



Biomassa voor energie in de Stadsregio Arnhem-Nijmegen

Ontwikkeling van een strategie voor biomassa uit bos, natuur en landschap

Alterra-rapport 2095
ISSN 1566-7197

J.H. Spijker, E.A. de Vries en J.T.P. Derksen

Biomassa voor energie in de Stadsregio Arnhem-Nijmegen

Biomassa voor energie in de Stadsregio Arnhem-Nijmegen

Ontwikkeling van een strategie voor biomassa uit bos, natuur en landschap

J.H. Spijker ¹
E.A. de Vries ¹
J.T.P. Derksen ²

1 Alterra

2 Bio-based Business Professionals

Alterra-rapport 2095

Alterra, onderdeel van Wageningen UR
Wageningen, 2010

Referaat

Spijker, J.H., E.A. de Vries en J.T.P. Derksen, 2010. *Biomassa voor energie in de Stadsregio Arnhem-Nijmegen; Ontwikkeling van een strategie voor biomassa uit bos, natuur en landschap*. Wageningen, Alterra, Alterra-rapport 2095. 92 blz.; 14 fig.; 11 tab.; 41 ref.; 6 bijlagen

De Stadsregio Arnhem-Nijmegen heeft behoefte aan een strategie voor de optimale inzet van biomassa uit natuur en landschap voor energie-opwekking. In dit rapport wordt inleidend het huidige aandeel duurzame energie in Nederland en de beleidsopgave uiteengezet. Daarna wordt aangegeven dat er legio kansen zijn voor oogst van biomassa uit het landschap, waarbij wel gewezen wordt op het belang van cascadering. Cascadering houdt in dat biomassa zo hoogwaardig mogelijk wordt weggezet, en dus pas in laatste instantie voor energie-opwekking. Grote kansen doen zich voor bij reststromen die nu nog als afval kunnen worden beschouwd. De houtige reststromen kunnen direct worden ingezet voor warmte-opwekking, de grazige reststromen voor vergisting. Het rapport sluit af met een aantal aanbevelingen voor de Stadsregio.

Trefwoorden: biomassa, landschap, biogas, duurzame energie, transportbrandstoffen, houtkachels

ISSN 1566-7197

Dit rapport is gratis te downloaden van www.alterra.wur.nl (ga naar 'Alterra-rapporten'). Alterra Wageningen UR verstrekt geen gedrukte exemplaren van rapporten. Gedrukte exemplaren zijn verkrijgbaar via een externe leverancier. Kijk hiervoor op www.boomblad.nl/rapportenservice.

© 2009 Alterra Wageningen UR, Postbus 47; 6700 AA Wageningen; Nederland
Telefoon 0317 48 07 00; fax 0317 41 90 00; e-mail info.alterra@wur.nl

Niets uit deze uitgave mag worden veeveelvoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze ook zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Alterra Wageningen UR.

Alterra B.V. aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit het gebruik van de resultaten van dit onderzoek of de toepassing van de adviezen.

Alterra-rapport 2095

Wageningen, december 2010

Inhoud

Samenvatting	7
Leeswijzer	11
1. Inleiding	13
1.1 Aanleiding	13
1.2 Gebiedsbeschrijving	13
1.3 Doelstelling	14
1.4 Methode	14
2. Setting	17
2.1 Klimaatverandering	17
2.2 Mitigatie versus adaptatie	17
3. Beleidskader	19
3.1 Internationale kader	19
3.1.1 EU	19
3.2 Nationale kader	19
3.2.1 Landelijk	19
3.2.2 Provinciaal	20
3.3 Beleidskader van de Stadsregio Arnhem-Nijmegen	20
4. Huidige situatie gebruik biomassa in Nederland en in de Stadsregio Arnhem-Nijmegen	23
4.1 Stand van zaken duurzame energie Nederland in 2009 en toepassing biomassa uit landschap	23
4.2 Duurzaamheid biomassa	25
4.3 Aanbod van biomassa uit landschap in de stadsregio	26
5. Algemene kansen voor biomassa uit landschap	29
5.1 Welke kansen liggen er?	29
5.1.1 Biomassa uit landschap	29
5.1.2 Biobased Economy	29
5.1.3 Bio-raffinage en cascadering	31
5.2 Ontwikkeling van transportbrandstoffen	32
5.2.1 Biobrandstof van de eerste generatie	36
5.2.2 Biobrandstof van de tweede generatie	36
5.2.3 Pyrolyse	37
5.2.4 Algen	37
5.2.5 Goed functioneren van landschap, stedelijk groen en bermen	38
5.2.6 Agrobusinessparken	38

6.	Meer uitgewerkte mogelijke opties voor de Stadsregio	39
6.1	Keuze van de opties	39
6.2	Biogas als transportbrandstof	39
6.2.1	Beoordeling van biogas	40
6.2.2	Samenvattend oordeel en SWOT biogas	51
6.3	Houtige biomassa	53
6.3.1	Beoordeling van houtige biomassa	53
6.3.2	Samenvattend oordeel en SWOT houtige biomassa	64
6.4	Rol voor de stadsregio	65
7.	Aanbevelingen	69
7.1	Aanbevelingen voor implementatie van biogas en hout	69
7.1.1	Implementatie biogasproductie als transportbrandstof	69
7.1.2	Benutting houtige biomassa voor decentrale warmte en energieproductie.	70
7.2	Aanbevelingen voor de Stadsregio Arnhem-Nijmegen	70
	Literatuur	73
	Bijlage 1 Startnotitie workshop van 10 september 2009	77
	Bijlage 2 Verslag workshop (co)vergisting van biomassa	79
	Bijlage 3 Verslag workshop houtstromen	81
	Bijlage 4 Verslag van de studiereis naar Duitsland	85
	Bijlage 5 Afwegingskader voor criteria haalbaarheid opties biomassa voor stadsregio	87
	Bijlage 6 Vergelijkend overzicht van de kenmerken van diverse alternatieve brandstoffen (North Carolina Solar Center USA)	91

Samenvatting

Onderzoeksvraag Stadsregio Arnhem-Nijmegen

De Stadsregio Arnhem-Nijmegen heeft Alterra, onderdeel van Wageningen UR, gevraagd om een strategie te ontwikkelen voor de stadsregio om juiste keuzes te kunnen maken in de zoektocht naar 'tools' voor duurzame energie.

De strategie zal ingaan op een zo optimaal mogelijk inzetten van biomassa uit het landschap voor energiewinning binnen de Stadsregio Arnhem-Nijmegen. Optimaal op de aspecten energierendement (warmte+kracht), broeikasgassen-emissie, efficiënte logistiek en een goede aansluiting van vraag en aanbod van warmte en kracht.

Voor het ontwikkelen van een strategie zijn, naast desk research activiteiten door de opstellers van dit rapport, ook veel gesprekken met stakeholders en initiatiefnemers gevoerd. Op 10 september 2009 is er bovendien een workshop gehouden met een breed palet aan stakeholders om feedback te krijgen ten aanzien van de sterkten en zwakten van de regio en de mogelijke rol van de Stadsregio bij beleidsvorming. Op 27 oktober 2009 is een excursie gehouden naar een aantal biomassa-initiatieven in Duitsland.

Huidige aandeel duurzame energie in Nederland en de beleidsopgave tot 2020

Het aandeel duurzame energie in Nederland is ca. 4% (2009). Hiervan neemt biomassa ca. 60% voor zijn rekening. Belangrijke aandelen daarin zijn bij- en meestook van biomassa in energiecentrales, afvalverbrandingsinstallaties en biobrandstoffen voor het wegverkeer. Het Planbureau voor de Leefomgeving en ECN (2010) verwachten onder invloed van het nu vastgestelde beleid (met name het budget voor de SDE-regeling) een aandeel van duurzame energie van 6% in 2020.

Nederland streeft als beleidsdoel voor duurzame energie een aandeel van 20% duurzame energie in 2020 na. De Europese richtlijn voor Duurzame Energie meldt als beleidsdoel voor Nederland 14%.

Beide beleidsdoelen zijn behoorlijk ambitieus in vergelijking met het huidige aandeel van ca. 4%

Het Planbureau voor de Leefomgeving en ECN (2010) verwachten dat een aandeel van duurzame energie van 15% in 2020 haalbaar is, als de voorgenomen verruiming van de SDE-regeling wordt uitgevoerd. Hiermee wordt de Europese doelstelling weliswaar gehaald, maar wordt de Nederlandse doelstelling niet behaald. Koppejan et al. (2009) geven aan dat de beschikbaarheid van Nederlandse biomassa voor energieopwekking kan toenemen tot 101-157 PJ, d.w.z. 25% - 33% van de overheidsdoelstelling in 2020.

Kansen voor biomassa uit landschap

Energie uit biomassa biedt kansen om het mes aan twee kanten te laten snijden. Enerzijds kan biomassa bijdragen aan het voorzien in de enorme energiebehoefte, anderzijds biedt bio-energie kansen om groenafval en onderbenutte stromen uit het landschap van nu om te zetten van een kostenpost naar een economische drager. Niet alleen voor de landbouw, maar voor iedere terreinbeherende organisatie, dus ook voor Rijkswaterstaat, lagere overheden, natuur- en bosbeheerders. Het 'opwaarderen van groene (rest)stromen uit het landschap tot grondstof' kan bijdragen aan de instandhouding en het beheer van natuur- en landschapselementen. Juist voor reststromen liggen grote kansen, omdat deze gemakkelijker aan de duurzaamheidscriteria voldoen dan energieplantages.

Biomassa uit landschap is meer dan energie.

Er ontstaat een goede cascadering van biomassa als ten eerste de componenten met de meest hoogwaardige toepassing benut worden, ten tweede uit de reststromen daarvan de componenten worden gehaald met de vervolgens meest haalbare hoogwaardige toepassing en tenslotte geëindigd wordt met de minst hoogwaardige toepassing. Verbranden voor warmte of vergisting voor energie zijn voorbeelden van zo'n laatste stap. In voorkomende gevallen kunnen de verschillende componenten op een bepaalde manier zelfs weer worden opgewaardeerd naar een hoogwaardigere toepassing. Een voorbeeld is het opwerken van mineralen/voedingsstoffen uit dierlijke mest.

Voor energetische toepassingen is het verstandig om voor energie-toepassingen te focussen op biomassastromen die nu laagwaardig of niet worden ingezet.

Twee opties voor de stadsregio

De twee belangrijkste opties voor opwekking van energie uit biomassa in de stadsregio zijn:

- het winnen van biogas uit berm- en slotmaaisel, mest en GFT
- het winnen van warmte en energie uit hout.

Biogas uit niet-houtige biomassa

De stadsregio wordt geadviseerd om in te zetten op de vergisting van biomassa uit landschap en mest ten behoeve van de productie van biomethaan. Ook andere agroreststromen kunnen hiervoor worden ingezet. Pas wel op met de inzet van hoofdproducten uit de landbouw (bijv. maïs), omdat hierbij de positieve effecten onvoldoende zijn (balans energie-input en energie-output; concurrentie met voedselvoorzieningen).

De geproduceerde biomethaan kan worden ingezet als transportbrandstof, bijvoorbeeld voor de stads- en streekbussen in de regio en andere in de regio opererende wagenparken. Het lijkt het meest efficiënt te kiezen voor Liquid Natural Gas (Bio-LNG) met Compressed Natural Gas Bio-CNG als goede tweede keuze.

Het winnen van warmte en energie uit hout

De stadsregio wordt geadviseerd om in te zetten op het gebruik van houtige biomassa in kleinschalige en middelgrote centrales. Bij deze omvang is het aansluiten op een nabije

warmtevraag eenvoudiger dan bij een grote centrale. Een goede afzet van de warmte en een locatiekeuze nabij een continue warmtevrage partij is van groot belang voor een goed energierendement. Er kan worden ingezet op kleinschalige en middelgrote kachels (< 5 MWe) die worden gestookt op houtchips of op houtpellets. Bij gebruik van houtchips voor kleine en middelgrote houtkachels kan goed gebruik worden gemaakt van lokaal en/of regionaal beschikbare houtstromen.

Voor de hele grote centrales is het gebruik van de warmte veel moeilijker, omdat deze moeilijker verplaatsbaar is.

Aanbevelingen voor de stadsregio

- Beleg het onderwerp bio-energie bij een regiomanager, bij voorkeur met een bedrijfsachtergrond. Deze regiomanager dient de 'eigenaar' van het proces te zijn en activiteiten op dit gebied te coördineren en faciliteren. Daarnaast kan deze regiomanager actief op zoek gaan naar relevante stakeholders in de regio, deze op regelmatige basis bezoeken en daar ook een persoonlijke relatie mee op bouwen.
- Laat deze regiomanager namens de Stadsregio en/of onderliggende gemeenten actief matches maken tussen stakeholders, voor zover deze binnen de speerpunten liggen. Gesignaleerde matches kunnen door de regiomanager begeleid worden met propositieontwikkeling, eventuele subsidie- of andere financieringsaanvragen en facilitering van benodigde externe kennisverwerving, vergunningverlening, locatiekeuze, 'openen van deuren' etc.
- Organiseer startconferenties rond de twee speerpunten (houtstromen voor energieopwekking en biogas als transportbrandstof). Deze startconferenties moeten de klokken gelijk zetten en als brainstorm dienen voor vervolgacties, zoals consortiumvorming en faciliterende acties bij lokale overheden. Deze startconferenties kunnen ook helpen politiek, maatschappelijk en commercieel draagvlak te bevorderen.
- Inventariseer toeleveranciers en (mogelijke) verwerkers van regionaal beschikbare, vergistbare reststromen en bevorder het opzetten van mest/co-vergistinginstallaties voor de productie van biogas. Maak hiervoor meerjarige leverantie- en afnameafspraken.
- Organiseer innovatiekringen rond de twee speerpunten. Deze innovatiekringen dienen op regelmatige basis bij elkaar te komen om voortschrijdend inzicht te delen en nieuwe allianties te doen vormen. Ook kennisinstellingen kunnen hierbij aanschuiven.
- Wijs in afstemming met regionale gemeentes agrobusinessparken aan met adequate milieuvergunningen en voor biomassa verwerking benodigde infrastructuur. Richt bestemmingsplannen hier zodanig op in, dat ze aantrekkelijk worden voor biobased stakeholders. Probeer (met de regiomanager) interessante bedrijven actief te motiveren in hun locatiekeuze voor deze agrobusinessparken. Kijk welke incentives mogelijk zijn om het voor relevante bedrijven interessant te maken (OZB korting/vrijstelling, infrastructurele tegemoetkomingen, premies, voorrang in procedures, etc.). Een belangrijke meerwaarde is ook dat de logistieke ketens van verschillende bedrijven logisch op elkaar kunnen aansluiten. Vooral bij moeilijk verplaatsbare producten (bijv. restwarmte) is dat een groot voordeel. Een kleinschalig goed voorbeeld is een tuinbouwbedrijf in Berlicum (Friesland) die voor de verwarming van de kassen gebruik maakt van hout uit de omgeving.
- Stimuleer implementatie van de speerpunten door bij aanbestedingen van bijvoorbeeld afvalinzameling, regionaal transport, etc. relevante gunningscriteria te formuleren

(bijvoorbeeld dat transportmiddelen op biogas moeten rijden o.i.d.). De Stadsregio en/of onderliggende gemeenten zouden bij voorkeur ook als lead customer op kunnen treden of activiteiten in eigen hand kunnen houden, voor zover deze bijdragen aan de te bereiken doelen. Bijvoorbeeld door voor het eigen wagenpark waar mogelijk te gaan voor bioCNG/LNG transportmiddelen.

- Stimuleer de oprichting van bio(C)LNG tankstations. De marktintroductie van biogas voor transport kan worden versneld door het stimuleren van wagenparkscans bij bedrijven en inkoop van aardgasvoertuigen door overheden.
- Gemeenten zijn zelf producent van veel houtchips. Coördineer de afzet ervan in een gemeente. Daarmee valt veel 'winst' te behalen. Nu komen de houtchips vrij bij verschillende afdelingen die er soms eigen keuzes in maken. Een verdere samenwerking tussen verschillende gemeenten leidt tot een grote stroom vrijkomende houtchips die goed kunnen worden afgezet bij een of meer houtkachels.
- Andere belangrijke houtstromen komen vrij bij waterschappen, Rijkswaterstaat en beheerders van landschappelijke beplantingen (bijv. agrariërs). Bevorder onderlinge samenwerking tussen deze partijen bij de verzameling van houtchips. Sommige agrariërs met een continue warmtevraag (dierhouderij, glastuinbouw) hebben al een verwarming met hout en kunnen wellicht ook gebruik maken van hout afkomstig van andere beheerders.
- Probeer de verzameling van houtchips te koppelen aan landschapsprojecten met achterstallig onderhoud. Een voorbeeld hiervan is het landschap van Via Natura/Ploegdriever in Ubbergen.
- Van groot belang is de totstandkoming van een warmtevraag van duurzame warmte uit houtverbrandingsinstallaties. Bevorder dat centrales worden neergezet in de buurt van de warmtevragende partij. Hierbij kan de stadsregio een coördinerende rol vervullen.

Leeswijzer

Dit rapport doet aanbevelingen aan de Stadsregio Arnhem-Nijmegen over de inzet van biomassa uit het landschap voor energetische toepassingen. Na een inleidend hoofdstuk 1 staat algemene achtergrondinformatie over de setting, het beleidskader, de huidige situatie van de inzet van biomassa en algemene kansen voor deze inzet in de hoofdstukken 2 tot en met 5.

In hoofdstuk 6 vindt u twee nader uitgewerkte opties, waarna in hoofdstuk 7 wordt ingegaan op de rol van de stadsregio.

1. Inleiding

1.1 Aanleiding

De Stadsregio Arnhem-Nijmegen werkt namens en voor de 20 regiogemeenten aan een aantrekkelijke, goed bereikbare en internationaal concurrerende regio. Een regio die aantrekkelijk is voor inwoners. En waar bedrijven en instellingen willen investeren. Door samen met de 20 gemeenten in de stadsregio plannen te ontwikkelen voor een betere bereikbaarheid, goed openbaar vervoer en een aantrekkelijke woon-, werk- en leefomgeving. Door beleid te vertalen in concrete uitvoeringsplannen. Maar vooral door die plannen ook uit te voeren.

Om te werken aan een aantrekkelijke en bereikbare stadsregio werkt de Stadsregio Arnhem-Nijmegen aan een betere luchtkwaliteit. Hiervoor is het EUREKA-programma opgezet. Binnen de pijler Hydra wordt gewerkt aan schonere vormen van energiegebruik. In eerste instantie wordt er ingezet op aardgas, biogas (ook wel transportgas genoemd) en waterstof. Gebruik van biomassa is één van de manieren om biogas op te wekken. In het verlengde hiervan kunnen mogelijk ook andere vormen van energie uit het landschap in aanmerking komen.

Naast relevantie voor een betere luchtkwaliteit is de benutting van biomassa ook in ruimere zin van belang voor de transitie naar een duurzamere regio. In Europees, maar ook in nationaal verband, zijn er doelen gesteld ten aanzien van de vermindering van de uitstoot van broeikasgas (vooral CO₂) en van vervanging van fossiele energiedragers, leidend tot een duurzame en ook meer bio-based economy. Ook de Stadsregio kan aan het bereiken van deze doelen bijdragen. De benutting van regionaal geproduceerde biomassa kan daarbij helpen om de regio zo klimaatneutraal mogelijk in te richten.

Doordat de transitie naar een duurzamere samenleving als een 'systeemverandering' beschouwd kan worden levert dit veel kansen op voor nieuwe technologische ontwikkelingen en ook voor nieuwe bedrijvigheid. Voor de Stadsregio is het economisch van belang in te zetten op sterkten die zoveel mogelijk aansluiten bij de sterkten en mogelijkheden in deze regio. Om een vliegende start te kunnen maken met de benutting van biomassa betekent dit zo veel mogelijk aansluiten bij biomassa-stromen die in de regio al voorhanden zijn en bij relevante kennis en bestaande bedrijvigheid.

1.2 Gebiedsbeschrijving

De Stadsregio Arnhem-Nijmegen is één van de zeven stadsregio's (Wgr-plusregio's) in Nederland. De Stadsregio bestaat uit 19 gemeenten in de provincie Gelderland en één gemeente in de provincie Limburg. De Stadsregio werkt op basis van een wettelijk vastgesteld takenpakket. Zo kunnen de deelnemende gemeenten bovenlokale, regionale vraagstukken gezamenlijk aanpakken. Het werkveld van de Stadsregio ligt dus min of meer in tussen het gemeentelijk niveau en het provinciaal niveau. Primair ligt de focus op mobiliteit, wonen, werken en ruimte. De 20 gemeenten ontwikkelen samen een regio met een betere bereikbaarheid, een goed openbaar vervoer en een aantrekkelijke woon-, werk- en leefomgeving.



In de stadsregio liggen naast twee verstedelijkte gebieden rond Arnhem en Nijmegen, ook belangrijke open landbouwgebieden. Verder is er een aantal grote bos- en natuurgebieden (de stuwwallen van de Veluwe en Nijmegen/Groesbeek, Montferland en de Gelderse Poort). Er is een goede transport-infrastructuur over water dankzij (Neder)Rijn, Waal, Maas, Maas-Waalkanaal en Gelderse IJssel.

1.3 Doelstelling

Doel van het onderzoek is in de context van biobased economy samen met de Stadsregio Arnhem-Nijmegen een strategie te ontwikkelen om de juiste keuzes te kunnen maken in de zoektocht naar 'tools' voor duurzame energie in de Stadsregio.

De strategie zal ingaan op een zo optimaal mogelijk inzetten van biomassa uit het landschap voor energiewinning binnen de Stadsregio Arnhem-Nijmegen. Optimaal op de aspecten energierendement (warmte + kracht), broeikasgassen-emissie, efficiënte logistiek, en goede aansluiting van vraag en aanbod van warmte en kracht.

1.4 Methode

Voor het ontwikkelen van een strategie zijn, naast desk research activiteiten door de opstellers van dit rapport ook veel gesprekken met stakeholders en initiatiefnemers gevoerd. Op 10 september 2009 is er bovendien een workshop gehouden met een breed palet aan stakeholders om feedback te krijgen over de sterkten en zwakten van de regio en de mogelijke rol van de Stadsregio bij

beleidsvorming. In bijlage 1 is de startnotitie van de workshop opgenomen, in bijlage 2 het verslag van de workshop (co)vergistings van biomassa en in bijlage 3 het verslag van de workshop biomassa houtstromen. Op 27 oktober 2009 is een excursie gehouden naar een aantal biomassa-initiatieven in Duitsland. In bijlage 4 is daarvan een kort verslag opgenomen.

2. Setting

2.1 Klimaatverandering

Het toenemend gebruik van fossiele brandstoffen drijft de broeikasgasemissies op en zorgt voor verdere opwarming van de Aarde. Dit kan leiden tot een catastrofale onomkeerbare klimaatverandering. Verwacht wordt dat zonder een gewijzigd beleid de mondiale opwarming tot zes graden Celsius kan zijn, grotendeels toe te schrijven aan menselijke activiteit, vooral met betrekking tot energie-gerelateerde emissie van CO₂. Uit scenario-studies van het IEA blijkt dat verwacht mag worden dat de aan energie-gerelateerde CO₂-emissie (bij ongewijzigd beleid) met 45% in 2030 stijgt. Driekwart van de stijging van deze CO₂-emissies vindt plaats in China, India en het Midden-Oosten. In Europa kan, mits de huidige plannen worden doorgevoerd, een daling van de CO₂-emissie plaatsvinden waardoor in 2030 de emissies lager zijn dan het huidige niveau.

2.2 Mitigatie versus adaptatie

Het klimaatbeleid kent twee sporen: mitigatie en adaptatie. Met het mitigatiespoor wordt het verminderen van de snelheid en omvang van klimaatverandering nagestreefd. Door de emissies van broeikasgassen zoals kooldioxide (CO₂), methaan (CH₄), lachgas (N₂O) en een aantal fluorverbindingen (HFK's, PFK's en SF₆) te verminderen wordt de klimaatverandering beperkt. Het effect van deze maatregelen is pas na tientallen, zo niet honderden jaren merkbaar. Andere mitigerende maatregelen die genomen worden zijn onder andere het voorkómen van ontbossing, en herbebossing. Hiermee wordt het vrijkomen van kooldioxide beperkt en het vastleggen bevorderd.

Omdat de klimaatverandering een lopend proces is dat niet op korte termijn tot staan gebracht kan worden, verandert ons klimaat. Nederland krijgt naar verwachting meer en langere droogteperiodes, maar ook heftigere piekbuien en meer hittegolven. Daarnaast stijgt ook de zeespiegel en kunnen de rivieren hierdoor mogelijk hun water moeilijker kwijt. Zie onder meer 'De staat van ons klimaat 2009' (PCCC, 2010). Nederland moet de leefomgeving hieraan aanpassen om in de toekomst leefbaar te blijven. Dit wordt ook wel adaptatie genoemd. De adaptatiestrategieën worden op verschillende schaalniveaus ontwikkeld, internationaal, nationaal, regionaal en lokaal. Het adaptatiebeleid kan vaak aansluiten op bestaand beleid om gebieden minder kwetsbaar te maken. Bovendien zijn de resultaten in tegenstelling tot mitigatie vaak op korte termijn zichtbaar.

3. Beleidskader

3.1 Internationale kader

In het Kyoto-protocol zijn de industrielanden overeengekomen de jaarlijkse uitstoot van broeikasgassen te reduceren met gemiddeld 5,2% per jaar in de periode 2008-2012 ten opzichte van het referentiejaar 1990. Voor Nederland is een reductie van 6% afgesproken. Eind 2009 is in Kopenhagen een grote conferentie geweest om tot afspraken te komen over emissiereducties na 2012, waarbij gepoogd is afspraken te maken met alle landen in de wereld. Deze conferentie heeft niet geleid tot een nieuw verdrag.

3.1.1 EU

Energie is voor het goed functioneren van de Europese samenleving van cruciaal belang. Klimaatverandering, geopolitieke verhoudingen, toenemende afhankelijkheid van invoer van energie en stijgende energieprijzen zijn risico's voor een betrouwbare energievoorziening. De Europese Unie onderneemt actie om te komen tot een nieuw Europees energiebeleid dat ambitieus, concurrerend en op lange termijn gericht is. Duurzaamheid, Leverings- en Voorzieningszekerheid, en Concurrentievermogen zijn sleutelbegrippen in het nieuwe beleid. Deze zijn vertaald naar drie uitgangspunten, te weten 'Bestrijding van Klimaatverandering', 'Beperking van de Kwetsbaarheid' en 'Bevordering van de Groei en Werkgelegenheid'.

Europa heeft zich tot doel gesteld om de uitstoot van broeikasgassen door ontwikkelde landen tegen 2020 met 30% te verminderen ten opzichte van 1990. Bovendien moeten de ontwikkelde landen hun broeikasgasemissies tegen 2050 met 60% tot 80% verminderen. Daarom heeft de EU zich tot doel gesteld om tegen 2020 de uitstoot van broeikasgassen te verminderen met ten minste 20% ten opzichte van 1990 (EU, 2007).

Het doel van het aandeel duurzame energie in Europa voor 2020 is 20%. De Europese hernieuwbare energierichtlijn (2008) stelt het doel voor Nederland iets minder ambitieus (14%).

3.2 Nationale kader

3.2.1 Landelijk

De nationale overheid streeft naar een duurzame energiehuishouding. Dit betekent dat deze schoon, betrouwbaar en betaalbaar moet zijn. Voor betrouwbaarheid zijn voorzieningszekerheid, leveringszekerheid en crisisbestendigheid sleutelbegrippen. Een betaalbare energiehuishouding is economisch efficiënt, betaalbaar voor iedereen en geeft iedereen gelijke kansen (concurrentiekracht). Tot slot is een duurzame energievoorziening schoon: beperkte broeikasgasemissies, zo min mogelijk afvalstoffen en aandacht voor andere milieuaspecten zoals luchtkwaliteit, biodiversiteit en aantasting van het landschap. Al deze aspecten gelden zowel voor de korte als de lange termijn (Energierapport 2008, ministerie van Economische Zaken, 2008).

De nationale overheid is van mening dat het energievraagstuk op mondiaal niveau moet worden aangepakt. Dit betekent dat Nederland in eerste instantie in Europees verband hieraan moet gaan

werken. Hierdoor sluit het Nederlandse beleid ook aan op het Europese beleid en gaat op sommige punten nog een stap verder. Nederland streeft ernaar dat in 2020 de CO₂-uitstoot 30% lager is dan in 1990. Onderdeel hiervan zijn een energiebesparing van 2% per jaar en een verhoging van het aandeel duurzame energie naar 20%. Als randvoorwaarde is gesteld dat de concurrentiepositie van Nederlandse bedrijven niet negatief wordt beïnvloed. Deze doelstellingen zijn verwoord in het werkprogramma 'Schoon en Zuinig' (2008). Het is evident dat elke Nederlandse regio, dus ook de Stadsregio, aan het bereiken van deze doelstellingen bij zal moeten dragen.

Uit de Monitor Schoon en zuinig 2008 (Hanschke, 2009) blijkt dat uitwerking door departementen momenteel plaats vindt. Met de verschillende sectoren worden convenanten afgesloten. Daarnaast wordt vooruitgang geboekt door de toename duurzame elektriciteit tot 7,5%, de emissiereductie biobrandstoffen tot 1,0 Mton CO₂ en door de emissiereductie door Emissiehandel (Monitor S&Z, 2008).

Biomassa is één van de opties voor de duurzame voorziening van hernieuwbare energie en materialen. Met name de toepassing als transportbrandstof in het verkeer en als (bijstook-) brandstof bij elektriciteitsopwekking bieden mogelijkheden. Het biomassabeleid wordt/is gekoppeld aan duurzaamheidscriteria zodat meer rekening gehouden wordt met onder andere de broeikasgasbalans. Bekend is dat biomassa voor meer dan alleen energie geschikt is, een onderlinge samenhang tussen de verschillende gebruiksmogelijkheden is dan ook van belang. Desalniettemin streeft het kabinet naar circa 500 MW nieuw vermogen uit biomassa (WP Schoon en Zuinig, 2007).

In dat kader heeft het ministerie van LNV in 2008 het covenant 'Schone en zuinige agrosectoren' afgesloten met de diverse sectoren. Met de sector Natuur, bos, landschap en de houtketen is als doel voor 2020 afgesproken de productie van 32 PJ duurzame energie met producten uit de sector op te wekken.

3.2.2 Provinciaal

De provincie Gelderland (2008) streeft in het Gelders Klimaatprogramma 2008-2011 naar een klimaatneutrale energiehuishouding in 2050. Een belangrijk tussendoel daarbij is 15% duurzame energieproductie in Gelderland. Om duurzame energievoorziening te stimuleren en te realiseren stelt de provincie zich op als regisseur. Ze brengt partijen bij elkaar. Ook stimuleert de provincie bijvoorbeeld het bouwen van installaties om duurzame energie op te wekken. In sommige gevallen is de provincie medefinancier van voorbeeldprojecten. De integrale gebiedsontwikkeling staat centraal.

3.3 Beleidskader van de Stadsregio Arnhem-Nijmegen

Het beleid van de Stadsregio Arnhem-Nijmegen op het gebied van een betere bereikbaarheid is in de Stadsregio Arnhem-Nijmegen vastgelegd in het programma SLIM, (voorheen BBKAN). Naast de kerntaken kan de Stadsregio ook andere taken van de deelnemende gemeenten krijgen zoals bijvoorbeeld op het gebied van milieu en energie. De Stadsregio heeft momenteel alleen op het gebied van luchtkwaliteit extra taken toebedeeld gekregen. Dit is op dit moment verwoord in het EUREKA-programma. Momenteel wordt EUREKA omgebouwd naar EUREKA 2.0. Hierin wordt gekeken in hoeverre EUREKA kan worden opgewaardeerd met taken op gebied van klimaat en

energie. Dit gebeurt in nauwe samenwerking met de MARN, de MRA en de individuele gemeenten en moet leiden tot een gemeenschappelijke regionale energie en klimaatagenda in 2011.

Een strategie voor de inzet van biomassa voor energie in de Stadsregio Arnhem-Nijmegen is opgestart in EUREKA. De gedachtegang hierachter is dat de productie van luchtverontreiniging in de stadsregio vermindert door het gebruik van andere brandstoffen voor verkeer en vervoer. Om hiertoe te komen is het van belang wat de stadsregio zelf kan betekenen in de productie van deze alternatieve brandstoffen. Het ombouwen naar EUREKA 2.0 is nog in volle gang. De twintig deelnemende gemeenten moeten immers hun fiat geven aan het opwaarderen van het takenpakket. Binnen een opgewaardeerd takenpakket past ook een strategie op het gebied van energie uit biomassa. Het raakt ook het klimaatbeleid en natuurlijk het energiebeleid. Hiermee kan de strategie voor inzet van biomassa voor energie een opmaat zijn voor de invulling van EUREKA 2.0.

4. Huidige situatie gebruik biomassa in Nederland en in de Stadsregio Arnhem-Nijmegen

4.1 Stand van zaken duurzame energie Nederland in 2009 en toepassing biomassa uit landschap

In tabel 4.1 is het aandeel duurzame energie in het Nederlandse energieverbruik weergegeven.

Tabel 4.1 Duurzame energie; vermeden verbruik primaire energie en vermeden emissie CO₂
(bron: CBS Statline 26 april 2010).

Onderwerpen	Vermeden verbruik primaire fossiele energie					
	Vermeden primaire energie in TJ			Vermeden primaire energie in % tot verbruik		
Perioden	2007	2008	2009*	2007	2008	2009*
Bron/techniek	TJ primair/jaar			% van totaal energieverbruik		
Totaal energiebronnen	95924	112689	128055	2.87	3.39	3.95
Waterkracht	877	840	807	0.03	0.03	0.02
Windenergie, totaal	28193	35094	37804	0.84	1.06	1.17
Windenergie op land	25487	30184	.	0.76	0.91	.
Windenergie op zee	2706	4910	.	0.08	0.15	.
Zonne-energie, totaal	1123	1189	.	0.03	0.04	.
Omgevingsenergie, totaal	4149	5443	.	0.12	0.16	.
Biomassa totaal	61581	70124	81554	1.84	2.11	2.51
Afvalverbrandingsinstallaties	12979	13051	13999	0.39	0.39	0.43
Bij- en meestoken biomassa in centrales	15702	19692	23667	0.47	0.59	0.73
Houtkachels voor warmte bij bedrijven	2382	2508	.	0.07	0.08	.
Houtkachels huishoudens, totaal	5464	5464	.	0.16	0.16	.
Overige biomassaverbranding, totaal	5632	9125	.	0.17	0.27	.
Biogas, totaal	6391	8234	.	0.19	0.25	.
Biobrandstoffen voor wegverkeer, totaal	13031	12048	15565	0.39	0.36	0.48

© Centraal Bureau voor de Statistiek, Den Haag/Heerlen 27-4-2010

*) 2009 voorlopige cijfers

Het aandeel duurzame energie is in Nederland in 2009 ca. 4%. Hiervan neemt biomassa ca. 60% voor zijn rekening. Belangrijke aandelen daarin zijn bij- en meestook van biomassa in energiecentrales, afvalverbrandingsinstallaties en biobrandstoffen voor het wegverkeer.

De stijging van het aandeel van duurzame energie in de energieconsumptie is sinds 2004 ca. 0,4% per jaar. In de periode 1990-2003 was de jaarlijkse stijging nog ca. 0,1% per jaar. Als de groei van het aandeel lineair doorzet de komende tien jaar, dan is, bij ongewijzigd beleid, in 2020 het aandeel duurzame energie ca. 8%, dus ruim lager dan de nationale doelstelling van 20%. Het Planbureau voor Leefomgeving en ECN (2010) verwachten onder invloed van het nu vastgestelde beleid (met name het budget voor de SDE-regeling) een aandeel van duurzame energie van 6% in 2020. Als de voorgenomen verruiming van de SDE-regeling wordt uitgevoerd, komt een aandeel van duurzame energie van 15% in beeld voor 2020. Hiermee wordt de Europese doelstelling weliswaar gehaald, maar wordt de Nederlandse doelstelling niet behaald. Koppejan et al. (2009) geven aan dat de beschikbaarheid van Nederlandse biomassa voor energieopwekking kan toenemen tot 101-157 PJ, d.w.z. 25%-33% van de overheidsdoelstelling in 2020.

In de aanloop naar de verkiezingen van de Tweede Kamer is een partij-overstijgend voorstel voor een Deltaplan Nieuwe Energie gepubliceerd waaraan vertegenwoordigers van een breed spectrum van politieke partijen hebben meegewerkt (Nederland krijgt nieuwe energie, 2010). Mogelijk is dat een teken dat in het komende regeringsakkoord aanvullende beleidsmaatregelen worden afgesproken die het behalen van de beleidsdoelen in zicht brengen.

Biomassa is dus de belangrijkste duurzame energiebron in Nederland. Onduidelijk is in hoeverre biomassa uit het Nederlandse landschap (bos, natuur, landschappelijke beplantingen, stedelijk groen, restproducten houtsector) een rol speelt. In verschillende categorieën komt biomassa uit het Nederlandse landschap voor. Een klein deel van de biomassa in afvalverbrandingsinstallaties. Het merendeel is hier afkomstig van biomassa uit bedrijfs- en huishoudelijk afval. Bij bij- en meestook in centrales gaat het soms wel om hout(pellets), maar deze zijn dan meestal afkomstig uit het buitenland. Precieze cijfers ontbreken. Het meeste hout uit landschap dat voor energie wordt toegepast zit in de categorieën houtkachels voor warmte bij bedrijven, houtkachels voor huishoudens en overige biomassa voor verbranding. Voor al deze stromen geldt, dat er ook importen uit het buitenland aanwezig zijn, alsmede inzet van tertiaire afvalproducten (oud hout en sloophout) dat uit een andere sector vrijkomt (bouwsector).

De productie van biogas draagt momenteel slechts in geringe mate bij aan het aandeel duurzame energie. Gebruik van biomassa uit het landschap (maaisels e.d.) speelt hierin nu een onbelangrijke rol. De meeste vergiste biomassa is dierlijke mest en als co-vergistingmaterialen (rest)producten van de landbouw, zoals snijmaïs, en afvalproducten van de agrobusiness. In de provincies Groningen en Noord-Holland vinden proeven plaats met het gebruik van bermgras (Ehlert et al. in prep.).

Een belangrijk deel van de biomassa die wordt geproduceerd in het landschap (bos, natuur, landschappelijke beplantingen, stedelijk groen, restproducten houtsector) blijft nog onbenut. Van de houtige biomassa wordt een deel toegepast voor energie-opwekking. Dit gaat vaak om stromen snoeihout die uit de beplantingen verwijderd moeten worden, omdat ze uit beheersoogpunt niet kunnen blijven liggen, en uit de secundaire afvalstromen bij de houtverwerkende industrie (zagerijen, papier, etc.). Hout dat niet hoeft te worden afgevoerd, blijft vaak in het bos of de beplanting achter, omdat de kosten van oogst en logistiek niet opwegen tegen de opbrengsten (Spijker et al., 2007).

4.2 Duurzaamheid biomassa

De Commissie Cramer (Projectgroep Duurzame productie van biomassa 2006) heeft geadviseerd over criteria en indicatoren voor een duurzame biomassaproductie.

De belangrijkste criteria zijn:

- Broeikasgasbalans
- Concurrentie met voedsel, lokale energievoorziening, medicijnen en bouwmaterialen
- Biodiversiteit
- Welvaart
- Welzijn
 - Arbeidsomstandigheden van werknemers
 - Mensenrechten
 - Eigendoms- en gebruiksrechten
 - Sociale omstandigheden van de lokale bevolking
 - Integriteit
- Milieu

De NEN ¹ (2009) heeft duurzaamheidscriteria vastgelegd voor biomassa voor energiedoelinden in de NTA 8080. In deze NTA zijn de Cramer-criteria nader uitgewerkt.

De EU stelt duurzaamheidseisen voor biobrandstoffen, vastgelegd in de Richtlijn Duurzame Energie (RED, Renewable Energy Directive). Duurzaamheidseisen voor vaste biomassa worden aan de individuele lidstaten overgelaten.

De in 2009 ingestelde Commissie Corbey (Commissie Duurzaamheidsvraagstukken Biomassa CDB, 2010b) heeft een advies uitgebracht over duurzaamheidscriteria voor vaste biomassa. De commissie geeft daarin aan dat de duurzaamheidsrisico's die samenhangen met de inzet van biomassa in kleine installaties gering zijn, omdat dit vaak reststromen van Nederlandse bodem zijn, waaraan weinig duurzaamheidsrisico's zijn verbonden. De commissie adviseert om geen duurzaamheidscriteria op te leggen voor installaties met een vermogen van < 5 MWe, omdat aan kleinschalige installaties weinig duurzaamheidsrisico's zijn verbonden. Hier wordt vooral Nederlandse biomassa ingezet, vooral reststromen en niet-gebruikte stromen.

De CDB adviseert in het advies over de bijdrage van biomassa aan de duurzame energiedoelstellingen (2010a) om duidelijke kaders te stellen voor de inzet van biomassa voor duurzame energie. De commissie constateert dat de inzet ook op de langere termijn nodig is om de ambitieuze reductiedoelstellingen (80% in 2050) te bereiken. De CDB constateert dat er mondiaal veel biomassa beschikbaar is. Vanaf 2020 kan grootschalige inzet van biomassa concurrerend zijn met fossiel brandstoffen. Het CDB stelt (2010a):

'Dat is goed, want het levert een bijdrage aan de vermindering van uitstoot van broeikasgassen en het verminderen van de afhankelijkheid van schaars wordende olie. Hier zijn echter grote duurzaamheidsrisico's aan verbonden: er kan concurrentie met voedselmarkten optreden en er kan een zeer grote druk ontstaan om steeds meer land, waaronder natuurgebieden, in productie te nemen. Daarom is het (.....) van groot belang om prioriteit te geven aan het beschikbaar maken van duurzame biomassa. Tot 2020 moet niet de doelstelling zijn zoveel mogelijk biomassa in te zetten, maar om te investeren in kwaliteit en duurzaamheid. Het CDB beveelt aan te werken aan een strategie om duurzame

¹ Nederlands Normalisatie Instituut

biomassa beschikbaar te maken. Het gaat om investeringen in landbouwefficiëntie, in marginale gronden, in technologieën die gebruik van reststromen mogelijk maken, maar ook om de totstandbrenging van logistieke ketens. Van groot belang is te werken in een mondiaal kader dat duurzaamheid van biomassa garandeert. Het tegengaan van negatieve indirecte effecten (zoals verschuivingen in landgebruik en beïnvloeding van voedselprijzen) moet deel uitmaken van dit duurzaamheidskader.'

4.3 Aanbod van biomassa uit landschap in de stadsregio

BTG heeft voor de regio's MRA en MARN in beeld gebracht wat de potenties voor biomassa zijn [BTG, 2008]. Het gaat hierbij om de theoretisch beschikbare hoeveelheid biomassa, ook wel theoretisch potentieel genoemd. Hierin ziet dus ook een deel dat niet oogstbaar, niet bruikbaar of te kostbaar is.

Tabel 4.2 Aanbod van biomassa uit landschap in de stadsregio

biomassastroom		potentieel			opmerkingen
		theoretisch (ton/jr.)	beschikbaar* (ton/jr.)	beschikbaar** (GJ/jr.)	
GFT-afval		66.090	66.090	104.093	ligt in contracten vast
verse houtstromen	gemeentelijk en particulier knip- rooi- en snoeihout	42.384	16.550	147.250	grotendeels afgevoerd naar composteerders
verse houtstromen	snoei- en rooihout fruittelers	6.600	2.700	24.300	bij ontheffing stookverbod verbrand op eigen terrein
verse houtstromen	snoei- en rooihout boomkwekers	3.700	440	3.960	bij ontheffing stookverbod verbrand op eigen terrein
verse houtstromen	houtresiduen bos- en landschapbeheerders	13.000	13.000	117.000	komt verspreid vrij; blijft veelal achter in het bos
verse houtstromen	houtige groenstromen bij composteerders	<365.000	55.000	495.000	deels dubbelstelling; deels al ingezet voor energie
industriële resthout		nvt	nvt	nvt	afzetkanalen reeds beschikbaar (plaatmateriaal, pellets, energie)
bouw- en sloophout	B/C-hout	68.000	68.000	952.000	afzetkanalen reeds beschikbaar (spaanplaat, energie)
berm- en slootmaaisel		8.900	6.400	35.210	bij ecologisch bermbeheer gecomposteerd
reststromen VGI		nvt	nvt	nvt	afzetkanalen reststromen reeds beschikbaar
dierlijk mest	dun	1.398.000	1.398.000	594.500	komt verspreid vrij bij groot aantal veehouders
dierlijk mest	vast	89.000	89.000	480.000	komt verspreid vrij bij groot aantal pluimveehouders
luiers		3.500	3.500	18.200	alleen MARN; integraal ingezameld met huishoudelijk afval
energie teelt openbare ruimte		>800	>800	>7.200	bij aanplant van 20 ha in nieuwe groengebieden
RWZI-slib	droge stof equivalenten	6.400	6.400	87.360	alleen MARN; opgewerkt tot brandstof energiecentrale

* Rekening houdend met eigenschappen, logistiek en alternatieve toepassing (niet met financiële haalbaarheid)

** Primaire energie bij vergisting van GFT en dunne mest, verbranding van overige biomassastromen

Op de achterkant van een sigarendoosje kan berekend worden in hoeverre de energie uit biomassa uit landschap op basis van de gemaakte (voorzichtige) schattingen van de energiepotentie, kan voldoen aan de energiebehoefte van de stadsregio.

De gezamenlijke potentie van biomassa uit landschap is ruim 3.000 GJ per jaar. Dit is ruim 3 PJ per jaar. Indien het energieverbruik per inwoner in de stadsregio gelijk is aan dat van Nederland kan geschat worden dat het totale energieverbruik in de stadsregio rond de 125 PJ ligt. Dit betekent dat biomassa uit landschap ca 2-3% kan bijdragen aan het energieverbruik.

5. Algemene kansen voor biomassa uit landschap

5.1 Welke kansen liggen er?

5.1.1 Biomassa uit landschap

Op diverse plaatsen wordt vanuit overheden nagedacht over de vraag of energieteelt, reststromen uit de landbouw (bijv. de fruitteelt) in combinatie met stookverbod en groenafval vanuit diverse beheerders, op regionaal niveau een biomassacentrale rendabel kan maken. Vanuit beheerderspunt is dit zeker interessant omdat voor veel beheerders de verwerkingskosten van groenafval hoog zijn. Deze hoge kosten hebben ook hun weerslag op de kwaliteit van landschapselementen. Onderhoud van de landschapselementen beperkt zich in veel gevallen tot het hoogstnoodzakelijke, waardoor de landschappelijke, ecologische en cultuurhistorische kwaliteit van deze landschapselementen degradeert. Dit geldt voor zowel landschapselementen op particuliere terreinen als voor landschapselementen in de openbare ruimte.

Economisch-strategisch is het interessant om energie zoveel mogelijk regionaal te produceren. Het vermindert de afhankelijkheid van brandstoffen uit andere delen van de wereld, waaronder landen met een bedenkelijke situatie op het gebied van bestuur, economie, milieubescherming, mensenrechten en vrede. Bovendien stimuleert het regionaal produceren van biomassa en het verwerken tot energie de regionale economie. Het kan een sterke uiting zijn van de stad-land-relatie en bijdragen aan een maatschappelijke bewustwording omtrent kleine kringlopen en duurzaamheid. Daarnaast kan het, afhankelijk van de energiedrager, bijdragen tot het verminderen van logistieke bewegingen en energieverbruik gerelateerd aan het transport van brandstoffen.

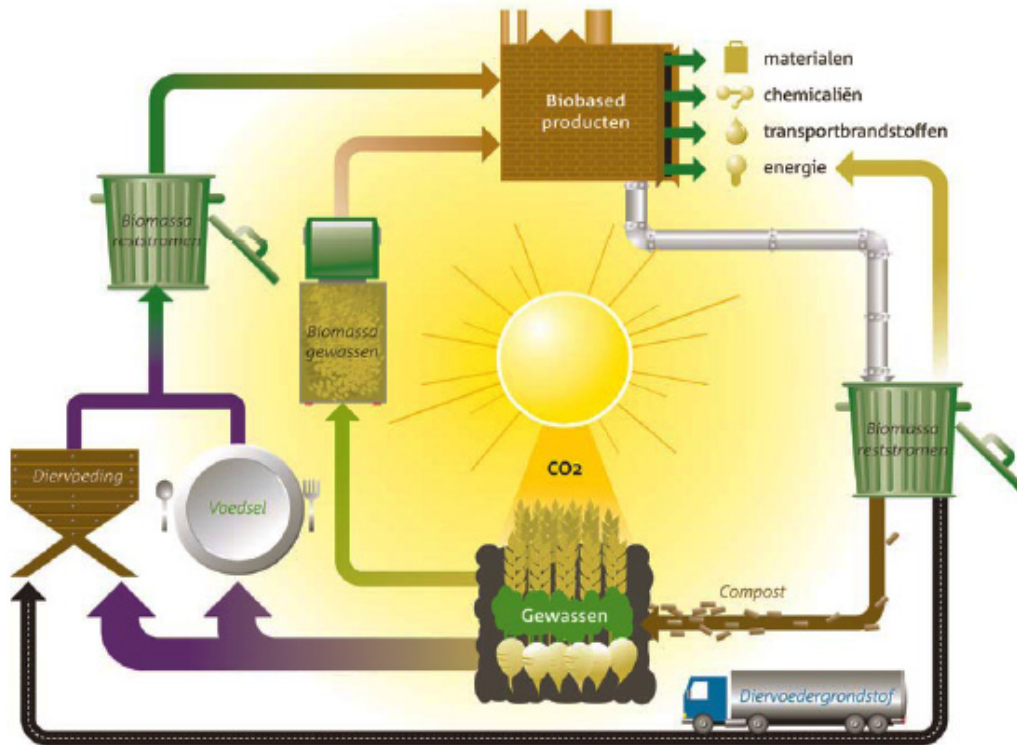
Het lijkt er dus op dat energie uit biomassa kansen biedt om het mes aan twee kanten te laten snijden. Enerzijds kan biomassa bijdragen aan het voorzien in de enorme energiebehoefte, anderzijds biedt bio-energie wellicht kansen om het groen en het groenafval van nu om te zetten van een kostenpost naar een economische drager. Niet alleen voor de landbouw, maar voor iedere terreinbeherende organisatie, dus ook voor Rijkswaterstaat, lagere overheden, natuur- en bosbeheerders.

Wat betekenen deze ontwikkelingen voor het landschap? De relatie tussen bio-energie en het landschap is nog relatief onderbelicht. Het 'opwaarderen van groene (rest)stromen uit het landschap tot grondstof' kan bijdragen aan de instandhouding en het beheer van natuur landschapselementen. De productie van duurzame energie kan de cirkel rond maken.

5.1.2 Biobased Economy

Bio-based economy is een economie waarin bedrijven – nationaal en internationaal – non-food toepassingen vervaardigen uit groene grondstoffen, dat wil zeggen uit biomassa. Deze non-food toepassingen zijn bijvoorbeeld transportbrandstoffen, chemicaliën, materialen en energie (warmte en elektriciteit). De grondstoffen voor een bio-based economy zijn gewassen of daarvan afgeleide bijproducten. Primaire bijproducten komen vrij bij de bron (bijv. snoei- en takhout), secundaire bijproducten komen vrij bij de verwerking van de grondstoffen tot een product (bijv. zaagsel op een

houtzagerij). Tertiaire bijproducten komen vrij na gebruik (bijv. GFT). Algen vormen als primaire 'productiegewassen' een aparte groep grondstoffen. De gewassen, bijproducten en algen kunnen als grondstof dienen voor transportbrandstoffen, chemicaliën, materialen en energie.



Een schets van de biobased economy

Vanuit de Rijksoverheid wordt de biobased economy als een kans beschouwd omdat het een bijdrage levert aan de CO₂-doelstellingen en een alternatief biedt voor fossiele grondstoffen. Ook biedt de bio-based economy kansen voor het versterken van de Nederlandse economie. Door de sterke agrosector en chemiesector, de goede infrastructuur (bijv. haven van Rotterdam en verbindingen met het achterland) en de kennis op gebied van bio-based economy (Wageningen UR) en biotechnologie (TU Eindhoven en TU Delft) heeft Nederland een relatief goede uitgangspositie.

Bedreigingen voor een bio-based economy zijn:

- 1) Een gebrek aan duurzame biomassa: om de omslag te maken naar een bio-based economy is veel biomassa als grondstof nodig. Een grote vraag kan leiden tot gebruik van biomassa die niet duurzaam is;
- 2) Het prijspeil van fossiele grondstoffen: groene grondstoffen zijn veelal nog niet concurrerend met fossiele grondstoffen en
- 3) Het ontwikkelstadium van de technologieën: momenteel zijn veel technologieën nog niet marktrijp, maar ze zijn wel van belang voor de toekomst. Doorontwikkeling van deze technologieën is noodzakelijk.

Vanwege het maatschappelijk belang en het nog te beperkt rijp zijn voor vrije marktwerking wil de Rijksoverheid de ontwikkeling en implementatie van een aantal sleuteltechnologieën stimuleren. Onder deze sleuteltechnologieën worden onder andere verstaan bioraffinage, witte biotechnologie (= productie van niet-voedsel producten met micro-organismen of enzymen), groen gas en

duurzame elektriciteit. Daarnaast wil de Rijksoverheid een bijdrage leveren aan duurzame productie van biomassa en het stimuleren van marktontwikkeling.

5.1.3 Bioraffinage en cascadering

Biomassa uit landschap is meer dan energie

Cascadering van biobased grondstoffen is belangrijk voor een duurzame economie. Dat betekent dat energetische toepassing vooral voor de hand ligt voor afvalstromen of stromen waar we (nog) geen goede toepassing voor hebben.

Als voorbeeld hout: stamhout als zaaghout gebruiken, tak- en snoeihout kan laagwaardig worden toegepast, net als bij zagerijen vrijkomend zaagsel en bij sloop vrijkomend materiaal dat niet hergebruikt kan worden. Voor energetische toepassingen zijn dus vooral de restproducten geschikt.

Bij dierlijke mest geldt hetzelfde. Het is voor een duurzame benutting belangrijk om niet alleen de energie, maar ook andere materialen er uit te halen (bijv. fosfaten, of integraal als meststof). Bijvoorbeeld na vergisting resteert een mineralenrijk digestaat waaruit de meststoffen te winnen zijn. Afhankelijk van de co-vergistingsbiomassa kan het digestaat ook direct, als zodanig, als meststof gebruikt worden. Bestaande LNV-regelgeving verbiedt echter de benutting van digestaat als meststof, indien een gebruikte covergistingsbiomassa niet op de zgn. 'positieve lijst' staat. Hierdoor wordt het digestaat soms naar Duitsland geëxporteerd, waar de mineralen wel benut mogen worden als meststof.

Bioraffinage is een technisch concept waarbij biomassa wordt gescheiden in of verwerkt tot verschillende componenten. Elk van deze componenten krijgt een specifieke toepassing in bijvoorbeeld de voedselindustrie, de farmacie, de chemie of als brandstof. In wezen is dit niet anders dan de raffinage van aardolie, waar ook alle samenstellende componenten voor uiteenlopende doeleinden als motorbrandstof, (platform-)chemicaliën, kunststoffen en asfalt benut worden. Zo kan ook biomassa, bijvoorbeeld gras, gescheiden worden in vezels voor energiewinning, suikers voor de voedingsindustrie of als co-vergistingsmateriaal en eiwitten voor veevoer. Er ontstaat een goede cascadering van biomassa als ten eerste de componenten met de meest hoogwaardige toepassing benut worden, ten tweede uit de reststromen daarvan de componenten worden gehaald met de vervolgens meest haalbare hoogwaardige toepassing en tenslotte geëindigd wordt met de minst hoogwaardige toepassing. Verbranden voor warmte of vergisting voor energie zijn voorbeelden van zo'n laatste stap. In voorkomende gevallen kunnen de verschillende componenten op een bepaalde manier zelfs weer worden opgewaardeerd naar een hoogwaardigere toepassing.

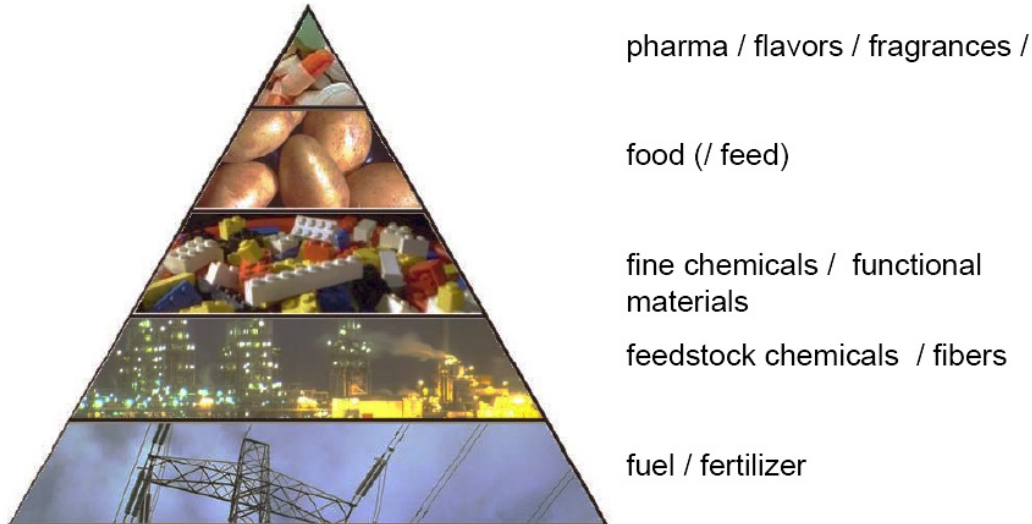
Dit concept is aanschouwelijk gemaakt in figuur 5.2, de 'ecopiramide': waarbij in de top de verwaarding van biomassacomponenten tot pharma, flavors en fragrances² is weergegeven, daaronder de voedingstoepassingen (food en feed³), daaronder fijnchemicaliën en functionele materialen, daaronder feedstock⁴, chemicaliën en vezels en tenslotte onderaan de piramide de benutting van biomassa tot fuel en fertilizers is gesymboliseerd. De top van de piramide

² Farmaceutische producten, geur- en smaakstoffen, parfums

³ Voedsel en diervoedsel

⁴ Grondstoffen

representeert de toepassingen met de hoogste waarde en het kleinste volume, de onderkant van de piramide de toepassing met de laagste waarde, maar het grootste volume. Door biomassa in twee of meer stappen te 'ontleden' of te verwerken waarbij telkens 'cascadegewijs' de reststroom voor toepassingen lager in de piramide ingezet wordt, kan het maximale rendement, zowel energetisch per hectare als financieel per ton biomassa, verkregen worden. Heersende marktomstandigheden sturen de volumestromen naar de diverse verwerkingsmogelijkheden.



De 'ecopiramide' (bron: Innovatienetwerk, 2008)

Eén van de vele voorbeelden van meervoudig gebruik van gewassen is de bioraffinage van gras. Er zijn inmiddels diverse initiatieven, o.a. in Gelderland, Flevoland, Groningen en Noord-Holland, waarbij uit gras eerst hoogwaardige componenten, zoals eiwit ten behoeve van veevoer, geïsoleerd worden. Uit de restfractie worden vezels voor bijvoorbeeld de papierindustrie gewonnen. Overblijvende restfracties worden als co-vergistingmateriaal omgezet in biogas, met als afvalproduct daarvan mineralenrijk digestaat. Vanuit de optiek van volledig benutten van biomassa is dit een goede zaak, evenals vanuit de optiek van het zo rendabel mogelijk opzetten van een bioraffinaderij. Hierbij moet natuurlijk wel gelet worden op de verwerkingskosten om tot de winning van hoogwaardige componenten te komen. Het is onvermijdelijk de zin van een voorgestelde biocascade van geval tot geval in een businessplan te beoordelen.

5.2 Ontwikkeling van transportbrandstoffen

Een belangrijke uitdaging is de verduurzaming van de transportbrandstoffen. Dit omdat meer dan de helft van het aardolieverbruik in Nederland in deze toepassing benut wordt en veel decentrale emissie van CO₂, fijnstof en NO_x oplevert. Een belangrijke vraag hierbij is welke alternatieve energiedrager het beste is. Wordt het elektriciteit, aardgas, ethanol of waterstof, of blijven benzine, diesel en LPG een rol spelen? De perceptie is soms dat één alternatieve transportbrandstof de huidige petrochemische brandstoffen gaat verdringen. Echter, geen enkel alternatief combineert alle voordelen van de op aardolie gebaseerde transportbrandstoffen (benzine, diesel, kerosine) als energiedichtheid, logistiek, huidige lage prijsniveau en gebruiksgemak.

De diverse beschikbare alternatieven en daarop gebaseerde aandrijfmethode hebben elk hun eigen voor- en tegens op het gebied van vermogen, actieradius, emissie, gebruiksvriendelijkheid etc. Daarnaast zijn er verschillen tussen de alternatieven in beschikbaarheid en de wijze waarin ze aan Europees, landelijk of lokaal gestelde duurzaamheidscriteria (kunnen) voldoen. Daarom is het heel goed mogelijk en zelfs waarschijnlijk dat voor allerlei soorten transportmodaliteiten verschillende soorten brandstoffen het gunstigst zijn: dus geen òf-òf maar èn-èn!

Bovendien is te verwachten dat ook transportbehoeften als zodanig aan systeemveranderingen onderhevig gaan worden en er verschuivingen tussen modaliteiten (weg-, lucht-, rail- en watertransport) plaats gaan vinden, met elk verschillende optimale energiedragers. Het is zelfs mogelijk dat er nog totaal nieuwe transportconcepten ontwikkeld gaan worden, met andere energiebehoeften en invullingen.

Bij elke energiedrager liggen uitdagingen in techniek en logistiek. En daarnaast doet zich de vraag voor: hoe kunnen we de energiedrager zo duurzaam mogelijk produceren.

Wat kan biomassa betekenen bij de implementatie van verschillende energiedragers in transporttoepassingen?

Elektriciteit

Op kleine schaal rijden er al elektrische voertuigen (en hybriden). De technologie hiervoor is al oud en robuust. Al in de jaren zestig, bijvoorbeeld, reden melkbezorgers in elektrische melkwagentjes en elektrische trolleybussen maken in Arnhem al sinds jaar en dag deel uit van het stadsgezicht. Ook de penetratie van elektrische fietsen en scooters gaat in een rap tempo. Het probleem voor een verdere doorbraak in marktpenetratie bij auto's en vrachtwagens zit in vermogen, accucapaciteit, beperkte actieradius en langdurige 'tanktijd'. Een (klein) deel van de elektriciteit wordt al met biomassa opgewekt, met name door bijstook van biomassa bij kolencentrales, en ook leveren wind- en waterkracht duurzame elektriciteit op. Indien transport op grote schaal elektrisch ingevuld zou gaan worden, dan vergt dit een grote uitbreiding van de capaciteit van onze elektriciteitsinfrastructuur, inclusief het aantal elektriciteitscentrales. Immers, ruim de helft van de aardolie wordt gebruikt als transportbrandstof. Bij de huidige transportbehoefte zou dit dus betekenen dat er een meer dan verdubbeling van de elektriciteitsvraag komt, veel meer nog als we uitgaan van een verdere economische groei, i.p.v. nulgroei of krimp⁵. Hierbij kan biomassa vanwege de gelimiteerde beschikbaarheid slechts een beperkte rol spelen. Dit betekent echter geenszins dat het niet zinvol is het aandeel biomassa bij elektriciteitsopwekking te vergroten. Elektrische voertuigen hebben een voordeel door hun gunstige lokale uitstootprofiel. Zet deze voertuigen dus in op plaatsen waar luchtkwaliteit een aandachtspunt is, zoals in stedelijke gebieden, in natuurgebieden en in overdekte gebieden.

Aardgas

Op kleine schaal rijden er al voertuigen op aardgas. Het probleem zit in een beperkt netwerk van tankstations. Biomassa kan een rol spelen bij de productie van biogas. Punt van aandacht is de noodzakelijke opwerking van biogas dat bij vergisting ontstaat. Overigens staat de duurzaamheid van biogas van West-Europese akkerbouw (bijvoorbeeld maïs) ter discussie, omdat de balans tussen energie-input en output onvoldoende is. Dit ligt anders bij gebruik van andere biomassa

⁵ Een demping hiervan kan worden teweeggebracht als de doelen voor energiegebruiksreductie worden bereikt

(zoals natuurgras, bermgras, mest en organische reststoffen uit landbouw en voedingsindustrie). Van belang is bovendien een goed gebruik van reststoffen zoals digestaat, bijv. als meststof.

Van groot belang voor de broeikasgassenbalans zijn de inputstromen van de vergister. Zwart et al. (2006) vonden dat bijvoorbeeld de inzet van het akkerbouwgewas mais als co-vergistingmateriaal leidt tot een veel geringere beperking van de uitstoot van broeikasgassen, dan van vergisting van mest alleen.

De technologie van biogasproductie uit biomassa en de upgrading van biogas naar een kwaliteit die geschikt is om als transportbrandstof te dienen is technologisch behoorlijk ver ontwikkeld en kan snel geïmplementeerd worden (minder dan vijf jaar). Ook technologische problemen bij opslag en distributie zijn goed te overzien en betrekkelijk snel oplosbaar. Hierbij is wel van belang om onderscheid te maken tussen de opslag en distributie van CNG (compressed natural gas), dat bij een hoge druk (250 bar) plaatsvindt en van LNG (liquefied natural gas) dat bij een veel lagere druk (enkele bars) plaatsvindt, maar waarbij met verdampfingsverliezen rekening gehouden moet worden. Veilig en efficiënt gebruik van CNG vergt andere oplossingen dan van LNG.

Kleinschalige toepassing van biogas, bijvoorbeeld in de bussen van de stadsregio, in lokaal transport of in vuilnisauto's e.d., kan een goede toepassing zijn in gebieden waar luchtkwaliteit een aandachtspunt is. Dit omdat het uitstootprofiel van aardgas-/biogasmotoren veel gunstiger is dan van dieselmotoren.

Waterstof

Deze energiedrager is nog niet veel in de praktijk getoetst. De gemeente Arnhem stimuleert momenteel de ontwikkeling van waterstof als energiedrager.

Biomassa speelt op dit moment geen belangrijke rol voor de productie van waterstof, hoewel dit in principe wel mogelijk is. Voorbeelden zijn de omzetting van biomethaan in biowaterstof via stoomreforming (huidige praktijk) of in een brandstofcel (techniek TU-Delft; Vernay et al., 2008). De vraag is hoe zinvol dat is uit duurzaamheidsoverwegingen, als biogas ook zelf de energiedrager kan zijn, mede vanwege verlies van energie-inhoud door de benodigde omzettingstechniek.

Een ander concept is 'koude-plasmatechniek'. Deze heeft perspectieven om ook fossiel aardgas om te zetten, met afvang van koolstof, maar deze techniek bevindt zich nog in een experimenteel stadium. De afhankelijkheid van fossiele brandstoffen blijft bij deze methode (tenzij biogas wordt ingezet), maar CO₂ komt niet vrij door de afvang van pure koolstof. Ook de productie van biowaterstof door microbiële omzetting van biomassa bevindt zich nog in een experimenteel stadium. Hierbij spelen ook nog veel onderzoeksvragen, zoals of deze omzetting plaats kan vinden met biomassa reststromen als lignocellulose (om een 'food vs. fuel' discussie te vermijden), de concurrentie van biomassa reststromen voor alternatieve toepassingen en of de productie op voldoende schaal kan plaatsvinden.

Als waterstof niet van biomassa gemaakt wordt, is waterstof weliswaar een interessante energiedrager, maar niet vanzelfsprekend duurzamer t.a.v. CO₂emissie en verbruik van fossiele grondstof. Uiteraard heeft waterstof wel een voordeel op het gebied van emissie van milieu en gezondheidsschadelijke stoffen op decentraal niveau door de voertuigen zelf: het verbrandingsproduct is puur water. Als energiedrager kan het ook milieuvriendelijker zijn wanneer de productie van waterstof gecentraliseerd wordt en op die centrale plekken CO₂ afgevangen en opgeslagen wordt. De emissie van met name CO₂ wordt dan van decentrale transporttoepassingen naar centrale productielocaties verplaatst. Bij de introductie van waterstof dienen nog wel enkele

technische hobbels overwonnen te worden, zoals veilig transport en opslag van dit uiterst vluchtige gas en het verlies tot 0,4 - 4,0% per dag van waterstof uit de brandstoftanks van stilstaande voertuigen vanwege het afdampen van waterstof bij de benodigde cryogene opslag. Zie ook Platform Nieuw Gas (2006).

Ethanol

Deze energiedrager biedt veel potentie. In bijvoorbeeld Brazilië rijden er veel auto's op ethanol geproduceerd uit biomassa (suikerriet). De technologie is goeddeels uitontwikkeld. Suikerriet kent een gunstige verhouding tussen benodigde energie-inputs en output, veel gunstiger dan bij de productie van ethanol uit West-Europese akkerbouwproducten. Grootschalige productie of import uit suikerrietproducerende landen (Brazilië, USA) zou het landgebruik onder druk zetten, en dus een bedreiging vormen voor de voedselproductie en het regenwoud.

De productie van ethanol uit lignocellulose-houdende biomassa-reststromen waarbij dit probleem niet speelt (2e generatie biobrandstof, zie verder) wordt inmiddels in een hoog tempo ontwikkeld en zou in enkele jaren marktrijp kunnen zijn.

Overigens worden ook andere alcoholen ontwikkeld als transportbrandstof, zoals isobutanol door BP. Isobutanol zou betere brandstofeigenschappen hebben en is momenteel in de pilotproductie fase.

Traditionele transportbiobrandstoffen

Momenteel worden in West-Europa vooral biobrandstoffen van de eerste generatie gebruikt. Hierbij worden landbouwproducten gebruikt, zodat er concurrentie is met landbouw en ander landgebruik. Voorts geldt voor een aantal teelten een zeer beperkte CO₂-emissie-reductie, doordat er geen goede balans is tussen noodzakelijke inputs voor productie en logistiek en de output. Om een echte duurzaamheidsslag te maken is inzet van tweede of derde generatie biobrandstoffen noodzakelijk.

5.2.1 Biobrandstof van de eerste generatie

Biobrandstoffen van de eerste generatie zijn gebaseerd op suikers, zetmeel, plantaardige olie of dierlijke vetten, die met conventionele chemische processen of vergisting worden omgezet in brandstoffen. Het gaat hier meestal om voedselgewassen als brandstof:

- Biodiesel wordt onder andere verkregen uit maïs (maïsolie), koolzaad (koolzaadolie), oliepalm (palmolie) en uit soja (sojaolie).
- Bio-ethanol wordt onder andere verkregen uit suikerbiet, suikerriet, suikerpalm en ook uit graan.

5.2.2 Biobrandstof van de tweede generatie

Biobrandstoffen die niet aan voedsel gerelateerd zijn, worden meestal de tweede generatie genoemd. Deze worden gemaakt uit planten die hiervoor geteeld worden (energiegewassen) of uit oneetbare gedeelten van voedselgewassen. Onderstaande planten bevatten veel cellulose en dat is relatief lastig om te zetten in energie.

Biobrandstoffen van de tweede generatie zijn onder andere:

- Energiegewassen zoals wilgen en *Pongamia pinnata*
- Vruchten van niet voor consumptie geschikte planten, zoals *Jathropa curcas*
- Houtsnippers
- Stro
- Oneetbare gedeelten van voedselgewassen
- Dierlijk vet
- Gebruikt frituurvet
- Afval (bijv. GFT, groenafval, rioolwaterzuiveringsslib)



Oogsten van wilgenhout

Deze biobrandstoffen hebben niet de nadelen van de eerste generatie. Verscheidene cellulose-ethanoltestfabrieken zijn reeds operationeel, maar de eerste echte commerciële cellulose-ethanolfabrieken zullen niet voor 2011 van start gaan.

Een ander voorbeeld van een tweede generatie biobrandstof is jatropha-olie. De geperste olie is op conventionele wijze tot brandstof te verwerken, maar de plant is geen voedselgewas (de zaden zijn giftig) en hoeft daar ook niet mee te concurreren omdat deze nog op zeer droge grond kan groeien. Gemaakte claims dat de plant een hoge olieproductie zou hebben en weinig arbeidsintensief zou zijn, lijken echter niet zonder meer gerechtvaardigd. Daarbij komt dat jatropha betere opbrengsten levert op goede landbouwgrond dan op marginale grond. Er bestaat dus een zeker risico dat jatropha door lokale boeren toch op de beschikbare vruchtbaardere landbouwgrond geteeld wordt en voedselgewassen van dat areaal verdringt, waardoor het vermeende voordeel (geen concurrentie met voedselgewassen) verloren gaat.

Naast plantaardig materiaal wordt ook afval gebruikt als biobrandstof. De soorten afval die te verwerken zijn mogen zich voordoen als zwaar organisch belast afvalwater, maar ook dikvloeibare afvalstromen of zelfs vaste afvalstromen. De enige voorwaarde is dat ze van organisch-biologische aard zijn en dus geen giftige stoffen bevatten die de anaërobe bacteriën zouden doden.

5.2.3 Pyrolyse

Een alternatieve methode om brandstof uit biomassa te produceren is pyrolyse. Bij pyrolyse wordt biomassa verhit tot ca. 400 °C in afwezigheid van zuurstof. Hierdoor wordt water en gebonden zuurstof verdreven en blijft een olieachtig product over. [VITO 2010, Techniek fiche pyrolyse, <http://www.emis.vito.be/techniekfiche/pyrolyse>]. Deze olie kan vervolgens bijgestookt worden in energiecentrales. Theoretisch kan pyrolyseolie ook verder geraffineerd worden tot een transportbrandstof, maar de benodigde technologie verkeert nog in het laboratoriumstadium. Voor traditionele pyrolyse zijn echter hoge investeringen nodig in zowel een reactor als een scheidingsinstallatie, terwijl bovendien de productkwaliteit tot nu toe nog te wensen overlaat. Op het terrein van AKZO moet door de gemeente Hengelo in samenwerking met BTG-BTL in de loop van 2011 een eerste, op pyrolyseolie draaiende WKK installatie gebouwd gaan worden. De benodigde pyrolyse olie wordt door BTG-BTL geproduceerd uit resthout.

[[http://www.installmedia.nl/Nieuwsweergave/18906/110524/Wkk-voor-pyrolyse-olie-in-Hengelo-\(21-4-2010\).html](http://www.installmedia.nl/Nieuwsweergave/18906/110524/Wkk-voor-pyrolyse-olie-in-Hengelo-(21-4-2010).html)]

5.2.4 Algen

Gebruik van algen als biobrandstof (zgn. 'derde generatie' biobrandstof) heeft als voordeel dat het niet hoeft te concurreren met voedsel of ander gebruik van planten. Afhankelijk van de opzet concurreert de inzet van algen mogelijk wel met grondgebruik. De algen worden speciaal voor dit doel gekweekt. Algen worden nog maar op beperkte schaal gebruikt, maar zijn wel in opkomst. Er wordt op het moment veel onderzoek gedaan en geëxperimenteerd naar biobrandstof uit algen. Zelfs de KLM wil nu proberen biokerosine te winnen uit algen om schoon en goedkoop te kunnen vliegen. Met behulp van genetische technologie kan de productie door algen en/of bacteriën verder verhoogd worden.

Tot op heden worden algen vooral gekweekt voor hoogwaardige toepassingen zoals het gebruik van hoog onverzadigde (omega-3 vetzuurrijke) oliën in (reform-)voeding, vitaminepreparaten en dier (vis-)voeding, maar ook in technische toepassingen als verf en cosmetica. De winning van olie voor biodiesel of andere energietoepassingen is vooralsnog niet rendabel.

5.2.5 Goed functioneren van landschap, stedelijk groen en bermen

Momenteel noemen we veel biomassa groenafval. Met de verwerking zijn kosten gemoeid, waardoor veel beheerders van landschapselementen achterstallig onderhoud hebben of de oogst niet benutten. Een voorbeeld is het klepelen van wegbermen. Hierdoor hoeft het maaisel niet te worden afgevoerd. Nadeel is dat bermen verrijken en hun ecologische waarde vermindert. Bovendien hogen ze sneller op, waardoor ze hun waterafstromende functie sneller verliezen (de berm ligt dan hoger dan de weg) en weer andere ingrepen nodig zijn (bermschaven).

Belangrijk is dat door het gebruik van reststromen er perspectief ontstaat op het verwaarden van huidige afvalproducten tot een goed energetisch product.

De herwaardering van biomassa uit het landschap is ook een juridisch probleem. De regelgeving van de EU en Nederland (Wet milieubeheer) is heel belemmerend. Zie Kistenkas en Fontein, 2009.

5.2.6 Agrobusinessparken

Een interessante ontwikkeling is de wens van steeds meer gemeenten en regio's om te komen tot een concentratie van biobased activiteiten op speciaal daarvoor aangewezen bedrijventerreinen. Voorbeelden daarvan zijn Dinteloord in West-Brabant, Regio Terneuzen in Zeeland, Delfzijl in Groningen en in Gelderland bijvoorbeeld Erf Putten in de Regio Noord-Veluwe. Een dergelijke concentratie van bedrijven heeft niet alleen voordelen ten aanzien van ruimtelijke ordening, bestemmingsplan en milieuregelgeving, maar kan ook sterk bijdragen aan de invulling van duurzaamheidsdoelstellingen. Dit laatste speelt vooral wanneer binnen een dergelijk agrobusiness park bedrijven ook inhoudelijk en commercieel voordelen hebben van elkaars aanwezigheid. Dit kan zijn doordat restwarmte, -water en/of -energie van één bedrijf gebruikt worden door een naburig bedrijf. Of doordat restproducten van één bedrijf als grondstof dienen voor een ander bedrijf. Of doordat bedrijven die schakels binnen dezelfde waardeketen vormen door elkaars nabijheid op transportkosten en logistieke bewegingen besparen. Voor gemeenten of regio's die tot het inrichten van een dergelijk bedrijvenpark overgaan kan het aanbevelenswaardig zijn vooraf een profiel van een dergelijk park met de gewenste soort bedrijvigheid op te stellen en daar ook bij de gunning aan binnen de gewenste profielen passende bedrijven faciliterend op te treden. In de Stadsregio Arnhem-Nijmegen is er een initiatief voor een agrobusinesspark in Bergerden. Deze aanbeveling kan bij dit initiatief worden opgepakt.

6. Meer uitgewerkte mogelijke opties voor de stadsregio

6.1 Keuze van de opties

Op 10 september 2009 is er door de Stadsregio Arnhem-Nijmegen een workshop georganiseerd over de toepassing van biomassa voor de energie-opwekking. Uit deze workshops bleek dat er met name kansen liggen voor het winnen van biogas uit berm- en slootmaaisel, mest en GFT en voor het winnen van warmte en energie uit hout. Deze opties voor de inzet van biomassa voor energie zijn in dit hoofdstuk nader uitgewerkt. In paragraaf 6.2 wordt ingegaan op biogas en in paragraaf 6.3 op houtige biomassa. Het maken van biomethaan uit houtige stromen is niet verder uitgewerkt, omdat deze toepassing nog niet marktrijp is.

In 6.4 wordt ingegaan op de rol voor de stadsregio.

6.2 Biogas als transportbrandstof

Bij biogas zijn de volgende opties nader bekeken:

- Vergisting: biogas voor elektriciteit en warmte
- Vergisting: biogas naar biomethaan voor transport
- Vergisting: biogas naar waterstof voor transport
- Microbiële omzetting van biomassa naar waterstof
- Algenproductie voor waterstof (3e generatie)

Bij de beoordeling van de verschillende opties in paragraaf 6.2.1 is gekeken naar:

- Beschikbare biomassa
- Duurzaamheid grondstofvoorziening
- CO₂-balans
- Milieukwaliteit
- Bestaande bedrijvigheid
- Economische kansen
- Politiek draagvlak
- Regionale schaalgrootte
- Ruimtebeslag
- (Belemmerende) regelgeving
- Aansluiten bij andere doelstellingen stadsregio
- Kosten/ benodigde investeringen
- Time to market

In bijlage 5 staat het gebruikte afwegingskader voor een aantal van bovenstaande criteria.

Afgesloten wordt in paragraaf 6.2.2 met een samenvattende tabel met een beoordeling/ indicatie van de haalbaarheid van de verschillende opties en een sterkte-zwakte-analyse.

6.2.1 Beoordeling van biogas

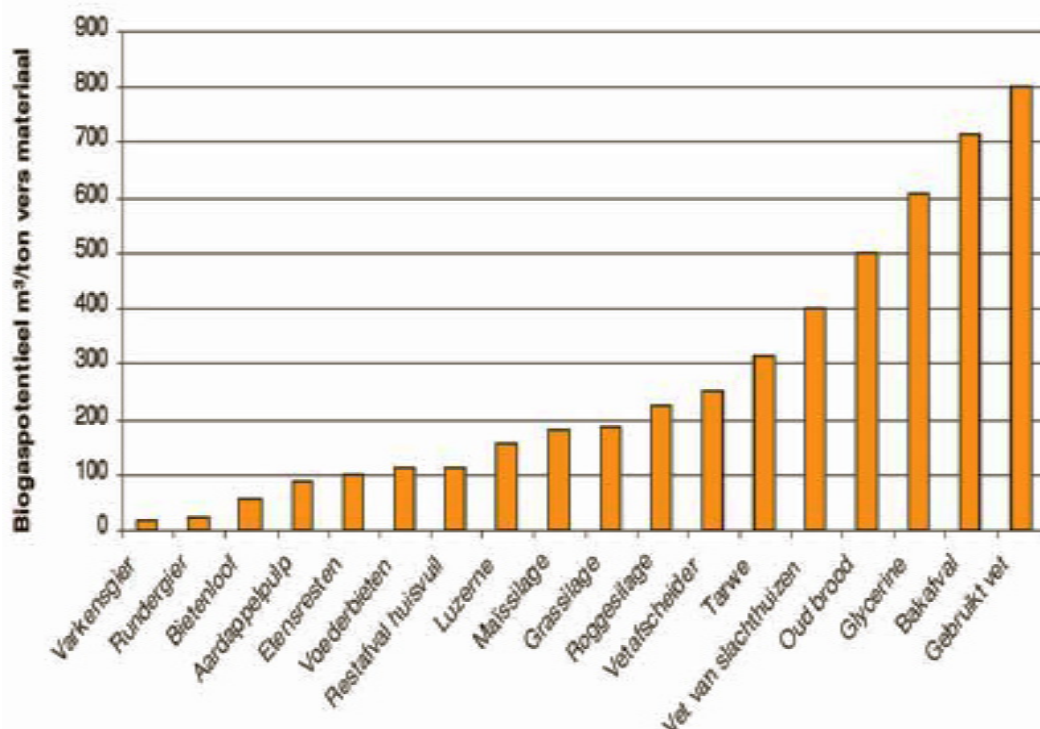
Door lokale mest samen met andere biomassa (gft, gras, bermmaaisel etc.) te co-vergisten kan een methaanrijk biogas geproduceerd worden dat voor veel doeleinden inzetbaar is:

- door conventionele technieken (gasmotor, wkk) kan biogas omgezet worden in elektriciteit, die lokaal bruikbaar is of teruggeleverd kan worden aan het elektriciteitsnet. Geproduceerde warmte kan wellicht lokaal ingezet worden.
- na het opwerken van biogas tot een hoger percentage methaan kan het rechtstreeks benut worden als transportbrandstof voor aardgasvoertuigen (99% is mogelijk: voor toepassing wegvervoer wordt dit ook gedaan. De energie-inhoud van biomethaan is door deze opzuivering 25% hoger dan van biogas).
- biogas en biomethaan kunnen tevens een grondstof voor de productie van biowaterstof zijn. Dit kan plaatsvinden door reforming van methaan tot waterstof met bestaande en in de stadsregio voorhanden technologie (waarbij overigens uit kostenoverweging wel rekening gehouden moet worden met de 'economy of scale'). Deze biowaterstof kan vervolgens als energiedrager dienen voor met brandstofcellen uitgeruste waterstofvoertuigen.

Op basis van de beschikbare hoeveelheden biomassa zoals die door BTG in 2008 voor de MARN/MRA-regio geïnventariseerd zijn (zie tabel 6.1), is de productie van biomethaan uit mest (co-)vergisting een interessante energiedrager voor de stadsregio.

Tabel 6.1 Beschikbare, vergistbare biomassa (bron: BTG rapporten 2008)

	MARN beschikbaar		MRA beschikbaar		Totaal beschikbaar regio	
	kTon/jr	GJ/jr	kTon/jr	GJ/jr	kTon/jr	GJ/jr
GFT-afval	36,5	57.488	29,6	46.605	66,1	579.545
Berm- en slotmaaisel	3,9	21.450	2,5	13.750	6,4	35.200
Dierlijke mest (dun)	725	304.500	673	290.000	1398	594.500
Dierlijke mest (vast)	51	408.000	38	72.000	89	480.000



Biogasproductie uit diverse biomassa-stromen (bron: ODE Vlaanderen, 2006)

Biogasproductie uit in MARN/MRA-regio beschikbare biomassastromen:

GFT afval:	66,1 kton x ca. 100 m ³ /ton = 6,6 miljoen m ³ / biogas
Berm-slootmaaisel:	6,4 kton x ca. 120 m ³ /ton = 0,8 miljoen m ³ / biogas
Dierlijke mest:	1487 kton x ca. 20 m ³ /ton = 29,7 miljoen m ³ / biogas

De totale winbare opbrengst aan biogas in de regio kan dus maximaal ingeschat worden op 37,1 miljoen m³ biogas/jaar (situatie eind 2008). Met 60% (v/v) methaan in het biogas mengsel (rest is voornamelijk CO₂) levert dit maximaal 22,3 miljoen m³ biomethaan op. Indien dus inderdaad de bovengenoemde, in de MARN/MRA-regio beschikbare, reststromen gebruikt zouden worden om biomethaan voor transportdoeleinden te produceren is dit, bij een verbruik in een autobus van ca. 52 m³ methaan per 100 km*, voldoende voor 42,9 miljoen km. Dit verbruik is equivalent aan ca. 40 l diesel/100 km (berekend op basis van energie-inhoud van methaan en diesel) (Andere ook gepubliceerde praktijkresultaten (Frankrijk) zijn iets ongunstiger: 60 m³ methaan of 50 l diesel per 100 km).

De ervaring leert dat de 75 aardgasbussen in Nijmegen jaarlijks 7,34 miljoen km rijden, oftewel ca. 100.000 km per bus. De volgens de BTG-rapporten in de Stadsregio totaal beschikbare hoeveelheid vergistbare biomassa en mest zou dus voldoende moeten zijn om ruim 400 bussen van biomethaan te kunnen voorzien. Of, anders gezegd: om de Nijmeegse aardgasbussen te kunnen laten rijden op lokaal geproduceerde biomethaan moet ca. 17% van de beschikbare vergistbare biomassa en mest hiervoor geormerkt worden en ca. 35% indien ook de plannen van de gemeente Arnhem om ook 150 aardgasbussen in bedrijf te nemen gerealiseerd worden. Als de totaal beschikbare hoeveelheid mest en biomassa daadwerkelijk vergist wordt tot biomethaan en alle te verwachten 155 aardgasbussen in de Stadsregio hun deel als biobrandstof afnemen, resteert nog 14,5 miljoen m³ biomethaan die voor andere transportdoeleinden benut kan worden

(lokaal vrachtvervoer, personenauto's, utility vehicles, etc.) dan wel aan het aardgasnet toegevoegd kan worden.

Naast deze hoeveelheden uit nieuwe mest (co-)vergisting te winnen biogas worden in de Stadsregio reeds flinke volumes biogas gewonnen door de ARN (als stortgas) en door AWZI's (uit zuiveringsslib). Dit betreft hoeveelheden van respectievelijk 3 miljoen en 2 miljoen m³ per jaar. Deze in totaal 5 miljoen m³ wordt momenteel opgewerkt tot aardgaskwaliteit en in het aardgasnet ingevoerd. (E-kwadraat, 2009), maar is natuurlijk ook te benutten voor transportdoeleinden.

Voor- en nadelen biomethaan als transportbrandstof

Voordelen

- CO₂-neutrale brandstof
- weinig conversieverlies
- relatief lage uitlaatgasemissies van fijnstof, NO_x en andere milieuvervuilende stoffen
- hogere actieradius per tankvulling mogelijk dan bij accu-gebaseerd elektrisch rijden
- regionale productie van transportbrandstof mogelijk
- biomethaan gebruik in commercieel beschikbare aardgasmotoren mogelijk
- veel ervaring met aardgasbussen in binnen- en buitenland

Nadelen

- opwerking biogas naar biomethaan nodig
- opslag gecomprimeerd gas ipv vloeistof (dieselolie)
- explosiegevaar stelt eisen aan locatie tankstations
- meer transportbewegingen voor aanvoer van biomethaan naar tankstations dan bij aanvoer van vloeibare fossiele brandstoffen (tenzij via (bestaande) pijplijn)

(Bron : Teunissen consultancy, 2008)



De mate waarin gebruik van biogas leidt tot vermijding van CO₂-emissie is afhankelijk van een aantal factoren. Zwart et al. (2006) hebben hier onderzoek naar gedaan bij co-vergisting van dierlijke mest. Sleutelfactoren zijn het gebruikte co-substraat, beperking van lekverliezen voor en tijdens de vergisting, een effectieve benutting van de vrijkomende warmte en beperking van het energiegebruik van de vergistingsinstallatie.

Biogas kan ook omgezet worden in waterstofgas, waarna dit kan worden gebruikt als brandstof voor brandstofcellen. De conversie van methaan naar waterstof gaat met een energetisch rendement van plm. 65% (op grote schaal uitgevoerd kan dit 75% worden). In termen van massabalans kan uit 22,3 miljoen m³ biomethaan, ofwel 14,5 miljoen kg (dichtheid methaan bij 1 atm. = 0,65 kg/m³), ongeveer 4,6 miljoen kg waterstof geproduceerd worden (op basis van 1 kg CH₄ levert 0,32 kg H₂). Hierbij moet rekening gehouden worden met de energie die nodig is voor het comprimeren tot handzame volumes en het onder druk houden van de waterstof (250 bar), waarvoor met ca. 8% energieverlies rekening gehouden mag worden. Als deze energie ook uit biowaterstof of biomethaan afkomstig is, blijft netto voor transport ca. 4,2 miljoen kg waterstof over. (NB: in werkelijkheid zal deze energie voor het op druk brengen van de waterstof uit het elektriciteitsnet gehaald worden (een kostenpost) en zal de hoeveelheid waterstof niet minder worden, maar voor een eerlijke vergelijking is dat hier naar een lagere waterstofopbrengst toegerekend). De praktijkervaring met de meest geavanceerde Mercedes Benz Citaro hybride waterstofbussen suggereert een (mogelijk wat optimistisch) verbruik van 12 kg waterstof per 100 km. Zie Auto en Motortechniek (2009). Hieruit volgt dat, indien alle beschikbare biogas omgezet wordt in waterstof, dit voldoende moet zijn voor 35,0 miljoen buskilometers (vgl. 42,9 miljoen buskilometers indien de biomethaan rechtstreeks benut zou worden in aardgasbussen). Een eerste pilot met een waterstofbus in de Stadsregio is in het kader van het project HyMove onlangs gestart.

(<http://www.hymove.nl/nl/nieuws/hymove-onthult-waterstofbus/>)

Energie-inhoud biogas groter dan van 'gewoon' aardgas

Aardgas uit het Nederlandse aardgasnet ('Slochterengas') heeft een 20% lagere energie-inhoud dan biomethaan. Dit komt doordat het Groningse gas 15 massaprocent stikstof bevat. Ook als biogas in het aardgasnet gepompt zou worden stelt de netbeheerder verplicht de kwaliteit van biogas te verlagen door bijmenging van stikstof om op de lagere kwaliteit van 'Slochterengas' te komen. Concreet betekent dit dat een bus op een tank biomethaan 20% meer kilometers kan rijden dan op een tank aardgas uit het net.

Enkele ervaringen met biogasbussen

Zweden

Zweden is erg actief op het gebied van de introductie van biomethaan-aangedreven bussen (maar ook in auto's en treinen). In 2009 had Zweden zo'n duizend bussen rijden in steden als Stockholm, Örebro, Linköping, Helsingborg en Trollhättan. Het biogas wordt in de regel lokaal geproduceerd door vergisting van plantaardig organisch afval, slachtafval, mest en RWZI slib.

Frankrijk

In Lille rijden 220 aardgasbussen waarvan zo'n 100 op biogas geproduceerd door rioolwaterzuiveringen (zie Stichting Schoner transport 2007b)).

Nederland

Ook in Nederland zijn er verschillende initiatieven op dit vlak. Zo heeft de HTM in Den Haag in 2009 een 45-tal aardgasbussen aangeschaft. In 2011 moet de hele vloot van 135 bussen op gas rijden. De bedoeling is dat hiervoor zoveel mogelijk gebruik gemaakt gaat worden van biogas (Klimaatfonds 2009 en Treinreiziger.nl 2009). Ook het Haagse biogas wordt geproduceerd door vergisting van mest en GFT dan wel uit RWZI slib.



Vermeld dient te worden dat in de gepresenteerde berekening alleen de rijprestaties vergeleken worden en niet de hieraan verbonden bedrijfskosten: een waterstofbus is naar verwachting veel duurder dan een aardgasbus. Het eerder genoemde HyMove-project levert hier t.z.t. uitsluitsel over. Ook het omzetten van biogas naar waterstof is een zeer dure operatie, nog veel duurder wordt dit op kleine (zoals de hier beoogde) schaal. Het is zelfs de vraag of een dergelijke lokale omzetting van biogas naar waterstof economisch haalbaar is. Een alternatief zou zijn om de waterstof wel te betrekken van de petrochemische industrie na omzetting uit fossiel aardgas, maar dit te compenseren door groencertificaten na levering van het lokaal geproduceerde biomethaan aan het aardgasnet.

Ook met betrekking tot de aanvoerlogistiek van waterstof naar tankstations moet rekening gehouden worden met de lagere energiedichtheid per liter vergeleken met diesel: voor één vrachtwagen met diesel (energiedichtheid 36 MJ/l) moeten ter vergelijking 16 vrachtwagens met waterstof (250 bar: energiedichtheid 2,3 MJ/l) aangevoerd worden bij een tankstation. Het is echter mogelijk om ter plekke van het pompstation de waterstof te produceren uit aardgas (zoals bij het pompstation in Arnhem). Dan vervalt het nadeel van het grotere aantal transportbewegingen voor de brandstofaanvoer. Voor methaan is dit een stuk minder. Voor de aanvoer van biomethaan onder druk (CNG) per tankwagen geldt dat één vrachtwagen met diesel overeenkomt met vier vrachtwagens met biomethaan (250 bar energiedichtheid 8,1 MJ/l). Biomethaan kan bovendien gemakkelijker dan waterstof in vloeibare vorm (LNG) getransporteerd worden met bijbehorende hogere energiedichtheid en lagere transportkosten dan als CNG. Aanvoer via het aardgasnet (met compensatie via groencertificaten) is een zinvol alternatief. Groencertificaten worden nu uitgegeven door Vertogas, een dochteronderneming van de Gasunie. Meer informatie staat op www.vertogas.nl. In de praktijk betekent dit dat het biomethaan o.a. verdund moet worden met 15% stikstof, waardoor de energie-inhoud per m³ van het gas daalt. Hierdoor kan een voertuig dat gas onttrekt aan het aardgasnet 20% minder kilometers op een tank rijden dan wanneer het opgewerkte biomethaan rechtstreeks als brandstof benut zou worden.

Overigens rijden in Malmö (Zweden) bussen op een mengsel van biogas met 8 - 20% waterstof. Een dergelijk mengsel schijnt de aardgasmotoren nog schoner en zuiniger te maken. (zie: Stichting Schoner Transport, 2007).

Voor- en nadelen waterstof als transportbrandstof

Voordelen

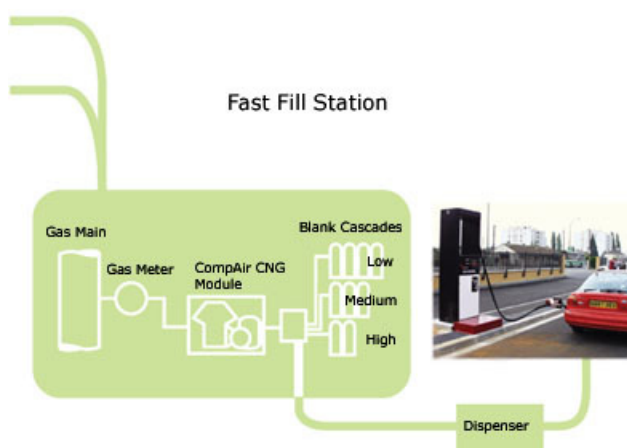
- geen uitlaatgasemissies van fijnstof, NO_x en andere milieuvuulende stoffen
- weinig geluidsoverlast
- hogere actieradius per tankvulling mogelijk dan bij accu-gebaseerd elektrisch rijden

Nadelen moet naar links zoals bij Voordelen

- waterstof alleen CO₂ neutraal indien geproduceerd uit hernieuwbare bronnen (duurzame (wind-/zonne-)elektriciteit of biomethaan) of uit koude-plasmatechniek met C-winning
- emissies verschoven van decentraal naar centraal
- rendementsverlies bij productie en opslag
- geluidsarme aandrijving mogelijk bezwaarlijk voor voetgangers en wielrijders
- gewicht en complexiteit cryogene opslag
- meer transportbewegingen voor aanvoer van waterstof naar tankstations dan bij fossiele brandstoffen
- brandstofcel is (nog) relatief duur

Veelbelovend is ook de ontwikkeling van LNG (vloeibare aard-/biogas) als transportbrandstof, die een veel hogere energiedichtheid heeft dan tot 250 bar samengeperste aard-/biogas (CNG). Hierdoor kan met een tank LNG ca. 2,5 x zo ver gereden worden dan met een tank CNG, terwijl ook het gewicht van een LNG tank vanwege de lagere druk lager kan zijn dan van een 250 bar drukvat. Bij cryogene opslag van LNG is het verdampingsverlies ca. 0,1% per dag. Dit zal overigens een groter probleem zijn bij auto's, die relatief vaak ongebruikt stilstaan, dan bij bussen. (Zie ook de pilot op dit gebied van Vos Logistics in Oss (bijv.: Truckwash 2010).

Een Bio-LNG tankstation kan overigens ook zonder problemen Bio-CNG leveren, zodat een gemengde vloot van LNG- en CNG-voertuigen door dezelfde tankstations bediend kan worden. Een Bio-LNG/CNG tankstation kost ook minder dan een aardgasstation omdat geen aansluiting op het net nodig is en ook het comprimeren van BioLNG tot BioCNG goedkoper is dan het comprimeren van aardgas uit het net tot CNG. Zoals al eerder genoemd heeft CNG gecompriemd vanuit aardgas uit het net door de lagere kwaliteit van het Slochterengas een 20% lagere energie-inhoud dan Bio-CNG. Vanuit die optiek is CNG gecompriemd uit aardgas een minder efficiënte transportbrandstof. Het bevoorraden van een biogas vulstation via het aardgasnet en compensatie via groencertificaten is dan ook minder aantrekkelijk dan rechtstreekse bevoorrading met vloeibaar gemaakt Bio-LNG (zie voor meer informatie rond Bio-LNG en Bio-CNG bijvoorbeeld www.bio-lng.info).





In bijlage 6 staat een uitgebreid vergelijkend overzicht van de kenmerken van diverse alternatieve brandstoffen, zoals geïnventariseerd door het North Carolina Solar Center in de VS.

Economische kansen

Voor producenten van biomassa

De afzet van biomassa, c.q. organische reststromen die momenteel als afval geclassificeerd zijn is moeizaam en kostbaar. Dit geldt niet alleen voor mest en in de praktijk al gangbare co-vergistbare agroreststromen, maar ook voor onderbenutte biomassastromen (bijv. berm-/slootmaaisel, natuurgras, GFT). Deze stromen worden nu vaak tegen niet onaanzienlijke kosten aangeboden ter compostering of op het terrein achtergelaten. Vergisting tot biogas en/of daarvan afgeleide producten kan interessant zijn en een nieuwe inkomstenbron genereren voor terreinbeheerders.

Voor verwerkers van biomassa

Inzameling (bij de bron of anderszins) van biomassa rest-, afval- en grondstofstromen, de verwerking hiervan tot een voor gebruikers hanteerbare vorm, inclusief de bijbehorende logistiek, kan veel nieuwe bedrijvigheid voor deze bedrijfstak opleveren. Dit betreft bijvoorbeeld de omzetting van ruwe vergistbare stromen tot biogas, biomethaan, waterstof voor transportdoeleinden of elektriciteitsopwekking. Ook de benutting van restwarmte en inrichting van de daarvoor benodigde infrastructuur vormt nog een flinke uitdaging, waar ongetwijfeld voor bedrijven zich kansen gaan voordoen om zich daarin te bekwamen. Met alle economische voordelen van dien.

Voor afnemers van energie

Afnemers van energie of energiedragers (i.c. transportbrandstoffen) krijgen een nieuwe impuls om zich duurzaam te ontwikkelen. Niet alleen past dit binnen maatschappelijk verantwoord ondernemerschap, ook financieel zal het steeds interessanter worden naarmate fossiele energie steeds duurder gaat worden, of, in het licht van duurzaamheidsdoelstellingen, zwaarder belast gaat worden. Bedrijven die ervaring opdoen met de benutting van duurzame energie en energiedragers zullen een commerciële voorsprong krijgen op bedrijven die daar nog mee wachten.

Voor de regio

Op het gebied van biomassabenuutting en de transitie naar een duurzame en biobased economie is momenteel een systeemverandering gaande. Dit betekent dat de kaarten ten aanzien van regionale bedrijvigheid opnieuw geschud gaan worden. Door te focussen op sterktes in de regio kan technologische en commerciële kennis opgebouwd worden, die kunnen leiden tot ontwikkeling van nieuwe regionale bedrijfstakken en waardeketens met positieve gevolgen voor de regionale economie en werkgelegenheid. Ook met betrekking tot het milieu zal de benutting van duurzame energie en duurzame transportbrandstoffen leiden tot het halen van regionale doelstellingen.

Tabel 6.3 Stakeholders / Bestaande bedrijvigheid / Ervaring / Kennis

Potentiële stakeholders (niet-uitputtende selectie)	Kernactiviteit / rol in waardeketen
Primaire productie	
LTO	Landbouwsector, mest, agroreststromen
Gemeenten, waterschappen, provincie, Rijkswaterstaat, Pro Rail	Berm-/slootmaaisel
Staatsbosbeheer, Gelders Landschap, Natuurmonumenten	Natuurgras
Biomassa reststromen inzamelaars en verwerkers	
Van Gansewinkel	Reststroom GFT verwerker
DAR / SITA	Reststroom GFT inzamelaar (ook eindgebruiker biomethaan motoren)
Attero (vh. Essent Milieu)	Reststroom verwerker
Orgaworld	Organische reststoffen vergisting
Energiebedrijven	
Eneco	Energieproducent
Tennet	Electriciteitsnetbeheerder
Alliander	Electriciteits-gasnetwerkbeheerder
Gasterra, Gasunie	Aardgas, handel, transport en distributie
Nuon	Energieproducent
Vertogas	Groencertificering biomassa
Biogastransportbrandstoffen	
Ballast-Nedam	Omzetting biogas naar biomethaan
Connexion / Novio	Vervoersbedrijf
Hermes	Vervoersbedrijf
Veolia	Vervoersbedrijf
Nijol	Aardgasvulpunt
DHM, Wolvega	Aardgasbussen ombouw
Nonox BV, Hoensbroek	Aardgasmotoren voor bussen
Rolande LNG, Kaatsheuvel	Producent LNG biogas
VDL, MAN, Mercedes, Iveco etc.	Busfabrikant
Waterstoftransportbrandstoffen	
NedStack	Brandstofceltechnologie
HyGear	Waterstofproductie / stoom reforming
Silent Motor Company	Motortoepassingen van brandstofcellen
HyET	Brandstofcelmotoren
E-traction	Elektrisch aangedreven bussen

Potentiële stakeholders (niet-uitputtende selectie)	Kernactiviteit / rol in waardeketen
Kennisinstellingen	
KEMA	Energie gerelateerde kennis
Wageningen UR	o.a. conversie en verwerking biomassa kennis
HAN	o.a. voertuigtechniek; smart business center
Radboud Universiteit	o.a. Instituut Water & Wetland
ARN	Expertisecentrum recycling
Overheden	
Stadsregio	Intergemeentelijke coördinatie
Gemeenten	Gemeentelijk beleid, gunning
Provincie Gelderland	Provinciaal beleid, regelgeving
MARN/MRA	Coördinatie biomassa inzameling en verwerking
Overige	
Arcadis	Ontwikkeling duurzame bedrijventerreinen
Oost NV / PPM Oost	Economische ontwikkeling regio / VC
Sustainable Forum	Facilitering consortium vorming
Achterhoeks Centrum voor Technologie	Facilitering consortium vorming

Politiek draagvlak

De benutting van biomassa kan een belangrijke bijdrage leveren aan duurzaamheidsdoelstellingen die door de EU en de Nederlandse overheid aan regio's opgelegd worden. Aangezien elke regio verschillende mogelijkheden heeft met betrekking tot de hoeveelheid en aard van de beschikbare biomassa en een verschillende economische, technologische, transport- en kennisinfrastructuur, is de optimale benutting van biomassa regioafhankelijk. Binnen de Stadsregio is verbetering van de luchtkwaliteit als een belangrijk politiek speerpunt benoemd. Doordat de transportsector in de Stadsregio, zeker in de stedelijke gebieden, een belangrijke factor is bij de handhaving van een voldoende luchtkwaliteit, is er naar verwachting ook politiek draagvlak om biomassa-benuttingen die bij kunnen dragen aan een betere luchtkwaliteit prioriteit te geven. Concreet heeft de gemeente Nijmegen al gekozen voor aardgasbussen voor lokaal personenvervoer (evenals binnenkort Arnhem). De gemeente Arnhem heeft daarnaast wensen om ook op weg naar een eventuele waterstofeconomie de mogelijkheden van waterstof als energiedrager in wegtransport te exploreren.

De in dit rapport benoemde opties om lokaal beschikbare biomassa om te zetten in een brandstof voor lokaal transport zou vanwege bovengenoemde politieke context naadloos moeten passen bij doelstellingen ten aanzien van het terugdringen van de CO₂-uitstoot, verlaging van fijnstof- en NO_x-emissies (dus verhoging van luchtkwaliteit), vervanging van fossiele brandstoffen door hernieuwbare grondstoffen en een economisch zinvolle benutting van (agro-)reststromen.

Ook voor de communicatie over duurzaamheid kan het interessant zijn om eigen lokaal vervoer (bussen, gemeentelijke voertuigen) te bevorderen met transportbrandstoffen 'van eigen bodem'. Dit kan voor dit aspect resulteren in een energieneutrale regio en kan publicitair helpen bedrijven en burgers ook aan te sporen tot duurzaam gedrag.

Momenteel is er op landelijk niveau een discussie gaande om de bestaande SDE-regeling, waarbij vooral ingezet wordt op productie van elektriciteit, te vervangen door een bredere regeling die ook voorziet in de benutting van biobrandstoffen (zoals biomethaan) voor toepassing als transportbrandstof. Dit om de Nederlandse regelgeving ook meer in overeenstemming te brengen

met de Europese Richtlijn voor Duurzame Energie (RED) (zie Richtlijn 2009/28/EG). Dit heeft als concreet effect dat de productie van o.a. biomethaan ten behoeve van transportbrandstoffen ook financieel rendabeler wordt.

Aansluiten bij andere doelstellingen (bijv. luchtkwaliteit)

Uit biomassa gewonnen methaan sluit indien het wordt toegepast in lokaal transport (bijv. stads-/streekvervoer) bij uitstek aan bij de wens om de luchtkwaliteit in stedelijke gebieden te verbeteren. Dit geldt zowel voor gebruik van biomethaan rechtstreeks in aardgasvoertuigen (bijv. bussen) als na reforming via waterstof in waterstofbrandstofcel voertuigen. In beide gevallen is de totale emissie CO₂ neutraal en arm in fijnstof. Waterstof scoort nog beter in NO_x en fijnstofemissies dan aardgas bij decentrale verbranding in brandstofcellen, namelijk nihil.

Tabel 6.4 Overzicht van pilots met diverse soorten voertuigen als alternatief voor diesel. Bron Department of Energy, USA.

Vehicle Type	CNG Mail Delivery Trucks	LNG Buses*	LNG Semi Trucks	LNG Refuse Trucks	LNG Dual-Fuel Refuse Trucks
Fleet	United Parcel Service (UPS)	Dallas Area Rapid Transit (DART)	Raleys	Waste Management (WM)	City of Los Angeles Bureau of Sanitation
Number of Alternative Fuel Vehicles	7	15	8	6**	10
Number of Diesel Vehicles	3	5	3	2	3
Drive Cycle	City Suburban Heavy Vehicle Route	Central Business District	Five-Mile Route	WM Refuse Truck Cycle	Air Quality Management District Refuse Truck Cycle
PM Reduction	95%	NSS***	96%	86%	NSS***
NO _x Reduction	49%	17%	80%	32%	23%
NMHC Reduction	4%	96%	59% Less Than Diesel THC	64% Less Than Diesel THC	NSS***
CO Reduction	75%	95%	-263%	-80%	NSS***

*Diesel buses in DART study used oxidation catalysts.

**WM's NO_x tests omitted three trucks due to malfunctioning turbochargers; a problem that skewed results and has been since fixed.

***NSS: Not statistically significant because emissions were too low for the testing equipment for the LNG buses or both LNG and diesel (due to the use of catalyzed particulate filters) refuse trucks.

Emission given in percentage reduced from diesel emissions, based on grams emitted per mile driven. Negative reduction values indicate an increase in pollutants.

Tabel 6.4 geeft een samenvattend overzicht van een uitgebreide studie van het Department of Energy in de VS (http://www.afdc.energy.gov/afdc/vehicles/emissions_natural_gas.html) en biedt een overzicht van de emissiereductie in diverse soorten voertuigen ten opzichte van diesel als transportbrandstof. Deze studie (evenals vele andere) geeft aan dat de emissies van NO_x, fijnstof (PM), koolwaterstoffen (NMHC: Non-methane hydrocarbons) en koolmonoxide (CO) over het algemeen sterk gereduceerd worden bij gebruik van LNG of CNG. (Fijnstofmetingen konden in bovenstaande studie niet goed gemeten worden vanwege de gemonteerde filters in sommige diesel-controlegroepen).

Een studie van DHV (tabel 6.5) gaf vergelijkbare reducties in emissie van fijnstof (PM) en NOx (DHV, 2008).

Tabel 6.5 Reducties van fijnstof NOx en CO₂ bij verschillende voertuigtypen

Scenario	Implicaties voertuigen	Absolute emissies		
		PM ₁₀ (kg)	NO _x (kg)	CO ₂ (ton)
Huidige situatie	n.v.t.	1.073	50.795	6.803
Basisscenario	Aanschaf Euro 4 voertuigen	378 (-65%)	33.195 (-35%)	6.508 (-4%)
Aardgas	Aanschaf aardgasvoertuigen	132 (-88%)	8.547 (-83%)	6.009 (-12%)
Bio-ethanol	Aanschaf flexifuelvoertuigen	224 (-79%)	32.021 (-37%)	6.101 (-10%)
Biodiesel	Ombouwen naar biodiesel	696 (-35%)	36.907 (-27%)	3.508 (-48%)

Voor wat betreft een onderlinge vergelijking van diverse (bio-)transportbrandstoffen met betrekking tot hun effecten op luchtkwaliteit en broeikasgasemissie is het volgende schema van E-kwadraat advies zeer illustratief. Uit dit schema blijkt dat biogas verreweg de beste optie is om het wagenpark te vergroenen.

Productie van biogas kan plaats gaan vinden in ARN Nijmegen, Bergerden en AVR Duiven. Dit zou uitbreiding van capaciteit op deze locaties impliceren. Uitbreiding naar nieuwe locaties kan als alternatief worden afgewogen.

6.2.2 Samenvattend oordeel en SWOT-biogas

Tabel 6.6 Samenvattend overzicht van SWOT-biogas

	Vergisting: biogas voor elektriciteit + warmte	Vergisting: biogas naar biomethaan voor transport	Vergisting: biogas naar waterstof voor transport	Microbiële omzetting van biomassa naar waterstof	Algen productie voor bio- brandstof (3 ^e gen.)
Beschikbare biomassa	+	+	+	-	-
Duurzaamheid grondstofvoorziening	+	+	+/-	-	-
CO ₂ -balans	+	+	+/-	+	+
Milieukwaliteit	+/-	+	++	++	+/-
Bestaande bedrijvigheid	+	+	+	-	-
Economische kansen	+	++	+/-	+/-	+/
Politiek draagvlak	+	++	+	+/-	+/-
Kennis in regio	++	+	+	+	+
Regionale schaalgrootte	+	++	..	+/-	+/-
Ruimtebeslag	+	+	+	+	..
(Belemmerende) regelgeving	++	+	+/-	+/-	+/-
Aansluiting bij andere doelstellingen	+	++	+	+	-
Kosten/benodigde investeringen	+	+/-	-	--	--
Time to market	++	+/-	-	--	--

Legenda: ++ zeer gunstig
+ gunstig
+/- niet gunstig, niet ongunstig
- ongunstig
-- zeer ongunstig (zie bijlage 5)

Samenvattend luidt het advies aan de stadsregio om in te zetten op de vergisting van biomassa uit landschap en mest ten behoeve van de productie van biomethaan voor transport. Ook andere agroreststromen kunnen hiervoor worden ingezet. Dit geldt niet voor de inzet van hoofdproducten uit de landbouw (bijv. maïs), omdat hierbij de positieve effecten onvoldoende zijn.

De geproduceerde biomethaan kan worden ingezet als transportbrandstof, bijvoorbeeld voor de stads- en streekbussen in de regio en andere in de regio opererende wagenparken. Op basis van de in dit hoofdstuk vermelde inzichten lijkt het meest efficiënt te kiezen voor Bio-LNG met Bio-CNG als goede tweede keuze.

Ook de inzet van biomassa voor vergisting tot biogas voor warmte en elektriciteit komt goed uit de SWOT-analyse. Van groot belang is dan de zinvolle inzet van de warmte.

SWOT-analyse

Met betrekking tot bovenstaande voor de Stadsregio interessante optie om biomassa zinvol in te zetten kan de volgende SWOT-analyse gemaakt worden:

Sterkten

- aanwezigheid voldoende biomassa
- aanwezigheid waterstof en aardgas bedrijvigheid
- ervaring en kennis op biogas productie en conversie tot biomethaan en biowaterstof
- technologie is snel implementeerbaar
- aanwezigheid voertuigen op aardgas en waterstof
- noodzaak en beleid om luchtkwaliteit te verbeteren
- kennisinstellingen (o.a. HAN (motorvoertuigtechniek), Radboud Universiteit en Wageningen UR)

Zwakten

- biomassa verdeeld over vele locatie: er is een goede infrastructuur voor de inzameling nodig.
- productie van biogas in vergistingsinstallaties ontbreekt nog goeddeels in regio
- investering nodig in infrastructuur en logistiek
- voor de biogas -> waterstof route geldt dat de productiekosten van waterstof hoog zijn
- voor de biogas -> waterstof route geldt dat de CO₂-emissie van deze route hoger is dan de rechtstreekse benutting van biogas

Kansen

- politiek draagvlak om lokaal transport / openbaar vervoer te verduurzamen (waterstof- en aardgas stadsbussen)
- aansluiting bij wens om luchtkwaliteit in stedelijke gebieden te verbeteren
- biogas als grondstof is een energiedrager met meerdere toepassingen: mocht één van de toepassingen vertragingen oplopen of minder rendabel blijken te zijn, dan zijn alternatieve toepassingen direct voorhanden
- doordat de benodigde technologie al behoorlijk ver ontwikkeld is, hoeft het implementatietraject van biogas voor benutting in aardgasbussen niet erg lang te duren. (dit geldt niet voor de biogas -> waterstof route: een rendabele, kleinschalige productie van waterstof uit biogas via het reforming proces moet nog ontwikkeld worden)
- de stadsregio kan een gezamenlijke aanpak door gemeenten bevorderen; voorts heeft de stadsregio als concessieverlener de mogelijkheid om biogas in regionaal openbaar vervoer te implementeren

Knelpunten

- biogasproductie voor transportdoeleinden valt niet onder nationale SDE-subsidie regeling
- versnippering regelgeving bij vergunningverleningen. Wellicht dat de invoering van de Wabo (Wet algemene bepalingen omgevingsrecht) hier verbetering in kan aanbrengen.
- er is al geïnvesteerd in CNG-bussen. De gunstiger LNG-technologie kan pas worden ingezet als deze bussen zijn afgeschreven of elders kunnen worden ingezet.

6.3 Houtige biomassa

Bij **hout** zijn de volgende opties nader bekeken:

- Kleine houtkachels bij particulieren (alleen warmte)
- Kleinschalige houtkachels bij bedrijven (< 1 MWe; alleen warmte)
- Middelgrote houtkachels bij bedrijven (1-5 MWe; alleen warmte)
- Grote houtcentrale (> 5MWe; warmte en kracht)
- Grote houtcentrale(> 5MWe; alleen kracht)
- Bijstook kolencentrales

Bij de beoordeling van de verschillende opties in paragraaf 6.3.1 is gekeken naar:

- Beschikbare biomassa
- Duurzaamheid grondstofvoorziening
- CO₂-balans
- Milieukwaliteit
- Bestaande bedrijvigheid
- Economische kansen
- Politiek draagvlak
- Regionale schaalgrootte
- Ruimtebeslag
- (Belemmerende) regelgeving
- Aansluiten bij andere doelstellingen stadsregio
- Kosten/ benodigde investeringen
- Time to market

In bijlage 5 staat het gebruikte afwegingskader voor een aantal van bovenstaande criteria.

Afgesloten wordt in paragraaf 6.3.2 met een samenvattende tabel met een beoordeling van de opties en sterkte-zwakte-analyse

6.3.1 Beoordeling van houtige biomassa

Hout kan relatief eenvoudig worden ingezet voor de opwekking van warmte, eventueel in combinatie met elektriciteit. Warmtebenutting is van groot belang, omdat alleen met gebruik van de warmte een goed energetisch rendement kan worden bereikt. Omdat de kosten van en verliezen bij transport en opslag van warmte aanzienlijk zijn, hangt een goede locatiekeuze samen met een stabiele afzet van warmte. Dat is in Nederland niet altijd eenvoudig, omdat Nederland een traditie heeft van gebruik van aardgas voor verwarmingsdoeleinden.

Het CBS (CBS Statline, 2010; zie tabel in hoofdstuk 5.1) maakt onderscheid in verschillende toepassingen van biomassa voor duurzame energie, waarbij hout een rol speelt:

- houtkachels huishoudens
- houtkachels voor warmte bij bedrijven
- bij- en meestoken biomassa in centrales
- afvalverbrandingsinstallaties
- overige biomassaverbranding

Houtkachels voor huishoudens

Houtkachels voor huishoudens variëren van open haarden met een energetisch rendement van ca. 10% tot moderne kleine houtpelletgestookte installaties met rendementen tot 80%. De herkomst van het ingezette hout is zeer verschillend. Goede statistieken hierover ontbreken (Davila et al. 2006; Spijker et al. 2007).

Houtkachels voor warmte bij bedrijven

Spijker en Boosten (in prep.) maken voor de provincie Gelderland onderscheid in kleine houtgestookte installaties (< ca. 1MWe) bij onder meer agrarische bedrijven en houtzagerijen en middelgrote houtgestookte installaties (ca. 1-5 MWe). Met name de kleine houtgestookte installaties komen de laatste jaren van de grond. Pap-Schwieger (2009) schat het aantal installaties in de provincie Overijssel op 100. Gijssen (2009) komt tot een schatting van meer dan 100 gerealiseerde houtkachels bij agrarische bedrijven in Gelderland.

De meeste van deze houtkachels zijn kleine houtgestookte installaties, maar met name bij glastuinbouwbedrijven worden ook middelgrote houtgestookte installaties geplaatst. De meeste installaties werken met houtchips, maar bij kleine installaties komt ook het gebruik van houtpellets voor. Uit een inventarisatie van 25 houtgestookte installaties bij agrarische bedrijven in Gelderland, blijkt dat 70% gestookt wordt op houtchips en 30% op houtpellets (Gijssen, 2009).



Een houtgestookte wkk-biomassainstallatie bij een paprikateler in Beetgum (Friesland)

Door terugwinning van de condensatiewarmte kan bij bovenstaande WKK-installatie een energetisch rendement van 110% worden bereikt. Onderzocht wordt nog of de vrijkomende CO₂ in een rookwasser kan worden afgevangen voor gebruik als meststof.

Bij- en meestook in elektriciteitscentrales

In met name kolencentrales kan biomassa worden bijgestookt. Hierbij wordt onder meer hout ingezet, vooral geïmporteerde biomassa, soms ook van buiten Europa (bijv. houtpellets) (Commissie Duurzaamheidsvraagstukken Biomassa 2010b), maar ook gebruikt hout wordt ingezet.

Afvalverbrandingsinstallaties

In afvalverbrandingsinstallaties draagt aanwezige houtige biomassa bij aan opgewekte elektriciteit en warmte. Het is positief dat afval wordt ingezet voor duurzame energie, maar het leidt tot een beter rendement als houtige stromen waar mogelijk gescheiden blijven en op een efficiëntere wijze in duurzame energie worden omgezet (zie bovenstaande mogelijkheden).

Overige biomassaverbranding

Dit gaat onder meer om decentrale houtverbranding voor de elektriciteitsopwekking, zoals de grote biomassacentrale van Cuijk die tot begin 2010 op hout draaide⁶. Hierover kan opgemerkt worden dat het energetisch rendement laag is, als niet ook de warmte wordt benut.

Enkele misverstanden over nut en noodzaak van gebruik van hout voor energie

1. Hout stoken. Dat is toch een achterhaalde technologie. Dat deden de eerste mensen toch al?

Dit klopt. Het gebruik van hout voor energie (vooral warmte) gebeurt al sinds mensenheugenis. Sinds de 19^e-eeuw is in de westerse samenleving echter vanaf de industriële revolutie het gebruik van hout voor omzetting in energie in onbruik geraakt. Hiervoor in de plaats kwamen met name (tot op heden) goedkoop te winnen fossiele brandstoffen met een hogere energiedichtheid.

Het is bij een transitie naar een biobased economy zeer adequaat om houtstromen in te zetten voor energie, zolang het om stromen laagwaardig hout gaat, en het hoogwaardige hout wordt ingezet als 'zaaghout' of in andere toepassingen. Het geluk wil dat er een onderbenutting is van hout in Nederland. In Nederland blijft alle tak- en top hout achter in het bos, veel snoeihout wordt in de beplanting achter gelaten en eerste dunningen worden in bossen niet meer uitgevoerd. Zelfs als rekening wordt gehouden met het achterlaten van een deel van het tak- en top hout ter bevordering van biodiversiteit is er een ruime beschikbaarheid.

2. Brandhout. Het woord geeft het al aan, is een waardeloze toepassing

Het gebruik van hout voor producten of in de woningbouw is een zeer hoogwaardige toepassing van hout. In een latere fase van het product, kan het hout als vrijkomend sloop- of afvalhout worden hergebruikt of verbrand voor energie. Veel hout dat wordt geproduceerd is minder geschikt voor deze hoogwaardige toepassingen (bijv. tak- of top hout), of komt als secundair afval vrij bij zagerijen. Inzet van deze houtstromen voor opwekking van energie kan zeer nuttig zijn.

3 Inzet van biomassa zet geen zoden aan de dijk. De toekomst voor duurzame energie is zon, wind, water, geothermie, ...

Even de feiten op een rijtje: in 2009 leverde biomassa 60% van de duurzame energie in Nederland. In Duitsland, dat een veel groter aandeel duurzame energie in de totale energieconsumptie heeft (>10% in 2009; www.erneuerbare-energien.de), is het aandeel biomassa (69%) nog hoger, ondanks een grotere aanwezigheid van windmolens en waterkracht. Van de verschillende biomassasoorten levert hout de belangrijkste bijdrage (AGEE-stat, 2010).

⁶ Een demping hiervan kan worden teweeggebracht als de doelen m.b.t. energiegebruiksreductie worden bereikt

Een nadeel van het gebruik van hout voor verwarmingsdoeleinden is dat dit kan zorgen voor emissie van meer vervuillende stoffen dan bij gebruik van aardgas. Door gebruik van moderne verbrandingsinstallaties met goede afvang van stof kan dit probleem geminimaliseerd worden. De Nederlandse Emissierichtlijn bepaalt een maximale uitstoot van 100 mg/m³ bij houtkachels met een thermisch vermogen < 0,5 MW, van 50 mg/m³ bij een thermisch vermogen tussen de 0,5 en 1,5 MW en 25 mg/m³ bij een thermisch vermogen tussen 1,5 en 5 MW.

Verder is het van belang in te zetten op de stook van vooral laagwaardig hout. In het kader van cascadering verdient het aanbeveling het kwaliteitshout (meeste stamhout) hoogwaardiger in te zetten. Eventuele reststromen van de houtverwerkende industrie en relatief schoon afvalhout zijn wel geschikt voor verbranding.

De meeste houtverbrandingsinstallaties in Nederland gebruiken houtchips. Er zijn echter ook houtpellet-installaties. Er zijn locaties bij agrariërs, bijv. voor de verwarming van kassen of stallen, bij zwembaden, voor de verwarming van zwembadwater, maar ook bij woningbouwcorporaties, bijvoorbeeld in Veenendaal, waar flats worden verwarmd met houtpellets.

Bij het onderhoud van gemeentelijke beplantingen (parken, plantsoenen, straat- en laanbomen, bossen) komt veel houtige biomassa vrij. Binnen gemeenten zijn vaak verschillende afdelingen verantwoordelijk voor het beheer van deze terreinen, waarbij de omgang met houtige stromen meestal niet onderling is afgestemd.

Voorts zamelen binnen de gemeenten de afvaldiensten veel houtige biomassa in. Vaak wordt dit apart verzameld op de afvalcentra, en soms zijn er inzamelrondes waarbij particulier tuinafval separaat wordt verzameld. Ook kan houtige biomassa bij de gemeentelijke milieustraten separaat worden aangeboden.



Houtpellets

Houtpellets

In Duitsland en Oostenrijk bestaat veel ervaring met het gebruik van houtpellets voor verwarming. Houtpellets hebben een doorsnee van ca. 4-10 mm, een lengte van 20-50 mm. Ze worden geproduceerd uit ruw en gedroogd resthout uit bos, landschap en zagerijen. Houtpellets worden geproduceerd onder hoge druk zonder toevoegingen van chemische stoffen. Houtpellets bereiken hun typische vorm door bindmiddelen die van nature in het hout aanwezig zijn (lignine) De verbrandingswaarde is ca. 17kJ/kg.

In Duitsland is de kwaliteit genormeerd (DIN 51371). Er bestaat ook een DINplus voor een hogere kwaliteit. Vanaf 2010 gaat een EU-norm gelden.

Houtpellets hebben een laag asgehalte (< 0,5%) en een vochtgehalte van < 10%. Houtpellets kunnen probleemloos in afgesloten (droge) ruimten worden opgeslagen. De resterende as kan probleemloos worden afgevoerd.

Met het pelleteren van droog hout gaat ca. 2,7% van de energie-inhoud verloren. Bij vochtig resthout of tak- en snoeihout varieert dit van 3-17%.

De voordelen van houtpellets:

- Constante brandstofkwaliteit
- Eenvoudige hanteerbaarheid
- Laag asgehalte

Bij de excursie in Duitsland is de Maschinenring Rheinland West bezocht. Hier worden houtpellets geproduceerd, waarbij gebruik wordt gemaakt van de restwarmte van een biogas-elektriciteitscentrale op hetzelfde bedrijf.

Pelletsverbruik [2006, t/jr]

[http://de.wikipedia.org/wiki/Holzpellet - cite_note-Pellet9.7.2007-5#cite_note-Pellet9.7.2007-5](http://de.wikipedia.org/wiki/Holzpellet_-_cite_note-Pellet9.7.2007-5#cite_note-Pellet9.7.2007-5)

land	t/jr
Zweden	1.400.000
Italië	550.000
Duitsland	450.000
Oostenrijk	n. 400.000
Denemarken *	n. 50.000
Finland *	

* *verbruik door huishoudens in 2005*

Houtpellets in Nederland

Locatie installatie: Woongebouw Oranjetoren, Rondweg West in Veenendaal

De installatie is een houtpellet-gestookte installatie met een capaciteit van 600 kW. De houtpellets liggen opgeslagen in een ondergrondse betonnen silo van zes meter doorsnee en drie meter hoog. De capaciteit van de silo is 40 ton. Door middel van een automatisch transportsysteem worden de pellets naar de installatie getransporteerd. Dit systeem kan ook eventuele fluctuaties in de pellet-afname door de installatie opvangen.

De installatie biedt verwarming (vloerverwarming) en warm tapwater aan de bewoners van de Oranjetoren (60 appartementen) en het naastgelegen 't Penseel (14 woningen).

De installatie draait op houtpellets. Er is onder meer gekozen voor houtpellets, omdat zij door de hoge dichtheid weinig opslagruimte vragen. De houtpellets zijn vooralsnog afkomstig uit België. Het is niet bekend wat de herkomst van het hout is dat voor de pellets wordt gebruikt (industriële resthout of vers hout). Vier tot vijf keer per jaar wordt er per vrachtauto 24 ton pellets geleverd. De pellets kosten ca. € 125,- per ton. De installatie verbruikt jaarlijks naar schatting 92 ton houtpellets. De installatie moet eigenlijk eerst een keer een jaar hebben gedraaid voordat precies duidelijk is hoeveel biomassa er jaarlijks nodig is. Het is de bedoeling dat de houtpellets in de toekomst door Timmerfabriek Doornenbal uit Veenendaal worden geleverd die de pellets perst uit houtafval. Dit zal betekenen dat er voor de pellets zo min mogelijk vervoer nodig is. Timmerfabriek Doornenbal produceert jaarlijks ca. 900 ton houtafval. Dit betekent dat zij ruim voldoende biomassa produceert voor Patrimonium.

Patrimonium eist dat de geleverde houtpellets voldoen aan de Duitse DIN plus norm, waarin eisen staan ten aanzien van verbrandingswaarde, vochtgehalte, as-opbrengst, verontreinigingen, stof, enzovoorts. Bij elke storting wordt er een monster afgenomen van de geleverde pellets. Deze pellets worden met de datum en gegevens van de leverancier bewaard. Mocht er later blijken dat er iets mis is met de kwaliteit of de hoeveelheid geleverde energie, dan is eenvoudiger te herleiden of dat aan de ketel ligt, of aan de pellets, of nog aan een andere oorzaak. Patrimonium heeft ook in haar contracten met leveranciers voorwaarden opgenomen voor de kwaliteit van de te leveren biomassa en de aansprakelijkheid bij kwaliteitsproblemen.

De gemeente stelde eisen aan de filtering van fijnstof. Hiervoor zijn aanvullende voorzieningen getroffen, namelijk een cycloon en een filterinstallatie, waarmee de uitstoot uiteindelijk wordt gereduceerd tot 10 microgram per m³ en lager. Doordat de installatie voortdurend in bedrijf is, wordt het (eventuele) risico van een onvolledige verbranding (met mogelijke reukverschijnselen) in de ontstekingsfase en/of de uitbrandingsfase vermeden. Daarnaast zijn er aanpassingen gedaan om geuroverlast te voorkomen. Van de omwonenden zijn vooralsnog geen klachten ontvangen over eventuele geuroverlast e.d.

Nu de installatie in bedrijf is, worden er ongeveer elke twee tot drie maanden service- en onderhoudsinspecties uitgevoerd door de installateur. De installateur verzorgt ook jaarlijks het grootonderhoud en de reiniging van de schoorsteen. De ascontainers worden 1 à 2 keer per jaar geleegd.

De branderelementen van de ketel hebben een gemiddelde levensduur van 15 à 25 jaar. De ketel zelf gaat langer mee, maar verwacht wordt dat de onderdelen van de ketel in de vlucht van modernisering vernieuwd en veranderd zijn en daardoor niet altijd meer verkrijgbaar.



Deze woontorens die door Patrimonium worden aangelegd in de nieuwbouwwijk Veenendaal-Dragonder Oost gaan voor de verwarming en warmwatervoorziening gebruik maken van houtpellets.

Beschikbare biomassa

Tabel 6.7 Houtige biomassaströmen in de Stadsregio Arnhem-Nijmegen
(bron: Marn/MRA rapportages)

biomassaastroom		potentieel			opmerkingen
		theoretisch (ton/a)	beschikbaar (ton/a)	beschikbaar (GJ/a)	
verse houtstromen	gemeentelijk en particulier knip- rooi- en snoeihout	42.384	16.550	147.250	grotendeels afgevoerd naar composteerders
verse houtstromen	snoei- en rooihout fruitteilers	6.600	2.700	24.300	bij ontheffing stookverbod verbrand op eigen terrein
verse houtstromen	snoei- en rooihout boomkwekers	3.700	440	3.960	bij ontheffing stookverbod verbrand op eigen terrein
verse houtstromen	houtresiduen bos- en landschapbeheerders	13.000	13.000	117.000	komt verspreid vrij blijft veelal achter in het bos

Het lijkt erop dat de schattingen van de MARN/MRA voorzichtigte schattingen zijn.

Uit de georganiseerde workshop met stakeholders blijkt dat er meer hout beschikbaar kan komen:

- Gerichte samenwerking van verschillende afdelingen van gemeenten kan zorgen voor een grotere beschikbaarheid van houtige biomassa.
- Ook kan houtig tuinafval van particulieren en MKB-bedrijven apart worden ingezameld.
- Intergemeentelijke samenwerking.
- Door meer te oogsten uit bos en landschap. In het landschap is er achterstallig onderhoud. In bossen wordt nu slechts gemiddeld 55% van de jaarlijkse bijgroei geoogst (Probos, 2009; Spijker et al., 2007).

Ook houtige biomassa van buiten de regio kan beschikbaar komen. Om efficiëntieverlies in de keten te voorkomen, moet dit zoveel mogelijk transport zijn van droge biomassa, bijvoorbeeld houtpellets aangevoerd per schip. De stadsregio beschikt over goede binnenvaartverbindingen.

De provincie Gelderland stelt zich ten doel een jaarlijks gebruik van (Gelderse) houtige biomassa voor duurzame energie van 300.000 ton per jaar (Gelders Klimaatprogramma 2008-2011). Als de stadsregio hier evenwichtig aan bijdraagt op basis van de oppervlakte (20%), dan is de ambitie voor de stadsregio 60.000 ton per jaar, niet veel minder dan het totaal berekende potentieel van de Marn/MRA rapporten.

60.000 ton/jaar komt bij een vochtgehalte van 35% en een energie-inhoud van 3 kWh/kg overeen met een energie-inhoud van 20 miljoen m³ aardgas. Dat komt overeen met het aardgasverbruik van ruim 12.400 huishoudens (≈ 4% van totaal aantal huishoudens stadsregio).

Op termijn kan de aanleg van nieuwe landschapselementen, voorzien in landschapsontwikkelingsplannen en enkele bosuitbreidingen, tot de oogst van meer biomassa leiden. Het laagwaardige hout dat hierbij vrijkomt kan voor warmtewinning worden afgezet. Dit geldt ook voor hout dat op kortere termijn vrijkomt, door het oplossen van achterstallig onderhoud, of omvorming van natuur, zoals bij de bossen rond Groesbeek. Hierbij kunnen op korte termijn grotere houtstromen vrijkomen die nuttig moeten worden toegepast.

Duurzaamheid grondstofvoorziening

De Commissie Corbey (Commissie Duurzaamheidsvraagstukken, 2010b) stelt in haar advies over duurzaamheidscriteria voor vaste biomassa het volgende.

'Aan de kleinschalige projecten zijn weinig duurzaamheidsrisico's verbonden, omdat hierbij vooral Nederlandse biomassa wordt ingezet, veelal reststromen. Daarom adviseert de commissie om een ondergrens van 5 MWe te hanteren'. Aan kleine en middelgrote centrales zijn naar het oordeel van de commissie dus weinig duurzaamheidsrisico's verbonden.

Voor grotere centrales kan volgens dit advies worden aangesloten bij het FSC-keurmerk (aangevuld met CO₂-balans) en de eisen van de NTA 8080/8081. Als geen juiste duurzaamheidseisen worden gesteld, zijn er aanzienlijke risico's, zoals indertijd bleek bij de inzet van palmolie in kolencentrales die via de MEP-regeling werd gesubsidieerd. Zie onder meer Hooijer et al. (2006).

CO₂-balans

Bij gebruik van hout moet vermeden worden dat hoogwaardiger houtstromen direct naar houtverbranding worden geleid. Gebruik van afvalstromen heeft echter snel een gunstige CO₂-balans, evenals het gebruik van nu ongeogste houtstromen, zoals vrijkomt bij achterstallig onderhoud bij landschappelijke beplantingen, het tak- en tophout uit bossen en hout dat vrijkomt bij vroege dunningen.

De oogst van stobben in bossen, zoals die bijv. in Finland ook wordt uitgevoerd, kan een negatief effect hebben op de CO₂-balans, omdat door het roeren van de bodem er versneld CO₂ uit de bodem kan vrijkomen.

Bij gebruik van houtchips ontstaat de gunstigste CO₂-balans, als het hout in een lokale of regionale kringloop wordt gebruikt, zodat transportafstanden worden vermeden. Dat is vooral van belang voor transport van takhout en van houtchips. Transport van houtpellets kan efficiënter door het gunstige pakvolume en lage watergehalte.

Voor een goede energie-efficiëntie (en dus een goede CO₂-balans) moet vermeden worden dat chips met een hoog vochtgehalte worden verbrand. Dit kan verbeteren door takhout eerst enige tijd

te laten liggen voor het te verzamelen, een goede opslag en gebruik van aanwezige warmte voor de droging bij de houtoven.

1 m³ houtsnippers met een vochtgehalte van 50% en een gewicht van ca. 300 kg levert ca. 680 kWh. Dit komt overeen met de energie-inhoud van 75 m³ aardgas. Bij een vochtgehalte van 20% is de energie-inhoud ongeveer verdubbeld.

Alle houtverbranding met een geringe energie-efficiëntie heeft ook een matige of slechte CO₂-balans. Dit geldt bijvoorbeeld voor houtcentrales die elektriciteit produceren zonder de gegenereerde warmte te benutten, maar ook voor open haarden en sommige kachels bij particulieren die de warmte niet effectief benutten, maar vooral de buitenlucht verwarmen.

Milieukwaliteit

Er ligt een belangrijke zorg bij de emissies van fijnstof, juist omdat deze in de provincie al een aandachtspunt zijn. Voor kleine houtkachels bij particulieren en open haarden bij particulieren is terughoudendheid geboden. Er zijn echter kleine houtkachels voor particulieren op de markt die een gunstig uitstootprofiel hebben. Van belang voor het bereiken van dit uitstootprofiel, is wel een juist stookgedrag.

Bestaande bedrijvigheid

In de regio is een aantal groenrestverwerkende bedrijven (composteerinrichtingen) al bezig om deze biomassa te verzamelen. Een deel van het materiaal wordt al voor energie-opwekking ingezet. Voorts zijn er in de regio houtverwerkende bedrijven, zoals Parenco Hout, die ook een rol kunnen spelen bij de verzameling en be- en verwerking van houtige biomassa.

Voor bedrijven die warmte nodig hebben (bijv. glastuinbouw, zwembaden) kan het gebruik van houtige biomassa in plaats van aardgas een kostenvoordeel betekenen.

Economische kansen

De Stadsregio kent een goede bereikbaarheid per schip van/naar Rotterdam en het achterland (stroomgebied Rijn, IJssel en Maas). Hierdoor kan de regio efficiënt gebruik maken van houtstromen van buiten de regio. Verder ligt de regio ingeklemd tussen de uitgestrekte bossen van de Veluwe en het boscomplex tussen Nijmegen, Kleef en Venlo. Bij een betere benutting van het hout dat hierbij vrijkomt (nu vindt er een onderbenutting plaats van 35% van de bijgroei van het stamhout en een deel van tak- en top hout en eerste dunningen, komt er meer hout beschikbaar. Kansen doen zich voor bij de volgende stakeholders:

- De gemeenten als beheerder (diverse afdelingen),
- De gemeenten als afvalbeheerder,
- Overige grote beheerders (provincie, waterschappen, Rijkswaterstaat, Defensie, natuurbeherende organisaties, particulieren, agrariërs),
- Groenrestverwerkers (composteerinrichtingen, papierindustrie, houtverwerkende industrie),
- Energieopwekkers (enkele agrariërs met een houtkachel, grote bedrijven),
- Warmte-afnemers (zwembaden, etc.).

Er is al veel ervaring. Kijk ook buiten de grens van de stadsregio, bijv. gezondheidscentrum Beetsterzwaag, zwembad Twello, woningbouwcorporatie Veenendaal.

Een start kan gemaakt worden door verschillende partijen bij elkaar te zetten voor een concrete businesscase.

Politiek draagvlak

Spijker en Boosten (in prep.) stellen het volgende vast met betrekking tot de houding van burger en politiek. Men is afwachtend tegenover houtgestookte installaties. Door onbekendheid is men soms erg bevreesd voor negatieve effecten, zoals een groot aantal verkeersbewegingen en fijnstof-uitstoot. Dit leidt tot NIMBY-gedrag van burgers dat gemakkelijk door politici wordt overgenomen. Ook zijn er soms vragen over duurzaamheid van biomassa in het algemeen, terwijl deze voor snoeihout (en tak- en tophout) in Nederland meestal weinig relevant zijn (zie onder meer Commissie duurzaamheidsvraagstukken biomassa 2010b).

In de stadsregio profileren enkele gemeenten zich op het vlak van duurzame energie. Biomassa blijft daarbij soms wat onderbelicht, terwijl biomassa nu en voor de komende jaren de belangrijkste vorm van duurzame energie in Nederland is. Zonder inzet van biomassa is het bereiken van de diverse klimaat- en enegiedoelstellingen tot en met 2020 niet mogelijk. De stadsregio kan voor biomassa en houtige biomassa een positieve rol spelen in de communicatie.

Kennis in de regio

Tabel 6.8 *Overzicht van stakeholders voor hout in de stadsregio*

Potentiële stakeholders (niet-uitputtende selectie)	Kernactiviteit / rol in waardeketen
Primaire productie	
Gemeenten, waterschappen, provincie, Rijkswaterstaat, Pro Rail	Stadsbomen, landschappelijke beplantingen buiten de kom
Staatsbosbeheer, Gelders Landschap, Natuurmonumenten	Bossen, landschappelijke beplantingen
LTO	Landschappelijke beplantingen rond boerderijen, agroreststromen
Biomassa reststromen inzamelaars en verwerkers	
Van Gansewinkel	Reststroom GFT inzamelaar
DAR	Reststroom GFT inzamelaar (ook eindgebruiker biomethaan motoren)
Attero (vh. Essent Milieu)	Reststroom verwerker
Orgaworld	Organische reststoffen vergisting
Parengo Hout	
Energiebedrijven	
Eneco	Energieproducent
Tennet	Electriciteitsnetbeheerder
Alliander	Electriciteits-gasnetwerkbeheerder
Gasterra	Aardgasnet
Nuon	Energieproducent
Afnemers warmte	
LTO/ agrarische verenigingen	Boerenbedrijven
zwembaden	
gemeenten	Bij wijkontwikkeling
Kennisinstellingen	
Wageningen UR	o.a. conversie en verwerking biomassa kennis; beheer van bossen; vastlegging CO ₂ etc.
Probos	
Unie van Bosgroepen	
Kema	

Potentiële stakeholders (niet-uitputtende selectie)	Kernactiviteit / rol in waardeketen
Overheden	
Stadsregio	Intergemeentelijke coördinatie
Gemeenten	Gemeentelijk beleid, gunning
Provincie Gelderland	Provinciaal beleid, regelgeving
MARN/MRA	Coördinatie biomassa inzameling en verwerking
Overige	
Arcadis	Ontwikkeling duurzame bedrijventerreinen
Oost NV / PPM Oost	Economische ontwikkeling regio / VC
Sustainable Forum	Facilitering consortium vorming
Achterhoeks Centrum Voor Technologie	Facilitering consortium vorming

Politiek draagvlak

Sommige systemen kunnen zonder al teveel subsidie al draaien. Dit hangt natuurlijk ook samen met de prijzen van alternatieven. De olieprijs stijgt de laatste maanden wat en daar is de gasprijs in Nederland aan gekoppeld. Essentieel is echter een stabiele afname van de warmte.

6.3.2 Samenvattend oordeel en SWOT-houtige biomassa

Tabel 6.9 SWOT-houtige biomassa

	Kleine houtkachels bij particulieren <i>Alleen warmte</i>	Kleinschalige houtcentrale bij bedrijven (< 1 MWe) <i>Alleen warmte</i>	Middelgrote houtcentrale bij bedrijven (1-5 MWe) <i>Alleen warmte</i>	Grote houtcentrale > 5 MWe <i>Warmte en kracht</i>	Grote houtcentrale > 5 MWe <i>Alleen elektriciteit</i>	Bijstook kolencentrales
Beschikbare biomassa	++	++	++	+/-	+/-	+/-
Duurzaamheid grondstofvoorziening	-- tot ++	++	++	+/-	+/-	+/-
CO ₂ -balans	-- tot ++	++	++	+	+	++
Milieu kwaliteit	-- tot +	+/-	+/-	+	+	+
Bestaande bedrijvigheid	+	+	+	+	-	+
Economische kansen		+	++	+/-	-	+
Politiek draagvlak	+/-	+	++	+	+/-	+/-
Kennis in regio	+	++	++	+	+	++
Regionale schaalgrootte	++	++	++	-	-	-
Ruimtebeslag	++	++	++	+/-	-	+/-
(Belemmerende) regelgeving	+/-	+/-	-	+	+	+
Aansluiting bij andere doelstellingen	+	++	++	+/-	+/-	+/-
Kosten/benodigde investeringen	+	+	+	+	--	+
Time to market	++	++	++	++	++	++

Legenda: ++ zeer gunstig
 + gunstig
 +/- niet gunstig, niet ongunstig
 - ongunstig
 -- zeer ongunstig (zie bijlage 5)

SWOT-analyse

Met betrekking tot deze voor de Stadsregio interessante optie om biomassa zinvol in te zetten kan de volgende SWOT-analyse gemaakt worden:

Sterkten

- aanwezigheid voldoende biomassa
- aanwezigheid houtverwerkende industrie en papierindustrie
- inzameling van hout bij particulieren soms al geregeld (milieustraten)
- aanwezigheid van houtkachels bij agrarische bedrijven
- technologie is snel implementeerbaar
- kennisinstellingen (Wageningen UR)

Zwakten

- biomassa verdeeld over vele locatie: goede infrastructuur voor inzameling nodig
- kosten van oogst en vermaeling van houtchips zijn soms te hoog
- geen houtpelleteerfabriek in de regio of de nabijheid van de regio
- investering nodig in infrastructuur en logistiek
- warmte-afzet is van belang; deze zijn slechts beperkt aanwezig, omdat het merendeel van de warmte-vraag nu wordt ingedekt door aardgas
- er is voor houtkachels in de bebouwde kom geen groot enthousiasme door de fijnstof-problematiek, terwijl moderne kachels een lage uitstoot van fijnstof hebben
- Veel biomassa wordt nog als afval verbrand (zonder toepassing van de vrijkomende warmte) doordat sommige gemeenten ontheffingen van het stookverbod afgeven

Kansen

- politiek draagvlak om meer gebruik te maken van biomassa-reststromen voor energie
- er zijn verschillende verwerkers van hout die kansen zien in de markt voor inzameling en verwerking (groenrestverwerkers, papierindustrie, houtzagerijen)
- kleinschalige en middelgrote installaties worden al gerealiseerd
- de stadsregio kan een gezamenlijke aanpak door gemeenten bevorderen

Knelpunten

- de grondstof hout wordt soms als afvalstof in de zin van de Wet Milieubeheer beschouwd, waardoor er belemmeringen optreden
- inzet van hout voor warmte is niet subsidiabel, terwijl de SDE wel de productie van elektriciteit subsidieert. Dit is lastig, omdat duurzame energieopwekking uit hout met een hoog energetisch rendement alleen mogelijk is door winning van de warmte
- versnippering regelgeving bij vergunningverleningen (vooral bij houtkachels in de bebouwde kom)

6.4 Rol voor de stadsregio

De Stadsregio als samenwerkingsorganisatie van gemeenten heeft verschillende rollen. De stadsregio heeft eigen beleidsterreinen, kan het beleid of de uitvoering van de deelnemende gemeenten coördineren en kan optreden als lobby-organisatie naar de provincie of het Rijk.

Met betrekking tot de coördinatie van gemeenten is het van belang dat gemeenten verschillende taken hebben ten aanzien van biomassa uit landschap.

Gemeenten zijn beheerder van stedelijk groen, landschapselementen en vaak ook van bossen en natuurgebieden. Zij zijn dus producenten van belangrijke biomassa-stromen uit het landschap.

Gemeenten zijn daarnaast afvalverwerkers, verenigd in de MARN en de ARN. Hierbij wordt ook veel biomassa uit landschap verwerkt (bijv. tuinafval) en ook in het GFT en huishoudelijk en bedrijfsafval zit een grote organische fractie.

Gemeenten of gemeentelijke organisaties (bijv. zwembaden, stadsbussen) zijn consumenten van energie en warmte.

Daarnaast voert de stadsregio ook beleid, zoals energie-, klimaat- en luchtkwaliteitsbeleid.

Met betrekking tot de verdere ontwikkeling van de in deze nota als meest kansrijk gesignaleerde opties voor verwerking van regionale biomassa kan de Stadsregio actie ondernemen op basis van de beleidsinstrumenten:

- Kennisuitwisseling en -ontwikkeling
- Financiële facilitering
- (Milieu)regelgeving
- Bestuurlijke slagkracht/lobby
- Launching customer (of launching producer)
- Coördinatie van deelnemende gemeenten

Mogelijke acties in het kader van deze instrumenten worden hieronder nader uitgewerkt.

Kennisuitwisseling en -ontwikkeling

Aan een initiatief als de implementatie van lokaal geproduceerde transportbiofuels zitten onvermijdelijk nog een aantal onderzoeks- en ontwikkelingsaspecten. Het verdient aanbeveling een 'Innovatiekring' rond dit thema op te zetten, waarin allerlei stakeholders uit de waardeketen participeren, inclusief kennisinstellingen, om van elkaar te leren en onderdelen gezamenlijk aan te kunnen pakken. De Stadsregio kan hier een katalyserende rol in vervullen.

Een zelfde innovatiekring kan opgezet worden met stakeholders uit de waardeketen voor hout. Hierbij kan ingezet worden op houtcentrales < 5 MW, omdat de duurzaamheidsaspecten in deze kringlopen gemakkelijker te realiseren zijn door korte kringlopen.

Het verdient aanbeveling te verkennen of hierbij aangesloten kan worden bij de Stichting Kiemt. Kiemt (Kennis en Innovatie in Energie- en MilieuTechnologie) is een netwerk van EMT-gerelateerde bedrijven, overheden en kennisinstellingen in met name de Stadsregio Arnhem-Nijmegen en de Stedendriehoek. Deze stichting wil door nauwere samenwerking en kennis-uitwisseling innovaties en 'new business' inzake energie- en milieutechnologie bevorderen (zie www.kiemt.nl). Eén van de activiteiten van Kiemt is het exploiteren van een Gelders Transitie Centrum (GTC) waarbinnen onderzoeks- en ontwikkelingsprojecten binnen met name de thema's duurzame mobiliteit, biobased economy en gebouwde omgeving gefaciliteerd kunnen worden.

Ontwikkeling van regionale biotransportbrandstoffen kan parallel gaan met voorlichting door de Stadsregio over de beoogde doelstellingen en de te nemen acties. Dit past ook goed bij de zichtbaarheid die de Stadsregio nu al heeft ten aanzien van haar rol in de ontwikkeling van regionaal vervoer.

Aansluitend op de implementatie van pilots als de introductie van aardgasbussen kan onder leiding van de Stadsregio ook de transitie van fossiele methaan naar biomethaan aangedreven bussen gestimuleerd worden. Wellicht kan de Stadsregio dit ook met de vervoersmaatschappijen in aanbestedings- of gunningstrajecten afstemmen, bevorderen of eisen

Financiële facilitering

De marktwerking laat in de zich pas recentelijk ontwikkelende biobased economy vaak nog te wensen over. Dit heeft te maken met het feit dat fossiele brandstof nog steeds relatief goedkoop

is, maar ook met het feit dat door de economische crisis commerciële investeringen in lange termijn ontwikkelingen uitgesteld worden. Als deze biobased economy door de overheid, mede in verband met internationale verplichtingen en doelstellingen t.a.v. duurzaamheid en klimaatverandering, nagestreefd wordt, is het niet onlogisch dat overheden ook met financiële instrumenten het bereiken van deze doelstellingen bevorderen.

Mogelijkheden op dit gebied zijn ondermeer fiscale facilitering van gewenste ontwikkelingen, subsidie op onderzoeks- en ontwikkelingsprojecten, PPS-constructies in pilot en demo-installaties en garantstellingen bij kredietverlening op gewenste ontwikkelingen.

Met name op deze laatste twee gebieden, PPS-constructies en garantstellingen, kan de Stadsregio een goede rol spelen. Niet in de laatste plaats omdat dit regionale bedrijvigheid ten goede komt (vooral regionaal MKB).

(Milieu)regelgeving

Bij het opzetten van nieuwe op biomassa gebaseerde verwerkingsinstallaties speelt de gemeentelijke en regionale regelgeving een belangrijke rol. In het kader van het Ruimtelijke ordening beleid kan de Stadsregio stimulerend optreden bij het ontwikkelen van speciaal aangewezen duurzame (agrobusiness) bedrijventerreinen. Ook andere Gelderse regio's zitten al op deze lijn (bijvoorbeeld Erf Putten in de Regio Noord-Veluwe)

Ook kan de Stadsregio constructief meedenken en gemeentelijke welwillendheid en voortvarendheid bevorderen bij gunningstrajecten voor ondernemers die initiatieven willen ontplooiën die passen binnen het speerpuntenbeleid (zoals bijvoorbeeld de regionale productie van biotransportbrandstoffen) en daar milieuvergunningen voor nodig hebben.

Gemeenten kunnen gezamenlijk afspreken terughoudender te worden bij het afgeven van ontheffingen van het stookverbod. Hierdoor kan de beschikbaarheid van biomassa voor energiedoelinden toenemen.

Bestuurlijk slagkracht/lobby

Bij het ontwikkelen van biobrandstoffen is een ernstig probleem dat biobrandstoffen niet onder de faciliterende SDE regeling opgenomen zijn. Dit belemmert een level playing field tussen toepassingen van biogas als transportbrandstof en biogas voor elektriciteitsproductie. Mede in het kader van de implementatie in Nederland van de Europese Biofuels directive staat dit punt in Den Haag hoog op de agenda. De Stadsregio kan een rol vervullen in het optimaliseren van relevante regelgeving en subsidie-instrumenten.

Launching customer (of launching producer)

Als betrokkene bij de organisatie van regionaal en lokaal vervoer kan de Stadsregio zich inzetten voor het enthousiasmeren van gemeenten en marktpartijen voor het implementeren van de regionale biotransportbrandstof waardeketen. Door als launching customer of launching producer op te treden (ook al is het nog maar op beperkte schaal) krijgt deze waardeketen een kans zich verder uit te bouwen tot een commercieel levensvatbare bedrijfstak.

Naast de eerste stap van substitutie van aardgas door biomethaan in het bestaande aardgasbusbestand kan de Stadsregio de verdere ontwikkeling van deze waardeketen ook stimuleren door te bevorderen dat ook ander regionaal transport (vuilinzameling, lokale distributie, reinigingsdiensten, gemeentevoertuigen, etc.) op biomethaan overstappen. Dit kan door

mogelijkheden binnen de eigen gemeentelijke en provinciale vloten onder de loep te nemen, dan wel door bij aanbesteding van taken aan derden het gebruik van biobrandstof in te gebruiken voertuigen als weegcriterium mee te nemen.

Bij de verzameling van houtige biomassa kunnen de gemeenten tot een hogere beschikbaarheid van biomassa komen, door binnen de gemeenten deze stromen op elkaar af te stemmen, en ook intergemeentelijk hierin samen te werken. Tevens kunnen afspraken worden gemaakt met niet-gemeentelijke terreinbeheerders in de Stadsregio.

De Stadsregio kan ook een coördinerende rol spelen in het genereren van de vraag naar warmte. Potentiële afnemers, zoals zwembaden, zijn soms onderdeel van de gemeentelijke organisatie, of worden door de gemeente ondersteund.

Coördinatie van deelnemende gemeenten

Het is vanuit het oogpunt van efficiëntie en economy of scale onlogisch dat elke gemeente zijn eigen lokale biotransportbrandstof ontwikkelt. Ook de grondstofvoorziening voor vergistingsinstallaties in de regio is gemeenteoverschrijdend. In de praktijk blijkt de 'graascirkel' voor biomassa voor vergisting een straal van 20 - 30 km te hebben. Bij transport van biomassa over grotere afstanden gaan transportkosten en logistiek zwaarder meespelen terwijl ook door veel transportbewegingen de gewenste duurzaamheidsvoordelen onder druk komen te staan. Deze straal van 20 - 30 km strookt met de reikwijdte van de Stadsregio, dus het lijkt niet onlogisch dat de Stadsregio op dit gebied dan ook een coördinerende rol heeft.

In het kader van de ontwikkeling van deze waardeketen kan een (virtueel) platform opgezet worden om vraag en aanbod van biomassa te matchen. De Stadsregio zou een rol kunnen pakken in het opzetten hiervan.

7. Aanbevelingen

7.1 Aanbevelingen voor implementatie van biogas en hout

Als meest haalbare optie, zowel vanuit beschikbaarheid biomassa, realiseerbaarheid en politieke besluitvorming, stellen de opstellers van dit rapport de Stadsregio voor in te zetten op beide in hoofdstuk 6 uitgewerkte opties: vergisting van niet-houtige biomassa voor winning van biogas; verbranding van houtige biomassa voor opwekking van warmte (en evt. elektriciteit).

7.1.1 Implementatie biogasproductie als transportbrandstof

In deze optie is met name de lokale productie van biomethaan via vergisting van lokaal aanwezige mest in combinatie met GFT of ander co-vergistbaar materiaal ten behoeve van lokaal transport, i.c. stadsbussen, het meest kansrijk. Het mineralenrijke digestaat van deze vergisting kan, afhankelijk van het co-vergistingsmateriaal, direct als meststof afgezet worden dan wel, na opwerking, als 'biologische kunstmest'.

Omzetting van biomethaan naar biowaterstof als transportbrandstof is technisch mogelijk maar moeten wij vanwege de hogere kosten, lagere duurzaamheid en hogere logistieke problemen afraden.

Om lokaal busvervoer binnen de Stadsregio op lokaal geproduceerde biomethaan te laten rijden is het nodig ca. 35% van de door BTG in 2008 geïnventariseerde hoeveelheid beschikbare mest en vergistbare biomassa daadwerkelijk in te zamelen, te vergisten tot biogas en op te zuiveren tot biomethaan. Deze biomethaan kan vervolgens als CNG of, liever nog, LNG naar lokale distributiestations getransporteerd worden of in het aardgasnet gepompt worden, waarna de bussen uit het bestaande net van brandstof voorzien kunnen worden. In het laatste geval verdient het aanbeveling gebruik te maken van groencertificaten om aan te kunnen tonen dat ook daadwerkelijk methaan van biologische origine gebruikt wordt.

Een vervolgstap in de strategie kan zijn ook resterend biomethaan voor transport (bijv. voor lokaal transport, vuilniswagens en andere utility vehicles) of andere toepassingen (warmteproductie) in te zetten.

Om dit traject te implementeren, nadat de politieke intentie hiertoe is uitgesproken, is een logische vervolgstap het samenstellen van een consortium van (regionale) stakeholders. Onder begeleiding van de Stadsregio kan vervolgens een businessplan opgesteld worden waarin ook de financiële haalbaarheid van dit traject bepaald wordt, de benodigde bestuurlijke katalysering alsook de mogelijkheden voor financiering, desgewenst in een Publiek-Private-Samenwerkings-constructie, bekeken worden. Vanuit de Stadsregio en de daaronder vallende gemeenten is het van belang hulp te bieden bij het inrichten van de locaties, inclusief facilitering van eventueel benodigde bestemmingsplanwijzigingen, milieuvergunningen en andere relevante regelgeving en beleid. Concentratie van activiteiten op één locatie (bijv. een agrobusinesspark) kan voor alle partijen een meerwaarde bieden.

Gezien het feit dat veel van de benodigde technologie beschikbaar is en de belangrijkste uitdagingen in consortiumvorming, logistiek, financiering en bestuurlijke facilitering liggen dient in onze optiek voor dit implementatietraject toch al gauw met een periode van 2-4 jaar rekening gehouden te worden.

7.1.2 Benutting houtige biomassa voor decentrale warmte en energieproductie.

Het bevorderen van kleinschalige en middelgrote houtkachels kan een goede invulling zijn voor het opwekken van duurzame energie in de regio. Veel houtstromen worden nu nog onbenut. Afnemers van warmte kunnen kostenvoordelen behalen ten opzichte van gebruik van aardgas.

Door gebruik te maken van reststromen of onderbenutte stromen uit de stadsregio blijven grote duurzaamheidsproblemen uit beeld. Het is belangrijk hierbij aandacht voor het maatschappelijk draagvlak te hebben, omdat velen bij biomassa vrezen dat dit ten koste gaat van voedselproductie of biodiversiteit. Bij inzet van biomassa uit het Nederlands landschap is dat vooralsnog niet het geval. Integendeel. Achterstallig onderhoud van landschappelijke beplantingen kan worden weggewerkt, waardoor er juist een positieve invloed op het landschap en de daaraan verbonden biodiversiteit wordt geleverd.

Voor warmtegebruikers, zoals agrarische bedrijven en zwembaden, maar ook voor woningbouwcorporaties en hun huurders biedt hout grote voordelen. De prijs van hout is laag in vergelijking met de aardgasprijs en de energie-inhoud van hout en aardgas.

Een zorgpunt is dat nog veel biomassa (ook niet-houtig) wordt opgestookt zonder gebruik van de energie die vrijkomt. Gemeenten gaan verschillend om met het verlenen van ontheffingen van het stookverbod. Wellicht kan de stadsregio bijdragen aan een stringenter beleid van gemeenten bij het verlenen van deze ontheffingen.

7.2 Aanbevelingen voor de Stadsregio Arnhem-Nijmegen

- Beleg het onderwerp bio-energie bij een te benoemen regiomanager, bij voorkeur met een bedrijfsachtergrond. Deze regiomanager dient de 'eigenaar' van het proces te zijn en activiteiten op dit gebied te coördineren en te faciliteren. Daarnaast kan deze regiomanager actief op zoek gaan naar relevante stakeholders in de regio, deze op regelmatige basis bezoeken en daar ook een persoonlijke relatie mee op bouwen.
- Laat deze regiomanager namens de Stadsregio en/of onderliggende gemeenten actief matches maken tussen stakeholders, voor zover deze binnen de speerpunten liggen. Gesignaleerde matches kunnen door de regiomanager begeleid worden bij propositieontwikkeling, eventuele subsidie- of andere financieringsaanvragen en facilitering van benodigde externe kennisverwerving, vergunningverlening, locatiekeuze, 'openen van deuren', etc.
- Organiseer startconferenties rond de twee speerpunten (houtstromen voor energieopwekking en biogas als transportbrandstof). Deze startconferenties moeten de klokken gelijk zetten en als brainstorm dienen voor vervolgacties, zoals

consortiumvorming en faciliterende acties bij lokale overheden. Deze startconferenties kunnen ook helpen politiek, maatschappelijk en commercieel draagvlak te bevorderen.

- Inventariseer toeleveranciers en (mogelijke) verwerkers van regionaal beschikbare, vergistbare reststromen en bevorder het opzetten van mest/co-vergistingsinstallaties voor de productie van biogas. Maak hiervoor meerjarige leverantie- en afnameafspraken. De gemeenten van de stadsregio kunnen hier als gezamenlijke leverancier een entamerende rol in vervullen.
- Organiseer innovatiekringen rond de twee speerpunten. Deze innovatiekringen dienen op regelmatige basis bij elkaar te komen om voortschrijdend inzicht te delen en nieuwe allianties te doen vormen. Ook kennisinstellingen kunnen hierbij aanschuiven.
- Wijs in afstemming met regionale gemeentes agrobusinessparken aan met adequate milieuvergunningen en voor biomassa verwerking benodigde infrastructuur. Richt bestemmingsplannen hier zodanig op in, dat ze aantrekkelijk worden voor biobased stakeholders. Probeer (met de regiomanager) interessante bedrijven actief te motiveren in hun locatiekeuze voor deze agrobusinessparken. Kijk welke incentives mogelijk zijn om het voor relevante bedrijven interessant te maken (OZB-korting/vrijstelling, infrastructurele tegemoetkomingen, premies, voorrang in procedures, etc.). Een belangrijke meerwaarde is ook dat de logistieke ketens van verschillende bedrijven logisch op elkaar kunnen aansluiten. Vooral bij moeilijk verplaatsbare producten (bijv. restwarmte) is dat een groot voordeel. Een voorbeeld van een agrobusinesspark in de Stadsregio is Bergerden.
- Stimuleer implementatie van de speerpunten door bij aanbestedingen van bijvoorbeeld afvalinzameling, regionaal transport, etc.) relevante gunningscriteria te formuleren (bijvoorbeeld dat transportmiddelen op biogas moeten rijden o.i.d.). De Stadsregio en/of onderliggende gemeenten zouden bij voorkeur ook als lead customer op kunnen treden of activiteiten in eigen hand kunnen houden, voor zover deze bijdragen aan de te bereiken doelen. Bijvoorbeeld door voor het eigen wagenpark waar mogelijk te gaan voor bioCNG/-LNG-transportmiddelen.
- Stimuleer de oprichting van bio(C)LNG tankstations. De marktintroductie van biogas voor transport kan worden versneld door het stimuleren van wagenparkscans bij bedrijven en inkoop van aardgasvoertuigen door overheden
- Gemeenten zijn zelf producent van veel houtchips. Coördineer de afzet ervan in een gemeente. Daarmee valt veel 'winst' te behalen. Nu komen de houtchips vrij bij verschillende afdelingen die er soms eigen keuzes in maken. Een verdere samenwerking tussen verschillende gemeenten leidt tot een grote stroom vrijkomende houtchips die goed kunnen worden afgezet bij een of meer houtkachels.
- Andere belangrijke houtstromen komen vrij bij waterschappen, Rijkswaterstaat en beheerders van landschappelijke beplantingen (bijv. agrariërs). Bevorder onderlinge samenwerking tussen deze partijen bij de verzameling van houtchips. Sommige agrariërs met een continue warmtevraag (dierhouderij, glastuinbouw) hebben al een verwarming met hout en kunnen wellicht ook gebruik maken van hout afkomstig van andere beheerders. Probeer de inzameling van houtchips te koppelen aan het wegwerken van achterstallig onderhoud. Een voorbeeld hiervan is het landschap rond Ubbergen (Via Natura/Ploegdriever).
- Van groot belang is de totstandkoming van een warmtevraag van duurzame warmte uit houtverbrandingsinstallaties. Bevorder dat centrales worden neergezet in de buurt van de warmtevragende partij. Hierbij kan de stadsregio een coördinerende rol vervullen.

Literatuur

Arbeitsgruppe Erneuerbare Energien-Statistik (AGEE-Stat), 2010. *Entwicklung der erneuerbaren Energien in Deutschland im Jahr 2009 Daten des Bundesumweltministeriums zur Entwicklung der erneuerbaren Energien in Deutschland im Jahr 2009 (vorläufige Zahlen) auf der Grundlage der Angaben der Arbeitsgruppe Erneuerbare Energien-Statistik (AGEE-Stat)*. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Umweltsicherheit.

Auto en motor techniek, 2009, *Nieuwe Mercedes brandstofcelbus helpt zuiniger*, woensdag 25 november 2009.

<www.amt.nl/web/Nieuws/Autotechniek/Tonen-Nieuws-Autotechniek/Nieuwe-Mercedes-brandstofcelbus-helpt-zuiniger.htm>

Davila, J., S. Siebrand en E. Schuman, 2006. *The origin of fuel wood for stoves in the Netherlands*. AMC case study, Wageningen University, Wageningen.

Commissie Duurzaamheidsvraagstukken Biomassa, 2010a. *Eerst kwaliteit dan kwantiteit. Advies over de bijdrage van biomassa aan de duurzame energie doelstellingen*. 3 februari 2010.

Commissie Duurzaamheidsvraagstukken Biomassa, 2010b. *Nederland duurzaam aan kop*. Advies over duurzaamheidseisen vaste biomassa. 29 april 2010.

Convenant Duurzame Agrosectoren, 2008.

DHV, 2008. *Rijden op alternatieve brandstoffen*.

<www2.dhv.com/WebsiteDocuments/Nederlands/Groepssite/Markten/Milieu/Sustainability/Schooner_wagenpark/Voorbeeld_Wagenparkscan__Bedrijf_.pdf>

E-Kwadraat advies, 2009. *Groen gas in Nijmegen*. E-kwadraat rapportnummer. 100493. 19 november 2009.

Ehlert, P., K. Zwart en J. Spijker (in prep.) *Biogas uit bermgras. Duurzaam en haalbaar?* Alterra rapport, Wageningen UR, 2010.

Gijssen, C., 2009. *Biomassakachels in de praktijk. Het gebruik van de biomassakachel en de mogelijkheden voor een relatie met landschapsbeheer*. Stageverslag HAS Den Bosch. Provincie Gelderland. Arnhem.

Hanschke, C.B. (coördinator) *Monitor Schoon en Zuinig. Actuele stand van zaken 2008*. ECN, SenterNovem, Ordina Consulting Planbureau voor de Leefomgeving, 2009.

Helm, S. van den., W. van der Knaap en S. van Telgen (red.), 2010. *Sustainable Energy Landscapes. Biomass and other opportunities for an energy neutral City Region Arnhem Nijmegen*. Wageningen University. Students Landscape Architecture. Socio-Spatial Analysis and Land Use Planning. Atelier September-December 2009.

Hooijer, A., M. Silvius, H. Wösten, H. and S. Page, 2006. PEAT-CO₂, Assessment of CO₂ emissions from drained peatlands. In: *SE Asia Delft Hydraulics report Q3943*.

Innovatienetwerk 2008. Biomassa beter benutten. J.T.P Derksen, E. van Seventer, K. Braber, J. van.Liere,

<www.innovatienetwerk.org/sitemanager/downloadattachment.php?id=1F50glQrknm5u1W8l0yuiW>

Klimaatfonds, 2009, *The Hague's city buses go carbon neutral* 15-12-2009, <www.denhaag.nl/en/press-room/to/The-Hagues-city-buses-go-carbon-neutral.htm>

Leek, N., J. Oldenburger en A. Winterink 2009. *Aanbod gebruikt hout toegenomen*. Bosberichten 2009 nr. 1. Probos. Wageningen.

Ministerie van Economische Zaken, 2008. *Energierapport 2008*. Den Haag.

Nederland krijgt nieuwe energie; voor welvaart en welzijn in de 21e eeuw. Een partijoverstijgend voorstel voor een Deltaplan Nieuwe Energie. 2010. CDA Duurzaamheidsberaad, D66

NEN, 2009. Nederlands Technische Afspraak NTA 8080. *Duurzaamheidscriteria biomassa voor energiedoelinden*. Maart 2009.

ODE Vlaanderen, 2006. *Vergisting: omzetten van biomassa in een energierijk gewas*. <ode.be/images/stories/Brochures/bim1_vergisting.pdf>

Pap-Schwieger, A., 2009. *Versnelling bio-energie-installaties; plan van aanpak*. Provincie Overijssel. Zwolle.

PCCC, 2010. *De staat van het klimaat 2009. Actueel onderzoek en beleid nader verklaard*. Platform Communication on Climate Change. 2010.

Planbureau voor de Leefomgeving & ECN, 2010. *Referentieraming energie en emissies 2010-2020*. ECN-E-10-004. Petten, ECN.

Platform Duurzame Ontwikkeling, PvdA Landelijke Werkgroep Milieu & Energie, SGP WI Werkgroep Energie, Christenunie TPC Duurzaamheid, Groenlinks Milieunetwerk, VVD Commissie Milieu & Duurzaamheid.

Platform Nieuw Gas, 2006. *Waterstof brandstof voor transities*. Advies van het Platform Nieuw gas; werkgroep waterstof. Oktober 2006.

<www.senternovem.nl/mmfiles/Waterstof%20brandstof%20voor%20transities%2027-10-06_tcm24-200339.pdf>

Probos, 2009. *Kerngegevens Bos en Hout*. Wageningen, Stichting Probos,

Projectgroep Duurzame productie van biomassa, 2006. *Criteria voor duurzame biomassa productie*. Eindrapport van de projectgroep 'Duurzame productie van biomassa'. Task Force Energietransitie. 14 juli 2006.

Provincie Gelderland, 2008. *Gelders klimaatprogramma 2008-2011*.

Richtlijn 2009/28/EG van het Europees parlement en de raad van 23 april, 2009. <eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2009:140:0016:0062:NL:PDF>

Rosende, D., M. Ragwitz, M. Klingel, G. Resch en Chr. Panzer, 2010. *Renewable Energy Industry Roadmap for the Netherlands*. Fraunhofer Institute Systems and Innovation Research (Karlsruhe) en Vienna University of Technology, Energy Economics Group, Wenen. In opdracht van DE Koepel.

Schoon & Zuinig, 2007. *Beleidsprogramma Nieuwe energie voor het klimaat*. Ministerie van VROM.

Spijker, J.H. en M. Boosten (in prep.) *Inzet van hout voor energie in Gelderland*. Probos en Alterra. Wageningen.

Spijker, J.H., W. Elbersen, J.J. de Jong, C.A. van den Berg en C.M. Niemeijer, 2007. *Biomassa voor energie uit de Nederlandse natuur. Een inventarisatie van hoeveelheden, potenties en knelpunten*. Alterra-rapport 1616. Wageningen.

Stichting Schoner Transport, 2007. *Bussen in Malmö rijden op mengsel van methaan en waterstof*. <[www.energieschonertransport/malmo.htm](http://www.energieschonertransport.nl/malmo.htm)>

Stichting Schoner Transport, 2007b, *Lille laat 100 stadsbussen klimaatneutraal rijden op biogas*. <[www.energieschonertransport/lille.htm](http://www.energieschonertransport.nl/lille.htm)>

Teunissen Consultancy, 2008. *Naar Goudappel/Coffeng: Milieuvriendelijke bussen*. <www.wijchen.nl/binaries/wijchen/gemeenteraad_downloads/berichten-vanuit-de-raad/raadsmail/46/teunissen-consultancy-presentatie-tbv-compatibilit.pdf>

Treinreiziger.nl, 2009. *Eerste groene gasbus voor HTM*, 14-12-2009
http://www.treinreiziger.nl/actueel/eerste_groene_gasbus_voor_htm-142082

Truckwash 2010 *Landelijk tankstationnetwerk voor LNG*, 13-4-2010
<www.truckwash.biz/nieuws/landelijk-tankstationnetwerk-voor-lng>

Vernay, A., K. Hemmes, D. Manné en G. Steenvoorden, 2008. *Superwind: A feasibility study; Integrating wind energy with internal-reforming fuel cells for flexible co-production of electricity and hydrogen*. TU Delft en Senternovem.

Vries, B. de, J.J. de Jong, R. Rovers, F. Haccoû, J.H Spijker, C.A van den Berg, C.M. Niemeijer, D. Frank en J. Westerink, 2008. *Energie à la carte. De potentie van biomassa uit het landschap voor energiewinning*. Alterra rapport 1679. Wageningen.

Zwart, K.B., D.A. Oudendag, P.A.I. Ehlert en P.J. Kuikman, 2006. *Duurzaamheid co-vergisting van dierlijke mest*. Alterra-rapport 1437. Wageningen.

Bijlage 1 Startnotitie workshop van 10 september 2009

Voor de workshop zijn in deze startnotitie een drietal strategische opties opgenomen voor de (energetische) benutting van beschikbare biomassastromen uit het landschap in de Stadsregio Arnhem-Nijmegen. Deze strategische opties zijn het meest kansrijk volgens de BTG-rapporten (2008) voor de MARN/MRA-regio.

Bij de workshop krijgen deelnemers ook gelegenheid om andere kansrijke opties in de discussie in te brengen. In de workshop worden drie opties gekozen waarover nader wordt gediscussieerd.

Voor elk van deze gekozen opties is het voor de Stadsregio van belang te weten of de betreffende optie ter benutting van biomassa verdere uitwerking en stimulering verdient, welke locaties het meest in aanmerking komen en welke stakeholders hierbij van belang zijn en bereid zijn aan de ontwikkeling van deze optie bij te dragen. Ook een inventarisatie van andere aandachtspunten (logistiek, regelgeving, financieel) bij de ontwikkeling van de betreffende optie is van belang.

1. Thermische verwerking van diverse houtachtige stromen

In de MARN/MRA-regio komt jaarlijks ca. 88 kton vers houtafval (o.a. snoeihout) plus ca. 68 kton B/C-hout (bouw- en sloophout) beschikbaar. Veel van het verse afval gaat nu naar composteerders. Deze houtachtige stromen zijn, desgewenst na versnippering of pelletering, geschikt voor (bij)stook in energiecentrales, ten behoeve van warmte- en eventueel ook elektriciteitsproductie.

Een aandachtspunt is dat verse houtachtige stromen tamelijk decentraal beschikbaar komen en dat er i.t.t. bijvoorbeeld GFT momenteel geen algemene centrale inzamelstructuur voor bestaat. Dit betekent dat hier een logistieke infrastructuur voor ingesteld dient te worden.

Een alternatief is het verbranden van houtsnippers of -chunks in kleinere verbrandingsinstallaties. Van belang voor een goed energetisch rendement hierbij is dat de warmte zinvol kan worden afgezet, bijvoorbeeld voor verwarmingsdoeleinden.

Voor B- en C-hout bestaat wel een centrale inzamelstructuur. B-hout kan relatief eenvoudig gebruikt worden voor energieopwekking (gebeurt ook al) of als grondstof voor bijvoorbeeld de spaanplaatindustrie. Voor C-hout ligt verbranding wat moeilijker, vanwege de eisen die aan de afgasreiniging gesteld worden (i.v.m. de in C-hout aanwezige impregneermiddelen).

CO₂-productie uit houtverbrandingsinstallaties/energiecentrales, kan benut worden als feedstock voor algenproductie, waardoor deze weer vastgelegd wordt in algenbiomassa, interessant als diervoeding of als grondstof voor hoogwaardige olie of (fijn-)chemicaliën. O.a. in Duitsland is hier al praktijkervaring mee opgebouwd. In Nederland zijn enkele proefprojecten gestart.

Het aanbod van hout kan ook verhoogd worden door het onderhoud van bestaande landschapsstructuren te intensiveren. Dit geldt vooral voor landschapsstructuren waar het onderhoud nu niet goed geregeld is, of waar actief terugzetten nodig is, voor bijv. ruimte voor de rivier. Daarnaast kunnen bij de implementatie van landschapsontwikkelingsplannen nieuwe landschapselementen worden aangelegd die in de toekomst bijdragen aan de biomassaproductie.

2. Co-vergisting van mest, GFT, overige biomassa

In de MARN/MRA-regio komt jaarlijks ca. 73 kTon¹ GFT (incl. berm- en slootmaaisel) en ca. 1500 kTon dierlijke mest (dun + vast) beschikbaar. GFT wordt momenteel gecomposteerd, maar kan ook samen met mest vergist worden, waarbij de opbrengst van biogas verhoogd wordt ten opzichte van mestvergisting alleen. Dit is momenteel een tamelijk uitgewerkt proces en kan technologisch gezien snel geïmplementeerd worden. Het geproduceerde biogas kan gebruikt worden in combinatie met een warmtekrachtkoppeling waarbij de geleverde warmte lokaal benut kan worden en de geproduceerde elektriciteit aan het net geleverd kan worden. Biogas kan ook opgezuiverd worden tot min of meer zuiver methaan en dan aan het gasnet geleverd worden of benut worden als transportbrandstof.

Nevenproducten van co-vergisting zijn digestaat en CO₂ (uit de wkk/gasmotor). Digestaat bevat mineralen die uitgereden kunnen worden op landbouwgrond als mest (afhankelijk van de oorspronkelijk gebruikte biomassa²). Een interessante alternatieve optie voor de benutting van reststromen uit co-vergisting is de benutting van digestaat en CO₂ als feedstock voor de productie van algen zoals dit ook bij enkele projecten in o.a. Duitsland plaatsvindt. Door de algen worden de mineralen in digestaat en de CO₂ vastgelegd in algenbiomassa, die afhankelijk van de soort alg, integraal gebruikt kan worden als diervoeding of voor de winning van hoogwaardige algenolie of (fijn-)chemicaliën. In een algenkweek kan daarnaast ook CO₂-emissie uit andere, lokale bedrijven worden vastgelegd in biomassa.

De CO₂ kan desgewenst ook worden toegepast in tuinbouwkassen.

Voor een energetisch efficiënt proces is het belangrijk om naast mest andere biomassa als co-vergistingmateriaal toe te voegen.

3. RWZI-slib

Binnen de MARN/MRA-regio komt jaarlijks bijna 10 kTon (droge stofbasis) aan rioolwaterzuiveringsslib vrij, waarvan 60-70% organisch materiaal. Momenteel wordt dit slib na ontwatering gemengd met houtsnippers en gecomposteerd. Als alternatief zou dit slib ook op een locatie nabij een RWZI vergist kunnen worden ten behoeve van de productie van biogas en via een WKK van elektriciteit en warmte.

¹ Dit is de hoeveelheid die nu wordt verzameld en afgevoerd. Als al het slootmaaisel dat nu op de kant blijft liggen en bermmaaisel dat nu geklepeld wordt - en dus achterblijft in de berm - zou worden meegerekend, is dit substantieel meer.

² Knelpunt in de huidige vrijstellingsregeling is dat digestaat van vergisting met gebruikmaking van berm- en/of slootmaaisel niet ondergewerkt mag worden op landbouwgronden zonder ontheffing.

Bijlage 2 Verslag workshop (co)vergisting van biomassa

Workshop biomassa strategieontwikkeling

Resultaten, aandachtspunten en opmerking deelsessie '(Co-)vergisting van biomassa'

Aanwezig:

Arno v.d. Kruis (Via Natura)
Henk Vink (Gelderse Reststoffen Recycling)
Alex Wittendorp (Bioenergie Bergenden / Biogas Int)
K. Hemmes (TU Delft)
Jeroen Smits (Gemeente Duiven)
Bart de Bruin (MARN)
Arnoud Rozestraten (ARN)
Gert Rootselaar (Grontmij)
Joost vd Plicht (Waterschap RIJ)
Kim Kerckhoffs (Gemeente Nijmegen)
Andre Middelkoop (Providentia)
Theo Tijse Klasen
Barry de Vries
Hans Derksen

Kansen en sterkten

- GFT is eigendom van gemeenten en kunnen daar vrijelijk over beschikken voor verwerking en aanbesteding.
- De aanwezige infrastructuur (spoor/water/weg) biedt voordelen voor logistiek van biomassa transport.
- Er is een sterke samenwerking met andere regio's. Het is een kans dat Oost-Nederland door de overheid ook als één speerpuntgebied gezien wordt.
- Deelname aan en afstemming met Euregio biedt kansen voor samenwerking en efficiency.
- Roelofshoeve/ARN-gebied als voortrekker kan een rolmodel en proeftuin zijn voor verdere ontwikkelingen.
- Er is een toenemende vraag naar biogas in Stadsregio (o.a. vanwege de aanschaf van 80 stadsbussen later dit jaar).
- Er is veel aanbod van biomassa in de regio, getuige de BTG-inventarisatie. Overigens is de inventarisatie op sommige gebieden, zoals GFT, gedateerd en leidt tot een onderschatting.
- Nog veel mest is onbenut in de regio. Er is echter geen mestoverschot in meeste gebieden binnen de regio.
- Het lopende project 'Investeren in landschap' in de Ooijpolder speelt een voortrekkersrol
- Er is 25.000 ton slotgras uit 4.000 km watergang beschikbaar in de regio.
- Er is veel kennis op het gebied van biomassa en duurzame technologie aanwezig (Wageningen UR, HAN, Radboud) die snel gemobiliseerd kan worden voor innovatieve ontwikkelingen.
- De profilering van Arnhem als 'waterstofstad' heeft aantrekkingskracht op innovatieve ontwikkelingen.
- De hoge bevolkingsdichtheid in de regio maakt infrastructurele investeringen efficiënt (bijvoorbeeld in riolering voor benutting van faecaliën?).
- Er zijn nog weinig vergisters in de regio (alleen in Wychen?). Dit betekent dat er in de regio een 'gat in de markt' (=kans) voor nieuwe initiatieven is.
- De komst van megastallen in de toekomst maakt mestvergaring en verwerking efficiënter.

Zwakke punten / knelpunten

- Er is in de regio (nog) geen mestprobleem / -overschot en dus ook weinig drijfveren om hier iets mee te doen.
- (Na-)compostering van biomassa is nog steeds commercieel concurrerend met mestvergisting.
- De totale hoeveelheid geproduceerde compost zal bij toenemende vergisting afnemen en wordt dus minder beschikbaar voor land- en tuinbouw. Dit is op zich echter een positieve ontwikkeling omdat de broeikasgasemissie bij compostering groter is dan bij vergisting.
- Er is nog ontwikkeling nodig in de biomassaverwerkingstechnologie. Veel vergistingstechnologie, bijvoorbeeld, staat nog in de kinderschoenen.
- Het vergunningverlenings-/ruimtelijke ordening beleid is belemmerend voor de praktische implementatie van nieuwe initiatieven. Kan lang duren en is veelal complex. Ook kan de regelgeving variëren per gemeente. Het kan een rol voor de Stadsregio zijn om dit te harmoniseren.
- De overheid moet gebieden aanwijzen of bottom up laten ontstaan (door gemeenten?) die voor biomassaverwerking (vergisting) toegelaten zijn.
- Bij covergisting ontstaat juist méér mestvolume (hoeveelheid mineralen blijven echter wel gelijk).
- De Europese aanbestedingsregels zijn belemmerend voor regionale ontwikkeling. Dit kan betekenen dat (soms slechts weinig) goedkopere grote actoren van buiten de regio gecontracteerd worden die met biomassa naar elders gaan slepen. Dit kan aangepakt worden door het slim kiezen van randvoorwaarden in de aanbesteding van biomassaverzameling en verwerking.
- Men vindt het jammer dat landbouw (c.q. LTO) afwezig was in de workshop. Dit wordt met aanvullende interviews rechtgezet.

Wat kan de Stadsregio doen?

- De zelfvoorzienendheid van de regio moet nagestreefd worden. Hiervoor moeten we activiteiten bundelen / concentreren op duurzame bedrijventerreinen (= industrial ecology aanpak).
- De regio moet een coördinerende rol vervullen bij de verdeling van biomassa. Vooral bij kleinere hoeveelheden moet versnippering van activiteiten voorkomen worden. Dit vermijdt ook de verplichting tot Europese aanbesteding.
- Er zijn meer Publiek-private samenwerkingsconstructies nodig.
- Een inventarisatie van bestuurlijke knelpunten is wenselijk, naast de inventarisatie van biomassastromen (BTG) en mogelijke strategische/technologische opties (dit project).
- De Stadsregio kan een rol vervullen in het harmoniseren van het gemeentelijk beleid.
- De Stadsregio kan een loketfunctie gaan vervullen om processen (vergunningen e.d.) te versoepelen

Bijlage 3 Verslag workshop houtstromen

Workshop houtstromen, 10 september 2009, de Vereniging Nijmegen

Aanwezig (lijst niet compleet):

Hans Langkamp, GRR/Bruis en Kwast

Tiny Wigman, Via Natura,

Toon Beeks, AVR/van Gansewinkel/biomass stroomlijn

Erwin Eymans, Tupe II

Wieger Knol, Nuon Warmte

Ralph Breuer, Gemeente Nijmegen

Roland Jacobs, Parenco Hout

Jos Wigger, Ministerie LNV

Geert Steeghs, SITA

Rob van Eldik, Gemeente Rheden

Hage de Vries, Electrabel

Frank van Hedel, SBB

Albert Anijs, Gemeente Arnhem

Rob Hoefs, Alterra Wageningen UR

Joop Spijker, Alterra Wageningen UR (moderator)

Ron Josten, Stadsregio Arnhem-Nijmegen (verslag)

Als eerste kwam aan bod het verifiëren van de gegevens in het BTG-rapport zoals de houtstromen en kTon/Gjoules. Het lijkt er op dat BTG alleen de daadwerkelijk uitgevoerde oogst van bijvoorbeeld de bossen (stamhout) in beeld heeft gebracht, maar er blijft veel hout liggen. Kijk daarom naar de definities die hierbij gehanteerd zijn. Geconstateerd wordt dat maar 60% van het stamhout wordt geoogst en dat dat naar 80% verhoogd kan worden en dat ook een deel van tak- en top hout geoogst kan worden. Deze vragen spelen ook bij landschappelijke beplantingen, waar onderhoud (en dus oogst) vaak achterwege blijft. Door aanwezigen werden kanttekeningen geplaatst bij bijvoorbeeld vers hout (of dat alleen hout is of ook gras). Ook moet gekeken worden naar waar de houtstromen naar toe gaan, zowel primaire als secundaire stromen.

Een sterk punt van de Stadsregio is voor velen de hoeveelheid hout, er is op dit moment meer dan voldoende aanwezig. Maar een zwakte is dat er zoveel aanbieders en houtstromen zijn, die niet samenwerken en een keten vormen. Een voorbeeld is het houtaanbod van gemeenten. Om te beginnen zijn er 20 gemeenten in de stadsregio, maar zelfs per gemeente wordt de logistiek van het houtaanbod niet onderling afgestemd. In een willekeurige gemeente zijn vaak meer dan drie afdelingen/sectoren bezig met de verwerking en opslag van hout, takken, maaisel en snoeiafval. Het beheer van de groenvoorziening staat vaak los van de inzameling van tuinafval van particulieren (zgn. 'lokettenprobleem'). Ook verrichten hoveniersbedrijven het beheer en nemen zij de houtstroom van de stad/het dorp mee om te verkopen/aan te bieden. En gemeenten met een uitgebreid bossenbestand hebben vaak ook een separate afdeling hiervoor.

Daarnaast zijn er boseigenaren zoals Staatsbosbeheer, maar ook kleinere eigenaren al dan niet verenigd of vrijwillig bezig met beheer. Een blinde vlek zijn de bedrijven (waaronder bijvoorbeeld de fruitteeltbedrijven) waar de gemeenten geen verantwoordelijkheid hebben voor de inzameling van groenafval (zoals ze die wel hebben voor bewoners) en die zelf moeten uitzoeken waar ze met hun houtafval naar toe gaan.

Deze zwakte kan worden opgelost door een of andere vorm van samenwerking/keten/bundeling van biomassastromen op te zetten en de stadsregio kan hier een rol in vervullen door te bevorderen dat er een efficiënt systeem komt met (meer) sturing op vraag en aanbod. Dit kan wellicht worden gestart bij de eigen houtstromen van de in de stadsregio participerende gemeenten.

Een grote afnemer van hout en aanwezig bij de workshop is Parenco en Jacobs geeft aan dat de verbrandingsinstallatie van Parenco veel aan kan maar het aanbod is een lappendeken en dan is vaak de kwaliteit van het aangeboden ook belangrijk: het houtafval moet bereikbaar zijn, gescheiden wortels en vrij van zand. Kwaliteit van het aanbod is een aandachtspunt. Hiervoor is nodig dat men in een vroeg stadium de doelen van de biomassa bepaalt en hiermee samenhangend de eisen formuleert waaraan de biomassa moet voldoen. Een diffuse biomassastroom (bijv. menging van verschillende soorten) hoeft niet bij voorbaat een probleem te zijn.

In het verlengde van het bovenstaande constateerde een deelnemer dat het landschapsbeheer zelf nog onvoldoende biomassa-minded is (zwakte/knelpunt). Veel landschapsbeheerders zien hout en takken nog als afval en niet als input voor een cyclus van biomassa tot energie. Hier moet nog gewerkt worden aan bewustwording en dus een landschapsbeheer dat gericht is op afval als voedsel.

Een knelpunt is dat de kosten om de houtstroom uit de bossen (tak- en tophout) op gang te krijgen niet opwegen tegen de opbrengsten voor de extra houtchips. Dit geldt niet voor houtstromen die vrijkomen bij regulier onderhoud en niet achter kunnen blijven, zoals een deel van de houtstroom uit gemeentelijk groen en door particulieren aan gemeenten aangeboden tuinafval. Staatsbosbeheer heeft als eigenaar van het grootste bosareaal (totaal 100.000 ha) een probleem met het feit dat takafval met naalden en takjes/bladeren (nog) niet door installaties in Nederland kan worden gebruikt. Een deel verdwijnt over de grens. Dat speelt dus ook in Gelderland en de stadsregio. Hier ligt dus een kans voor de stadsregio: de bouw van een installatie die het 'vervuild' onbruikbare houtafval uit de bossen aankan. Staatsbosbeheer ziet een langjarige verbintenis met zo'n installatie zitten.

Een cruciaal punt is de ruimtelijke ordening en de inrichting van de installaties. De keuze van de locaties luistert nauw en het ligt voor de hand bij de keuze te kijken naar stromen/aanbod en transport. Maar ook moet duidelijk zijn of er voor één of twee centrale grote installaties wordt gekozen of voor meerdere kleine installaties. Het aspect van de opslag is van belang bij de inrichting/bouw van de installatie: bij de installatie hoort ook opslag (biomassa maar één keer oppakken, dus geen aparte locatie voor tussenopslag).

Sommigen van de aanwezigen opperden het idee (kans) om biomassacentrales te koppelen aan het warmtenet dat er gaat komen. De biomassacentrales leveren warmte aan het net en kunnen als een back-up fungeren. Vanuit de energiebedrijven werd een grote kanttekening geplaatst: biomassacentrales hebben een afschrijvingstermijn van vijftien jaar, het warmtenet heeft een horizon van 40-50 jaar. Een businesscase is dus niet te maken. Knelpunt is dat energiebedrijven grote risico's lopen bij voorinvesteren in warmte. Wel is duidelijk dat bij het verbranden van biomassa de benutting van warmte niet gemist kan worden voor een goed rendement. Bij de locatiekeuze moet hier terdege rekening mee worden gehouden (bijv. bij zwembad).

Kijkend naar de afnemerskant, voorzieningen en bedrijven/instellingen die min of meer continu warmte (evt. elektriciteit) vanuit biomassa zouden kunnen gebruiken, wordt geconstateerd dat er geen duidelijk beeld is. Er is meer bekend over bestaande en nieuwe zwembaden, maar hoe zit het met de vraag van bijvoorbeeld ziekenhuizen of verpleeghuizen? Van groot belang is dat men de eventuele warmtevraag op tijd signaleert om hier bij nieuwe ontwikkelingen (bouw van voorzieningen) op in te kunnen spelen. Ook vraagt de afnemerskant een leveringsgarantie (bijv. te bereiken door een pool van kleine verbrandingsinstallaties in combinatie met één grote installatie).

Gemeenten spelen een cruciale rol in het aanbieden, verwerken en afnemen van houtige biomassa. Of het nu in de rol van aanbieder van houtafval (via tuinafval en openbaar groen) is, beslisser in geval van een bestemmingsplan en vergunningen, investeerder of afnemer als zwembadeigenaar. Er is behoefte aan een coördinerende rol voor de Stadsregio om deze gemeenten te verbinden in een systeem van aanbieders, verwerkers en afnemers, kennis in te brengen en ook keuzes duidelijk te maken.

Eén van de deelnemers vestigde de aandacht op de regelgeving die vaak belemmerend werkt zoals de ophanden zijnde wijziging van emissie-eisen aan installaties die het onmogelijk zou maken om kleine kachels voor biomassa in bedrijf te hebben.

Het werd door aan aantal deelnemers als jammer ervaren dat er niemand uit de hoek van landbouw zoals de LTO aanwezig is.

Tot slot een paar hartenkreten van deelnemers:

- Niet praten maar doen
- Maak de cirkel rond: betrek ook de burger bij biomassa door educatie en voorlichting, laat de voordelen zien ('door mijn buurtpark wordt de buurt één maand verwarmd...!')
- Laat geld niet leidend zijn: steun door de overheden is nodig om risico's aanvaardbaar te maken en haalbaarheid van innovaties dichterbij te halen.

Bijlage 4 Verslag van de studiereis naar Duitsland

Op 27 oktober 2009 is voor een negental stakeholders van Waterschappen, SBB, Stadsregio en provincie Gelderland een studiereis georganiseerd naar twee locaties in Duitsland waar biomassaverwerkingsopties al in een pilotstadium dan wel op commerciële basis al gerealiseerd zijn. Dit betreft de onderstaande initiatieven:



Maschinenring Rheinland West e.V. in Titz-Ameln

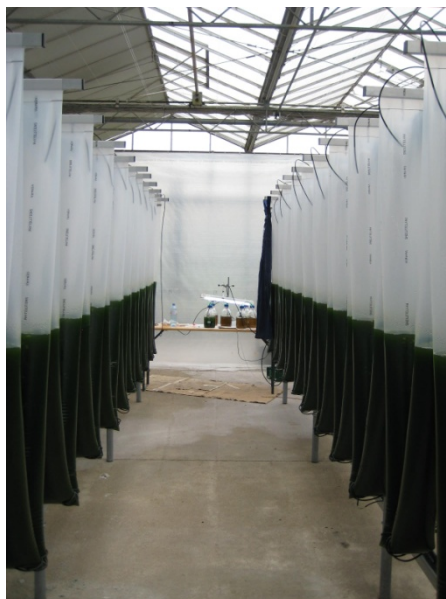
Dit bedrijf omvat een pelletteringsinstallatie waar afval uit de timmerindustrie tot pellets wordt geperst. Deze verkoopt men aan bedrijven en particulieren die ze kunnen gebruiken als brandstof voor verwarming. Voor Nederland is dit voor particulieren minder interessant, omdat (houtpellet-)kachels veel minder doorgedrongen zijn vanwege de vrijwel landelijke aansluiting van huishoudens op het aardgasnet. Voor grotere installaties (bijv. zwembaden, agrarische bedrijven) zou het gebruik van houtachtige biomassa tot pellets wel interessant kunnen zijn.



Daarnaast exploiteert dit bedrijf een vergistingsinstallatie waar biomassa vergist wordt tot biogas, dat in gasmotoren verbrand wordt. De opgewekte electriciteit wordt in het net ingevoerd. De vergistingsinstallatie is in zoverre afwijkend van wat in Nederland gebruikelijk is dat er niet co-vergist wordt met mest. De voor de vergisting benodigde mineralen worden als 'kunstmest' toegevoegd. Dit heeft ongetwijfeld te maken met het feit dat in Nederland vanwege het mestoverschot voldoende mineralen voorhanden zijn.

RWE Algae project in Bergheim-Niederaussem

Bij de RWE-electriciteitscentrale in Bergheim-Niederaussem vindt sinds 2008 een pilot project plaats waarbij CO₂ uit het rookgas door microalgen vastgelegd wordt in biomassa. Hiertoe worden algen in als guirlandes hangende plastic buizen gekweekt in een broeikas, waarbij rookgas van onderen in de buizen door de algensuspensie geborreld wordt. In het pilotproject wordt bij een oppervlakte van ca. 1000 m² 'fotobioreactoren' een opbrengst verwacht van ca. 6 ton per jaar aan droge biomassa, waarbij ca. 12 ton CO₂ per jaar wordt vastgelegd. Dit project is vooral bedoeld als haalbaarheidsstudie en om in de praktijk kentallen over dit proces te krijgen. Volgens de projectleider is al wel duidelijk dat dit proces alleen economisch haalbaar is als ook interessante producten uit de algenbiomassa gewonnen worden (bijvoorbeeld hoog onverzadigde oliën). Als carbon capture proces opzich is het te kostbaar.



Bijlage 5 Afwegingskader voor criteria haalbaarheid opties biomassa voor stadsregio

Legenda: ++ zeer gunstig
 + gunstig
 +/- niet gunstig, niet ongunstig
 - ongunstig
 -- zeer ongunstig

Beschikbare biomassa	<i>Termijn 5 jaar</i>
++	<ul style="list-style-type: none"> • Veel nu onbenut of onderbenut aanwezig in of nabij de regio aanwezig • Kosten biomassa zeer laag in relatie tot energieopbrengst
+	<ul style="list-style-type: none"> • Veel op de nationale/internationale markt nu onbenut of onderbenut aanwezig als primaire/secundaire/tertiaire afvalstromen, en transport laat zich goed en duurzaam organiseren • Kosten biomassa laag in relatie tot energieopbrengst • Maakt gebruik van nu niet of onderbenutte stromen
+/-	<ul style="list-style-type: none"> • Voldoende beschikbaar in de regio of op de nationale/internationale markt • Kosten biomassa evenwichtig in relatie tot energieopbrengst
-	<ul style="list-style-type: none"> • Onvoldoende beschikbaar in de regio of op de nationale/internationale markt • Kosten biomassa hoog in relatie tot energieopbrengst
- -	<ul style="list-style-type: none"> • Zeer onvoldoende beschikbaar in de regio of op de nationale/internationale markt • Kosten biomassa zeer hoog in relatie tot energieopbrengst

Duurzaamheid grondstofvoorziening	<i>Termijn 5-10 jaar</i>
++	<ul style="list-style-type: none"> • Maakt gebruik van afvalstromen • Oogst leidt tot meer biodiversiteit • Oogst leidt tot afname achterstallig landschapsonderhoud • Positief effect op bodemkwaliteit (bodemdikte, koolstofopslag, bodemvruchtbaarheid)
+	<ul style="list-style-type: none"> • Maakt gebruik van nu niet of onderbenutte stromen • Oogst leidt tot licht meer biodiversiteit • Oogst draagt bij aan landschapsonderhoud • Positief effect op bodemkwaliteit (bodemdikte, koolstofopslag, bodemvruchtbaarheid)
+/-	<ul style="list-style-type: none"> • Concurrerend met andere laagwaarde toepassingen van biomassa (bijv. meststof) • Geen effect op biodiversiteit (of optelsom is neutraal) • Geen effect op staat van landschapsonderhoud • Neutraal effect op bodemkwaliteit (bodemdikte, koolstofopslag, bodemvruchtbaarheid)
-	<ul style="list-style-type: none"> • Gebruik biomassa verdringt deels hoogwaardig toegepast (materiaal; voedsel) • Oogst tast biodiversiteit aan • Negatief effect op landschap • Negatief effect op bodemkwaliteit (bodemdikte, koolstofopslag, bodemvruchtbaarheid)
- -	<ul style="list-style-type: none"> • Inzet leidt tot afname gebruik van biomassa voor hoogwaardige toepassing • Grote aantasting biodiversiteit • Zeer negatief effect op landschap • Zeer negatief effect op bodemkwaliteit (bodemdikte, koolstofopslag, bodemvruchtbaarheid)

CO ₂ -balans	
++	<ul style="list-style-type: none"> • Zeer positief effect (> 50%)
+	<ul style="list-style-type: none"> • Positief effect (> 30%)
+/-	<ul style="list-style-type: none"> • Licht positief effect (0-30%)
-	<ul style="list-style-type: none"> • Licht negatief effect op broeikasgassenbalans
--	<ul style="list-style-type: none"> • Sterk negatief effect op broeikasgassenbalans

Milieuwaliteit	<i>Termijn 5-10 jaar</i>
++	Zeer positief effect op
	<ul style="list-style-type: none"> • Emissies lucht
	<ul style="list-style-type: none"> • Emissies water
	<ul style="list-style-type: none"> • Gebruik bestrijdingsmiddelen
	<ul style="list-style-type: none"> • Ontstaan van afval
+	Positief effect op
	<ul style="list-style-type: none"> • Emissies lucht
	<ul style="list-style-type: none"> • Emissies water
	<ul style="list-style-type: none"> • Gebruik bestrijdingsmiddelen
	<ul style="list-style-type: none"> • Ontstaan van afval
+/-	Neutraal effect op
	<ul style="list-style-type: none"> • Emissies lucht
	<ul style="list-style-type: none"> • Emissies water
	<ul style="list-style-type: none"> • Gebruik bestrijdingsmiddelen
	<ul style="list-style-type: none"> • Ontstaan van afval
-	Negatief effect op
	<ul style="list-style-type: none"> • Emissies lucht
	<ul style="list-style-type: none"> • Emissies water
	<ul style="list-style-type: none"> • Gebruik bestrijdingsmiddelen
	<ul style="list-style-type: none"> • Ontstaan van afval
--	Zeer negatief effect op
	<ul style="list-style-type: none"> • Emissies lucht
	<ul style="list-style-type: none"> • Emissies water
	<ul style="list-style-type: none"> • Gebruik bestrijdingsmiddelen
	<ul style="list-style-type: none"> • Ontstaan van afval

Ruimtebeslag	
++	<ul style="list-style-type: none"> • Geen ruimtebeslag
	<ul style="list-style-type: none"> • Gebruik van onbenutte reststromen; en/of
	<ul style="list-style-type: none"> • Weer in productie nemen van niet meer gebruikte gronden
	<ul style="list-style-type: none"> • Landschapsherstel
	<ul style="list-style-type: none"> • Passend bij andere hoofdfunctie in de maat van deze functie (bijvoorbeeld waterberging)
+	<ul style="list-style-type: none"> • Gering ruimtebeslag (zie bovenstaande punten, maar dan minder goed doorgevoerd)
+/-	
-	<ul style="list-style-type: none"> • Ruimtebeslag, (monoteelten maar landschappelijk ingepast)
--	<ul style="list-style-type: none"> • Sterk ruimtebeslag (monoteelten zonder landschappelijke inpassing)

Time to market	
++	<ul style="list-style-type: none"> • Uitontwikkelde techniek
+	<ul style="list-style-type: none"> • Direct toe te passen
+/-	<ul style="list-style-type: none"> • Binnen 5 jaar
-	<ul style="list-style-type: none"> • Perspectief, maar > 5 jaar
--	<ul style="list-style-type: none"> • Perspectief, maar > > 5 jaar

Bijlage 6 Vergelijkend overzicht van de kenmerken van diverse alternatieve brandstoffen (North Carolina Solar Center USA)

(zie: www.ncsc.ncsu.edu/cleantransportation/docs/Factsheets/CFAT_Matrix.pdf)

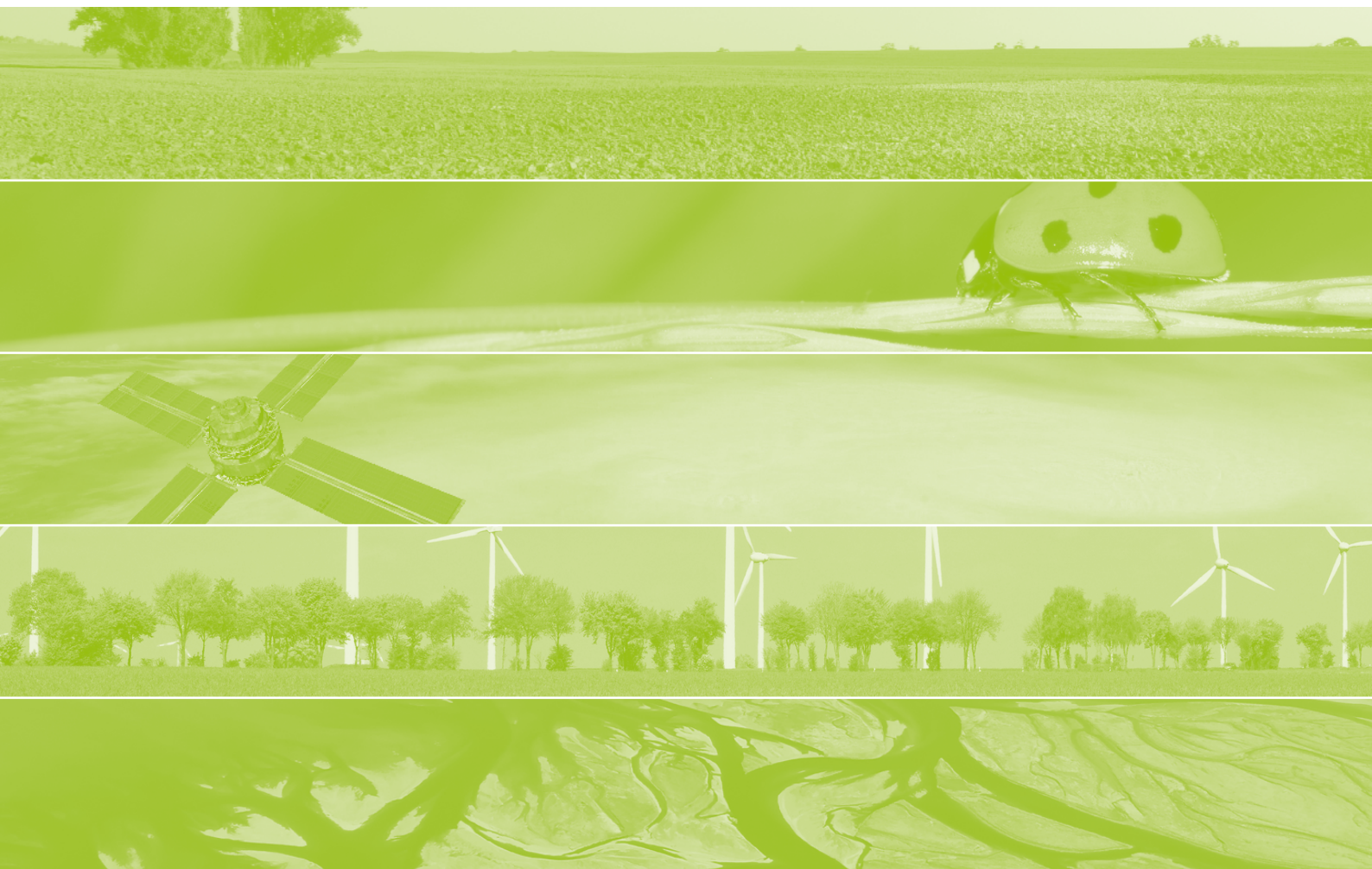
Fuel Type	Applications	Manufacturers	Vehicle Costs	Approximate Fuel Cost	Emission Reductions	Refueling Infrastructure	
Biodiesel	Light duty (LD) and Heavy duty (HD) diesel vehicles	Biodiesel can be used in all diesel vehicles	No incremental cost	2007 average ¹ State contract price for B20 + \$0.04 per gal compared to diesel \$.50-\$1.00 federal blenders credit		Easily used in existing diesel pumps & tanks Federal tax credits available for up to 30% of infrastructure costs	
					B20		47%
					B100		67%
					CO		11%
					HC		21%
Compressed or Liquefied Natural Gas CNG/LNG	CNG used in LD fleet vehicles, buses, medium to HD trucks LNG appropriate for HD long distance vehicles	Most HD Original Equipment Manufactures (OEMs) offer bi-fuel & dedicated models Honda GX only LD OEM LD, medium, and HD upfits are available	+ \$6,000 for Honda GX to + \$60,000 for 40 ft CNG/LNG transit bus Federal tax credits for LD & HD	CNG gge (gasoline gallon equivalent) = \$1.24 [Asheville '07] \$0.50 federal motor fuels excise credit available		For home or small-med fleets: \$2,000-\$90,000 Large fleets: \$250,000+ Federal tax credits for up to 30% of station costs available	
					CO		74 - 90%
					HC		70%
					NOx		50 - 85%
					PM		90 - 97%
Electric (EV)	Neighborhood Electric Vehicles (NEVs) for streets zoned up to 35 MPH	Dynasty, E-ride, Global Electric Motorcar (GEM), MILES, ParCar, ZAP, ZENN	\$6,900 and up for NEVs	~33% less than petroleum fuels No Fed & State tax		NEVs are charged with household 110v outlets	
					No emissions with renewable electricity Emissions reduce by half with electricity from fossil fuels		
Ethanol (E-85)	Many LD flex-fuel vehicles (FFVs) available that are capable of running on either E-85 or gasoline	Select 2008 models; Chrysler: Sebring, Aspen Ford: Crown Victoria, F-150 GM: Yukon, Sierra Chevy: Impala, Tahoe Dodge: Avenger, Durango Nissan: Armada, Titan Mercedes: C300 series	No incremental cost	July 2007 State Contract price (Wake Co) for E85 -\$0.15 per gal compared to gas		Can use existing infrastructure w/ modifications for material compatibility Retrofit: \$1,000-10,000 New: \$60,000-90,000	
					CO		40%
					VOCs		15%
					NOx		10%
					PM	20%	

¹ Based on Wake County average prices Jan-June

² 2005 NC DOT study found a 10% reduction in NOx with B20 in on-road testing of dump trucks

Fuel Type	Applications	Manufacturers	Vehicle Costs	Approximate Fuel Cost	Emission Reductions	Refueling Infrastructure					
Propane (LPG)	LD passenger to medium duty delivery trucks forklifts / mowers	Conversions only: BAF Technologies Baytech Corporation Cummins Westport Enviro-Guard Inc.	+ \$8,700	5 - 40% less than gasoline \$0.50 federal motor fuels excise credit		\$12,000-\$40,000 Costs may be paid by fuel provider for large fuel volumes					
					CO		50-90%				
					HC		30-60%				
					NOx		50%				
					PM	80-95%					
Hybrid Electric Vehicle (HEV)	Many LD HEV models available Also for buses (HEBs) & utility bucket trucks	LD: Ford, Toyota, Honda, Saturn, Nissan HD: Ebus, GM/Allison, Advanced Vehicle Systems, Orion, TransTec, DesignLine	+ \$5,000 for LD HEV (Some tax credit available) + \$450,000 for hybrid electric bus	Reduced fuel costs based on improved fuel economy		HEVs do not require recharging Plug-in hybrids (PHEVs) can use household 110v outlets					
					2007 Hybrid Honda Civic compared to average LD vehicle:						
					CO		97%				
					VOCs		99%				
					NOx	98%					
Mobile Idle Reduction Systems ³	For use in most HD vehicles; direct-fired heaters auxiliary units automatic engine idling systems	Bergstrom Inc. Cummins Engine Carrier Transcold MidAtlantic Thermo King Corp. Webasto Product N.A.	+ \$600-7,000 for direct-fired heaters + \$3,000-9,000 auxiliary units + \$1,000-4,000 for auto engine idling systems	No additional fuel costs Savings of about 1 gallon per hour when not idling		None					
					Varies						
Diesel Retrofits	For HD diesel vehicles / buses Includes DOCs- Oxidation Catalyst, DMF- multi stage filters and DPFs- Particulate Filter	Caterpillar Cleare Horizon Clean Diesel Techs. Donaldson Company Engine Control Systems International Truck Corp	+ \$400-1,200 for DOCs + \$4,000-6,000 for DMFs, and + \$5-10,000 for DPFs	Retrofits, except DOCs, require ULSD		DOCs and DMFs require no maintenance annual maintenance required for DPFs DPFs and DOCs can add Close Crankcase Ventilation (CCV) for increased benefits					
					CO		40%	HC	50%	PM	20%
					DOCs		40%	50%	20%		
					DMFs		50%				
					DPFs	60-90%					

³ Stationary Technologies including Truck Stop Electrification (requires on-board unit for heating and cooling) and Advanced Truck Stop Electrification (IdleAire) are also available



Alterra is onderdeel van de internationale kennisorganisatie Wageningen UR (University & Research centre). De missie is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen UR bundelen negen gespecialiseerde en meer toegepaste onderzoeksinstituten, Wageningen University en hogeschool Van Hall Larenstein hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 40 vestigingen (in Nederland, Brazilië en China), 6.500 medewerkers en 10.000 studenten behoort Wageningen UR wereldwijd tot de vooraanstaande kennisinstellingen binnen haar domein. De integrale benadering van de vraagstukken en de samenwerking tussen natuurwetenschappelijke, technologische en maatschappijwetenschappelijke disciplines vormen het hart van de Wageningen Aanpak.

Alterra Wageningen UR is het kennisinstituut voor de groene leefomgeving en bundelt een grote hoeveelheid expertise op het gebied van de groene ruimte en het duurzaam maatschappelijk gebruik ervan: kennis van water, natuur, bos, milieu, bodem, landschap, klimaat, landgebruik, recreatie etc.

Meer informatie: www.alterra.wur.nl