

# Conceptuele beschrijving biomassawerf

Dit onderzoek is mogelijk gemaakt door een bijdrage van het Innovatieplatform ROVA



E. Annevelink

Rapport nr. 1020

## Colofon

|                  |                                       |
|------------------|---------------------------------------|
| Titel            | Conceptuele beschrijving biomassawerf |
| Auteur(s)        | E. Annevelink                         |
| AFSG nummer      | 1020                                  |
| ISBN-nummer      | 978-90-8585-405-0                     |
| Publicatiedatum  | Maart 2009                            |
| Vertrouwelijk    | Nee                                   |
| OPD-code         | 6222034100                            |
| Goedgekeurd door | R. van Ree                            |

Agrotechnology and Food Sciences Group  
P.O. Box 17  
NL-6700 AA Wageningen  
Tel: +31 (0)317 480 084  
E-mail: [info.afsg@wur.nl](mailto:info.afsg@wur.nl)  
Internet: [www.afsg.wur.nl](http://www.afsg.wur.nl)

© Agrotechnology and Food Innovations b.v.

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand of openbaar gemaakt in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, hetzij mechanisch, door fotokopieën, opnamen of enige andere manier, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever. De uitgever aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele fouten of onvolkomenheden.

*All rights reserved. No part of this publication may be reproduced, stored in a retrieval system of any nature, or transmitted, in any form or by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording or otherwise, without the prior permission of the publisher. The publisher does not accept any liability for inaccuracies in this report.*



Het kwaliteitsmanagementsysteem van Agrotechnology and Food Innovations b.v. is gecertificeerd door SGS International Certification Services EESV op basis van ISO 9001:2000.

# Inhoudsopgave

|   |           |
|---|-----------|
| <b>1 Inleiding</b>                                      | <b>4</b>  |
| 1.1 Achtergrond   | 4         |
| 1.2 Probleemstelling                                    | 4         |
| 1.3 Doelstelling en aanpak van het onderzoek            | 5         |
| 1.4 Leeswijzer  | 5         |
| <b>2 Biomassaketens</b>                                 | <b>6</b>  |
| 2.1 Inleiding   | 6         |
| 2.2 Karakteristieken aanbod biomassastromen             | 7         |
| 2.2.1 Biomassatype                                      | 7         |
| 2.2.2 Kwaliteit biomassa                                | 8         |
| 2.2.3 Fluctuaties in aanbod en ruimtelijke spreiding    | 9         |
| 2.2.4 Kleine, sterk verspreide vrijkomende hoeveelheden | 9         |
| 2.3 Typen biomassaleveranciers                          | 10        |
| 2.4 Logistiek en inzameling van biomassa in de keten    | 11        |
| 2.5 Vraag naar biomassa door eindverwerkers             | 12        |
| <b>3 Het concept biomassawerf</b>                       | <b>15</b> |
| 3.1 Definitie biomassawerf                              | 15        |
| 3.2 Taken biomassawerf                                  | 15        |
| 3.3 Inrichting en organisatie biomassawerf              | 17        |
| 3.4 Sterkte-zwakte analyse van het Biomassawerf concept | 18        |
| <b>Literatuur</b>                                       | <b>20</b> |
| <b>Dankbetuiging</b>                                    | <b>22</b> |

# 1 Inleiding

## 1.1 Achtergrond

Biomassa vormt potentieel een duurzame bron van zowel energie als materialen en waardevolle inhoudstoffen (chemicaliën). Door het opwekken van bio-energie en het produceren van biobased products kan een bijdrage worden geleverd aan Nationale, Provinciale en Gemeentelijke doelstellingen op het gebied van duurzaamheid, broeikasgasreductie en klimaat.

Het optimaal verwaarden van biomassa legt een basis voor de zogenaamde biobased economy, waarbij minder fossiele grondstoffen gebruikt hoeven te worden. Het Platform Groene Grondstoffen (PGG, 2006) heeft het ambitieuze doel geformuleerd dat 30% van de fossiele grondstoffen in 2030 vervangen moet zijn door op biomassa gebaseerde alternatieven. De uitwerking van deze doelstelling betekent dat er in 2030 de volgende hoeveelheden biomassa nodig zijn:

- 6 Mt droge stof primaire bijproducten en reststromen (100 PJ<sub>th</sub>);
- 12 Mt droge stof secundaire bijproducten en reststromen (200 PJ<sub>th</sub>);
- 0 tot 9 Mt droge stof energiegewassen (0 – 150 PJ<sub>th</sub>).

Het verwerken van biomassareststromen draagt bij aan (regionale) kringloopsluiting. Hiernaast is het op duurzame wijze verwerken van biomassa ook een economische activiteit die opbrengsten kan genereren voor een bepaalde regio.

## 1.2 Probleemstelling

De duurzame benutting van biomassa vergt echter een forse inspanning van diverse betrokkenen. Er dienen immers tal van praktische problemen opgelost te worden. Knelpunten die naar voren komen bij het opzetten van duurzame regionale biomassaketens zijn onder andere:

- de fluctuatie in het aanbod van biomassa (gras, bermmaaisel, GFT, snoeihout, etc.);
- de heterogeniteit van de vrijkomende biomassa (nat, droog, zand, etc.);
- de beperkte mogelijkheden om te sturen in de samenstelling van reststromen;
- het beperkte aantal afzetmogelijkheden voor reststromen;
- de verschillende eisen die aan reststromen worden gesteld en die per verwerkingstechnologie kunnen verschillen.

Belangrijker nog dan de praktische hobbels, is dat een integrale aanpak van regionale biomassaketens een andere manier van denken vergt. Niet alleen de prijsvorming is belangrijk maar ook de mate waarin de verwerking van biomassa in een duurzaamheidsconcept past. Daar waar organisaties in gescheiden afdelingen opereren, is overleg nodig om voldoende afstemming

te bereiken. Zo'n aanpak vergt ook extra kennis van andere partijen, van de totale markt en van het betreffende beleidskader. Er is dus behoefte aan meer samenwerking tussen verwerkers van biomassa. De oplossing die men in gedachten heeft voor het bereiken van deze samenwerking is het opzetten van een zogenaamde biomassawerf, die als kapstok voor een integrale aanpak kan werken. De biomassawerf heeft als rol om bij de aanbodkant alle verschillende soorten biomassastromen te verzamelen, eventueel voor te bewerken en ze vervolgens voor de verwerkingskant te combineren tot deelstromen die telkens bruikbaar zijn voor een bepaald type verwerkingstechnologie. Zo'n rol heeft zowel logistieke- als regie-aspecten.

### **1.3 Doelstelling en aanpak van het onderzoek**

De doelstelling van dit onderzoek is het leveren van een conceptuele beschrijving van een Biomassawerf. De doelgroep van dit rapport bestaat uit alle mogelijke partijen die betrokken kunnen zijn bij het opzetten van regionale biomassaketens.

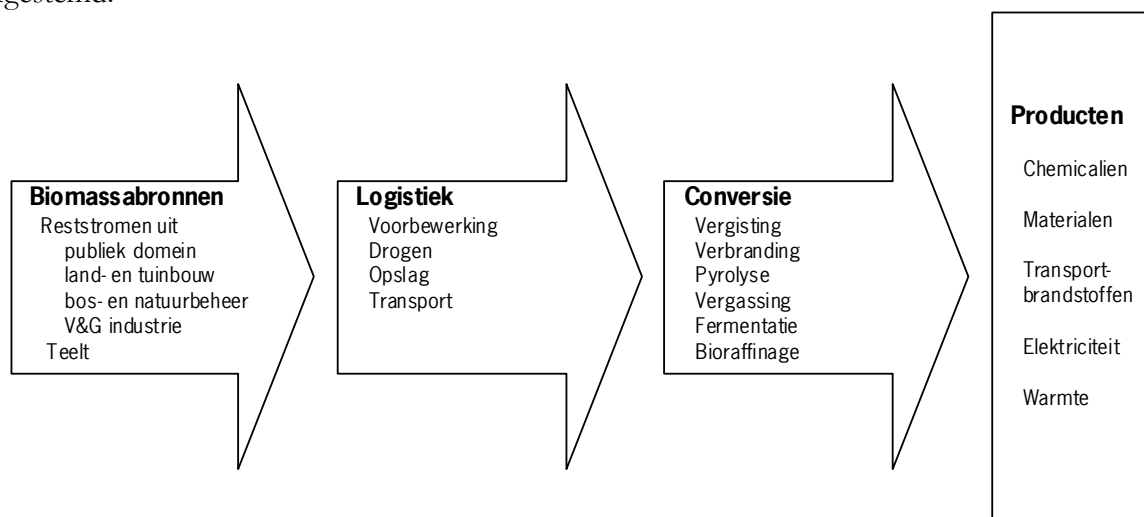
### **1.4 Leeswijzer**

Hoofdstuk 2 geeft een generieke beschrijving van de eigenschappen van verschillende soorten biomassa. In hoofdstuk 3 wordt beschreven hoe een Biomassawerf er conceptueel uit kan gaan zien in algemene zin.

## 2 Biomassaketens

### 2.1 Inleiding

Biomassa kan tot waarde worden gebracht door het opzetten van biomassaketens (Figuur 1). Een biomassaketen bestaat uit een aantal onderdelen, die optimaal op elkaar moeten worden afgestemd.



Figuur 1 Schematische weergave van een biomassaketen van bron tot eindproduct.

Aan het begin van de keten wordt biomassa met bepaalde karakteristieken aangeboden door verschillende typen biomassaleveranciers. De biomassa komt meestal in relatief kleine hoeveelheden verspreid over een regio vrij en moet daarom eerst worden ingezameld en opgespaard. Dit vraagt om een goede organisatie van de logistieke inzamelingstructuur. In de keten kan de biomassa vervolgens op centrale plaatsen worden voorbewerkt om gewenste specificaties te bereiken. Daarna kan biomassa worden opgeslagen om te drogen, maar opslag kan ook dienen als buffer tussen vraag en aanbod. Tenslotte wordt de ingezamelde biomassa door eindverwerkers via conversietechnologie omgevormd voor een bepaald gebruiksdoel (zoals elektriciteit, warmte, transportbrandstoffen, materialen en chemicaliën). Eindverwerkers zijn momenteel over het hele land verspreid en betrekken biomassa zowel uit Nederland als via import. Er komen echter meer en meer initiatieven om tevens invulling te geven aan regionale verwerking van biomassa. In de volgende paragrafen wordt kort ingegaan op de verschillende onderdelen van een biomassaketen.

## 2.2 Karakteristieken aanbod biomassastromen

### 2.2.1 Biomassatype

Er is een grote variëteit aan mogelijke biomassastromen. Biomassa voor non-food doeleinden komt beschikbaar in zeer veel verschillende typen. In Tabel 1 is een opsomming gegeven van mogelijke biomassastromen.

Tabel 1 Mogelijke regionale biomassastromen opgedeeld in vier mogelijke ontstaansvormen (naar Rabou et al., 2005; Annevelink et al., 2006).

| Primaire reststromen  | Secundaire reststromen   |  | Tertiaire reststromen   | Teelt   |
|---|--|--|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Stro</li> <li>• Hooi</li> <li>• Snoeiafval</li> <li>• Bermmaaisel</li> <li>• Maaisel natuurgebieden</li> <li>• Maaisel beheersgraslanden</li> <li>• Plagsel</li> <li>• Bagger</li> <li>• Riet</li> <li>• Dunningshout</li> <li>• GFT-afval</li> <li>• Grof tuinafval</li> <li>• Bladafval</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Afgekeurde aardappelen</li> <li>• Aardappelstoomschillen</li> <li>• Snijverlies vlokken/snippers</li> <li>• Aardappelpersvezel</li> <li>• Aardappeldiksap</li> <li>• Aardappeleiwit</li> <li>• Oliezadenschroot</li> <li>• Diermeel</li> <li>• Dierlijke vetten</li> <li>• Gebruikte oliën, vetten</li> <li>• Tarweconcentraat</li> <li>• Maisgluten</li> <li>• Tarwegries</li> <li>• Schroot/ schilfers bietenstaartjes</li> <li>• Natte bietenperspulp</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gedroogde bietenpulp</li> <li>• Bietmelasse</li> <li>• Graanspoeling</li> <li>• Bierbostel</li> <li>• Schoon resthout, afkorthout</li> <li>• Schoon resthout, zaagsel/krullen</li> <li>• Kippenmest</li> <li>• Runder- en varkensmest</li> <li>• Restvetten</li> <li>• Slib RWZI</li> <li>• Composteeroverloop</li> <li>• Papierslib</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Oud hout (A, B en C kwaliteit)</li> <li>• Oud papier en karton</li> <li>• Swill</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Miscantus</li> <li>• Wilg</li> <li>• Koolzaad</li> <li>• Gras</li> </ul> |

De beste mogelijkheden voor regio's in Nederland om biomassa te verwaarden liggen in eerste instantie bij het benutten van reststromen. Een hoofdindeling hiervoor is primaire-, secundaire- en tertiaire biomassareststromen. Primaire biomassareststromen komen vrij direct op de plaats

van ontstaan. Hieronder valt bijvoorbeeld stro, snoeiafval en gft-afval. Secundaire biomassa-reststromen ontstaan bij het centraal verwerken van biomassa tot een houtproduct (meestal voedsel of veevoer). Voorbeelden van secundaire biomassa-reststromen zijn aardappelstoomschillen en zaagafval. Tenslotte vallen onder tertiaire biomassa-reststromen die stromen die vrijkomen na een periode van gebruik, zoals resthout. Naast reststromen kan biomassa ook speciaal geteeld worden voor non-food doeleinden. Voorbeelden zijn energiegewassen zoals Miscanthus en biobrandstofgewassen zoals koolzaad. In Nederland is teelt echter de duurste vorm van biomassa-aanbod. Naast biomassa die regionaal beschikbaar komt, is het ook nog mogelijk om biomassa te importeren. Deze biomassa bestaat in principe uit dezelfde typen die hierboven beschreven zijn (reststromen en teelt). Vaak is echter al een voorbewerking uitgevoerd om transport en handling te vergemakkelijken.

### 2.2.2 *Kwaliteit biomassa*

Biomassa heeft specifieke eigenschappen, die van grote invloed zijn op de logistieke inrichting van de aanvoerketen (voorbeelden in Tabel 2):

- relatief lage massadichtheid;
- relatief hoog vochtgehalte;
- relatief lage energiedichtheid t.o.v. van andere brandstoffen (zoals b.v. kolen).

Tabel 2 Voorbeelden van verschillende kwaliteit van een aantal primaire biomassa-reststromen.

| Biomassa-stroom | Massadichtheid (kg/m <sup>3</sup> )      | Vocht gehalte (%) | Energie-inhoud (MJ/kg) |
|-----------------|--|-------------------|------------------------|
| Stro            | 400 (balen)                              | 15-20             | 16-17                  |
| Snoeiafval      | 100-200 (los)                            | 40-50             | 17-18                  |
| Bermgras        | 100-150 (los gestort)<br>500-600 (balen) | 50-70             | 5,5-9                  |
| GFT             | 300-500                                  | 60                | 2,5-3,5                |

Bovengenoemde waarden vormen typische waarden voor deze stromen. In het algemeen geldt echter dat de bandbreedte tamelijk groot is. Bovendien hebben vrijwel alle stromen in meer of mindere mate te maken met vervuiling dat per jaargetijde en per locatie echter sterk kan verschillen.

Het transporteren van lucht en water moet zo veel mogelijk voorkomen worden. Door de relatief lage massadichtheid kan het volume van de biomassa in sommige gevallen eerder beperkend zijn voor de beladingsgraad van het transportmiddel dan het gewicht van de biomassa. In zulke gevallen kan verdichten van biomassa een oplossing bieden, bijvoorbeeld het shredderen van deelstromen om de dichtheid te vergroten en daarmee transportkosten te verlagen. Bij het transport van biomassa met een hoog vochtgehalte wordt relatief veel water vervoerd. Bij langere



transportafstanden kan het daarom rendabel worden om de biomassa eerst (gedeeltelijk) te drogen. De relatief lage energiedichtheid van ruwe biomassa kan worden verhoogd door bepaalde voorbereidingstappen uit te voeren zoals torrefactie of pyrolyse. Deze processen vragen echter wel een bepaalde schaalgrootte om rendabel te kunnen zijn. De kosten en baten hiervan dienen per specifieke keten te worden gezien. Voor biomassatypen met een lage dichtheid en een hoog vochtgehalte genieten korte, regionale biomassaketens al snel de voorkeur. Voor zulke regionale concepten spelen logistieke belemmeringen namelijk een kleinere rol.

### 2.2.3 *Fluctuaties in aanbod en ruimtelijke spreiding*

Het aanbod van verschillende biomassatypen fluctueert sterk in de tijd. Bepaalde biomassasoorten zoals gras en bermgras kunnen enkele keren gedurende het seizoen worden geoogst. Het moment van vrijkomen van primaire reststromen, die gekoppeld zijn aan de teelt van een agrarisch hoofdproduct, hangt sterk samen met het oogstmoment. Andere primaire reststromen zoals gft-afval en mest kennen weer een ander beschikbaarheidspatroon namelijk meer gelijkmatig verspreid over het jaar, hoewel van gft-afval beduidend meer in de zomer vrijkomt dan in de winter. Onderhoud van bos- en natuurgebieden heeft weer een ander eigen ritme, waarbij de biomassa vooral buiten het broed- en groeiseizoen vrijkomt (ruwweg november tot maart). Secundaire reststromen zijn weliswaar meer verspreid over het jaar, maar soms toch ook gekoppeld aan het oogstseizoen (denk bijvoorbeeld aan de suikerbietencampagne). Ook de aangeboden hoeveelheden kunnen variëren, afhankelijk van gewasopbrengsten in een bepaald jaar of de productiecapaciteit van de activiteiten die secundaire en tertiaire reststromen leveren. De teelt van biomassa kent in Nederland een bepaald groeiseizoen en is in veel gevallen pas aan het einde daarvan geschikt om te worden geoogst. Per geteelde biomassasoort kunnen deze oogsttijdstippen nog wel variëren. Zo worden eenjarige gewassen zoals granen en bieten meestal in de herfst geoogst. Meerjarige energiegewassen zoals wilg en Miscanthus worden vaak pas later geoogst n.l. in de winter of het voorjaar. Dit alles leidt tot pieken en dalen, en een grote spreiding in het moment van het beschikbaar komen van biomassa. Dit vraagt om een goede logistieke planning van de aanvoerstromen om een jaarrond productie van de eindverwerking te kunnen garanderen. Een gelijkmatiger aanbod kan bijvoorbeeld worden bereikt door een mix van biomassastromen met ieder een eigen moment van vrijkomen te combineren, maar ook door biomassa gedurende een bepaalde tijd op te slaan om zo pieken weg te werken.

### 2.2.4 *Kleine, sterk verspreide vrijkomende hoeveelheden*

Een ander logistiek probleem is dat de biomassa meestal in relatief kleine hoeveelheden beschikbaar komt, sterk verspreid over een regio. Er is nu eenmaal een limiet aan de opbrengst van biomassa per hectare. Dat geldt zowel voor geteelde gewassen, als bos- en natuurgebieden, maar bijvoorbeeld ook voor de hoeveelheid bermgras of te snoeien materiaal in stadstuinen. Typische waarden voor bijvoorbeeld natuurterreinen, bermen en bos- en landschapselementen liggen tussen 2-8 ton droge stof per hectare afhankelijk van het type beheer. In al deze gevallen ligt het oogstbare gedeelte wezenlijk lager dan 100%. Voor geteelde gewassen en productiebossen liggen zowel de opbrengst als oogstbaarheid op een hoger niveau. Kortom in een logistieke

biomassaketen worden ‘kleine’ hoeveelheden biomassa getransporteerd naar centrale verzamelplaatsen en wordt de biomassa steeds verder samengevoegd tot grotere partijen, die dan op een bepaald moment in de keten (voor)bewerkt kunnen worden. De biomassa kan hierbij regionaal worden aangevoerd, maar ook nog worden aangevuld met biomassa van buiten de regio (import). Een minimale schaalgrootte die hiermee bereikt moet worden, omvat enkele duizenden tonnen per jaar, mede afhankelijk van de intensiteit van de bewerkingen.

### 2.3 Typen biomassaleveranciers

Afhankelijk van het type biomassa kunnen verschillende typen leveranciers worden onderscheiden. Deze leveranciers zijn opgenomen in Tabel 3. In de meeste gevallen zijn deze partijen de eigenaar van de biomassa(rest)stroom. Op dit moment is het belangrijkste doel voor veel partijen om zich op een goedkope manier van biomassareststromen te ontdoen. Vaak betaalt men nu stortings- en/of verwerkingskosten en is men op zoek naar andere verwerkingwijzen, die minder kosten of zelfs opbrengsten genereren. Er zijn echter ook biomassareststromen zoals gewasresten en dunningshout die op het moment nog helemaal niet worden verwijderd en gewoon achterblijven op de bronlocatie. Hiervoor kunnen te hoge verwerkingskosten een reden zijn, maar ook landbouw- of bosbouwkundige redenen (zoals het in stand houden van de kwaliteit van de bodem).

Tabel 3 Typen biomassaleveranciers opgedeeld naar de vier mogelijke biomassastromen.

| Primaire reststromen  | Secundaire reststromen  | Tertiaire reststromen   | Teelt   |
|---|---|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gemeenten (openbaar groen en gft-afval)</li> <li>• Rijkswaterstaat (wegonderhoud)</li> <li>• Provincies</li> <li>• Organisaties voor landschapsonderhoud</li> <li>• Landbouwers (reststromen)</li> <li>• Bosbouworganisaties (dunningshout)</li> <li>• Natuurbeheersorganisaties</li> <li>• Waterschappen</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Voedings- en genotmiddelen-industrie</li> <li>• Veevoerindustrie</li> <li>• Papier- en kartonindustrie</li> <li>• Biomassa inzamelaars en -verwerkers</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Organisch afvalinzamelaars en -verwerkers</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Landbouwers (teelt energiegewassen)</li> <li>• Bosbouw-organisaties (energiehout)</li> </ul> |

Voor geteelde biomassa geldt overigens dat deze biomassa alleen geleverd zal worden wanneer de producent hiermee een redelijk inkomen kan verwerven. De grote verscheidenheid aan biomassaleveranciers vraagt om samenwerking en regie bij het logistiek verwerken van de biomassastromen.

## 2.4 Logistiek en inzameling van biomassa in de keten

De logistieke ontsluiting en inzameling van biomassa in een keten (Figuur 1) vraagt aparte aandacht. Biomassa ontstaat meestal op verspreid liggende locaties en moet worden verzameld, getransporteerd en opgeslagen. De opslagvorm op de nader te kiezen locaties in het logistieke netwerk kan verschillen. Zo kan opslag bijvoorbeeld overdekt of in de open lucht plaatsvinden en rechtstreeks op de bodem of op een verharde ondergrond. De keuze voor een bepaalde opslagvorm hangt naast technische redenen, vooral af van de vraag of de extra kosten (bijvoorbeeld van het overdekken) opwegen tegen de extra baten (bijvoorbeeld van de hogere netto energie-opbrengst bij drogere biomassa).

Biomassa vraagt in de logistieke keten meestal een bepaalde combinatie van bewerkingen zoals:

- verkleinen (chippen, chunken, malen; €10-20 per ton input);
- verdichten (balen, pelletiseren, briquetteren; ± €35 per ton input);
- drogen (natuurlijk, geforceerd, thermisch; €5-10 tot €45 per ton voor geforceerd drogen);
- inkuilen (€5-10 per ton);
- voorbewerken/ontsluiten (toevoeging van chemicaliën, of enzymen).

De meest waarschijnlijke transportvorm voor het inzamelen van biomassa is vervoer over de weg, in ieder geval voor de aanvoer naar centrale verzamelpunten. Voor afvoer vanaf zulke punten komen verschillende transportmodaliteiten in aanmerking, n.l. wegtransport, rail en binnenvaart en op enkele locaties zelfs zeevaart. Knooppunten van modaliteiten zijn van belang om een optimale keuze te kunnen maken voor een bepaalde transportvorm.

Al met al moet de logistieke organisatie op een integrale wijze rekening houden met technische- en maatschappelijke randvoorwaarden vanuit de gehele keten (zoals biomassa-eigenschappen, eisen vanuit de conversietechniek en de wens van buurtbewoners om zo min mogelijk hinder van transportbewegingen te ondervinden).

## 2.5 Vraag naar biomassa door eindverwerkers

Behalve als bron voor voedsel en veevoer kan biomassa ook dienen als basis voor verschillende non-food productgroepen (Figuur 1):

- chemicaliën;
- materialen;
- transportbrandstoffen;
- elektriciteit;
- warmte.

Bij de productgroepen elektriciteit, warmte en biotransportbrandstoffen is biomassa een energiedrager. Voor de productie van elektriciteit en warmte zijn op het moment de volgende thermochemische (verbranding) en biochemische (co-vergisting) conversiesystemen beschikbaar, die zijn gebaseerd op bewezen technologie:

- bij- en meestoken in (kolen)centrales;
- houtkachels bij bedrijven;
- houtkachels bij huishoudens;
- overige biomassaverbranding (o.a. biomassacentrales, cementovens, etc.);
- afvalverbrandingsinstallaties (AVI's);
- stortgas;
- RWZI biogas (uit rioolwaterzuiveringsinstallaties);
- overig biogas (mest- en co-vergisting en gft-vergisting).

Verbranding is een thermisch proces waarbij materiaal met een overmaat zuurstof (lucht) wordt verhit waarbij het omgezet wordt in CO<sub>2</sub> (kooldioxide) en H<sub>2</sub>O (water). Het hete gas dat daarbij ontstaat kan worden gebruikt om elektriciteit op te wekken met een stoomturbine (ECN, 2009). Bij anaerobe vergisting wordt een methaanrijk biogas geproduceerd door bacteriën in een afgesloten, zuurstofloze ruimte. Dit biogas kan in een gasmotor worden omgezet in duurzame energie (elektriciteit en warmte) of het kan worden opgewerkt tot aardgaskwaliteit.

In de komende jaren zal dit nog worden uitgebreid met nieuwe conversietechnologie zoals:

- pyrolyse;
- vergassing;
- torrefactie;
- conversie naar bioethanol;
- HTU.

Een beschrijving van deze technologievormen is te vinden bij ECN (2009). Pyrolyse is een thermisch proces waarbij materiaal ontleedt in de afwezigheid van zuurstof. Pyrolyse vindt plaats bij temperaturen vanaf ongeveer 300°C en levert een gas en in hoofdzaak een

olie-achtig koolstofrijk product op waaruit energie kan worden opgewekt. Vergassing is een thermisch proces waarbij het materiaal ontleedt in de aanwezigheid van een geringe hoeveelheid zuurstof. Die hoeveelheid zuurstof wordt zo gekozen dat het proces voldoende warmte levert om op gang te blijven. Typische temperaturen bij de vergassing van biomassa liggen tussen de 800-1000°C. Vergassing levert een gas op dat kan worden gebruikt om energie mee op te wekken. Torrefactie is een milde vorm van pyrolyse bij maximaal 300°C waarin biomassa zodanig wordt behandeld dat het wordt gehomogeniseerd en zeer eenvoudig is te verpoederen. Bij de productie van bioethanol uit lignocellulose-houdende biomassa vindt eerst omzetting plaats van cellulose en hemi-cellulose naar suikers. Dit vrijmaken van de suikers kan enzymatisch of onder hoge druk en temperatuur. De vrijgekomen suikers kunnen vervolgens via fermentatie worden omgezet in bioethanol. De conversietechnologie HTU, ofwel Hydro Thermal Upgrading wordt alleen in Nederland ontwikkeld, en is speciaal ontworpen om natte biomassa om te zetten in een vloeistof die lijkt op ruwe olie, meestal 'biocrude' genoemd. Al deze conversiesystemen stellen bepaalde eisen aan de aangeleverde biomassa. Om aan die eisen te kunnen voldoen is vaak een voorbereidingstap noodzakelijk ergens in de logistieke keten (zie paragraaf 2.4). Alle bovengenoemde technologieën zijn nog in ontwikkeling en grootschalige installatie zijn schaars. De verwachting is dat de beschikbaarheid van grotere installaties in Nederland nog zeker 3-5 jaar op zich laat wachten en in sommige gevallen langer.

Bioraffinage is de duurzame verwerking van biomassa tot een spectrum aan vermarktbaar producten en energie (Van Ree & Annevelink, 2007). Het doel van bioraffinage is om biomassa optimaal te scheiden in afzonderlijke componenten, die individueel vermarkt kunnen worden ofwel direct na het scheiden ofwel na verdere behandeling (biologisch, thermo-chemisch of chemisch). Bioraffinage gaat verder dan het produceren van een enkel hoofdproduct zoals biobrandstoffen of elektriciteit en warmte. Grasraffinage is een concreet voorbeeld van bioraffinage. Dit is gebaseerd op het uitpersen van verse biomassa (geteeld gras, bermgras of gras uit natuurgebieden). Dit geeft een vezelrijke perskoek en een perssap, rijk aan nutriënten. Specifiek voor dit type bioraffinage is dat het gaat om vers materiaal. Daarom moeten er speciale maatregelen worden genomen, b.v. het snel verwerken van de biomassa, of het gebruik van conserveringsmethoden (b.v. inkuilen) om bederf te voorkomen. De vezels kunnen worden gebruikt voor de productie van papier. Uit het sap kunnen eiwitten worden geïsoleerd. De overgebleven suikers en aminozuren kunnen tenslotte dienen als basis voor fermentatie naar bioethanol.

Tabel 4 geeft een overzicht van mogelijke producten in de groepen transportbrandstoffen, materialen en chemicaliën op basis van biomassastromen. De productgroep materialen wordt nu vaak ook al uit biomassa geproduceerd, denk aan de papier en kartonindustrie. Hieronder vallen echter ook relatief nieuwe producten zoals bioplastics, die een enorme vlucht kunnen gaan nemen. De productgroep chemicaliën is erg interessant omdat ze veelal een hogere financiële opbrengst genereren (t.o.v. de andere productgroepen) en omdat de productie via de

petrochemische route meestal veel meer energie kost dan via een bioraffinageroute. Daarbij wordt zoveel mogelijk gebruik gemaakt van waardevolle componenten en verbindingen die al in de biomassa aanwezig zijn. Voor de productie van chemicaliën is echter maar een gedeelte van de biomassa nodig, zodat reststromen van het productieproces vrijkomen voor de productie van biobrandstoffen, elektriciteit en warmte.

Tabel 4 Overzicht potentiële biobased producten in de vorm van materialen, stoffen of bouwstenen (Nowicki et al., 2008).

| Producten        |                            |                |
|------------------|----------------------------|----------------|
| Additieven       | Eiwitten                   | Polymeren      |
| Agrochemicaliën  | Enzymen                    | Pulp en papier |
| Basischemicaliën | Farma en 'neutraceuticals' | Suikers        |
| Biodiesel        | Huiden en leer             | Verf en inkt   |
| Bioethanol       | Hout                       | Vezels         |
| Biomassa         | Lijmen                     | Weefsels       |
| Chemicaliën      | Oliën en vetten            | Zetmeel        |
| Cosmetica        | Oplos- en wasmiddelen      |                |

## 3 Het concept biomassawerf

### 3.1 Definitie biomassawerf

Een biomassawerf is een logistiek concept, waarbij verschillende soorten biomassa op een centrale plaats in een regio worden verzameld en ter plaatse worden bewerkt tot tussenproduct en soms ook worden omgezet in een eindproduct (vrij naar Spijker et al., 2007, de Vries et al., 2008 en Kuiper, 2004). Alternatieve termen zijn : biobank, logistiek centrum biomassa, en in het Engels: biomass yard. Het gaat bij een biomassawerf om efficiënte verwijdering en verwerking van biomassa zowel in termen van financiën als in termen van milieurendement. Een biomassawerf heeft als rol om bij de aanbodkant alle verschillende soorten biomassastromen in te zamelen, eventueel voor te bewerken en ze vervolgens voor de vraagkant (eindverwerking) te combineren tot biomassastromen op specificatie, die bruikbaar zijn voor een bepaald type verwerkingstechnologie. De rol van een biomassawerf heeft zowel technisch/logistieke- als regie-aspecten. In sommige gevallen kan de eindverwerking (b.v. via een vergistingsinstallatie) ook op het terrein van de biomassawerf plaatsvinden. Dit valt echter niet standaard onder de rol van een biomassawerf.

Vooraf in het buitenland en met name in Duitsland wordt al langer nagedacht over het concept biomass yard (Schweinle et al., 2004 & 2007). Vaak ontstaan dergelijke biomassawerven daar vanuit de traditionele houthandel en -logistiek. Voorbeelden van biomassawerven in Duitsland zijn de Biomass Yard Achental, Chiemgau en de Biomass Yard Oberlausitz. In de Eemshaven bestaan plannen om een grootschalige biomassawerf op te zetten, die regionale biomassa moet gaan verwerken in combinatie met geïmporteerde biomassa (Oldenburger & Kuiper, 2005; Provincie Groningen, 2005). Een exact vergelijkbaar concept als in deze rapportage bedoeld, waarbij import niet direct een rol speelt, is in Nederland eigenlijk nog niet voorhanden. Anderzijds nemen veel groenverwerkers op het moment al wel allerlei biomassastromen in (groenafval, grof tuinafval, hout, snoeiafval, etc.) en voeren hierop bewerkingen uit. Denk onder meer aan Bruins & Kwast in Goor. Dit zijn eigenlijk biomassawerven avant la lettre.

### 3.2 Taken biomassawerf

Een biomassawerf heeft verschillende taken:

- regionaal inzamelpunt vormen voor een veelsoortig biomassa-aanbod;
- maximale toegevoegde waarde leveren;
- samenstellen gewenste brandstofmix;
- opslag als buffer tussen aanbod en vraag: overbruggen seizoensfluctuaties, waardoor er een betere spreiding komt van het aanbod van biomassa over het jaar;
- logistieke kosten optimaliseren;

- efficiënte schaalgrootte bereiken, waardoor investeringen in voorbewerkingsinstallaties rendabel worden;
- flexibel kunnen inspelen op veranderingen in de markt;
- overslag mogelijk maken tussen verschillende modaliteiten;
- regie voeren over de biomassastromen in een keten;
- rol bij het certificeren van biomassa (kwaliteit en duurzaamheid).

Het inpassen van een biomassawerf in de biomassaketen levert een integrale aanpak van de inzameling en distributie van biomassa en leidt tot veel betere waardeketens. Bij de aanbodkant kan een biomassawerf optimaal allerlei verschillende soorten biomassastromen verzamelen, eventueel voorbewerken en vervolgens kan men biomassa voor de verwerkingskant naar behoefte combineren tot deelstromen, die telkens bruikbaar zijn voor een bepaald type verwerkingstechnologie. Een biomassawerf zal een combinatie van verschillende handelingen (laten) uitvoeren om haar taken te vervullen. Deze staan opgesomd in Tabel 5.

Tabel 5 Mogelijke handelingen op een biomassawerf.

| Technische functie  | Regie functie   |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Scheiden</li> <li>• Wassen</li> <li>• Upgraden</li> <li>• Mengen</li> <li>• Drogen</li> <li>• Uitzeven</li> <li>• Zuiveren (b.v. metaaldeeltjes verwijderen uit oud hout)</li> <li>• Verkleinen, deeltjesgrootte reductie</li> <li>• Vergroten</li> <li>• Verdichten</li> <li>• Verpulveren</li> <li>• Homogeniseren</li> <li>• Overslag: lossen en laden</li> <li>• Opslag</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kwaliteitscontrole</li> <li>• Beheren biomassastromen</li> <li>• Handel in biomassa</li> <li>• Transport regelen (inzamelen en/of distributie)</li> <li>• Logistieke planning</li> <li>• Marktvorming</li> </ul> |

Een goede beschrijving van taken en verantwoordelijkheden is noodzakelijk. Indien de markt bepaalde werkzaamheden niet kan of wil verrichten i.v.m. onvoldoende economisch rendement,



moeten overheden wellicht in het gat springen om zo zaken van de grond te krijgen, die een verbetering leveren wat betreft milieurendement. Dat betekent een stevige inbreng van overheidsorganisaties in een Biomassawerf.

### 3.3 Inrichting en organisatie biomassawerf

In het voortraject van het opzetten van een biomassawerf moeten eerst verschillende meer algemene stappen worden gezet:

- haalbaarheidstudie uitvoeren;
- partners benaderen;
- regievorm kiezen: welke partij, wat regelen, etc.;
- samenwerking leveranciers biomassa in een regio: bij aanbod, inzameling & verwerking;
- marktstudie uitvoeren: wie heeft in de regio behoefte aan welk type biomassa (specificaties);
- concurrentie analyse uitvoeren;
- de plaats van de biomassawerf in de gehele biomassaketten bekijken;
- businessplan schrijven;
- aanleg gefaseerd? starten met pilot experiment?

Na een besluit tot het daadwerkelijk opzetten van een biomassawerf, moet vervolgens een aantal vragen in meer detail worden beantwoord:

- wat is een geschikte locatie?
- groot of kleinschalig?
- benodigde oppervlakte?
- biomassadoorzet per jaar?
- welke voorbewerkingstechnologie?
- kan biomassa bijdragen aan eigen energievoorziening?
- aan welke bestaande faciliteiten kan gekoppeld worden?
- is er een goede verbinding met de omliggende transportinfrastructuur?
- welke milieu- en overige vergunningen zijn noodzakelijk (o.a. voor opslag)?

Bij de geschiktheid van een locatie kunnen verschillende overwegingen een rol spelen, zoals de afstand tot de biomassabronnen, de afstand tot de eindverwerkers en de combinatiemogelijkheden met andere bedrijfsactiviteiten zoals bijvoorbeeld afvalinzameling. Echter ook de mogelijkheden om een terrein te kunnen verwerven en het gemeentelijk industrieel vestigingsbeleid spelen een rol. Daar waar mogelijk houdt de biomassawerf rekening met de bestaande infrastructuur. Er zijn bijvoorbeeld al diverse groenverwerkers die een deel van de taken van de biomassawerf kunnen vervullen. Deze kunnen als loonwerker of als partner in de biomassawerf participeren.

De schaal en de oppervlakte van een biomassawerf hangen sterk samen met de geschatte biomassadoorzet per jaar/maand en de vraag of de biomassastromen al dan niet gedurende langere tijd dienen te worden opgeslagen. Mede bepalend voor de schaal is ook de hoeveelheid biomassadoorzet die noodzakelijk is om de benodigde vormen van voorberekingsapparatuur rendabel te kunnen laten draaien. Het is de vraag of men gedeeltelijk nieuwe technologie kiest of vooral vertrouwt op bewezen technologie. Dit hangt ook weer samen met het te verwerken biomassatype. Technologie voor het behandelen van hout is bijvoorbeeld relatief eenvoudig en bewezen. Aan de andere kant is het aanbod van grasachtige materialen aanzienlijk en groeiend.

Wegtransport is het meest waarschijnlijk voor de aanvoer van biomassastromen naar de biomassawerf. Voor afvoer vanaf de biomassawerf kunnen (afhankelijk van de gekozen locatie) echter verschillende transportmodaliteiten in aanmerking komen, n.l. wegtransport, rail en binnenvaart en op enkele locaties zelfs zeevaart. Hierin liggen mogelijkheden om de logistieke kosten verder te optimaliseren en andere (verder gelegen) klanten te bedienen met resterende biomassastromen die regionaal niet verwerkt kunnen worden.

Het vergunningentraject is sterk afhankelijk van de verschillende biomassatypen die men van plan is te gaan verwerken op de biomassawerf. Het valt aan te bevelen om een zo breed mogelijke milieuvergunning te verkrijgen zodat men in de loop der tijd flexibel blijft wat betreft de te behandelen biomassatypen. Een ander aspect is het beperken van stankoverlast in de buurt van bebouwde omgeving.

### **3.4 Sterkte-zwakte analyse van het Biomassawerf concept**

In Tabel 6 zijn sterke en zwakke punten van het concept biomassawerf beschreven, en ook kansen en bedreigingen vanuit de omgeving van een biomassawerf. Vernieuwend aan het concept biomassawerk is de onderlinge samenwerking tussen aanbieders van biomassa en de samenwerking met verwerkers van biomassa. Een biomassawerf is de verbindende factor in deze samenwerking. Een biomassawerf biedt kansen voor regionale kleine kringlopen. Hierbij gaat het vooral om het opwaarderen van biomassareststromen. Maatschappelijke meerwaarde wordt gecreëerd door allerlei regionale duurzaamheidsinitiatieven aan een biomassawerf te koppelen, zoals bijvoorbeeld een woonwijk met bioenergievoorziening, zwembadverwarming met biomassa, stad- en streekvervoer op biobrandstoffen, educatieprojecten en het stimuleren van houtkachels.

Tabel 6 SWOT-analyse biomassawerf concept

| Sterkte  | Zwakte  |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verschillende typen biomassa(rest)stromen kunnen worden verwerkt en gebundeld</li> <li>• Veel kennis beschikbaar bij organisch afval inzamelaars</li> <li>• Logistiek van biomassastromen kan worden geoptimaliseerd</li> <li>• De kwaliteit van de biomassa kan goed worden gestuurd</li> <li>• Decentrale productie en verwerking tot tussenproducten (minder logistieke kosten)</li> <li>• Gemakkelijker voldoen aan eisen van de eindverwerkers</li> <li>• Gebruikt bewezen technologie</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Veel oppervlakte nodig voor opslag</li> <li>• Nog onvoldoende ervaring met specifieke vergunningverlening</li> <li>• Het kan onduidelijk zijn wie de leading partner is</li> </ul>   |
| Kans   | Bedreiging  |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Diverse instanties (b.v. gemeenten) zoeken naar decentrale productievormen van duurzame energie i.v.m. energieneutraliteit (kleine kringlopen)</li> <li>• Veehouderij zoekt duurzame verwerkingsmogelijkheden voor mest</li> <li>• Garanties leveren voor de continue beschikbaarheid van biomassastromen</li> <li>• Verse biomassa moet snel worden verwerkt in verband met bederfelijkheid</li> <li>• Samenwerking opzetten tussen de aanbieders van verschillende typen biomassaleveranciers</li> <li>• Behoeft aan biomassa voor productie van tweede generatie biobrandstoffen</li> <li>• Vraag naar ecologisch natuur- en landschapsbeheer</li> <li>• Garanties gevraagd voor duurzaamheid</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Beperkingen in wet- en regelgeving rond handling van biomassa(rest)stromen</li> <li>• Onvoldoende verwaardingsmogelijkheden voor alle biomassastromen beschikbaar</li> <li>• Discussie over duurzaamheidsaspecten biomassa mogelijk ongecontroleerd</li> </ul> |

## Literatuur

Annevelink, E., R.R. Bakker & M.J.G. Meeusen, 2006.

Quick scan kansen op het gebied van biobrandstoffen; met de nadruk op de agro-sector, Wageningen UR, Agrotechnology & Food Sciences Group, Rapport 619, 81 pp.

ECN, 2009.

Beschrijving thermische conversietechnologieën. [www.verbranding.nl](http://www.verbranding.nl); [www.pyrolyse.nl](http://www.pyrolyse.nl); [www.vergassing.nl](http://www.vergassing.nl); [www.ecn.nl](http://www.ecn.nl).

Innovatienetwerk Groene Ruimte en Agrocluster, 2005.

Grasol; een haalbaarheidstudie. Rapport, 50 pp.

Kuiper, L., 2004

Large scale physical pre-treatment of biomass at a central yard. Biomassa-upstream Stuurgroep, Yearbook 2004 and 2005, 16-20.

Nowicki, P., M. Banse, C. Bolck, H. Bos & E. Scott, 2008.

Biobased economy; State-of-the-art assessment, LEI, Den Haag, Report 6.08.01, 66 pp.

Oldenburger, J. & L. Kuiper, 2005

Grootschaliger biomassawerf bij Groningen Seaports; terugrapportage over de workshop. Rapport Biomassa-upstream Stuurgroep, 7 pp.

PGG, 2007

Groenboek energietransitie. Platform Groene Grondstoffen, 144 pp.

Provincie Groningen, 2005

Provinciaal klimaat/CO2 programma. Provincie Groningen, Nota, p 24.

Rabou, L.P.L.M., E.P. Deurwaarder, H.W. Elbersen & E.L. Scott, 2006.

Biomassa in de Nederlandse energiehuishouding in 2030, Platform Groene Grondstoffen, Rapport, 54 pp.

Spijker, J.H., H.W. Elbersen, J.J. de Jong, C.A. van den Berg & C.M. Niemeijer, 2007

Biomassa voor energie uit de Nederlandse natuur. Alterra, Rapport 1616, 61 pp.

Schweinle, J. & U. Tuch, 2007

Biomassehöfe – Mittler zwischen Waldbesitzer und Verbraucher. Ein Modell für die Optimierung der Energieholzbereitstellung. BFH/Nachrichten 1/2007, 1 pp.

Schweinle, J., 2004

Biomassenhöfe – Mittler zwischen Waldbesitzer und Verbraucher - Ein Modell für die Optimierung der Energieholzbereitstellung. BFH/Nachrichten 4/2004, 1 pp.

Van Ree, R & E. Annevelink, 2007

Status Report Biorefinery 2007. Agrotechnology & Food Sciences Group. Report 847.

Vries, B. de, A. de Jong, R. Rovers, F. Haccoû, J. Spijker, C. van den Berg, C. Niemeijer, D.

Frank en J. Westerink, 2008

Energie à la Carte; De potentie van biomassa uit het landschap voor energiewinning. Alterra, Rapport 1679, 89 pp.

## Dankbetuiging

De reacties op het biomassawerf concept vanuit het tweede Regionale Biomassa Ommen overleg op 17 oktober 2008 waren zeer nuttig, waarvoor dank aan de deelnemers.

Tenslotte gaat mijn speciale dank uit naar Judith Westerink (Alterra) en Robert Jan Saft (ROVA) voor het kritisch bestuderen van het conceptrapport en voor hun waardevolle suggesties en aanvullingen. Dit heeft zeker bijgedragen aan het verbeteren van de kwaliteit van de inhoud, maar ook aan de leesbaarheid van dit rapport.