstof). Dit gas wordt daarna in de kolen- of gascentrale geblazen en verbrand.



Testinstallatie voor de MILENA vergassingstechnologie bij ECN

### Stand-alone vergassing

Vergassing van biomassa levert een gas (productgas of synthese gas) dat na reiniging direct in een warmtekrachtinstallatie in elektriciteit en warmte kan worden omgezet. Op de langere termijn kunnen uit dit gas groene brandstoffen worden gemaakt: met behulp van een katalytisch proces kan benzine, diesel, of synthetisch aardgas ('groen gas') gemaakt worden. Deze brandstoffen kan men mengen met de conventionele soorten. Belangrijk voordeel hiervan is dat voor de distributie reeds een goede infrastructuur aanwezig is.

**Bio-chemische omzetting** Biomassa wordt nu al op grote schaal omgezet in chemicaliën. Bekend is de fermentatie van suikers tot ethanol. Maar er is meer mogelijk, door de inzet van verbeterde enzymen. Dit is de zogenaamde hydrolyse of katalytische omzetting. Hiermee zijn ook andere plantendelen dan de suikers te gebruiken. Zo gaat het milieurendement omhoog en is er geen competitie met voedselproductie.

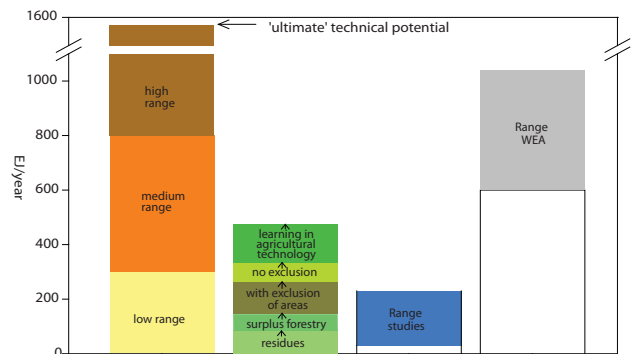
### Bioraffinage

Een relatief nieuwe manier om energie te winnen uit biomassa is bioraffinage. Het principe hierbij is dat de plantendelen die niet geschikt zijn voor voedsel worden 'ontketend'. Hierbij worden stoffen geproduceerd die voor de chemische industrie van belang zijn. Het restmateriaal kan worden omgezet in biobrandstof, om elektriciteit en warmte uit te winnen.

## 2. Hoe draagt bio-energie bij aan bestrijden klimaatverandering?

In principe is bio-energie CO<sub>2</sub>-neutraal (de netto uitstoot is nul), mits de benutte biomassa wordt gecompenseerd door groei en nieuwe aanplant. De CO<sub>2</sub> die bij het gebruik vrijkomt wordt dan direct door planten weer opgenomen.

Indien bij transport, verwerking en conversie van de biomassa fossiele energie wordt ingezet, leidt dit wel tot CO<sub>2</sub> uitstoot. Deze is echter in de meeste gevallen nog steeds aanzienlijk geringer dan wanneer uitsluitend fossiele brandstoffen worden gebruikt. In sommige processen komt de CO<sub>2</sub> in geconcentreerde vorm vrij. Dan is het relatief eenvoudig deze af te vangen. Bio-energie is dan een soort put waarin CO<sub>2</sub> verdwijnt. Er is dubbele winst voor het klimaat.



Wereldwijde beschikbaarheid biomassa. Huidig wereld energiegebruik is 450 Exajoule. De eerste kolom geeft de range in literatuurstudies aan. De tweede kolom geeft de schatting uit de wetenschappelijke assessment en beleidsanalyse (WAB) in opdracht van het Ministerie van VROM. De derde kolom geeft de gemodelleerde behoefte aan biomassa in 2050. De laatste kolom is het verwachte energiegebruik in 2050. Bron: Biomass Assessment: Global biomass potentials and their links to food, water, biodiversity, energy demand and economy, Domburg et al., December 2007.

### 3. Wat zijn de voordelen, nadelen en risico's van bio-energie?

#### Voordelen

- Biomassa is de belangrijkste duurzame energiebron in Nederland en in de wereld.
- Bio-energie leidt tot reductie van de uitstoot aan broeikasgas in vergelijking met energie uit fossiele brandstoffen en vormt in bepaalde toepassingen zelfs een put waarin CO<sub>2</sub> verdwijnt.
- Via bio-energie worden niet-recyclebare afvalstromen opgeruimd en omgezet in een waardevol product.
- Bio-energie is flexibel en veelzijdig. Uit vele soorten biomassa-grondstoffen kan een groot aantal producten worden gemaakt, zoals elektriciteit, warmte, transportbrandstoffen en chemicaliën.
- Er is veel bio-energie beschikbaar. Conservatieve schattingen stellen dat biomassa in de helft van de huidige energievraag zou kunnen voorzien. Meer optimistische schattingen gaan ervan uit dat biomassa drie keer zo veel energie zou kunnen leveren als we op dit moment per jaar nodig hebben.
- Bio-energie geeft ontwikkelingslanden, die geen olie of gas in hun bodem hebben maar wel vruchtbare grond, meer autonomie en meer mogelijkheden tot groei.
- Bio-energie biedt Nederland, met zijn logistiek strategische positie in Europa, economische kansen als 'biomassa-hub', een knooppunt voor transport en opwerking.

#### Nadelen

- Bio-energie is niet per definitie duurzaam. Dit geldt alleen als aan een groot aantal duurzaamheidscriteria wordt voldaan. Zo moet concurrentie met voedsel worden vermeden en moet er over de hele productieketen - van biomassateelt tot bio-energie-inzet - daadwerkelijk minder broeikasgas vrijkomen dan bij inzet van fossiele brandstoffen. Om te waarborgen dat aan deze criteria wordt voldaan zijn certificeringssystemen (keurmerken) nodig.

#### Risico's

- Marktwerking kan ervoor zorgen dat voedselgewassen gebruikt worden door rijke landen als grondstof voor bio-energie, terwijl ze eigenlijk in arme landen nodig zijn om de bevolking te voeden.
- Marktwerking kan ervoor zorgen dat vruchtbaar land wordt onttrokken aan de voedselproductie.
- De omzetting van biomassa in energie is niet altijd een schoon proces.
- In Nederland heeft de commissie-Cramer een uitgebreide





reeks duurzaamheidscriteria opgesteld. Deze zogeheten Cramer-criteria geven aan of de totale keten bij het winnen van bio-energie duurzaam is. Gekeken wordt naar broeikasgassen, concurrentie met toepassingen van het gewas door lokale bevolking, milieu, biodiversiteit, welvaart en welzijn. De Cramer-criteria vinden inmiddels in nationale en Europese wet- en regelgeving hun toepassing.

Toezien op duurzaamheid van de productieketen en voorkomen dat marktprincipes deze verstoren, is een kwestie van globale afspraken. Producenten van bio-energie nemen hiertoe zelf initiatieven. Er zijn verschillende keurmerken in ontwikkeling. Voorbeelden zijn het Green Gold Label voor import van biomassa voor mee- en bijstook en het keurmerk van de Ronde Tafel voor Duurzame Palmolie.

## 4. Wat is publieke perceptie van bio-energie?

### Voedselcrisis

De publieke perceptie wordt sterk bepaald door de berichtgeving in de media. Hierin werd enige tijd geleden de productie van biobrandstoffen als oorzaak genoemd voor de stijging van de voedselprijzen en de voedselcrisis. Inmiddels is aangetoond dat de biobrandstoffen hier een zeer beperkte rol in spelen.

Biomassa exporteren voor energie terwijl de bevolking in het exportland de biomassa nodig heeft als voedsel, lokale energievoorziening, bouw materiaal of medicijn is maatschappelijk niet acceptabel. De Cramer-criteria zijn in het leven geroepen om te zorgen dat de producten uit biomassa maatschappelijk verantwoord geproduceerd worden.

### Tweede generatie

Bij de zogenaamde tweede generatie bio-energie is duurzaamheid beter gewaarborgd. Hierbij gaat het om energie die uit reststromen of de niet-voedselgewassen of de niet-voedselplantendelen gewonnen wordt. Voorbeelden zijn de toepassing van frituurvet, dierlijk vet, bermgras, stro, agrarische reststromen, hout, algen, zeewier, etc.

## 5. Wat is het perspectief voor bio-energie?

### Potentieel

Wat betreft het totale biomassapotentieel gaat de ECN Energievisie ervan uit dat Europa in 2050 technisch over 12 Exajoule per jaar kan beschikken, ongeveer 20 procent van het huidige Europese energieverbruik. Daarvan zal 35 procent bestaan uit reststromen. Deze schatting is gebaseerd op een studie van het Europese Energie Agentschap (2006). Uit vergelijking met andere literatuur blijkt deze raming conservatief te zijn (zie ook de figuur op pagina 3). Zo zijn in deze studie alleen de EU25 meegenomen: de landen die tot de Europese Unie behoorden op 1 mei 2004. Maar in Europa buiten de EU25 zijn ook grote biomassavoorraden aanwezig, bijvoorbeeld in de Oekraïne en in Rusland. Bovendien is de import van biomassa van buiten Europa niet meegenomen. Zeker bij uitgebreide opwerking van biomassa is te verwachten dat import een grote rol zal gaan spelen.

### Opties voor Nederland

Gegeven de beschikbare soorten biomassa zullen voor Nederland vooral de volgende bio-energieopties geschikt zijn:

- conversie van lokale biomassa(rest)stromen in decentrale fabrieken naar elektriciteit, warmte en/of groen gas
- lokale opwerking van de biomassa tot een eenvoudig te transporteren energiedichte brandstof met bekende eigenschappen (commodity fuel), eventueel gecombineerd met lokale primaire bioraffinage
- conversie van deze commodity fuels in fabrieken tot chemicaliën, transportbrandstoffen, groen gas, elektriciteit en warmte
- optimale warmtebenutting om een maximaal rendement te bereiken.

*Minister Cramer opent de pilot-plant voor de MILENA vergasingsstechnologie bij ECN.*





## Nederland als hub voor bio-energie

Studies wijzen uit dat Nederland goede kaarten heeft als in- en doorvoerhaven voor bio-energie. In de havens van Rotterdam en Amsterdam zou geïmporteerde biomassa kunnen worden opgewerkt en doorgevoerd naar bestemmingen in West-Europa. De infrastructuur is daarvoor reeds aanwezig.

## 6. Hoe staat het nu met de toepassing van bio-energie?

Van de 2,7 procent duurzame energie die in 2007 in Nederland werd gebruikt, is 1,7 procent bio-energie. Daarmee is bio-energie de dominante vorm van duurzame energie. Het grootste aandeel in Nederland is de mee- en bijstook in kolencentrales, maar het aandeel biobrandstoffen groeit snel vanwege de bijmengverplichting van 5,75 procent in 2010.

## 7. Wat zijn de uitdagingen op dit moment?

### Technologische uitdagingen

- Aan de teelt van energiegewassen kan nog veel verbeterd worden. Bijvoorbeeld door minder kunstmest en water te gebruiken en door optimalisatie van de gewaseigenschappen voor energietoepassing.
- Veel biomassasoorten kunnen op dit moment nog niet zonder problemen of rendementsverlies worden ingezet in verbrandingsinstallaties, bijvoorbeeld omdat ze veel chloor (leidt tot corrosie) en alkalimetalen (leiden tot ketelvervuiling) bevatten. Onderzoek is erop gericht dit te verbeteren via opwerking van de biomassa en/of inzet van verbeterde verbrandingsconcepten.
- Er wordt gezocht naar technologieën om bij de verwerking van biomassa de CO<sub>2</sub>-uitstoot en milieubelasting te reduceren en toch een zo hoog mogelijk rendement te behalen.
- Vergassing van biomassa staat nog in de kinderschoenen.
- Motoren, turbines en katalytische processen zijn zeer gevoelig voor de kwaliteit van de brandstof. Om die reden is gasreiniging – bijvoorbeeld verwijdering van teer, zwavel, chloor en ammoniak, de achilleshiel van deze voor de toekomst zo belangrijke technologie.
- Door uit te gaan van de waardeketen van biomassa kunnen

via bioraffinage verschillende hoogwaardige producten worden verkregen, voordat de overblijvende fractie gebruikt wordt voor energieproductie. Bioraffinage is nu nog in de conceptfase en zal verder ontwikkeld moeten worden.

### Maatschappelijke uitdagingen

- Behalve technologische uitdagingen hangt het perspectief van bio-energie ook af van maatschappelijke factoren:
- Hoe kan men beschikbare biomassa economisch ontsluiten door voorbewerking en concentratie van energie dichtbij de bron, zodat transport en verwerking efficiënt kan gebeuren?
- Lukt het ons om de duurzaamheid van de productieketen voor bio-energie te garanderen?

## 8. Wat doet ECN?

ECN geniet een wereldwijde reputatie op het gebied van de thermo-chemische conversie van biomassa tot energie. Daarbij kent de unit Biomassa, Kolen & Milieuonderzoek drie speerpunten:

- Elektriciteit en warmte
- Vergassing en gasreiniging
- Transportbrandstoffen en chemicaliën

### Elektriciteit en warmte

ECN werkt aan verschillende technologieën:

- Torrefactie: opwerking van droge biomassastromen (die voor minder dan de helft uit vocht bestaan) tot een vaste brandstof
- TORWASH: opwerking van natte, verontreinigde biomassastromen tot een vaste brandstof
- Toolbox voor biomassa verbranding/vergassing: een set van gereedschappen ter ondersteuning van de industriële toepassing van biomassa verbranding/vergassing en mee- en bijstook. De set bestaat uit voorspelmodellen, kleinschalige testmethoden en meet- en analysemethoden om het gedrag van biomassa in conversie-installaties te kunnen voorspellen, monitoren en analyseren.
- Flexifuel installaties: ontwikkeling van flexibele conversieinstallaties voor de inzet van een breed scala biomassa(rest)stromen, inclusief agrosresiduen en niet-recyclebare afvalstromen. De torrefactie-technologie wordt in samenwerking met een commerciële partij momenteel naar de markt gebracht. De eerste demo-startup is gepland voor 2011.



### Vergassing en gasreiniging

ECN is naast "Güssing" in Oostenrijk en het Paul Scherrer Institut in Zwitserland het enige instituut op de wereld dat beschikt over een technologie waarmee groen gas kan worden geproduceerd. Unieke elementen zijn de MILENA vergassingstechnologie en de OLGA-technologie voor teerverwijdering. ECN heeft op laboratoriumschaal al groen gas geproduceerd. De pilot is in ontwikkeling.

Voor de hoge temperatuur Entrained Flow vergassing heeft ECN unieke kennis en onderzoekfaciliteiten op het gebied van torrefactie, voedingssystemen, koeling, CO<sub>2</sub>-afvang en gasreiniging. ECN is betrokken bij het Magnum Project in de Eemshaven, in samenwerking met NUON.



*De door ECN ontwikkelde OLGA-technologie voor het verwijderen van teer bij de productie van groen gas wordt in het Franse Moissannes toegepast.*

### Transportbrandstoffen en chemicaliën

ECN richt zich op de ontwikkeling van thermo-chemische concepten en processtappen voor bioraffinage, zoals ontsluiting, fractioneren van biomassa, opwaarderen van de lignine voor industriële toepassing en de productie van elektriciteit en warmte uit restproducten. De thermo-chemische concepten omvatten de route via synthesegas en meerstapsroutes (bijv. getrapte pyrolyse). Er wordt gezocht naar nieuwe katalytische methoden en scheidingstechnieken om tot zo hoog mogelijke opbrengsten te komen. Daarnaast voert ECN ontwerp- en evaluatiestudies uit naar bioraffinageconcepten en geïntegreerde processen voor de productie van transportbrandstoffen uit biomassa. Om concurrentie met voedsel- en veevoederproductie zo veel mogelijk te vermijden, richt ECN de aandacht vooral op lignocellulose biomassa (bijv. hout en grasachtigen) en aquatische biomassa (bijv. algen en wieren).

### Samenwerking

ECN werkt samen met vele universiteiten, kennisinstututen en industriële partijen in binnen- en buitenland. Zo leidt ECN nationale consortia voor lange-termijn onderzoek naar Biomassa mee- en bijstook en Vergassing en meerdere EU-projecten waaronder BIOENERGY, waarin bioraffinageconcepten worden uitgewerkt.

ECN is voorzitter van de IEA-bioenergy taskgroep Vergassing en neemt actief deel in verschillende andere IEA-Bioenergy taskgroups en in het Network of Excellence on Bioenergy. ECN is een van de trekkers van EERA bioenergy, gericht op nauwere samenwerking tussen de leidende kennisinstututen op dit gebied in Europa, en is vertegenwoordigd in het European Biofuels Technology Platform.

### Industrial support

Naast onderzoek en ontwikkeling ondersteunt ECN bedrijven bij de marktintroductie en toepassing van bio-energie-technologie. Dit gebeurt o.a. via haalbaarheidsstudies, procesevaluaties en inzet van de bovengenoemde toolbox voor het voorspellen, monitoren en analyseren van biomassa verbrandings- en vergassingsprocessen.

Kijk hier voor de producten en diensten van ECN op het gebied van bio-energie.