



ALTERRA

WAGENINGEN UR

Energie à la carte

De potentie van biomassa uit het landschap voor energiewinning

Barry de Vries
Anjo de Jong
Ronald Rovers
Femke Haccoû
Joop Spijker
Cees van den Berg
Cees Niemeijer
Ditte Frank
Judith Westerink

Alterra-rapport 1679, ISSN 1566-7197



Energie à la carte

De potentie van biomassa uit het landschap voor energiewinning

Energie à la carte

De potentie van biomassa uit het landschap voor energiewinning

**Barry de Vries, Anjo de Jong, Ronald Rovers, Femke Haccoû, Joop Spijker,
Cees van den Berg, Cees Niemeijer, Ditte Frank, Judith Westerink.**



Alterra-rapport 1679

Alterra, Wageningen, 2008

REFERAAT

Barry de Vries, Anjo de Jong, Ronald Rovers, Femke Haccoû, Joop Spijker, Cees van den Berg, Cees Niemeijer, Ditte Frank, Judith Westerink 2008. Energie à la carte. *De potentie van biomassa uit het landschap voor energiewinning*. Wageningen, Alterra, Alterra-rapport 1679. 89 blz.; 13 fig.; 13 tab.; 42 literatuurverwijzingen; 8 internetverwijzingen.

Biomassa die vrijkomt uit het onderhoud van landschapselementen kan worden gebruikt voor de opwekking van energie. Verkend wordt wat deze toepassing voor het landschap en voor energiewinning kan betekenen. Hiervoor is een methode van 'tekenend rekenen' ontwikkeld. Resultaten van de verkenning zijn een visie op duurzame energielandschappen, een raming van de potentiële bijdrage vanuit landschapselementen in Nederland aan energieproductie, principes voor landschapsontwerp met een energiedoelstelling, en de interactieve ontwerpmethode.

Trefwoorden: Biomassa, Duurzame energie, Landschap, MapTable, Landschapselementen, Exergie, Cascadering, Bio-energie, Biobased economy, Energielandschap, Landschapsontwerp

ISSN 1566-7197

Dit rapport is digitaal beschikbaar via www.alterra.wur.nl. Een gedrukte versie van dit rapport, evenals van alle andere Alterra-rapporten, kunt u verkrijgen bij Uitgeverij Cereales te Wageningen (0317 46 66 66). Voor informatie over voorwaarden, prijzen en snelste bestelwijze zie www.boomblad.nl/rapportenservice

© 2008 Alterra

Postbus 47; 6700 AA Wageningen; Nederland

Tel.: (0317) 474700; fax: (0317) 419000; e-mail: info.alterra@wur.nl

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

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

Inhoud

Woord vooraf	7
Samenvatting	9
1 Inleiding	11
1.1 Aanleiding voor het onderzoek	11
1.2 Doelstelling en doelgroep	12
1.3 Onderzoeksvragen	13
1.4 Afbakening	13
1.5 Onderzoeksmethodiek	13
1.6 Leeswijzer	15
2 Visie op energielandschap	17
2.1 Duurzaamheid en totale systeemkwaliteit	17
2.2 Energielandschap of materiaalandschap	18
2.3 Ecologie	19
2.4 Cultuurhistorie	21
3 Achtergronden energie uit biomassa	23
3.1 Nationaal beleid energie en biomassa	23
3.2 Omzetting van biomassa naar energie	26
3.2.1 Technologieën voor voorbewerking	26
3.2.2 Technologieën voor conversie naar energie	27
3.2.3 Afwegingen ten aanzien van de keuze van een techniek	29
3.3 Energie-efficiënte logistiek	31
3.4 Juridische beperkingen	34
3.4.1 Afval of (bij-)product	34
3.4.2 Reststoffen uit de bio-energieproductie	34
4 Achtergronden biomassa uit het landschap	37
4.1 Nationaal beleid landschap en cultuurhistorie	37
4.2 Groene reststromen uit het landschap	38
4.2.1 De landschapselementen in Nederland	38
4.2.2 Totale productie van biomassa in landschapselementen	39
4.3 Juridische beperkingen	41

5	Toepassing methode: resultaten en analyse	43
5.1	Methode: tekenend rekenen aan landschapsbiomassa	43
5.2	Toepassing op een case	43
5.3	Toename biomassa en energie	44
5.4	Principes	44
5.4.1	Huidige situatie: optimalisatie logistiek	44
5.4.2	Energie als bijproduct van landschapontwikkeling	45
5.4.3	Landschap als resultaat van energiemaximalisatie	45
5.5	Analyse: wat betekent dit voor het landschap?	50
6	Discussie	53
6.1	Beperkte gegevens landschapsbiomassa	53
6.2	Optimalisatie van het model	53
6.3	Verbetering van het interactieve ontwerpproces	54
6.4	Afhankelijkheid van ontwerp en grondposities	55
6.5	Toepassingsmogelijkheden biomassastromen	56
6.6	Kosten en opbrengsten	56
7	Conclusies	57
7.1	Hoe duurzaam is het winnen van bio-energie uit het landschap?	57
7.2	Wat zijn de mogelijkheden om bio-energie te winnen uit het huidige landschap?	57
7.3	Ontstaat er een Energielandschap?	58
	Literatuur	61
	Bijlagen	
Bijlage 1	Kosten van verwerking van groenafval	65
Bijlage 2	Kwantificering van de jaarlijks beschikbare biomassa uit de verschillende landschapselementen.	67
Bijlage 3	Stookwaarde van biomassa	75
Bijlage 4	Casus Regio Rivierenland	77
Bijlage 5	Opzet logistieke modellen	85
Bijlage 6	Lijst van Workshopdeelnemers	89

Woord vooraf

Duurzame energie: er wordt veel energie gestoken in het praten erover. Over de biomassa die in landschapselementen ontstaat – en die in feite niet concurrerend is met voedselproductie - wordt nog niet zo heel veel gesproken.

Dit rapport levert vroeg in deze discussie alvast wat gezichtspunten op. Dat is efficiencywinst. Zo wordt het begrip duurzaam middels de exergie (kwaliteit van energie) aangesneden en wordt het via cascadering benutten van biomassa aanbevolen. In het lange termijnbeleid voor landschapselementen zijn dit factoren om rekening mee te houden. Echter, in veel situaties is ook de (relatief laagwaardige) toepassing als directe energiebron van snoeihout al een alternatief voor versnipperen en laten liggen. In ieder geval voor het niet verzaagbare deel van de biomassa en zolang hoogwaardiger biomassaverwaarding (vezels) nog niet in het verschiet ligt. Daarom ook aandacht voor de juridische kant.

Gezien de energie- en CO₂-doelstellingen die vele organisaties hebben, is het de moeite waard om energiek met landschapselementen aan de gang te gaan. Dit onderzoek voorziet dan ook in een operationele (interactieve) methode om al tekenend op een GIS ondergrond direct de potentiële energieopbrengst van een gebied door te rekenen. Houtwallekje erbij? Dubbele bomenrij langs de weg? Of liever een bosje, een griend, erfbeplanting?.....U zegt het maar, en de Joules worden u direct gepresenteerd. En, uw keuzes worden ook direct in 3D gevisualiseerd. Energie à la Carte !

Natuurlijk zullen er de komende jaren nog verfijningen op het model aangebracht worden, en zal er vervolgonderzoek zijn naar de samenhang met flora en fauna bijvoorbeeld als er naast landschappelijk- en ecologisch oogpunt ook uit energetisch oogpunt naar landschapselementen gekeken wordt.

Wij blijven er energie in steken, haalt u de energie uit het landschap?

Evert Jan Entzinger

Ministerie van Landbouw, natuur en voedselkwaliteit
Directie Regionale Zaken - Vestiging Oost.

Samenvatting

Energie uit biomassa staat sterk in de belangstelling. Het wordt gezien als één van de vormen van duurzame energie, maar tegelijkertijd is er veel kritiek vanwege de concurrentie tussen ‘de mond en de motor’ en onduurzame productiemethoden van biomassa. In Nederland wordt de hoofdmoot van de biomassa voor energieproductie geïmporteerd, terwijl biomassastromen uit het Nederlandse landschap nog worden onderbenut. Bij het onderhoud van het landschap door agrariërs, landschaps- en wegbeheerders komen bijproducten vrij die veelal ofwel blijven liggen in het terrein, ofwel tegen betaling worden afgevoerd.

In opdracht van het ministerie van LNV heeft Alterra een verkenning uitgevoerd om te bekijken wat het landschap kan betekenen voor energiewinning en vice versa.

Allereerst is een visie gevormd ten aanzien van de duurzaamheid van het gebruik van landschapsbiomassa voor energie. Energie uit biomassa van eigen bodem is niet per definitie duurzaam. Vanuit het oogpunt van energiekwaliteit (exergie) en de totale energiekwaliteit van het systeem aarde heeft biomassa een hogere waarde als materiaal dan als energie. Het verdient aanbeveling om biomassa zo lang mogelijk te hergebruiken als materiaal, omdat het altijd nog kan worden omgezet in energie (cascadering). Bovendien is ruimte schaars: voedselproductie heeft voorrang. Voor energiewinning hebben de stromingsbronnen (met name zonne-energie) de voorkeur.

Landschapsbiomassa komt echter vrij vanuit andere doelstellingen, zoals ecologie, cultuurhistorie en landschapsschoon. Dit zijn legitieme doelstellingen, waarvoor het afvoeren van biomassa noodzakelijk is. Het is vervolgens zaak het vrijgekomen materiaal zo nuttig mogelijk te gebruiken. Energiewinning is daarvoor één van de mogelijkheden, met name als goede materiaaltoepassingen ontbreken.

Het benutten van biomassa uit het landschap voor energie is een oude functionaliteit. Het opnieuw toevoegen van een energiedoelstelling aan het landschap zou cultuurhistorische landschapselementen nieuw leven in kunnen blazen. Dit kan tevens gunstig zijn voor de aan traditionele landschapselementen gekoppelde ecologie. Nader onderzoek moet hierin meer inzicht geven.

Door middel van literatuuronderzoek zijn achtergronden in beeld gebracht vanuit het oogpunt van energie uit biomassa en biomassa uit het landschap. Voor een bredere toepassing van landschapsbijproducten voor energie zijn nog diverse knelpunten te overwinnen op het gebied van logistiek, regelgeving en technologie.

Tevens is in beeld gebracht hoeveel het huidige landschap kan bijdragen aan energieproductie op basis van typen landschapselementen, bijgroei, soorten biomassa en energiewaarde.

Om inzicht te krijgen in de betekenis van energiewinning voor het landschap is een methode ontwikkeld van 'tekenend rekenen'. Met behulp van Maptables en een interactief GIS-gebaseerd tekenprogramma kunnen landschappen worden ontworpen, terwijl de energiewaarde van de voorstellen direct wordt bepaald. De methode is getest op basis van een casestudy in Regio Rivierenland. In een fictieve ontwerpsessie zijn landschappen ontworpen met een energiedoelstelling. Het ontworpen landschap is vervolgens beoordeeld op landschapskwaliteit. Het ontwerpproces leverde principes op voor het ontwerpen van multifunctionele energielandschappen.

De ontwikkelde ontwerpmethode heeft potentie, bijvoorbeeld voor het bediscussieren en doorrekenen van landschapsontwikkelingsplannen vanuit het oogpunt van bio-energie.



1 Inleiding

1.1 Aanleiding voor het onderzoek

Het proces van transitie van de landbouw stimuleert agrariërs om te kijken naar nieuwe economische dragers. Deze economische dragers zouden bestaande dragers moeten ondersteunen en wellicht een deel van die dragers vervangen. Energieproductie is één van de mogelijkheden die alom erkend wordt als potentiële drager voor de Nederlandse landbouw. Dit is mede hoog op de agenda gekomen door de hoge energieprijzen. Biomassa slechts één van de mogelijkheden voor energieproductie door agrariërs.

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 beheer oogpunt is dit zeker interessant omdat voor veel beheerders de verwerkingskosten van groenafval hoog zijn (zie 0). 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 (veelal in bezit bij agrariërs) als voor landschapselementen in de openbare ruimte.



Economisch-strategisch is het van belang 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.

Het lijkt er dus op, of 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.

Biomassa is 'hot'. Biomassacentrales en initiatieven voor nieuwe biomassacentrales schieten als paddenstoelen uit de grond. Diverse partijen werken aan kennis op het gebied van biomassa en energie, zoals Wageningen Universiteit en Researchcentrum, Universiteit Twente, SenterNovem en BioEnergieNoord.

Echter, wat betekenen deze ontwikkelingen voor het landschap? De relatie tussen bio-energie en het landschap is nog relatief onderbelicht.

1.2 Doelstelling en doelgroep

Dit onderzoek verkent de relatie tussen landschap en energie via biomassa. De achterliggende doelstelling is het 'opwaarderen van groene (rest)stromen uit het landschap tot grondstof', opdat de aanleg, de instandhouding en het beheer van landschapselementen vanzelfsprekender worden.

Doelstellingen:

- Het leveren van een bijdrage aan de discussie rond duurzame energie en bio-based economy vanuit een landschapsperspectief.
- Het ontwikkelen van een methode om interactief duurzame energielandschappen te ontwerpen.

De resultaten deze verkenning zijn tweeledig. Enerzijds biedt het een kader voor het gebruik van biomassa als grondstof voor energiewinning op basis van duurzaamheidsaspecten. Anderzijds biedt het een methodiek om de betekenis én de potentiële betekenis van het landschap voor biomassa te verkennen. De methode kan toegepast worden om bijvoorbeeld Landschaps Ontwikkelings Plannen (LOP's) door te rekenen op potentiële biomassa- en energieproductie. Bovendien kan de methode gebruikt worden voor een interactief ontwerpproces, met behalve cijfers ten aanzien van biomassa en energie een 3D-visualisatie als resultaat.

Hiermee zijn de resultaten bruikbaar voor partijen die overwegen om biomassa voor energiewinning te gebruiken. Daarnaast biedt het beleidsmakers, overheden en landschapsbeheerders mogelijkheden om het beheren, in stand houden en uitbreiden van landschapselementen in een ander perspectief te zetten: niet alleen lasten, maar ook kansen c.q. lusten. Tot slot kan het rapport relevant zijn voor bewoners die hun gemeente of regio willen aansporen tot het aanzwengelen van een regionale, klimaatvriendelijke, bio-based economy.

1.3 Onderzoeksvragen

De kernvraag voor het project is wat de betekenis kan zijn van het winnen van bio-energie uit het landschap. Het gaat hierbij zowel over de potentie van biomassa uit het landschap voor energiewinning, als om de effecten van dit gebruik op het landschap zelf. Belangrijke vragen hierbij zijn: Kan dit op een duurzame manier? Wat zijn de mogelijkheden? En ontstaat een nieuw landschapstype, 'het Energielandschap'?

1.4 Afbakening

In het onderzoek is uitgegaan van de mogelijkheden van energiewinning uit groene reststromen/groenafval van landschapselementen. Er is bewust de keuze gemaakt om het onderzoek niet te richten op energieteelt op landbouwgronden. Ook is er gekozen om niet in te gaan op andere vormen van (duurzame) energiewinning zoals zonne- en windenergie. Evenmin wordt ingegaan op de winning van andere producten uit landschapselementen dan energie (bijv. hout, veevoer).

Het onderzoek is beschouwd vanuit de productie van energie c.q. het gebruik van het landschap. In het onderzoek zijn de consumptievraag en afzetmogelijkheden niet meegenomen.

In dit onderzoek is aangesloten op de resultaten van het onderzoek naar de mogelijkheden voor biomassa voor energie uit de Nederlandse natuur (Spijker et al., 2007). Dat onderzoek is uitsluitend gericht op natuurgebieden. De mogelijkheden voor landschapselementen buiten deze natuurgebieden zijn daarin niet meegenomen. Derhalve zijn de onderzoeken aanvullend op elkaar.

Voor het ontwikkelen van de methodiek is in dit onderzoek is gekozen om een case-study uit te voeren in de regio Rivierenland. Deze regio bestaat uit de gemeenten Buren, Culemborg, Geldermalsen, Lingewaal, Maasdriel, Neder-Betuwe, Neerijnen, Tiel en Zaltbommel. Het landschapsontwerp in de casestudy had tot doel het vinden van theoretische ontwerpprincipes en is geen weergave van een daadwerkelijke beleidsontwikkeling in het gebied. De resultaten van de casestudy zijn specifiek voor de regio waarin de casestudy is uitgevoerd. De ontwikkelde methodiek die is neergezet is daarentegen ook toepasbaar op andere gebieden. Inmiddels overwogen enkele andere regio's om dezelfde methodiek te gebruiken.

Tot slot moet gezegd worden dat dit rapport uitdrukkelijk geen economische haalbaarheidsanalyse is.

1.5 Onderzoeksmethodiek

In maart 2007 kwam in een overleg met de opdrachtgever van het ministerie van LNV de volgende kernvraag naar voren: "Wat zijn de landschappelijke consequenties van de bio-energie winning?"

Vanaf het begin van het onderzoeksproject was duidelijk dat het onderwerp veel facetten heeft. Om die reden is een multidisciplinair onderzoeksteam gevormd. In Figuur 1 is de onderzoeksmethodiek weergegeven die voortkwam uit de opdrachtverkenning.

De in het onderzoeksteam ontwikkelde visie op energie uit landschapsbiomassa is gebaseerd op duurzaamheidsoverwegingen. Bovendien werd een methode ontwikkeld om tekenend te rekenen aan energie uit landschapsbiomassa.

Om een beeld te krijgen van de huidige stand van zaken is een literatuurstudie uitgevoerd naar het traject van biomassa naar energiewinning. Deze is gedaan vanuit verschillende invalshoeken, te weten technologie, logistiek, beleid en regelgeving. Tevens is een inschatting gemaakt van de omvang van groene reststromen uit het landschap die beschikbaar zijn voor energieproductie.



Figuur 1 Onderzoeksmethodiek

Parallel aan de visievorming, literatuurverkenning en methodeontwikkeling werd een gebied gezocht waar de in dit project ontwikkelde methodiek getoetst kon worden. Om deze keuze te maken werden drie factoren bekeken.

- Welk landschapstype is geschikt? Hierbij spelen de aanwezigheid landschapselementen een rol, de mogelijkheden om landschapselementen toe te voegen en de aanwezigheid van recreatieve of cultuurhistorische waarden, ofwel de potentie voor een multifunctioneel landschap.
- Wordt er momenteel al gelijksoortig onderzoek gedaan in de regio? Om te voorkomen dat er overlappend onderzoek wordt gedaan, gaat de voorkeur

uit naar een regio waar nog weinig onderzoek rondom het thema energie uit biomassa zijn gedaan.

- Zijn er initiatieven omtrent energiewinning uit biomassa aanwezig in het gebied? Op deze manier kan er worden ingespeeld op kennis die er al is en kunnen deze initiatieven meer body krijgen door ondersteunend onderzoek.

Op basis van bovenstaande criteria is gekozen om in de regio Rivierenland de case-study uit te voeren. Het gaat hier om het rivierenlandschap met veel landschapselementen. Op deze regio zijn relatief weinig onderzoeksvragen geprojecteerd en er is een initiatief vanuit de AVRI om een bio-energiecentrale neer te zetten. Hiervoor wordt momenteel door de initiatiefnemers een rendabiliteitsonderzoek gedaan. De vier hoofdinvallshoeken uit de literatuurverkenning zijn op de regio Rivierenland nader toegesplitst. Het resultaat van deze dataprojectie, die in 0 is opgenomen, diende als input voor een workshop.

1.6 Leeswijzer

De twee pijlers van het onderzoek, namelijk energie en landschap, lopen als een rode draad door het rapport. Na een algemeen deel wordt ingegaan op de casestudy, waarin dezelfde lijn wordt gevolgd.

Na de inleiding en onderzoeksmethodiek in hoofdstuk 1 wordt een visie uiteengezet ten aanzien van duurzame energievoorziening door middel van gebruik van biomassa (hoofdstuk 2). Vragen die hierin aan de orde komen zijn:

- *Welke duurzaamheidsfactoren spelen mee in de ontwikkeling van energie uit biomassa?*
- *Hoe kan worden gestreefd naar een 'no-regret' bio-energieproductie?*

Vervolgens worden in hoofdstuk 3 en 4 achtergronden geschetst ten aanzien van respectievelijk energie uit biomassa (beleid, technologie, logistiek, regelgeving) en biomassa uit het landschap (beleid, potentie van groene reststromen). Hoofdstuk 3 gaat in op de vraag welke mogelijkheden, aandachtspunten, knelpunten en obstakels kunnen er zijn voor het produceren van energie uit biomassa

Hoofdstuk 4 geeft antwoord op de vraag hoeveel biomassa kan bij benadering jaarlijks in Nederland worden geproduceerd vanuit landschapselementen.

Om de ontwikkelde methode te testen (hoofdstuk 5) is nader ingezoomd op een deel van het Rivierengebied om de overwegingen en de methodiek meer te concretiseren. In de casestudy wordt onder andere aandacht besteed aan:

- *Hoeveel biomassa kan jaarlijks in het gebied worden geproduceerd vanuit het landschapsbeheer?*
- *Welke soorten biomassa gaat het dan om?*
- *Hoe gaat het landschap eruit zien als daar meer biomassa wordt geproduceerd?*

In de discussie (hoofdstuk 6) wordt de op basis van de casestudy aangepaste methode besproken en wordt ingegaan op de beperkingen van dit onderzoek en de behoefte aan nadere uitwerking en specificering van de methodiek. Hoofdstuk 7 bevat de conclusies van deze verkenning.

2 Visie op energielandschap

2.1 Duurzaamheid en totale systeemkwaliteit

De analyse van energielandschappen, de bruikbaarheid van biomassa en inzetbaarheid voor energiewinning roepen vragen op met betrekking tot efficiëntie en effectiviteit van een dergelijke energiewinning: Is het energetisch wel winstgevend bijvoorbeeld, gezien de inspanningen die daarvoor nodig zijn (zie hoofdstuk 3)? Is het niet in competitie met ander potentieel nuttig gebruik van diezelfde grondstof? *Is het een duurzame route wanneer het integraal wordt beschouwd?*

De meer fundamentele vragen die daaruit voortvloeien hebben betrekking op: wat is exergetisch¹ beschouwd de kwalitatief meest optimale benutting van energie? Wat is de systeemgrootte waarbinnen een optimalisatie effectief gemaakt kan worden? Wat is nu in feite een hernieuwbare bron en is dat ook een duurzame?

Exergie en de cascadering van energie

Volgens de Eerste Hoofdwet van de Thermodynamica kan energie niet verloren gaan. Het kan wel gedurende het gebruik veranderen in een voor de menselijke behoefte onbruikbare vorm (Tweede Hoofdwet van de Thermodynamica: de entropie neemt toe). Meestal warmte van dezelfde temperatuur als de omgeving. Exergie kijkt naar hoe energie kan worden ingezet zodat deze het meest bruikbare werk verricht, oftewel de meeste “kwaliteit” levert. Dat kan onder andere door de energie in een cascade te benutten. Dat wil zeggen niet de bron in één keer (exergetisch) uit te putten door bijvoorbeeld aardgas te verbranden met hoge temperaturen om een woning met lage temperatuur (21°C) te verwarmen, maar dat aardgas eerst een industrieel proces aan te laten drijven, en de (lage) restwarmte te gebruiken voor kwalitatief laagwaardige energiebehoefte, zoals het verwarmen van woningen.

Systeemgrootte

Niet alleen moeten we de optimale conversieroutes binnen een beperkt systeem bedenken (bijvoorbeeld een stad of land) maar we moeten ook in beschouwing nemen hoe de energiebron in het beschouwde systeem is gekomen. Een realistische benadering beschouwt bovendien de *efficiency* daarvan over de tijd. Neem bijvoorbeeld olie als bron, en vergroot de beschouwing eens tot het aardse systeem, en over langere tijdsperiode. Olie is indirect ontstaan door zonne-energie. De zonne-energie wordt eerst omgezet in biomassa en vervolgens in olie. In principe wordt het nog steeds gevormd maar slechts in zeer kleine hoeveelheden. Het intensieve gebruik van olie leidt tot uitputting en betekent dat de totale (exergetische) kwaliteit van het aardse systeem zeer snel achteruit gaat. Het directe gebruik van zonne-energie of biomassa is veel efficiënter voor het systeem en de kwaliteit daarvan. Olie (en aardgas en kolen) kunnen weliswaar als hernieuwbare bron kan worden beschouwd, maar dat betekent nog niet dat deze duurzaam is. Er wordt immers meer gebruikt dan aangevuld. Zonne-energie

¹ Exergie is kwaliteit van energie

komt van buiten ons aardse systeem. Door dit te gebruiken kunnen we kwaliteit aan het systeem toevoegen (biomassa) of uitputting van andere kwaliteiten (olie, gas, etc.) voorkomen. Het is dus ook het gebruik dat de duurzaamheid bepaalt, niet alleen de bron.

Schaarste aan land

Biomassa en zonne-energie zijn zoals we hierboven zagen energetisch te prefereren boven fossiele brandstoffen. Er spelen echter meer factoren een rol. De eerste en meest voor de hand liggend is het landgebruik. Land is in feite te beschouwen als een conversiesysteem, waarvan echter slechts een beperkte hoeveelheid voorhanden is. Het duidelijkst is dat met betrekking tot energieteelten, die enorm beslag op land leggen. Directe omzetting van zonne-energie door middel van bijvoorbeeld zonnecellen legt ook een claim op land, maar een veel kleinere. Hierdoor is de concurrentie in landgebruik met bijvoorbeeld voedselproductie kleiner.

Materiaal of energie

Biomassa heeft kwaliteiten als energie maar ook kwaliteiten als materiaal, zoals hout, vezels en plantaardige olie. Massa is in feite een vorm van energie ($E=mc^2$). De conversies om van massa energie te maken en andersom zijn beperkt door de menselijke kennis daarvan. Biomassa is de enige efficiënte route om kwaliteit binnen het systeem te handhaven of te verhogen en tegelijk vast materiaal te genereren. Alle andere vormen van materiaalproductie, zoals cementproductie of baksteenproductie vernietigen enorme hoeveelheden energie van binnen het systeem, en degraderen die totale systeemkwaliteit.

Biomassa kan dus ingezet worden als energie of als vaste stof. Voor vaste stof is biomassa echter de enige route die kwaliteit toevoegt, terwijl biomassa voor energie slechts één van de varianten is. Zo kan ook gekozen worden voor bijvoorbeeld wind-energie of zonne-energie. In alle gevallen leggen ze beslag op land. Met schaarste voor beide aanstaande, dient het landgebruik gereserveerd te blijven voor voedsel en op biomassa gebaseerde materialen, terwijl voor energie de stromingsbronnen zo veel mogelijk direct dienen te worden ingezet. Teelt van biomassa voor energie is vanuit het oogpunt van duurzaamheid ongewenst.

Echter, beperkingen voor het toepassen van stromingsbronnen zijn opslag en transport van energie (en warmte). Ondanks dat gebruik van biomassa voor enige vorm van energie minder gewenst is wanneer het gaat om handhaven of vergroten van de kwaliteit van het aardse systeem, kan biomassa, en daarmee energie eenvoudig worden opgeslagen en getransporteerd. Voor stromingsbronnen is dit vooralsnog minder eenvoudig.

2.2 Energielandschap of materiaallandschap

Het gebruik van reststromen uit het landschap voor energieproductie vermijdt concurrentie om landgebruik. Desalniettemin geldt voor reststromen in theorie precies hetzelfde: de waarde als materiaal is wellicht klein, maar dat geldt vanuit het oogpunt

van cascadering eveneens voor energie. Ook hier geldt dat wat vast is, vast dient te blijven. Mocht de materiaalroute bij nadere beschouwing voor sommige fracties te intensief worden (te veel energie nodig), wat nadere berekeningen dienen na te gaan, dan nog is de vraag of de energie-optie te prefereren is boven het laten liggen ten behoeve van behoud van nutriënten op die plaats.

Voor de materiaalvoorkeur verandert weinig aan de feitelijke uitwerking van energielandschappen: het dient eveneens verzameld te worden, en geoptimaliseerd in afstand tot bewerking. De energiecentrale wordt slechts vervangen door een materiaalindustrie. Het worden materiaallandschappen, behoudens een klein deel om stromingsbronnen op te vangen en te converteren. Daarvoor is wellicht dubbel gebruik van bestaand onttrokken oppervlak de beste optie, (daken/wegen) om zo ruimte te scheppen voor grotere materiaallandschappen. Uiteraard legt voedselproductie ook een claim op land. Voedselproductie is wereldwijd de eerste prioriteit om te overleven, en deze zal de druk op landgebruik alleen maar verhogen, en dus ook de bovenstaande beschouwing onderschrijven.

Geconcludeerd kan worden dat uit globale kwaliteitsoverwegingen, biomassa voor energie geen gewenste route is omdat het teveel claims legt op gronden die van belang zijn voor in de eerste plaats voedsel en in de tweede plaats vaste stoffen.

Landschapselementen, (die biomassa reststromen leveren) hoeven niet direct te verdwijnen. Vooralsnog zijn de cultuurhistorische waarden en de natuurwaarden legitiem genoeg. Dat houdt evenwel in dat er biomassa reststromen uit die elementen beschikbaar komen, en daarvoor de meest optimale route ontwikkeld dient te worden. Er zijn interessante ontwikkelingen op het gebied van bio-based materials, onder andere bij Wageningen Universiteit, waarbij (bouw-)producten uit reststromen gemaakt worden. Die ontwikkeling staat echter in de kinderschoenen, en het wordt betwijfeld of op korte termijn binnen het huidige economische landschap, materialen uit dergelijke reststromen economisch interessant kunnen zijn. In het geval dat de biomassa laten liggen geen optie is, en geruimd moet worden, kan een economische overweging zijn om toch de biomassa-energieroute in te zetten. Een verkenning echter naar mogelijke economische omslagpunten (in combinatie met sturende maatregelen) verdient echter aanbeveling, om investeringen zo effectief mogelijk te laten zijn, en niet binnen enkele jaren alsnog de bio-massacentrale te moeten vervangen door een materiaalindustrie. De verzamel- en transportroute blijft gelijk.

2.3 Ecologie

Vanuit de uitgangspunten van cascadering en exergie zou het maximaliseren van biomassa in het landschap het streven zijn, om die biomassa vervolgens zo lang mogelijk in stand te houden. Dit is de situatie waar een ecosysteem zich van nature naartoe ontwikkelt: in de ecologie spreken we dan over een climaxvegetatie. Intacte tropische laaglandregenwouden hebben de grootste voorraad biomassa en zijn de grootste sink van koolstof per hectare (Nabuurs et al, 2002). In Nederland bestaat de climaxvegetatie op veel plekken eveneens uit bos, met verschillende bostypen voor verschillende

bodemtypen en hydrologische omstandigheden. Hoogveen bevat vele malen meer biomassa dan bos en is een climaxstelsel dat bijzonder schaars is geworden in Nederland.

Afgezien van enkele bosecosystemen en hoogveengebieden, is het bereiken van de climaxsituatie in de Nederlandse situatie nadrukkelijk geen beleidsdoel. Integendeel: in veel natuurgebieden in Nederland wordt natuurlijke of menselijke verstoring en daarmee een terugval naar een vroeger successiestadium gestimuleerd, bijvoorbeeld door sluffers en meanders te herstellen, door het stimuleren van natuurlijke verjonging in bossen en door het beheer van heidevelden. Verstoring en verschralling leveren namelijk diversiteit in biotopen op, en daardoor biodiversiteit. Diverse doelsoorten, zowel planten als dieren, zijn afhankelijk van deze verstoorde en verschraalde ecosystemen. Voor het beheer van veel natuurgebieden, agrarische cultuurlandschappen met een natuurdoelstelling en wegbermen is de afvoer van biomassa vanuit beleidsoogpunt gewenst. Waterkwaliteit is een andere reden om biomassa (in de vorm van maaisel en bagger) af te voeren.

Oude agrarische cultuurlandschappen herbergen door hun kleinschaligheid en diversiteit in biotopen over het algemeen meer biodiversiteit dan grootschalige, intensieve landbouwgebieden (Lahr et al, 2005). Het Ministerie van LNV ziet de productie van biomassa uit landschapselementen in combinatie met voedselproductie als een mogelijkheid voor duurzame, multifunctionele landbouw, waarmee een extra economische basis kan worden gelegd onder de instandhouding, de ontwikkeling en het beheer van de agrarische cultuurlandschappen in Nederland. Daarmee zou tevens een ecologisch doel kunnen worden gediend.

Idealiter gaan boeren een goede prijs ontvangen voor hun landschapsbijproducten, waardoor ze worden gestimuleerd om hun landschapselementen beter te onderhouden en zelfs de structuur van landschapselementen op hun land te optimaliseren. Dit zou kunnen leiden tot meer en completere hagen, houtwallen en bomenrijen in het landschap. Dit is gunstig voor flora en fauna.

Een intensiever beheer van landschapselementen met biomassaproductie als neven-doelstelling kan echter ook ongewenste effecten hebben op flora en fauna:

- Moment van oogsten: als er een markt ontstaat voor landschapsbiomassa, zal de afnemer invloed kunnen krijgen op het moment van oogsten. De energiebehoefte fluctueert over het jaar heen, en daarmee de vraag naar biomassa. Dit kan landschapsbeheerders prikkelen om te oogsten op voor flora en fauna ongunstige momenten.
- Methode van oogsten: efficiëntie zal een grotere rol gaan spelen. Landschapsbeheerders zullen geneigd zijn om bijvoorbeeld alle houtwallen rond een perceel ineens en in hun geheel af te zetten. Nu wordt in landschapsbeheer gewoonlijk geadviseerd dit gefaseerd te doen om flora en fauna te beschermen.
- Soortensamenstelling: het is denkbaar dat een ontwikkelde biomassamarkt een voorkeur zal vertonen voor bepaalde hout- of grassoorten. Dit zou landschapsbeheerders kunnen stimuleren om te sturen in bijvoorbeeld de soortensamenstelling van houtwallen, wat gevolgen kan hebben voor het hele 'ecosysteem' binnen de houtwal.

Bovenstaande noopt er dus toe om te komen tot een goed afwegingskader (welke randvoorwaarden, welke soorten biomassa en in welke hoeveelheden inzetbaar voor energie

2.4 Cultuurhistorie

In de tijd vóór het grootschalige gebruik van kunstmest, prikkeldraad en elektriciteit had biomassa een belangrijke rol in de kleine kringloop van de boerderij, het dorp en de stad. Afval was er bijna niet: vrijwel alles kon worden hergebruikt. Houtwallen en vlechthekken dienden als veekering en als erfafscheiding. Grotere stammen dienden als bouw materiaal, van takken werd van alles gemaakt, kleiner hout ging in de kachel, de as ging op het land. Plaggen van de ‘woeste gronden’ gingen in de potstal, de potstalmest ging op de akker. Boeren kochten mest (dierlijk en menselijk) uit de stad. Organisch afval werd gebruikt in de groentetuin. Vegetatie in het landschap had een duidelijke functie. Er was geen sprake van beheer, maar van gebruik. Met het verlies van de functie zijn ook veel landschapselementen verloren gegaan. Bij de huidige productiemethoden in de landbouw zijn landschapselementen eerder een last dan een lust².

Kan energie een extra functie geven aan het landschap? Vooralsnog is de ‘materiaalmarkt’ niet in staat om vraag van betekenis te creëren naar biomassa uit het landschap zodat een materiaallandschap ontstaat. Wellicht dat energie op de kortere termijn een voor landschapsbeheerders interessante markt kan opleveren.

Overigens heeft de energiebehoefte al eeuwenlang een grote invloed op ons landschap. Door turfwinning zijn grote delen van ons land enkele meters lager geworden en is een netwerk van kanalen aangelegd. We hebben er diverse ‘natuurgebieden’ aan overgehouden (Vinkeveense Plassen, Alde Feanen, etc). Bovendien had boerengenhiefhout zoals gezegd een belangrijke energietoepassing.

In het verleden werd meer biomassa uit de huidige landschapselementen gehaald dan vandaag de dag. Houtwallen zagen er daardoor anders uit dan nu: wat resteert zijn vaak slechts enkele doorgeschoten stammen of een bomenrij zonder wal. Beheer van houtwallen voor energieproductie zou (mits de prijs interessant genoeg is) waarschijnlijk leiden tot het vaker afzetten van bomen en het herstel van een struiklaag. De uiterlijke verschijningsvorm van landschapselementen zou dichter bij de cultuurhistorie kunnen liggen dan nu het geval is.

Overigens zal een grotere vraag naar en een betere prijs voor biomassa lang niet voor alle traditionele landschapselementen betekenen dat ze vaker zullen worden aangelegd en beter worden beheerd. Poelen, oevers en steilranden zijn voorbeelden van elementen die geen wezenlijke bijdrage leveren aan biomassaproductie. Vlechthekken zijn te arbeidsintensief voor een marktgestuurde exploitatie.

² In de biologische landbouw wordt nagedacht over de meerwaarde van biologische productiesystemen voor het landschap (Stortelder en Bruinsma, 2007).

Het ligt echter in de lijn van de verwachting dat energie-landschapselementen wel een ander aanzien krijgen dan het boerengeriefhout van vroeger. De functies zijn immers niet identiek. Bovendien worden andere gereedschappen en machines gebruikt. De kans bestaat dat men zal gaan sturen in de soortensamenstelling van de vegetatie (Zie paragraaf 2.3). Hierover bestaat momenteel echter nog te weinig informatie.

3 Achtergronden energie uit biomassa

3.1 Nationaal beleid energie en biomassa

Klimaatverandering en energievoorziening zijn belangrijke thema's in het overheidsbeleid. Het grote gevoel van urgentie in de maatschappij weerspiegelt zich in een toegenomen aandacht bij de overheid voor deze thema's. Eén van de door de overheid verkende oplossingsrichtingen is hernieuwbare energie, waaronder energie uit biomassa. De ambitie van het huidige kabinet blijkt onder meer uit het regeerakkoord 2007:

Wij willen dat Nederland de komende kabinetsperiode grote stappen neemt in de transitie naar één van de duurzaamste en efficiëntste energievoorzieningen in Europa in 2020. Deze doelstelling voor energietransitie moet worden bereikt door energiebesparing, alternatieve energiebronnen en opvang en opslag van CO₂

Werkprogramma Schoon en Zuinig

De Nederlandse overheid streeft naar 30% CO₂-reductie in 2030 (Werkprogramma Schoon en Zuinig, VROM, september 2007), door energiebesparing, CO₂-opslag en door een omschakeling naar 20% duurzame energie.

Task Force Energietransitie

De Commissie Cramer heeft in opdracht van de Interdepartementale Programmadi-rectie Energietransitie duurzaamheidscriteria uitgewerkt voor het gebruik van bio-massa voor energieopwekking (Taskforce Energietransitie, juli 2006). De criteria be-treffen:

- Broeikasgasbalans;
- Concurrentie met voedsel, lokale energievoorziening, medicijnen en bouw-materialen;
- Biodiversiteit;
- Welvaart;
- Welzijn;
- Milieu.

De Commissie Cramer benadrukt het belang van de traceerbaarheid van biomassa, omdat veel biomassa wordt geïmporteerd. De netto emissiereductie ten opzichte van fossiele referentie, inclusief toepassing, moet tenminste 30% bedragen (vanaf 2011: 50%). Concurrentie met voedselproductie moet worden vermeden.

In de rekenmethodiek van de Commissie Cramer ligt de nadruk op CO₂-balansen en niet op cascadering. Het rapport zegt: 'op de lange termijn zou mogelijk ook rekening moeten worden gehouden met het alternatieve gebruik van de biomassa in de referentiesituatie'. Het rap-port gaat uit van akkerbouwmatige productie van biomassa.

Vanuit het Task Force Energietransitie adviseert het Platform Groene Grondstoffen de overheid. Het Platform streeft naar 30% vervanging van fossiele brandstoffen in 2030. Het Platform Groene Grondstoffen besteedt nadrukkelijk aandacht aan energie uit reststromen en geeft aan dat aanwending daarvan de voorkeur heeft boven energieteelt. Zij ziet wel een mogelijkheid voor energieteelt, maar dan alleen op grond die ongeschikt is voor voedselproductie. In het in april 2007 gepubliceerde 'Groenboek' schat het Platform dat aanwending van binnenlandse groene grondstoffen een aandeel van 10% van de energievoorziening in Nederland kan opleveren. Dit uitsluitend met benutting van reststoffen als snoeisel, maaisel, sloophout, GFT, resten van landbouw en bosbouw en mest, zonder teelt van specifieke energiegewassen. Op basis van Rabou et al (2007) beveelt het Platform aan vooral in te zetten op het verwerken van biomassa tot transportbrandstof. Biomassa is vooralsnog voor transport het enige alternatief voor fossiele brandstoffen, terwijl er voor energiecentrales meer mogelijkheden zijn, zoals het afvangen en opslaan van CO₂. Uiteraard biedt het afvangen en opslaan van CO₂ geen oplossing voor de uitputting van de fossiele brandstoffen.

Een ander platform binnen deze taskforce is Ketenefficiëntie. Dit platform besteedt onder meer aandacht aan co-siting om transport binnen de energieketen te minimaliseren.

Overheidsvisie bio-based economy

Het Groenboek van het Platform Groene Grondstoffen diende mede als inspiratie voor de Overheidsvisie op de bio-based economy in de energietransitie (oktober 2007). Het document is opgesteld in samenwerking door de ministeries van LNV, VROM, EZ, VWS en BuZa (Ontwikkelingssamenwerking). Subtitel van de overheidsvisie is 'de keten sluiten'. In de overheidsvisie staan coproductie en bioraffinage centraal: het streven naar hoogwaardige en efficiënte toepassing van biomassastromen, inclusief bijproducten, door het scheiden van biomassa in verschillende fracties, die al dan niet na verdere bewerking een specifieke toepassing krijgen. Het gaat om meerdere toepassingen dan energie alleen. Coproductie en bioraffinage zijn onderdeel van de in de overheidsvisie geïntroduceerde beleidsagenda:

1. Efficiënter gebruik van biomassa, te beginnen met de verwaarding van primaire, secundaire en tertiaire bijproducten³
2. Duurzame productie van biomassa wereldwijd
3. Stimuleren van de productie van groen gas en duurzame elektriciteit
4. Marktontwikkeling, de overheid als 'launching customer'

De overheidsvisie geeft aan dat voor de transitie naar een bio-based economy technologische vernieuwingen nodig zijn, maar ook aanpassingen in de infrastructuur, logistiek, regelgeving, de werkwijze van bedrijven en het gedrag van consumenten. Vooralsnog gaat de overheid ervan uit dat import van biomassa uit met name ontwikkelingslanden noodzakelijk zal zijn. Echter, concurrentie met de voedselproductie is ongewenst.

³ Primaire bijproducten: komen vrij bij de primaire productie, bijvoorbeeld bij de oogst van landbouwproducten. Secundaire bijproducten: komen vrij bij het verwerkingsproces, bijvoorbeeld in de voedingsindustrie. Tertiaire bijproducten: komen vrij na het gebruik, bijvoorbeeld bij sloop.

Dit onderzoek naar landschapsbijproducten sluit goed aan bij de overheidsvisie, wat onder meer blijkt uit het volgende citaat: *‘Primaire bijproducten kunnen dikwijls op het veld worden achtergelaten. Indien hiervoor echter afzetmarkten worden gecreëerd, zal het aanbod waarschijnlijk toenemen en kunnen er ook milieu- en beheersvoordelen worden gehaald.’*

De overheid ziet een rol voor zichzelf weggelegd in het minimaliseren van de belemmeringen:

1. Risico van niet-duurzame vormen van productie en gebruik van biomassa
2. Marktfalen, en daardoor te lage prijzen voor fossiele brandstoffen
3. De benodigde technologieën zijn nog niet uitontwikkeld.

In de bijlagen van de overheidsvisie is een overzicht gegeven van het Europese beleid ten aanzien van dit onderwerp.

Provincies

Vrijwel alle provincies en diverse regio's hebben beleid ontwikkeld ten aanzien van energie uit biomassa. In tabel 1 zijn de resultaten van een quick-scan weergegeven.

Tabel 1 Overzicht beleid en projecten bij provincies (november 2007)

Provincie	Beleid en projecten
Friesland	Energy Valley* (o.m. bij Leeuwarden) Biomassaverbranding Lyndenstein, subsidie voor installatie verbranding snoei-hout.
Groningen	Actieplan Biomassa Groningen 2007-2010 Energy Valley* o.m. Bio Energie Noord
Drenthe	Energy Valley*
Overijssel	‘Energie voor het oprapen’ Subsidieregeling bioenergie, bioenergieconsulent, bioenergie bij agrariërs
Gelderland	Project biomassa voor energie. Studie naar kansen en randvoorwaarden in De Vallei. Stimulerende maatregelen.
Limburg	‘Biomassa geeft energie’
Brabant	Subsidie voor pilotprojecten incl. ketenontwikkeling
Zeeland	Niet gevonden
Zuid-Holland	Beleidsplan Groen, Water en Milieu: kennisoverdracht. Relatie met kassengebieden (Westland) en Rijnmond. Biomassacentrale Waddinxveen Zuid-Holland zet meer in op windenergie.
Noord-Holland	Energy Valley*, met name Noord-Holland Noord
Flevoland	Inventarisatie en begeleiding initiatieven rond bio-energie
Utrecht	Regionale aanpak Energie uit biomassa i.s.m. gemeenten. Koppelen vraag en aanbod. Onderzoek uitgevoerd naar snoeihout regio Eemland. Project land-schap en biomassa.

*Energy Valley: in 2003 hebben de provincies Groningen, Friesland en Drenthe, de gemeenten Groningen, Leeuwarden, Assen en Emmen, de Rijksuniversiteit Groningen (RUG), de NAM en de Gasunie het initiatief genomen voor de oprichting van de Stichting Energy Valley. In 2005 heeft de provincie Noord-Holland zich hierbij aangesloten voor projecten in het noordelijke deel van de provincie. Doel van Energy Valley is een economische structuurversterking te realiseren door uitbouw en concentratie van energiegerelateerde activiteiten in Noord-Nederland. De ontwikkeling van energie uit biomassa is één van de speerpunten van de Stichting Energy Valley.

3.2 Omzetting van biomassa naar energie

Veel van de biomassa uit landschapselementen kent momenteel geen hoogwaardige toepassingen. Een tot nog toe onbekend deel van het hout wordt gebruikt in de houtverwerkende industrie. Voor het overige geldt vrijwel geheel dat het wordt gecomposteerd tegen betaling, dat het in het terrein achter blijft, of dat het reeds voor energieopwekking wordt toegepast.

Er zijn verschillende conversiemethoden om energie te produceren uit biomassa. De technologieën stellen hun specifieke eisen aan de biomassa, zodat niet alle soorten biomassa voor alle technologieën gebruikt kunnen worden. Enkele technologieën worden momenteel daadwerkelijk voor de productie van energie toegepast, terwijl andere in een ontwikkelingsfase verkeren. Met name voor houtige biomassa zijn technologieën beschikbaar voor het opwekken van energie, al worden er soms wel strenge eisen aan de kwaliteit gesteld (grootte van de chips, vochtgehalte, vervuilingen met blad en zand). Technologieën voor het opwekken van energie uit grasachtige biomassa zijn grotendeels nog in ontwikkeling en nog niet rendabel. De toepassing op een grotere schaal dan die van proefopstellingen zal nog enkele jaren op zich laten wachten, zo is de verwachting. Wel is het mogelijk om grasachtige biomassa mee te verwerken in installaties die worden gebruikt voor het opwekken van energie uit andere bronnen, zoals mest (co-vergisting) en kolen.

Energieproducenten doen nog weinig met het potentieel in de directe omgeving van energiecentrales. Men heeft de voorkeur voor grotere, uniforme partijen van voorstelbare kwaliteit en een beperkt aantal toeleveranciers. Bovendien is de gebruikte technologie vaak nog niet berekend op een variatie aan materialen en kwaliteiten.

In de volgende paragrafen wordt een kort overzicht van de belangrijkste voorbereidings- en conversietechnologieën gegeven. Daarvoor is Spijker et al. (2007) de basis geweest, aangevuld met verschillende bronnen. Een uitgebreid overzicht van technieken is opgenomen door IEA (2007).

3.2.1 Technologieën voor voorbereiding

Pelleteren

In Nederland zijn sinds kort enkele pelleteerinstallaties operationeel. Pellets zijn kleine samengeperste brokjes droge biomassa, die bij verbranding een hoge energiewaarde hebben. Pellets zijn geschikt als kolenvervanger of voor verbranding in onder meer kachels en CV-ketels. Zowel houtige als grasachtige materialen kunnen gepellet worden.

Vergassing

Door vergassing wordt biomassa bij temperaturen van 800 - 1000°C ontleed in gasen en enkele andere componenten. Vergassing van biomassa is een techniek die momenteel nog niet breed wordt toegepast vanwege de hoge kosten en het ontstaan van teer. Er is één experimentele vergassingsinstallatie operationeel. Bovendien

wordt een deel van de kolen vervangen door biomassa in de vergassingsinstallatie in Buggenum. Voor vergassing worden met name houtige producten gebruikt.

Pyrolyse

Pyrolyse is een technologie waarbij de biomassa wordt omgezet in olie (pyrolyseolie of Grasoil). Daarnaast komen kool en een kleine hoeveelheid gas vrij. De technologie wordt momenteel alleen op kleine schaal toegepast, maar er loopt een project van het Innovatienetwerk i.s.m. Staatsbosbeheer om het op grotere schaal toe te passen.

Bioraffinage

Bij bioraffinage wordt biomassa omgezet in verschillende bruikbare grondstoffen, zoals vezels, suikers, eiwitten, alcoholen en andere chemicaliën. Verschillende van die grondstoffen kunnen vervolgens in andere processen worden gebruikt voor het opwekken van energie. Bioraffinage van hout en gras is nog in ontwikkeling.

Torrefactie

Bij torrefactie wordt biomassa zonder toevoer van zuurstof tot 200 - 300°C verwarmd, waarbij een homogeen product ontstaat met 70% van het oorspronkelijke gewicht en 90% van de oorspronkelijke energiewaarde. Het product kan worden beschouwd als kolenvervanger en is geschikt voor het meestoken in kolencentrales. Daarnaast komt er gas vrij. De technologie is voldoende ontwikkeld om op te schalen en in de praktijk toe te passen. Het voordeel van de techniek (ten opzichte van andere thermische technieken), is dat er heterogeen materiaal verwerkt kan worden. Natte materialen moeten worden voorgedroogd.

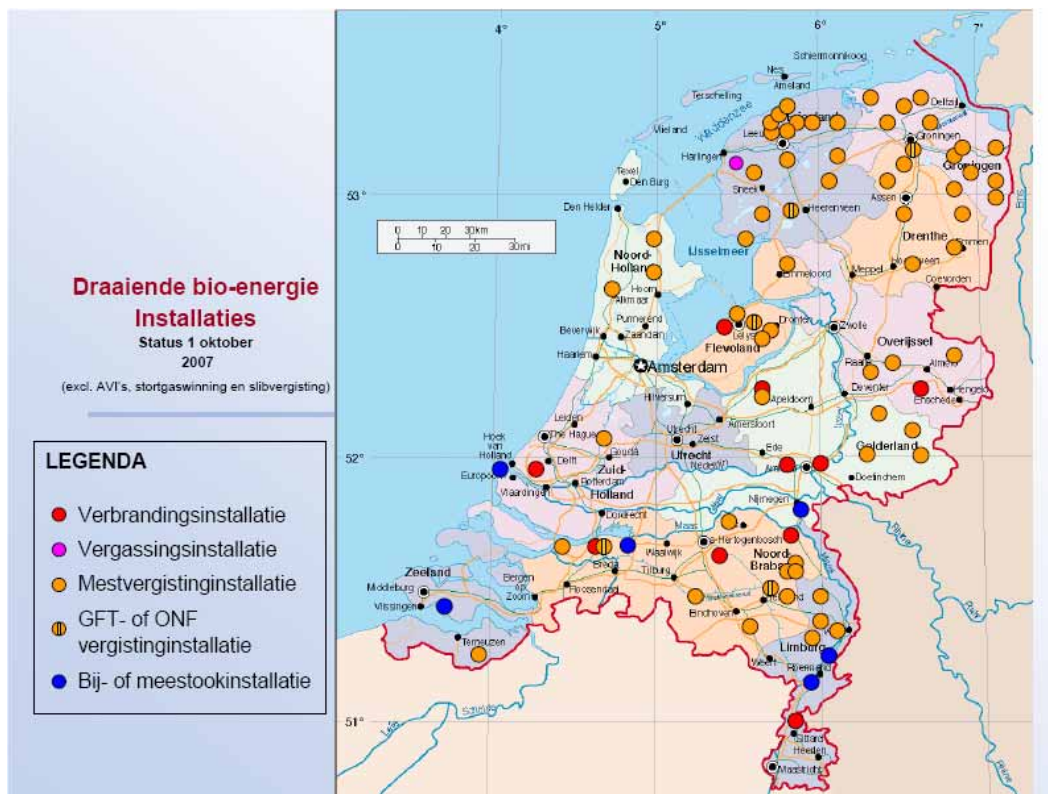
Hydro Thermal Upgrading (HTU)

HTU is een techniek die in ontwikkeling is en betreft het omzetten van biomassa in olie, met als bijproducten kool en water. Hout ontleedt bijvoorbeeld bij een temperatuur van 300°C en een druk van 160 bar in een kwartier in o.a. olie. Momenteel wordt er gewerkt aan het opschalen van de techniek, het verlagen van de kosten en het toepassen van andere soorten biomassa.

3.2.2 Technologieën voor conversie naar energie

Bij- en meestook in centrales

In Nederland zijn 6 bij- en meestookcentrales in bedrijf (zie figuur 2), die in 2006 gezamenlijk 1,35 miljoen ton biomassa verwerkten, waarvan 80% is geïmporteerd (Junginger, 2006). Een belangrijk deel van de ingezette bio-energie bestaat uit palmolie en bijproducten van de voedselindustrie.



Figuur 2 Draaiende bio-energie installaties. Bron: SenterNovem

Zelfstandige verbrandingsinstallaties

Daarnaast zijn er momenteel 10 zelfstandige biomassaverbrandingsinstallaties operationeel (SenterNovem, 2007, zie figuur 2), maar deze zijn niet allemaal geschikt voor biomassa uit landschapselementen). Houtige biomassa uit het Nederlandse landschap kan vooral ingezet worden in de biomassa-centrales van onder meer Cuijk en Lelystad. Deze centrales hebben een capaciteit van respectievelijk 240.000 ton vers, en 27.000 ton vers. Naar schatting een beperkt deel van de verwerkte houtige biomassa van deze centrales is afkomstig van Nederlandse natuur en landschap. Het grootste deel van de biomassa wordt momenteel geïmporteerd. In het buitenland en op een enkele locatie in Nederland zijn voorbeelden bekend van verbrandingsinstallaties die bijvoorbeeld een zwembad of een instelling verwarmen.

Houtkachels in huishoudens

In Nederland staan bijna 800.000 houtkachels in woonhuizen (Davila et al., 2006; Bakker et al., 2007). Deze verbruiken jaarlijks 600.000 ton d.s. hout, waarmee 9,3 PJ energie wordt ingezet, en gebruik van 5,5 PJ primaire energie wordt vermeden. Hout uit natuur en landschap vormt een belangrijke component van het verbruikte hout, maar de hoeveelheden zijn niet goed bekend. Andere belangrijke houtbronnen zijn resthout en tuinhout. Met name de oudere modellen produceren naar verhouding veel fijnstof. In onder meer Duitsland en Scandinavië zijn houtkachels en CV-ketels voor particulier gebruik ontwikkeld met een hoog energetisch rendement en een lage milieubelasting.

Co-vergisting

Bij co-vergisten wordt dierlijke mest uit de landbouw vergist, waarbij bijproducten zoals GFT-afval en bermgras bijgemengd kunnen worden. Bermgras levert bij vergisten relatief weinig energie op, maar er zijn verbeteringen mogelijk door het gras met behulp van enzymen voor te bewerken. Co-vergisten wordt in Duitsland op veel plaatsen toegepast en is ook in Nederland in opkomst.

In principe kan elk organisch plantaardig materiaal worden vergist. Voordeel is dat drogen niet nodig is. Echter de duur van de vergisting en de biogasopbrengst beperken zeer de mogelijkheden. De meest voorkomende vergisters hanteren 3-6 weken als vergistingsduur. Voor afgerijpte gewassen met relatief veel lignine-achtige stoffen is die periode te kort.

3.2.3 Afwegingen ten aanzien van de keuze van een techniek

Afwegingen voor het kiezen van een conversietechniek voor landschapsbiomassa zijn onder meer:

- De kwaliteit en samenstelling van het materiaal:
 - Houtig of grasachtig
 - De mogelijkheid van het aanleveren van heterogene materialen
 - De mogelijkheid van het aanleveren van natte materialen
 - De mogelijkheid van het aanleveren van (licht) vervuilde materialen
- De groot- of kleinschaligheid in relatie tot transportafstand (zie ook paragraaf 3.3) en lokale energietoepassingen
- Mogelijkheid van opslag
- Het energetisch rendement
- De toepassingsmogelijkheden voor de restwarmte
- Milieuaspecten, bijvoorbeeld de productie van fijnstof
- Bijproducten uit het conversieproces (as, digestaat etc., zie paragraaf 3.4)

Toepassingsmogelijkheden van houtige en grasachtige biomassa

Uit het voorgaande komt naar voren dat met name houtige biomassa momenteel kan worden toegepast voor het opwekken van energie, terwijl voor grasachtige biomassa de mogelijkheden vooralsnog beperkt zijn.

Houtige biomassa kan worden ingezet in particuliere houtkachels, kleine installaties bij bedrijven of instellingen en grotere centrales (waaronder ook de bij- en meestook-centrales). Veel hout voldoet echter niet aan de strenge eisen die bij de centrales worden gesteld ten aanzien van chipgrootte en vervuilingen (blad, zand etc.), zodat dit niet in grotere centrales kan worden toegepast. Particuliere houtkachels zijn echter vervuilend en hebben een laag energierendement. Er zijn echter nieuwe modellen houtkachels en CV-ketels op de markt met een lage milieubelasting en een zeer hoog energierendement.

Voor grasachtige biomassa zijn er nog maar beperkte toepassingsmogelijkheden (Spijker et al., 2007). Co-vergisten wordt toegepast, maar het rendement daarvan is vooralsnog laag. Bovendien blijft veel digestaat over dat niet altijd kan worden afgezet (zie paragraaf 3.4.2).

Verschillende technologieën zijn in ontwikkeling, en verwacht wordt dat die over enkele jaren op grotere schaal toegepast kunnen worden. Met name vergassing (vervuild materiaal, grasachtig materiaal), bioraffinage (grasachtig materiaal), pyrolyse en torrefactie (heterogene biomassa) bieden in de toekomst perspectief.

Lokale energietoepassingen

In toenemende mate beginnen boeren en tuinders in hun eigen energie te voorzien door middel van biovergistingsinstallaties, houtkachels en energieproducerende kassen. Veel agrarische bedrijven zijn zelf immers 'grootverbruikers' van energie, voor de verwarming van kassen of stallen of voor de koeling van opslagruimtes.

De overige grote gebruikers van energie zijn nog nauwelijks in beeld voor een directe afname van bio-energie. In Duitsland zijn initiatieven bekend van houtgestookte installaties voor de verwarming van openbare voorzieningen zoals scholen, sportzalen en zwembaden. Gemeenten en andere overheden speelden een grote rol in die omschakeling door het financieren of subsidiëren van de bouw van de installatie. In Nederland is het initiatief in Beetsterzwaag een voorbeeld. Een zorginstelling, een gemeente en een agrarische natuurvereniging exploiteren een houtgestookte centrale die elektriciteit en warmte levert aan een instelling en een school. Berekend is dat de boeren het beheer van de singels en bosjes volledig kunnen financieren vanuit de opbrengsten van de energieproductie (De Boer, 2007). De centrale is begin 2008 in gebruik genomen.

Mogelijkheid van opslag

Bio-energieinstallaties zijn gebaat bij een continue aanvoer van grondstoffen, terwijl de productie over het jaar heen fluctueert. Houtige stromen kunnen worden gedroogd tijdens de opslagperiode, maar bij natte materialen begint het composteringsproces direct. Voor gras kan inkuilen een optie zijn. Ingekuild gras kan worden gebruikt voor torrefactie, vergassing en vergisting. Overigens is ook voor vergisting het voordrogen van gras vaak nog noodzakelijk vanwege het hoge vochtgehalte.

Energetisch rendement en restwarmte

Het energetisch rendement (elektrisch en thermisch), ofwel de efficiëntie waarmee energie kan worden geproduceerd uit biomassa, verschilt sterk per technologie (tabel 2 en 3). Het elektrisch rendement is over het algemeen groter bij grotere installaties (Van Tilburg et al., 2007). Bij houtverbranding in grote installaties is de toepassing van de restwarmte warmte niet altijd eenvoudig; daarom is in de studie van Van Tilburg et al. het thermisch rendement op 0 gezet. Mede daardoor is het totale energetische rendement van kleinere installaties groter. Het thermisch rendement is over het algemeen bij kleine installaties hoger.

Tabel 2 energetisch rendement conversietechnieken biomassa

	rendement (%)	
	Elektrisch	Thermisch
Verbranding	12-22	35-93
Vergassing	15-25	20-25
Vergisting	12-19	10-17
Bio-olie in dieselmotor	41-42	30-44

Bron: Coenen en Schlatmann, 2007

Tabel 3 energetisch rendement conversietechnieken biomassa in zelfstandige installaties

	rendement (%)	
	Elektrisch	Thermisch
Bio-olie < 10 MWe	42	30-40
Bio-olie 10-50 MWe	48	10
Houtverbranding < 10 MWe	20-22	35-37
Houtverbranding 10-50 MWe	30	0
Vergisting < 10 MWe	15	10

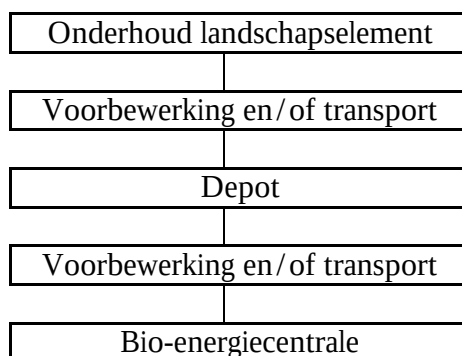
Bron: Van Tilburg et al., 2007.

Het totale energetisch rendement is hoger bij een toepassing voor de restwarmte. Bij de keuze van een locatie en een technologie is het gebruik van de restwarmte een belangrijke afweging.

3.3 Energie-efficiënte logistiek

De keten om van reststromen uit landschapselementen energie te maken is een complex netwerk waarin ten aanzien van de logistiek veel mogelijkheden zijn (Diekma et al., 2005). De locaties van de energieproductie, voorbereiding en depot bepalen hoe efficiënt het transport georganiseerd kan worden en daarmee de energie-input ten opzichte van de energieoutput.

In figuur 3 is de keten van reststromen van landschapselementen tot aan energie schematisch weergegeven:



Figuur 3 Drie stappen die in principe nodig zijn om van landschapselementen tot aan energie te komen.

Tussen alle stappen is enige vorm van voorbewerking en/of transport nodig. Op alle plaatsen in de keten is scheiding van de verschillende soorten afval van landschapselementen mogelijk. Er kan besloten worden dat een deel van het afval van landschapselementen voor een alternatief doel gebruikt gaat worden dan voor de productie van energie.

Voor verwerking van groene reststromen uit het landschap tot energie moeten keuzes worden gemaakt over welk type en hoeveel energiecentrales nodig zijn, wat de optimale locaties voor de verschillende centrales zijn en welk type transport het meest geschikt is. Ook moeten keuzes gemaakt worden over of en waar opslag nodig is en of er voorbewerking nodig is en op welke locatie. Deze keuzes worden nog ingewikkelder als ook de seizoensvariatie in vraag en aanbod, en het verlies in vocht en droge stof gedurende de voorbewerking in beschouwing wordt genomen. Al deze keuzes beïnvloeden de uiteindelijke energieopbrengst (Feenstra et al., 1995).

Stap 1: Onderhoud landschapselementen

Landschapselementen bevinden zich verspreid over het landschap en dus komen de reststromen ook verspreid vrij. Dit brengt een complexe logistiek van verzameling en transport met zich mee (Annelevink en De Mol, 2007). Bovendien bestaat het uit verschillende componenten die niet altijd in dezelfde soort biomassa-energiecentrale verwerkt kunnen worden. Zo hebben blad en maaisel andere eigenschappen dan hout. Weer anders is het voor bijvoorbeeld bagger uit sloten. Het materiaal dat vrijkomt is volumineus, niet homogeen en bevat vaak veel vocht en verontreiniging zoals zand. Voorbewerking van de reststromen eerdat het tot energie omgezet kan worden is dus vrijwel altijd noodzakelijk. In de buurt van een of meerdere landschapselementen wordt op bepaalde plaatsen de reststromen bijeengebracht. Zo kan het zijn dat maaisel van oevers (mits gekozen is om het af te voeren) op hopen gelegd wordt zodat het vanaf daar getransporteerd wordt naar de volgende stap in de keten. Hetzelfde geldt voor veel snoeiafval. Deze verzamelpunten zijn vaak zo gekozen dat het makkelijk voor zwaardere materieel te bereiken is, maar dat het ook niet te ver van de plaats af ligt waar de reststromen vrijkomen. De keuze van deze punten wordt meestal in het veld zelf bepaald en kan per onderhoudsbeurt verschillen.

Stap 2: Voorbewerking in het veld en transport

Voorbewerking kan bestaan uit het scheiden, drogen en verkleinen van de biomassa. Een belangrijke vraag is waar de voorbehandeling van de biomassa moet plaats vinden. Is het voordeliger om dat op een centrale plaats te doen waar al het afval heen moet worden getransporteerd of is het beter om de voorbehandeling gedecentraliseerd te doen, misschien wel direct bij het landschapselement. In de praktijk wordt snoeihout vaak in één werkgang op locatie versnipperd. Andere reststromen worden naar een voorbewerkingsinstallatie of direct naar een bio-energiecentrale getransporteerd.

Stap 3: Depot

In het huidige beheer van het landschap is het onderhoud van landschapselementen geconcentreerd in bepaalde perioden. Dat wil zeggen dat er geen continue aanvoer is van de reststromen uit het landschap, er zijn pieken en dalen. In de piekperioden

wordt er veelal meer aangevoerd kan worden verwerkt, in de dalperioden is in veel gevallen de aanvoer tot vrijwel nul gereduceerd terwijl de verwerking door gaat. Om een bio-energiecentrale jaarrond te laten draaien is het noodzakelijk om een voorraad te aan te leggen. De capaciteit van het depot is afhankelijk van de capaciteit van de bio-energiecentrale. Daarnaast moet ermee rekening worden gehouden dat met name houtsnippers en ander vochtig materiaal tijd nodig hebben om te drogen. Er moet dus berekend worden hoeveel opslag er nodig is om de aanvoer voor de centrale constant te houden.

Stap 4: Voorbewerking bij een inrichting en transport

De beste locatie voor de voorbewerkinginstallatie en voor de bio-energiecentrale is afhankelijk van de afstand tussen enerzijds de beschikbare biomassa en anderzijds de voorbewerkinginstallatie en de bio-energiecentrale. Ook de mogelijkheid van de transportmiddelen die gebruikt kunnen worden is een belangrijke factor. Deze manieren van transport kunnen over de weg, rails of water zijn.

Stap 5: Omzetten naar energie

Er zijn verschillende manieren om biomassa om te zetten naar energie. Zie paragraaf 3.2.

Om tot een optimale oplossing te komen moet er steeds een afweging worden gemaakt tussen het investeren in het openen van een of meer extra depots (denk aan biomassawerven), voorbewerkinginstallaties of bio-energiecentrales en transportkosten die hieraan verbonden zijn. Het openen van een extra depot, voorbewerkinginstallatie of bio-energiecentrale brengt investeringskosten met zich mee. De transportafstanden worden hierdoor kleiner. Ook door het terugbrengen het volume van het materiaal wordt transport efficiënter, waardoor de kosten worden verlaagd. Echter, als de kosten voor het openen van een extra depot, voorbewerkinginstallatie of bio-energiecentrale hoger zijn dan de voordelen van een grotere transportefficiëntie, zal gekozen worden voor hogere transportkosten (De Mol et al., 1997). In deze afweging moet ook worden meegenomen dat bij het openen van één depot, voorbewerkinginstallatie of bio-energiecentrale tegenover meerdere depots, voorbewerkinginstallaties of bio-energiecentrales een schaalvoordeel kan opleveren. Dit schaalvoordeel wordt veroorzaakt doordat de vaste kosten hoger zijn, maar de variabele kosten lager. De marginale kosten per hoeveelheid geproduceerde energie gaan hierdoor omlaag. Afhankelijk van de toepassing van restwarmte, kan een energiecentrale met een grote capaciteit een hoger rendement halen dan een centrale met een kleinere capaciteit (zie paragraaf 3.2.3).

De kosten van de investeringen en het transport kunnen uitgedrukt worden in euro's, maar ook in energie (kilojoules). In het kader van duurzaamheid zijn de in energie uitgedrukte kosten en opbrengsten interessant.

Een optimaliseringmodel dat gebruikt kan worden voor bovenstaande problemen is een locatie/allocation model. In het algemeen worden locatie/allocation modellen gebruikt om te bepalen hoeveel en op welke locatie nieuwe faciliteiten moeten komen, wat voor soort en wat de grootte hiervan moet zijn. Tevens wordt daarbij uitgere-

kend hoe de transportstromen tussen de aanvoerlocaties en de te openen faciliteiten lopen (Ghiani et al., 2004).

Met een optimaliseringsmodel kan uitgerekend worden wat de optimale locatie voor een bio-energiecentrale is, op basis van maximalisatie van het rendement in energie. Ook kan met dit model berekend worden hoe de transportstromen zo efficiënt mogelijk uitgevoerd kunnen worden. Het model geeft de optimale energieopbrengst onder de gegeven voorwaarden.

3.4 Juridische beperkingen

3.4.1 Afval of (bij-)product

Kremers et al. (2005) geven een overzicht van de juridische beperkingen van het gebruik van biomassa-reststromen voor met name energie. Het juridische onderscheid of het om afval gaat of een product kan grote consequenties hebben voor onder meer de vraag wie het bevoegd gezag is voor het verlenen van de milieuvergunning. Doorslaggevend is (Kremers et al., 2005):

- of de houder van de stof de intentie heeft zich ervan te ontdoen
- of de stof beschouwd kan worden als een product of materiaal dat niet als zodanig voor die toepassing was bedoeld.

Het verwerken of opwerken van een afvalstof kan ertoe leiden dat afval een product wordt, bijvoorbeeld door pelleren. Een bijproduct is geen afvalstof, want een bijproduct kan worden gestuurd op basis van kwaliteit en marktvraag. Kremers et al. geven aan dat er altijd sprake zijn van een grijs gebied: het is niet in alle gevallen duidelijk of biomassa-reststromen als afval of als (bij-)product kunnen worden beschouwd.

Reststromen uit het landschap zouden als bijproduct kunnen worden beschouwd omdat tot op zekere hoogte gestuurd kan worden in het aanbod, bijvoorbeeld door het moment van oogsten en door selectief te oogsten. Bovendien kan de landschapsbeheerder zelf zorgen voor (een deel van de) opslag en verwerking, waardoor ingespeeld kan worden op de marktvraag. Uit jurisprudentie blijkt echter dat het begrip afvalstof ruim moet worden uitgelegd: de rechter komt in veel twijfelgevallen tot de conclusie dat sprake is van een afvalstof (Kremers et al., 2005). Bermgras wordt in ieder geval als afvalstof beschouwd.

3.4.2 Reststoffen uit de bio-energieproductie

Verbranden

Resthout en takmateriaal uit het landschap is heterogeen van samenstelling. Verbranding van heterogeen materiaal kan leiden tot een heterogene samenstelling van de as, wat tot gevolg kan hebben dat er geen mogelijkheden zijn om die as toe te passen bij een aantal verwerkingsroutes (bouwstenen, beton, fundering etc.). Voor as met een heterogene en een niet bij verwerkingsroutes passende samenstelling is er nog geen goed alternatief voor verwerking voor handen. De as wordt dan een afvalproduct, dat

gecontroleerd gestort moet worden en dat is kostbaar. Op deze assen is dan de Wet Milieubeheer van toepassing.

Het toepassen van as als meststof wordt wel genoemd als oplossing ('Dat gebeurde immers vroeger ook?'). Het op de bodem brengen van assen ressorteert onder het Bouwstoffenbesluit Bodem- en Oppervlaktewaterenbescherming (dit besluit zal op korte termijn worden vervangen door het Besluit Bodemkwaliteit). Slechts onder bijzondere bepalingen zal het toegelaten worden om afvalstoffen op de bodem te brengen. Vooralsnog gelden die bijzondere bepalingen niet voor assen van biomassa van bijproducten uit het landschap. Met andere woorden een as van biomassa van dergelijke biomassa is een afvalstof tenzij er een verantwoorde verwerkingsroute mogelijk is. Op zo'n route is nog onvoldoende zicht.

(Hout)as is geen meststof. Het is door de Meststoffenwet verboden om (hout)as als meststof toe te passen. Van dit verbod is ontheffing mogelijk. Die ontheffing moet dan aangevraagd worden bij het RIKILT. De regelgeving rond de verhandeling van meststoffen wordt op korte termijn gewijzigd. Het stelsel van ontheffingen komt te vervallen en daarvoor in de plaats zal een mogelijkheid geschapen worden om een verzoek tot plaatsing op een zogenoemde positieve lijst bij LNV-DR in te dienen. De Commissie van Deskundigen Meststoffenwet zal de toetsing uitvoeren. De belasting met zware metalen en arseen is echter vaak te hoog om een hergebruik in de landbouw mogelijk te maken.

Ingevolge de Wet milieubeheer (artikel 10.2) is het verboden zich van afvalstoffen te ontdoen door deze te verbranden, met inbegrip van snoei- en resthout. Burgemeester en Wethouders zijn bevoegd om ontheffing te verlenen van de verbodsbepalingen. Tussen gemeenten bestaan er verschillen bij de invulling van een dergelijk ontheffing (dit leidt tot verschillen tussen de Algemene Plaatselijke Verordeningen (APV)). In de regel zijn er geen ontheffingsmogelijkheden voor snoeihout uit het landschap. Binnen het Provinciaal Milieu Overleg (PMO) wordt daarom gezocht naar een gemeenschappelijke noemer voor het verbranden van snoei- en resthout.

Vergisten

Er zijn verschillende vormen van vergisting mogelijk. Voor bijproducten uit het landschap staan er – in theorie – twee mogelijkheden open:

- vergisting met dierlijke mest
- vergisting zonder dierlijke mest

Het eindproduct van vergisting van dierlijke mest met een co-vergistingsmateriaal is co-vergiste mest. Dit is een (dierlijke) meststof en valt daarmee onder de Meststoffenwet. Co-vergistingsmaterialen mogen alleen dan regulier worden toegepast bij vergisting indien de stof op de zogenoemde positieve lijst co-vergisting staat (zie voor deze lijst het dossier mestbewerking en verwerking met subthema co-vergisting op de website van het LNV-loket).

Om een stof op deze lijst te krijgen, moet een aanvraag worden ingediend bij LNV. Daartoe is een gegevensformulier beschikbaar bij LNV-DK te Ede. Kort samengevat moet een co-vergistingsmateriaal aan 5 criteria voldoen:

- Criterium 1: De identiteit van het co-vergistingsmateriaal is eenduidig vast te stellen. De herkomst, aard en productiewijze en de chemische en fysische kenmerken moeten bekend zijn. Dit is nodig om de landbouwkundige en milieukundige risico's goed te kunnen beoordelen en om een adequate controle en handhaving te kunnen uitvoeren.
- Criterium 2: Het co-vergistingsmateriaal levert een positieve bijdrage (minimaal gelijk aan bijdrage gasproductie dierlijke mest) aan de biogasproductie bij vergisting van het product in combinatie met dierlijke mest.
- Criterium 3: Na toevoeging en vergisting van het product dient de co-vergiste mest (digestaat), wat betreft landbouwkundige waarde, gelijkmatig van samenstelling te zijn of althans niet heterogener dan onvergiste dierlijke mest.
- Criterium 4: Het residu van het product na co-vergisting (co-vergiste mest of digestaat) heeft op basis van de berekende samenstelling een te verwachten landbouwkundige waarde.
- Criterium 5: Het product bevat geen dusdanige hoeveelheid contaminanten (zware metalen, arseen en organische microverontreinigingen) dat bij toepassing van de daaruit geproduceerde co-vergiste mest – bij verantwoord landbouwkundig gebruik – het schadelijk is voor het milieu, de gebruiker, (landbouwhuis-)dieren of planten.

De heterogeniteit van biomassa van bijproducten uit het landschap, de beperkte sterk wisselende bijdrage aan de biogasproductie en de wisselende mate, waarin contaminatie kan optreden, belemmeren een generieke opname van dit materiaal op de positieve lijst co-vergisting. Voor partijen kan een aanvraag voor ontheffing worden ingediend bij het RIKILT. In verband met *tracking and tracing* kan via een ontheffing van verbodsbepalingen wel het verhandelen van co-vergiste mest worden toegestaan. De beoordeling volgt in principe die voor opname op de positieve lijst co-vergisting.

In 2008 zal een studie plaatsvinden of gewasresten op de positieve lijst geplaatst kunnen worden. Dit zal een verzoek betreffen aan de WOT-werkgroep stoffen.

Het product van vergisting zonder dierlijke mest (digistaat) kan alleen als compost worden afgezet. Hierop zijn de huidige regels van het BOOM (Besluit Overige Organische Meststoffen) van toepassing. Op korte termijn worden deze regels opgenomen in de uitvoeringsregeling Meststoffenwet. Er verandert daarmee in principe weinig. Dezelfde samenstellingseisen zullen gelden. De minimumeis voor het gehalte aan organische stof is verlaagd naar 10%. Verder gelden de gebruiksnormen voor N en P waardoor de doseringsvoorschriften zullen komen te vervallen.

4 Achtergronden biomassa uit het landschap

4.1 Nationaal beleid landschap en cultuurhistorie

De Nota Ruimte (VROM, 2004) bevat de visie van de Rijksoverheid op de ruimtelijke ontwikkeling van Nederland en de belangrijkste bijbehorende doelstellingen. Het nationaal ruimtelijk beleid voor water en de groene ruimte richt zich op borging en ontwikkeling van natuurwaarden, de ontwikkeling van de landschappelijke kwaliteit en van bijzondere, ook internationaal erkende landschappelijke en cultuurhistorische waarden. In de Nota Ruimte zijn 20 Nationale Landschappen aangewezen. De bijzondere natuurlijke, cultuurhistorische en recreatieve kwaliteiten van het landschap moeten behouden blijven en waar mogelijk versterkt worden. Sociaal-economische ontwikkeling blijft mogelijk, mits de kernkwaliteiten van het gebied worden versterkt (het zogenaamde 'ja, mits'-principe).

Andere belangrijke beleidsnota's zijn de Agenda Vitaal Platteland (LNV, 2004), de Handreiking Kwaliteit Landschap (LNV en VROM, 2006) en de Agenda Landschap (LNV, verschijnt naar verwachting begin 2008). De Agenda zal verbanden leggen tussen landschapskwaliteit en ontwikkelingen op de terreinen van waterbeheer, biodiversiteit, CO₂ en klimaat, infrastructuur en grondexploitatie (toespraak minister Verburg 8 november 2007).

Het Nederlandse natuurbeleid is gericht op de bescherming van soorten en hun leefmilieus en heeft daarmee invloed op het landschap. De ontwikkeling van de Ecologische Hoofdstructuur (EHS) is een belangrijk onderdeel daarvan, naast wet- en regelgeving ter bescherming van soorten en habitats. De EHS werd in 1990 gepresenteerd in het Natuurbeleidsplan (LNV) en moet in 2018 gerealiseerd zijn. De EHS omvat de belangrijke natuurterreinen in Nederland en de verbindingen tussen die gebieden, samen ongeveer 750.000 ha. De EHS overlapt voor een deel de Nederlandse Natura 2000-gebieden, het Europese netwerk van natuurgebieden.

De cultuurhistorische waarde van het landschap heeft zoals gezegd een plek in de Nota Ruimte. De Nota Belvédère (OCW, LNV, VROM, V&W, 1999) is daarin een belangrijke voorganger van de Nota Ruimte. De Nota Belvédère betekende een verschuiving van een meer behoudend beleid naar een meer ontwikkelingsgericht cultuurhistorisch beleid. Kern van die aanpak is om bij ruimtelijke opgaven (zoals woningbouw, landinrichting of waterberging) de landschappelijke identiteit en de cultuurhistorische waarden op een ontwikkelingsgerichte manier in het ontwerp te betrekken: 'behoud door ontwikkeling'.

Sinds 2006 heeft de Rijksdienst voor Archeologie, Cultuurlandschap en Monumenten (RACM) het cultuurlandschap als expliciet taakveld gekregen.

De Wet Inrichting Landelijk Gebied (WILG: LNV, V&W, VROM en OCW, 2006) vormt de basis voor de overdracht van een groot deel van de landschapstaken van

het Rijk naar de Provincies. De primaire verantwoordelijkheid voor de basiskwaliteit van het Nederlandse landschap is daarmee bij de provincies komen te liggen (Bleumink en Neefjes, 2007). Het Investeringsbudget Landelijk Gebied, een bundeling van voorheen sectorale financieringsstromen, is eveneens aan de provincies overgedragen. Onderdeel daarvan vormt de uitvoering van het Plattelands Ontwikkelings Programma en het Programma Beheer. Veel agrariërs en andere landschapsbeheerders maken gebruik van de subsidieregelingen uit het Programma Beheer (SAN/SN) voor het financieren van het landschapsbeheer.

4.2 Groene reststromen uit het landschap

In deze paragraaf wordt de productie van biomassa uit het landschap in beeld gebracht, uitgezonderd de landbouwproductie en de productie van bos- en natuurgebieden. Deze laatste is in beeld gebracht door Spijker et al. 2007. De onderbouwing en verantwoording van de cijfers in deze paragraaf zijn opgenomen in Bijlage 2.

4.2.1 De landschapselementen in Nederland

Het landelijk gebied in Nederland kenmerkt zich door een grote verscheidenheid van landschapselementen die onderling verschillen in structuur, type en streekgebondenheid. Tabel 4 biedt een overzicht van de meest voorkomende landschapselementen. Het gaat hier om alle landschapselementen buiten de bebouwde kom. De landschapselementen worden onderhouden door een groot aantal verschillende groepen eigenaren. Belangrijk zijn in ieder geval de overheden (alle categorieën, maar met name wegbermen), particulieren, agrariërs en natuurbeschermingsorganisaties. Spijker et al (2007) hebben onlangs een studie afgerond naar biomassa en bio-energie uit natuur. Daarin is een areaal van 9.560 ha landschapselementen opgenomen van natuurbeschermende organisaties. Dat areaal overlapt met de arealen in deze studie, met name bij lijnvormige landschapselementen, eendenkooien, de kleine bosjes en heidevelden en de solitaire bomen.

Tabel 4 Overzicht van de hoeveelheden kleine landschapselementen in Nederland in aantal, oppervlakte en lengte

Landschapselement	Hoeveelheid	Eenheid
solitaire bomen	257.530	st
kleine bosjes (< 0,5 ha)	30.949	ha
houtwallen	3.894	km
heggen (geschoren)	1.272	km
heggen (losse hagen)	5.724	km
singels	5.724	km
bomenrijen	42.366	km
hoogstamboomgaarden	3.316	ha
grienden (<0,5 ha)	22	ha
eendenkooien	150	st
heideveldjes (<0,5 ha)	1.101	ha
draslanden	3.333	ha
boerenerven	91.367	st
erven van burgers in het buitengebied	170.071	st
wegbermen	60.000	ha

st = stuks

4.2.2 Totale productie van biomassa in landschapselementen

Van de jaarlijkse bijgroei van biomassa in landschapselementen wordt een belangrijk deel geoogst bij het onderhoud. Dit levert een biomassaastroom op die voor energiedoelinden kan worden ingezet.

De productie van hout uit de verschillende landschapselementen verschilt van plaats tot plaats afhankelijk van bodem en boomsoort. Er zijn geen statistieken bekend van de hoeveelheid biomassa en de bijgroei van houtige beplantingen. Wel zijn er gegevens van de bijgroei van bossen, die een indicatie geven. Bossen worden echter in veel gevallen aangeplant en beheerd met het oog op productie, terwijl dit bij veel houtige beplantingen in het landelijke gebied dit niet het geval is. Bossen zijn in veel gevallen aangeplant op de minder vruchtbare gronden, terwijl landschappelijke beplantingen vaker ook op rijkere (en verrijkte) groeiplaatsen staan, waardoor de jaarlijkse bijgroei hoger is.

In Bijlage 2 is de jaarlijkse bijgroei uitgewerkt per type landschapselement. Op basis van de berekeningen in Bijlage 2 is geschat dat de jaarlijkse productie van biomassa van het Nederlandse landschap bijna 0,6 miljoen ton droge stof bedraagt (Tabel 5). Die hoeveelheid is tot stand gekomen door te rekenen met een aantal globale schattingen, omdat veel gegevens over de productie ontbreken. De werkelijke hoeveelheid kan daarom afwijken.

De berekende hoeveelheid bestaat voor bijna de helft uit spilhout van houtige beplantingen (324.000 ton ds). Daarnaast heeft takhout en overig hout (113.000 ton ds) een belangrijk aandeel. Een deel van de bijgroei van die houtproductie zal momenteel niet geoogst worden, maar als dood hout in het terrein achter blijven (met name in

kleine bosjes en eendenkooien) of bijdragen aan de staande voorraad. Een deel zal ook niet geoogst worden vanwege slechte bereikbaarheid. In navolging van Spijker et al. (2007) en Kuiper et al. (2003) is er van uitgegaan dat 80% van het hout van landschapselementen (excl. boomgaarden en erven) oogstbaar is.

Een (onbekend) deel van dat spilhout concurreert met andere toepassingen dan energiewinning, zoals toepassing als zaaghout, pulp en papierhout. Voor takhout en overig hout geldt dat er in de regel geen concurrerende toepassingen zijn (het wordt veelal gecomposteerd of al dan niet versnipperd terug in de beplanting gebracht), of het wordt momenteel al voor energieproductie toegepast in kachels en energiecentrales. Deze biomassa is bij uitstek beschikbaar voor het opwekken van energie.

De niet-houtige biomassa bestaat vrijwel geheel uit grasachtige vegetatie. Dit betreft naar schatting ca. 233.000 ton ds. Deze biomassa kent momenteel geen concurrerende toepassingen, zodat de gehele productie beschikbaar is voor het opwekken van energie. Nu blijft het materiaal ofwel geklepeld achter, waardoor verrijking optreedt, ofwel wordt het afgevoerd naar een composteerbedrijf, waardoor hoge kosten gemaakt worden. Toepassing als veevoer vindt voor bermgras maar beperkt plaats, onder meer vanwege het risico van zwerfafval.

De totale hoeveelheid oogstbare biomassa uit de landschapselementen komt uit op 609.000 ton ds, met een energiewaarde van 10 PJ. Ca. 48% daarvan van die hoeveelheid (het spilhout) concurreert in onbekende mate met andere toepassingen. Het tak-, top-, en snoeihout, ca 17% van de totale hoeveelheid, kent geen concurrerende toepassingen, en is goed buikbaar voor energieopwekking. Voor de houtstromen gelden wel eisen aan de kwaliteit (schoon, soms bepaalde chipgrootte, vochtgehalte). Voor ca. 35% van de bijgroei van biomassa, de niet-houtige biomassa zoals met name bermgras, zijn momenteel nauwelijks concurrerende toepassingen maar er zijn ook (nog) geen efficiënte omzettechnieken voorhanden (zie paragraaf 3.2).

Zoals in de voorgaande paragraaf is aangegeven is er in de hoeveelheden landschapselementen een overlap met de studie van Spijker et al. (2007). Een inschatting is gemaakt van de overlap met de berekende bijgroei van biomassa. Deze bedraagt ca. 32.000 ton ds oogstbare biomassa, wat overeenkomt met een overlap van 5% van de totale berekende biomassa. De overlap bestaat vrijwel geheel uit houtige biomassa.

Voor de berekening van de staande voorraad hout zijn weinig gegevens bekend. Er is een grove schatting gemaakt van de staande voorraad op basis van aannamen per landschapselement over de omvang van bomen etc. De schatting komt uit op een voorraad van ca. 10 miljoen ton ds. De jaarlijkse bijgroei bedraagt op basis daarvan ca. 5% van de voorraad.

Tabel 5 Totale jaarlijkse productie van biomassa (excl. blad en ondergroei bij houtige beplantingen), voor de verschillende landschapselementen, het oogstbare deel, en de energiewaarde daarvan

	productie (ton ds per jaar)			droge stof (ton)		energie- waarde oogstb. (PJ)
	spilhout	takhout, overig	niet houtig: gras, heide	totaal	oogstbaar	
solitaire bomen	4.558	1.094		5.652	4.522	0,08
loofbosjes (< 0,5 ha)	131.224	31.494		162.718	130.174	2,21
houtwallen	9.906	8.090		17.997	14.397	0,24
heggen (geschoren)		536		536	429	0,01
heggen (losse hagen)		15.048		15.048	12.039	0,20
singels	9.102	11.893		20.995	16.796	0,29
bomenrijen	62.489	17.997		80.486	64.389	1,09
hoogstamboomgaarden	2.348	563		2.911	2.911	0,05
grienden (<0,5 ha)	-	176		176	141	0,00
eendenkooien	1.062	2.055		3.117	2.494	0,04
heideveldjes (<0,5 ha)			1.872	1.872	1.872	0,03
draslanden			6.666	6.666	6.666	0,11
wegbermen			225.000	225.000	225.000	3,83
boerenerven	43.125	10.350		53.475	53.475	0,91
erven van burgers	60.205	14.449		74.654	74.654	1,27
Totaal	324.020	113.746	233.538	671.304	609.959	10

4.3 Juridische beperkingen

Op oogst- en onderhoudswerkzaamheden in het landschap kan regelgeving van toepassing zijn vanuit de Flora en faunawet, de Boswet en/of de Algemene plaatselijke verordening of Bomenverordening. Bovendien kunnen contractuele afspraken gelden ten aanzien van agrarisch natuurbeheer.

Over het algemeen geldt de Boswet buiten de bebouwde kom en de plaatselijke verordening zowel binnen als buiten de bebouwde kom. De Boswet geldt voor bosjes vanaf 10 are en rijen bomen vanaf 20 stuks (een aantal boomsoorten uitgezonderd). Van het rooien hiervan moet een melding worden gedaan. Binnen 3 jaar moet worden herplant. De meldings- en herplantplicht geldt niet voor dunningen.

Dunningen, snoeiwerkzaamheden en hakhoutbeheer zijn in de meeste plaatselijke verordeningen uitgezonderd van de kapvergunning. Drastisch snoeien kan echter ook als vellen worden aangemerkt, evenals het 'dunnen' van grote bomen. Sommige gemeenten hebben houtwallen opgenomen in de monumentale bomenlijst. Voor het herintroduceren van hakhoutbeheer in houtwallen kan het daarom zinvol zijn van tevoren met de gemeente te overleggen.

In principe zijn alle dier- en plantensoorten beschermd via de Flora- en faunawet. Werkzaamheden in het landschap kunnen een verstorend effect hebben. In de praktijk betekent dit bijvoorbeeld dat tijdens het broedseizoen geen snoei- of rooiwerkzaamheden worden uitgevoerd en dat holle bomen geïnspecteerd dienen te worden op de aanwezigheid van vleermuizen. Om duidelijkheid te creëren wanneer wel en wanneer geen ontheffing nodig is en wat de Flora- en faunawet betekent voor de dagelijkse praktijk zijn diverse gedragscodes opgesteld (onder meer IKL, 2005 en Stadswerk/ VHG 2006; zie ook LNV, 2006). Over het algemeen is geen ontheffing nodig voor landschapsonderhoud, tenzij wijzigingen optreden in de frequentie, intensiteit of methode. Voor het herintroduceren van hakhoutbeheer zal bijvoorbeeld wel een ontheffing nodig zijn, evenals bij het voorkomen van zeldzame soorten.

De Subsidieregeling Agrarisch Natuurbeheer en de Subsidieregeling Natuurbeheer hebben pakketten voor het aanleggen en onderhouden van landschapselementen. Aan de subsidies zijn voorschriften verbonden, bijvoorbeeld over de periode dat onderhoud is toegestaan, de onderhoudsfrequentie en het afvoeren van materiaal.

5 Toepassing methode: resultaten en analyse

5.1 Methode: tekenend rekenen aan landschapsbiomassa

Als bekend is hoeveel biomassa een landschap in potentie kan produceren vanuit de aanwezige landschapselementen (paragraaf 4.2), en de energiewaarde van de verschillende biomassaströmen is bekend (Bijlage 3), kan met behulp van GIS worden berekend hoeveel het huidige landschap zou kunnen bijdragen aan de energiebehoefte. Veranderingen in het landschap betekenen een verandering in die energiepotentie.

Voor deze verkenning is een methode uitgewerkt om interactief met behulp van GIS landschappen te ontwerpen en daar direct de energieresultaten mee te bepalen. Hiervoor zijn Maptables (digitale, interactieve ontwerptafels) ingezet. De effecten van door de ontwerpers op de kaart ingegeven veranderingen worden op het scherm getoond. De gevolgen van voorgestelde acties, in dit geval in tonnen droge stof en PJoules, worden direct berekend.



5.2 Toepassing op een case

Om grip te krijgen op landschappelijke consequenties van regionale bio-energie en om de methode te toetsen, is een workshop gehouden met het onderzoeksteam. Tevens werden de opdrachtgever, vertegenwoordigers van provincie en regio en enkele andere deskundigen uitgenodigd (zie 0). De participanten van de workshop vertegenwoordigden verschillende disciplines en invalshoeken.

Tijdens de workshop is ingegaan op de case “Energie uit biomassa in Rivierland” en met name het gebied van de gemeenten Geldermalsen en Culemborg. Voorafgaand aan de workshop is de huidige situatie in het gebied in beeld gebracht (zie 0) in de vorm van de verschillende aanwezige landschapselementen, het type biomassa dat dit oplevert, de gemiddelde bijgroei per hectare per jaar, en de vertaling naar energiewaarde. Op basis van deze gegevens zijn twee scenario's uitgewerkt:

1. Landschap: energie als bijproduct van landschapsontwikkeling
2. Energie: landschap als resultaat van energiemaximalisatie

In de scenario's konden landschapselementen toegevoegd, dan wel weggehaald worden, waardoor fictief het landschap kon worden veranderd. De gevolgen voor de voor energiewinning beschikbare hoeveelheid biomassa werden door de Mappable direct berekend. In het energiescenario was maximalisatie door middel van energieteelt nadrukkelijk niet de bedoeling.

De resultaten van de workshop in de vorm van landschapsonwerp en hoeveelheden biomassa en energie zijn van minder belang dan de discussies en de principes die daaruit voortkwamen ten aanzien van duurzaamheid, randvoorwaarden en de impact van voorgestelde maatregelen.

5.3 Toename biomassa en energie

Omwillen van de werkbaarheid is binnen de regio Rivierenland ingezoomd op de gemeenten Geldermalsen en Culemborg. In geen van de scenario's is het complete gebied van de twee gemeenten behandeld. In de tabellen 6 en 7 is per scenario de hoeveelheid beschikbare droge stof voor bio-energie en de energiewaarde in GJ weergegeven. De cijfers zijn geëxtrapoleerd voor heel Rivierenland.

Tabel 6 Hoeveelheid beschikbare droge stof voor bio-energie voor Geldermalsen en Culemborg en opgeschaald naar Rivierenland

Scenario	Opbrengst in ton droge stof per jaar			
	Maptable A	Maptable B	Gemiddeld	Opgeschaald naar Rivierenland
Huidige situatie	9.061	9.061	9.061	39.234*
Landschapsonwikkeling	9.588	9.813	9.700	42.000
Energielandschap	13.392	12.649	13.021	55.990

* waarvan 3970 ton ds uit kleine landschapselementen (zie par. 7.4)

Tabel 7 Energiewaarde (GJ) voor Geldermalsen en Culemborg uit natte en droge fracties

Scenario	Energiefractie in GJ					
	droge fractie	Maptable A natte fractie	totaal	droge fractie	Maptable B natte fractie	totaal
Huidige situatie	125,78	24,69	150,47	125,78	24,69	150,47
Landschapsonwikkeling	135,25	24,69	159,95	139,30	24,69	164,00
Energielandschap	203,99	24,44	228,43	190,36	24,69	215,06

Uit de sessies blijkt dat de beschikbare hoeveelheid biomassa voor bio-energie in de uitgewerkte scenario's toe kan nemen. Omdat het om een fictieve ontwerpbeurt gaat, hebben de geproduceerde cijfers *an sich* geen betekenis voor het casestudygebied. De enige conclusie die uit de cijfers kan worden getrokken, is dat het landschap potentie biedt voor het toevoegen van landschapselementen.

5.4 Principes

5.4.1 Huidige situatie: optimalisatie logistiek

Om de logistiek rond biomassa in het casestudy gebied te optimaliseren, worden de volgende suggesties gedaan:

- Positionering van de *bio-centrale* dicht bij de afnemer van energie. Dit vergroot de mogelijkheid van toepassing van restwarmte en verhoogt daarmee het

energetisch rendement. Op de korte termijn zal de afnemer mogelijk een andere zijn dan op lange termijn. Als mogelijke lokale afnemers op de korte termijn worden genoemd: woonwijken, glastuinbouwers, bedrijventerreinen en fruittelers (koelinstallaties). Op de middenlange termijn wordt verwacht dat de glastuinbouw zal veranderen van een energieconsument in een netto energieproducent. Op de lange termijn zal waarschijnlijk de mobiliteitssector de grote afnemer kunnen worden. Bio-centrales zullen dan langs snelwegen geplaatst moeten worden. Een andere mogelijkheid is dat op lange termijn overgeschakeld wordt naar een materiaalroute (zie hoofdstuk 2). Het verdient daarom aanbeveling te denken aan biomassawerven (paragraaf 3.3) en bioraffinage (paragraaf 3.2.1) om flexibel te blijven in de toepassingsmogelijkheden van biomassa.

- *Bewerking* van het groenafval dichtbij de locatie van oogsten. Hierbij gaat het bijvoorbeeld om het bewerken van takken in chips of het drogen van gras. Dit kan voor de hoeveelheid te transporteren materiaal een grote betekenis hebben en daarmee op de kosten. In sommige gevallen kan bewerken ook tijdens het transport een mogelijkheid zijn. Als voorbeeld kan gedacht worden aan het ophalen van het huisvuil. Dit wordt tijdens het transport geperst zodat meer opgehaald kan worden. Naar analogie hiervan kan wellicht een “takkenroute” interessant zijn.
- *Inzamelpunten* voor kleinere hoeveelheden biomassa op korte afstand van de leverancier waarvandaan de biomassa naar bio-energiecentrales getransporteerd wordt.

5.4.2 Energie als bijproduct van landschapontwikkeling

Ontwikkeling van het landschap kan verschillende beleidsdoelen dienen. Biomassa die vrijkomt bij het beheer van de te ontwikkelen landschapselementen, zou kunnen worden gebruikt voor de productie van bio-energie. Voorbeelden van beleidsdoelen waarbij aangesloten kan worden zijn:

- Stedelijke uitloopgebieden: recreatie, speelruimte, luchtkwaliteit;
- Inpakken van drukke wegen en ontsierende bebouwing: maskeren van verrommeling, afvangen fijnstof;
- Corridors en stepping stones: ecologische verbinding;
- Bomenrijen voor een overzichtelijk wegbeeld: verkeersgeleiding;
- Cultuurhistorische landschapselementen: eigenheid van het landschap.

5.4.3 Landschap als resultaat van energiemaximalisatie

Door energieproductie als extra beleidsdoel te introduceren, verandert de benadering van het landschap. Het casestudy-gebied heeft echter uitstekende bodems voor voedselproductie. In dit scenario wordt beoogd concurrentie met voedselproductie te vermijden bij het ‘maximaliseren’ van de energieproductie uit het landschap. Dit leidt tot de volgende randvoorwaarden:

1. Het landschap is multifunctioneel. Landschapselementen hebben nooit een pure energieteelfunctie.

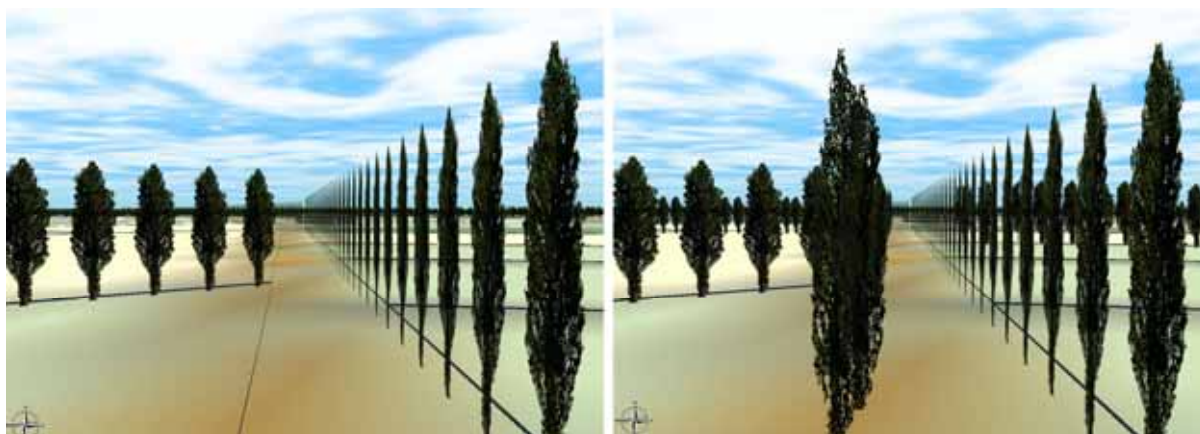
2. Voorkeur voor lijnvormige elementen, vanwege het beperkte ruimtebeslag.
3. Vlakdekkende landschapselementen zijn alleen acceptabel in een multifunctionele vorm waarbij energieteelt niet het hoofddoel mag zijn. Bijvoorbeelden zijn corridorbossen, uitloopgebieden, klimaatbosjes en dergelijke.
4. Het karakter van het landschap mag niet wezenlijk worden aangetast.
5. Landschapselementen moeten passen bij de bodemgesteldheid en het cultuurhistorisch gebruik: boomgaarden horen thuis op de stroomruggen, grienden en eendenkooien in de natte, lagergelegen gebieden.
6. In de uiterwaarden rekening houden met de ruimte voor de rivier.

In de twee energiescenario's zijn diverse mogelijkheden aan de orde gekomen om het landschap voor energie te optimaliseren. In beide scenario's is gevarieerd met houtige elementen. Het is mogelijk om de hoeveelheid houtige biomassa te vergroten, maar met gras-achtige materialen is dat beperkt. Derhalve is potentie van gras beperkt tot de huidige bermen, oevers en (agrarische) natuurgebieden (voor dierlijke consumptie ongeschikt beheersgras). Op basis van voorbeelden uit het casestudy-gebied zijn enkele daarvan visueel uitgewerkt.

Meer bomenrijen

Langs wegen en waterwegen kunnen bomenrijen geplant worden. Onvolledige lanen kunnen worden aangevuld. Waar nu enkele rijen staan, kunnen –indien de ruimte dit toelaat – lanen of dubbele lanen worden geplant. Bomenrijen leveren per boom meer biomassa op dan grienden en bossen, maar door het kleine (lijnvormige) grondoppervlak zet dit energetisch minder zoden aan de dijk.

In het casestudy-gebied is de afstand tussen de wegen in het buitengebied over het algemeen groot genoeg. Het planten van meer bomen langs wegen heeft in het voorbeeld van Figuur 4 geen groot effect op de ervaring van openheid. De lanen zijn nog transparant en de openheid er achter en er tussen kan nog worden ervaren. Daarnaast kan het vanuit cultuurhistorisch oogpunt wenselijk zijn om de oude lanen weer terug te brengen in het landschap. Op kaarten uit de 18^e eeuw is te zien dat belangrijke wegen in het gebied toen al begeleid werden door bomen.



Huidige situatie bomenrij

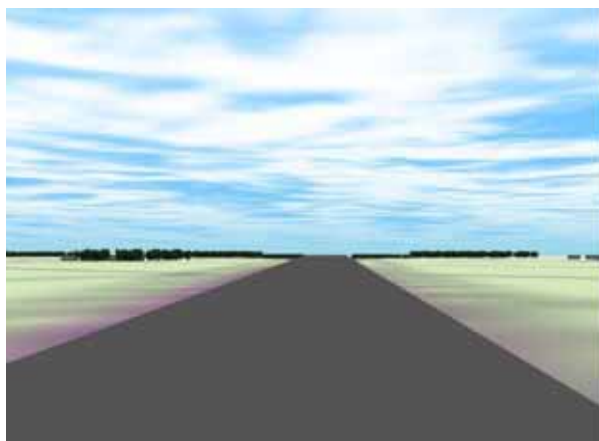
Na principe 'meer bomenrijen'

Figuur 4 Het principe 'meer bomenrijen'

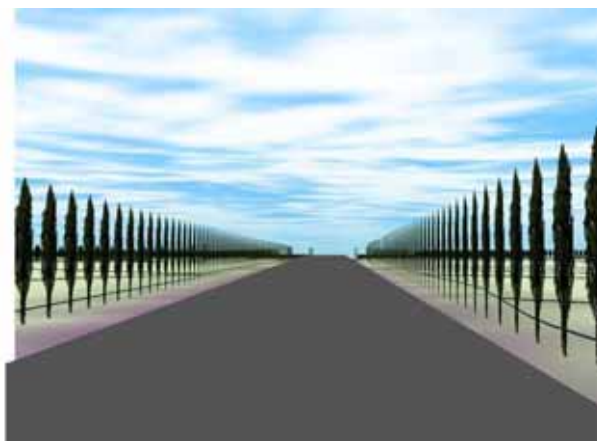
Sommige wegen worden echter niet begeleid door wegbeplanting. In deze gebieden kan het aanbrengen van wegbeplanting wel degelijk een grote impact hebben op de openheid. De landschapselementen ontnemen het weidse zicht. Soms kan dat ook juist de reden zijn om landschapselementen aan te leggen.

Inkapselen storende elementen in het landschap

Regio Rivierenland wordt doorsneden door meerdere transportassen. Diverse snelwegen en spoorlijnen doorkruisen het gebied. Een aantal daarvan kunnen ervaren worden als littekens in het landschap. Laanbomen of bosschages kunnen deze transportassen maskeren. Vanuit het landschap wordt het zicht op de transportas onttrokken, maar ook het 'snelwegpanorama' zal verdwijnen. Op sommige stukken is de snelweg nog niet ingekapseld en is er nog niet een duidelijke scheiding tussen infrastructuur en landschap. Bomenrijen zijn voor behoud van het snelwegpanorama gunstiger dan bosschages, maar bosschages hebben een grotere biomassa-productie. In Figuur 5 is een transportas door in het landschap weergegeven. Links de huidige situatie langs een snelweg, rechts dezelfde snelweg met aan weerszijden bomenrijen.



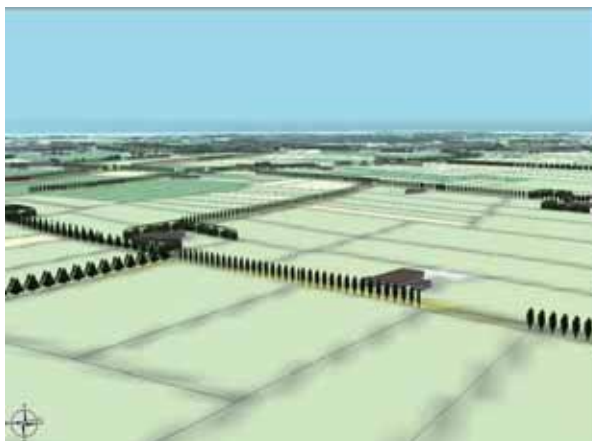
Huidige situatie rondom snelweg



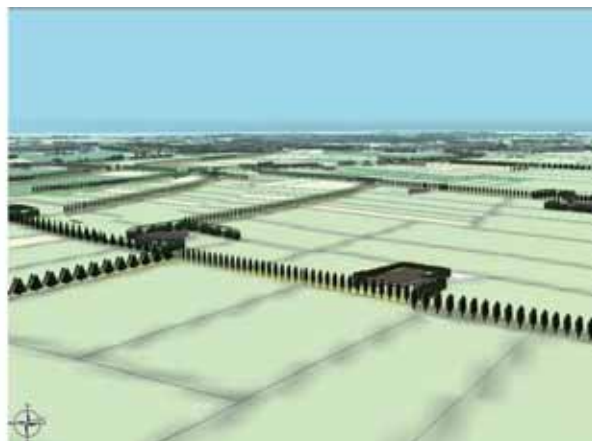
Inkapselen van de snelweg met bomen

Figuur 5 Het principe 'inkapselen' van snelwegen

Agrarische bedrijfsgebouwen worden vaak als ontsierend ervaren. Niet alle erven zijn voorzien van erfbeplanting, terwijl dit de meest historische manier is van biomassa-productie op kleine schaal. Het inkapselen van erven is een kans voor een subtiele verfraaiing van het landschap (Figuur 6). Het consequent inkapselen van erven kan de landschapskwaliteit verbeteren en het vergroot de hoeveelheid biomassa in het landschap. Het inkapselen kan met bomen, maar bijvoorbeeld ook met hagen. Hagen hebben echter een lagere potentie voor biomassa-productie, ongeveer een tiende van die van bomenrijen.



Huidige situatie erven en lanen



Inkapselen van erven, afmaken van lanen.

Figuur 6 Het principe 'inkapselen' van erven

Boomgaarden uitbreiden

Het casestudy-gebied wordt onder meer hoog gewaardeerd vanwege de bloeiende fruitbomen in het voorjaar. Er worden zelfs evenementen georganiseerd om het bloeiende fruit te beleven. Vanuit cultuurhistorisch oogpunt zijn hoogstamfruitbomen interessant, maar bedrijfseconomisch wordt laagstamfruit op veel grotere schaal toegepast. Voor uitbreiding van boomgaarden is echter niet veel ruimte meer in het gebied, omdat niet alle gronden voor fruitteelt geschikt zijn.

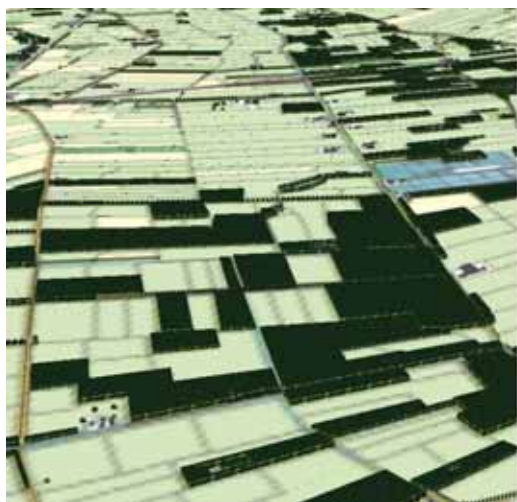
Boomgaarden combineren voedselproductie met een potentie voor biomassa en landschappelijke en cultuurhistorische waarde. Op plekken die daarvoor geschikt zijn, kunnen boomgaarden worden gestimuleerd. Rondom boomgaarden kunnen windsingels worden geplant.

Vergroten van bos en eendenkooien

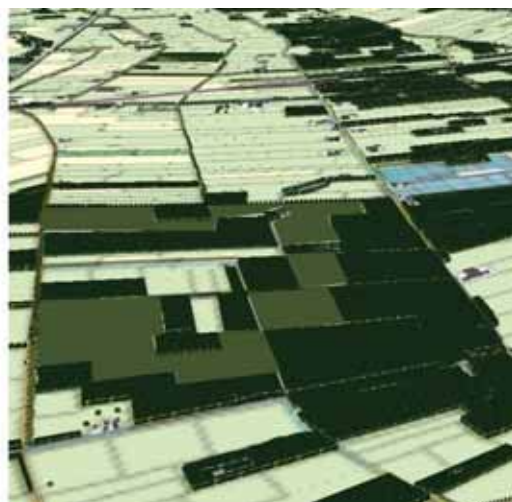
Het verdichten c.q. vergroten van bestaande vlakvormige landschapselementen leidt het snelst tot meer biomassa in het landschap. In figuur 7 is te zien dat stukken bos zijn opgevuld die niet direct aan de weg liggen, of stukken bos zijn opgevuld waar toch al veel bos was, bijvoorbeeld rondom eendenkooien. Gebieden worden niet geheel met bos ingevuld, want juist de bosranden hebben een hoge ecologische waarde. Verdichten van het landschap leidt tot minder bosranden, vergroten van bestaande landschapselementen daarentegen kan leiden tot meer bosranden. Opvullen van 'lege' plekken valt op grote schaal niet heel erg op, maar de energiewinst hiervan is wel het grootst.

De eendenkooien zien er vanaf de weg uit als boomrijen of bosjes, afhankelijk van de grootte van de kooi. Als deze eendenkooien werkelijk overal tot aan de weg worden aangedikt zal de omgeving wel een bosrijker karakter krijgen. Dit kan leiden tot sfeerverandering. Afwisseling en kleinschaligheid mogen niet omslaan in een monotoon landschap. De 'menselijke maat' is van belang om te blijven aansluiten bij de wensen van de gebruikers.

Het verdichten van het landschap is in Figuur 7 zichtbaar gemaakt. Links is het huidige landschap weergegeven, rechts is het landschap verdicht. De kenmerkende openheid van het Rivierengebied wordt relatief weinig aangetast doordat vooral is gezocht naar het opvullen van toch al relatief gesloten gebieden. Wel is er impact op de kleinschaligheid en afwisseling van het landschap.



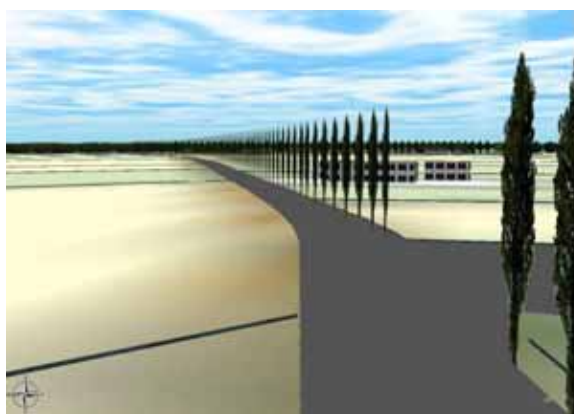
Huidige situatie rivierenlandschap



Na toevoeging landschapselementen

Figuur 7 Verdichten van landschap

Ter vergelijking illustreert Figuur 8 het grote effect van het uitbreiden van bos vanaf een standpunt met een relatief wijds uitzicht vanaf de weg. Het open karakter wordt sterk aangetast. Voor de landschapsbeleving kan rekening worden gehouden met de ligging van wegen en (fiets-)paden door het verdichten van bos meer 'uit het zicht' uit te voeren.



Huidige situatie met eendenkooi nabij



Het effect van bos (te) dicht bij de weg

Figuur 8 Uitbreiden van bos

Grienden

Een voordeel van griend boven bos is dat het landschap open blijft. Bos voldoet echter beter aan het criterium van multifunctionaliteit. Grienden kunnen worden be-

schouwd als pure energieteelt, maar in de Regio Rivierenland horen ze cultuurhistorisch gezien thuis. Op de openheid van het landschap hebben ze geen noemenswaardige invloed, tenzij wordt gekozen voor grienden in de vorm van knotwilgen. Door hun opvallende kleur in de winter en het voorjaar kunnen grienden kwaliteit toevoegen aan het landschap.

Braakliggende terreinen

Braakliggende terreinen worden vaak als rommelig en verwaarloosd ervaren. Veelal hebben deze gronden al wel een bestemming, bijvoorbeeld bedrijventerrein, maar ze behoren dan tot de strategische grondvoorraad van een bedrijf voor eventuele uitbreidingen in de toekomst. Een tijdelijke groene inrichting kan gunstig zijn voor de landschapskwaliteit, ecologische kwaliteit en voor de biomassaproductie. Uit tijdelijke natuur op braakliggende terreinen kan geoogst worden ten behoeve van bio-energie. Het is nu nog lastig om tijdelijke natuur te realiseren zonder dat dit gecompenseerd hoeft te worden als het terrein wordt ingericht. Indien deze juridische barrières worden weggenomen zijn er naast kansen voor natuur ook extra kansen voor bio-energie.

5.5 Analyse: wat betekent dit voor het landschap?

Het toevoegen van een energiedoelstelling voor het landschap leidt tot veranderingen, maar niet per definitie tot een lagere landschapskwaliteit.

De openheid van het landschap was een belangrijk discussiepunt tijdens de workshop. Met name sommige delen op de komgronden hebben in het casestudy-gebied een open karakter. Het open houden van deze kommen is een nadrukkelijke doelstelling in het streekplan. Wat doet het 'maximaliseren' van biomassa met dit landschap? Wat doet het vergroten van elementen zoals eendenkooien met het karakter van het landschap? In hoeverre zijn die effecten ongewenst?

De volgende aandachtspunten kwamen daarbij aan de orde:

- Landschapsidentiteit
- Zichtlijnen (vanaf welk gezichtspunt?)
- Beleving van het landschap
- Afwisseling in het landschap
- Kleinschaligheid en menselijke maat

Het ontwikkelen van een landschap met een nevendoelstelling voor bio-energie vraagt bijzondere aandacht voor de totale kwaliteit van het landschap. Het vergroten van de hoeveelheid biomassa op de ene plek kan aanleiding zijn om andere plekken opener te maken en landschapselementen te verwijderen of bos om te zetten in griend.

Wenselijkheid van landschapseffecten

Het is niet aan de auteurs om te beoordelen of een ingrijpende verandering van het landschap voor de productie van biomassa ongewenst is. Feit is, dat het landschap al-

tijd aan verandering onderhevig is. In het cultuurlandschap Nederland is de functionaliteit van het landschap zeer bepalend geweest, naast de mogelijkheden en onmogelijkheden van de bodem en de hydrologie. Energieproductie uit biomassa uit landschapselementen is een oude functionaliteit, die bovendien afhankelijk is van de bodemgesteldheid en de waterhuishouding. Het nieuw leven inblazen van deze oude functionaliteit zal het landschap veranderen. Er zullen minder landschapselementen vanwege schaalvergroting in de landbouw verdwijnen, het onderhoud van bestaande landschapselementen zal intensiever worden en indien gewenst kunnen landschapselementen worden uitgebreid.

Een grootschalige uitbreiding van landschapselementen (>20% van het huidige landgebruik) kan de identiteit van het landschap veranderen. Identiteitsverandering van het landschap houdt in dat het niet meer herkenbaar is als het eerder voorkomende landschapstype. Hierbij valt te denken aan de open plekken van de komgronden die door toevoegingen van landschapelementen niet meer open aanvoelen. De aanwezigheid of afwezigheid van landschapselementen vormt in grote maten de identiteit van het landschap. Landschapselementen toevoegen in het landschap kan, tot op bepaalde hoogte. Als het rivierenlandschap niet meer herkenbaar is als rivierenlandschap, door de grienden, komgronden, uiterwaarden met al hun karakteristieken, zal het niet acceptabel zijn (Streekplan, paragraaf 7.3).

In het gebied zelf is een voorbeeld aanwezig van een landschap met meer biomassa. Het landgoed Mariënwaerd (gelegen bij Beesd op de oeverwallen langs de Linge), wordt hoog gewaardeerd om de landschappelijke kwaliteit, en heeft meer bomenlanen, bosjes en grienden dan de directe omgeving.



Dijk met bomenrijen en grienden (Landgoed Mariënwaerd).

Het is nuttig gebleken om de effecten van de maatregelen die tweedimensionaal op de kaart zijn gezet, driedimensionaal te bekijken. De beleving van het landschap vanaf realistische standpunten kan daarmee gesimuleerd worden.

6 Discussie

De in dit onderzoek ontwikkelde methodiek kan nog op een aantal punten verbeterd worden. Bovendien is een aantal kennisvragen in het kader van dit onderzoek verkend, terwijl voor toepassing in de praktijk een uitwerking en concretisering noodzakelijk is.

6.1 Beperkte gegevens landschapsbiomassa

Bij het berekenen van de jaarlijkse potentie van biomassa uit landschapselementen zijn aannames gedaan. De belangrijkste aanname is, dat de bijgroei een goed beeld geeft van de potentiële jaarlijkse productie uit landschapselementen. In de huidige situatie omvatten de groene reststromen uit het landschap minder dan de bijgroei. Bij een goede prijs voor de afzet van landschapsbijproducten zal het aanbod van biomassa toenemen. In diverse landschapselementen zal gedurende de eerste jaren meer geoogst worden dan de bijgroei. Bijvoorbeeld, als opnieuw hakhoutbeheer in houtwallen wordt geïntroduceerd, zullen de meeste grotere bomen worden geveld. Hetzelfde geldt voor eendenkooien, waarbij een deel van het bos (opnieuw) kan worden omgezet naar griend. Het is dus de vraag of de huidige bijgroei en beeld geeft van de toekomstige bijgroei in het nieuwe evenwicht dat zal ontstaan.

De gegevens over bijgroei zijn, weliswaar gecorrigeerd, gebaseerd op cijfers uit de bosbouw. Er zijn nog onvoldoende exacte gegevens over bijgroei in niet-bosgebieden. De verkenning van de beschikbare landschapselementen in Nederland is gebaseerd op vrij grove cijfers. Momenteel is een Meetnet Kleine Landschapselementen (MKLE) in opbouw. In dit meetnet worden kleine landschapselementen in kaart gebracht. Mogelijk kunnen vanuit dit Meetnet nauwkeurigere gegevens gedestilleerd worden omtrent de hoeveelheid landschapselementen en de jaarlijkse potentie van biomassa daaruit.

6.2 Optimalisatie van het model

In dit onderzoek is een model ontwikkeld en getest met behulp van een casestudy. Op diverse punten kan het model nog worden uitgewerkt en verbeterd. Dit zou zeker interessant zijn omdat vanuit enkele regio's reeds interesse is getoond voor de gekozen werkwijze.

In Bijlage 3 is weergegeven hoe de vertaling is gemaakt van ton_{ds} naar energiewaarde, (op basis van Rabou et al. 2006). Voor alle houtsoorten geldt dezelfde omrekeningsfactor. De energiewaarde varieert echter per houtsoort (zie bijvoorbeeld de Phyllis database: ECN, 2008). Dit is niet verwerkt in de huidige versie van het model. Desgewenst kan het model hierop verfijnd worden, mits ook gegevens bekend zijn over de soortensamenstelling van de landschapselementen.

De volledige bijgroei is in het model meegenomen voor de bepaling van de energiepotentie. Er is nog geen rekening gehouden met het cascaderen van biomassa, of een afweging tussen de materiaalroute en de energieroute. Stamhout heeft bijvoorbeeld een grote potentie om in de materiaalindustrie te worden gebruikt. In een volgende versie van het model zou rekening gehouden kunnen worden met het scheiden van bijproducten voor verschillende stromen.

De reststromen uit de landbouw zijn in het model niet meegenomen maar hebben wel potentie. Uit de fruitteelt komt bijvoorbeeld fruitafval vrij dat kan worden vergist. Graanteelt levert stro op. Door primaire bijproducten uit de landbouw mee te nemen in het model, kan een betere afweging worden gemaakt ten aanzien energie-optimalisatie van het landschap.

Bij het ter perse gaan van dit rapport waren de studentenonderzoeken die betrekking hebben op logistieke modellering nog niet afgerond. Een integratie van het logistieke aspect in het landschapsmodel is hierdoor nog niet gemaakt, maar zeker gewenst. De mogelijkheden om deze te koppelen moeten nog worden bekeken.

Het huidige model rekent met de aan- of afwezigheid van verschillende typen landschapselementen. Het effect van een ander (intensiever) beheer is nog niet meegenomen. Ook in de visualisatie zijn de effecten van intensiever beheer nog niet verwerkt.

6.3 Verbetering van het interactieve ontwerpproces

Het model kan zelfstandig worden toegepast, bijvoorbeeld voor het doorrekenen van een landschapsontwikkelingsplan (LOP), maar het kan ook worden ingezet in een interactief ontwerpproces met behulp van de Maptable. De workshop, waarvan de inhoudelijke resultaten zijn beschreven in Hoofdstuk 5, heeft tevens enkele inzichten opgeleverd in de mogelijkheden en beperkingen van dit interactieve ontwerpproces.

De methode is geschikt voor het verkennen van de energiepotentie van landschapsbiomassa in een gebied. Een interactief ontwerpproces met behulp van de Maptable is zinvol met mensen die het gebied en de ontwikkelingen in het gebied goed kennen. Per vraag kan het nodig zijn om een ander schaalniveau te kiezen. Logistieke vragen moeten voor een groter gebied worden onderzocht. Een algemene landschapsanalyse vindt eveneens plaats op een grotere schaal, terwijl het landschapsontwerp vraagt om inzoomen naar een kleiner schaalniveau. Het ontwerpproces, met name op het kleinere schaalniveau, gaat gepaard met veel discussie. Voor deze discussie moet voldoende ruimte zijn. Het is daarom van belang het in de groep te ontwerpen gebied niet te groot te maken. Meerdere groepen kunnen werken aan deelgebieden. De workshop levert ontwerpprincipes op die plenair kunnen worden besproken en die naderhand voor een groter gebied kunnen worden uitgewerkt.

Vervolgens wordt het ontworpen landschap beoordeeld op landschapskwaliteiten. Een 3D-visualisatie van de landschapsmetamorfose ('voor en na') kan hierbij behulpzaam zijn.

Een interactief ontwerpproces met behulp van de Maptable verloopt dan via de in Tabel 8 vermelde stappen.

Tabel 8 Stappen bij interactief ontwerpproces

stap	omschrijving	schaal
0	Vorbereiding workshop, vullen database	regio
1	Landschapsanalyse	regio
2	Afwegingen over de lokalisering van één of meerdere energiecentrales en biomassawerven.	regio
3	Wat is de energiepotentie van het huidige landschap?	regio en gemeente
4	Wat is de energiepotentie van het gewenste landschap (LOP)?	gemeente
5	Wat is de energiepotentie van een energielandschap?	gemeente of kleiner
6	Wat zijn de landschapskwaliteiten van het energielandschap?	gemeente of kleiner
7	Discussie: welke ontwerpprincipes moeten ten grondslag liggen aan de nadere uitwerking?	regio
x	Uitwerking scenario in concept, opschalen ontwerp(-en). Evaluatie op energiewinst en landschapskwaliteiten	regio

6.4 Afhankelijkheid van ontwerp en grondposities

De effecten van het toevoegen van de nevendoelstelling energieproductie aan het landschap op de landschapskwaliteit zijn in grote mate afhankelijk van de uitgangspunten voor het ontwerp en van de grondpositie. Mogelijke negatieve effecten op de landschapskwaliteit kunnen voor een groot deel worden ondervangen door goede uitgangspunten te kiezen voor het ontwerp. Behoud van openheid dan wel kleinschaligheid van het landschap kunnen bijvoorbeeld als eis worden meegegeven. Conceptontwerpen moeten uiteraard op landschapskwaliteit worden geëvalueerd. De haalbaarheid van een energielandschap is in grote mate afhankelijk van de medewerking van de grondeigenaren. Het ligt daarom voor de hand om te beginnen met gronden die in eigendom zijn van de overheid of van terreinbeherende organisaties, zoals wegbermen en recreatieterreinen. Particuliere eigenaren en boeren zullen naar verwachting pas overgaan tot het uitbreiden van landschapselementen als de marktprijs voor landschapsbiomassa hoog genoeg is of er een goede combinatie te maken valt met particulier of agrarisch natuurbeheer.

6.5 Toepassingsmogelijkheden biomassastromen

De ontwikkelingen op het gebied van bio-based economy en bio-energie gaan snel. Aangezien de conversietechnieken niet de kern uitmaakten van dit onderzoek, is de kans groot dat de allerlaatste ontwikkelingen niet in dit rapport te vinden zijn. Ontwikkelingen als biomassawerven, bioraffinage en nieuwe conversietechnologieën zijn gunstig voor het landschapsbeheer. De vraag naar biomassa stijgt, waardoor landschapsbiomassa naar verwachting meer toepassingsmogelijkheden zal krijgen dan op dit moment. Bovendien worden technologieën ontwikkeld voor de verwerking van op dit moment onverkoopbare materialen uit diverse stromen. Voor het landschapsbeheer is dat een interessante ontwikkeling, omdat een belangrijk deel van de landschapsbijproducten momenteel niet kan worden afgezet. Het gaat dan met name om blad, gras, plagsel en heterogene houtige materialen. Met name vergassing (grasachtig materiaal, vervuild materiaal), bioraffinage (grasachtig materiaal), pyrolyse en torrefactie (heterogene biomassa) bieden in de toekomst perspectief. Aangezien waarschijnlijk geen energiecentrales zullen worden gebouwd puur voor de verwerking van biomassa uit landschap en natuur, is het landschapsbeheer gebaat bij een materiaalindustrie en energiecentrales die diverse en heterogene materialen kunnen verwerken.

6.6 Kosten en opbrengsten

Een groot deel van dit rapport is gebaseerd op de aanname dat een goede marktprijs voor landschapsbiomassa mogelijk moet zijn. Een economische haalbaarheid maakte echter geen deel uit van dit onderzoek. Een economisch haalbaarheidsonderzoek kan inzicht geven in de minimumprijs waarvoor beheerders bereid zullen zijn om hun materialen af te voeren en aan te bieden bij een biomassawerf of een energiecentrale. Dit kan een negatieve prijs zijn omdat het momenteel geld kost om biomassa af te leveren bij bijvoorbeeld een composteerder. Daarnaast is de prijs van belang waarvoor beheerders bereid zullen zijn om hun landschapselementen intensiever te gaan beheren. De prijs op basis waarvan beheerders landschapselementen zullen gaan uitbreiden is eveneens interessant. Uiteraard staan de opbrengsten in relatie tot de kosten van landschapsbeheer, opslag, verwerking en transport.

6.7 Effecten op ecologie en cultuurhistorische waarde

In Hoofdstuk 2 is in grote lijnen geschetst wat effecten kunnen zijn van energiewinning op ecologische en cultuurhistorische waarden van landschapselementen. Het verdient echter aanbeveling deze verkenning verder uit te diepen.

7 Conclusies

De kernvraag voor deze verkenning was wat de betekenis kan zijn van het winnen van bio-energie uit het landschap. Het gaat hierbij zowel over de potentie van biomassa uit het landschap voor energiewinning, als om de effecten van dit gebruik op het landschap zelf. Belangrijke vragen hierbij waren:

1. Kan dit op een duurzame manier?
2. Wat zijn de mogelijkheden?
3. Ontstaat een nieuw landschapstype, 'het energielandschap'?

Het uitgevoerde onderzoek heeft geleid tot de volgende inzichten:

7.1 Hoe duurzaam is het winnen van bio-energie uit het landschap?

Bio-energie van eigen bodem is niet per definitie duurzaam. Geconcludeerd kan worden dat, uit globale kwaliteitsoverwegingen, biomassa voor energie geen gewenste route is omdat het teveel claims legt op gronden die van belang zijn voor in de eerste plaats voedsel en in de tweede plaats vaste stoffen. Landschapselementen, (die biomassa-reststromen leveren) hoeven echter niet direct te verdwijnen. Vooralsnog zijn de cultuurhistorische waarden en de natuurwaarden legitiem genoeg.

Voor het beheer van de landschapselementen en van veel natuurgebieden, agrarische cultuurlandschappen met een natuurdoelstelling en wegbermen is de afvoer van biomassa vanuit beleidsoogpunt gewenst. Momenteel is bio-energie een optie om deze biomassa-reststromen nuttig te gebruiken.

Op termijn is het echter gewenst materiaaltoepassingen te ontwikkelen voor biomassa-reststromen en deze zoveel mogelijk te cascaderen. Energielandschappen worden daarmee materiaallandschappen. Vooralsnog is de 'materiaalmarkt' echter niet in staat om vraag van betekenis te creëren naar biomassa uit het landschap.

Een intensiever beheer van landschapselementen met biomassaproductie als neven-doelstelling kan gewenste en ongewenste effecten hebben op flora en fauna. Biomassaproductie uit landschapselementen ligt qua functionaliteit vaak dicht bij het historische beheer dan het huidige beheer. Het aanzien van met name houtige landschapselementen zal veranderen: het wordt niet identiek aan de historische verschijningsvorm, maar ligt er naar verwachting dichtbij.

De marktprijs voor biomassa is bepalend voor aanleg en beheer van landschapselementen.

7.2 Wat zijn de mogelijkheden om bio-energie te winnen uit het huidige landschap?

Ten aanzien van beleid en regelgeving

Het beleid van de Nederlandse overheid stimuleert landschapsbeheer en de bio-based economy inclusief bio-energie. De regelgeving is echter nog niet aangepast op

een levendige handel in bijproducten en kan een obstakel vormen. Voor bermgras is dit al eens gebleken.

Ten aanzien van conversietechnologieën en logistiek

De snelle ontwikkelingen op het gebied van bioraffinage en conversietechnologieën zullen naar verwachting leiden tot installaties waar een breder aanbod aan landschapsbijproducten kan worden verwerkt. De ontwikkeling van biomassawerven en bioraffinage kan bijdragen aan een efficiëntere en beter gecascadeerde toepassing van biomassa en kan een belangrijke stap zijn naar een toekomstige overschakeling van de energieroute naar de materiaalroute.

Ten aanzien van de logistiek

Logistiek is een sleutelfactor voor het opbouwen van een rendabele landschapsbiomassa-keten. Naar verwachting zijn de huidige ketens en locaties van verzamelpunten en energiecentrales niet optimaal voor een energie-efficiënte ketenlogistiek.

Ten aanzien van het huidige landschap

Het Nederlandse landschap, met uitzondering van bossen en natuurgebieden, is goed voor bij benadering 609 kton_{ds} oogstbare biomassa per jaar, waarvan 376 kton_{ds} houtige materialen en 233 kton_{ds} grasachtige materialen. Het Groenboek Energietransitie (Platform Groene Grondstoffen, 2007) verwacht in 2010 een totaal aanbod voor energieproductie van 34 Mton_{ds} biomassa per jaar, waarvan 1040 kton_{ds} houtblokken en houtsnippers, en 590 kton_{ds} bermgras en hooi. Op basis van deze verkenning zou het huidige landschap daarvan respectievelijk 36% en 39% kunnen leveren.

7.3 Ontstaat een ‘energielandschap’?

Het landschap biedt diverse mogelijkheden om het aanbod van biomassa te vergroten. Ten eerste kunnen de huidige landschapselementen intensiever worden beheerd. Het is niet duidelijk hoeveel extra biomassa dit (tijdelijk) zal opleveren. Door een intensiever beheer zal de aanblik van het landschap enigszins kunnen veranderen. Gedegradeerde landschapselementen zullen worden opgewaardeerd. Het gebruik van landschapselementen voor energie kan er dus aan bijdragen dat het ten doelgestelde landschap gerealiseerd wordt, met name als het gaat om cultuurhistorische doelstellingen.

Ten tweede kunnen meer landschapselementen worden aangelegd en huidige landschapselementen kunnen worden vergroot of compleet gemaakt. Gedacht kan worden aan het vergoten van eendenkooien, herstellen van lanen of het verbreden van houtsingels. Daarnaast is er soms de wens om juist wel het landschap ingrijpender te veranderen. Voorbeelden hiervan zijn stedelijke uitloopgebieden en het “inpakken” van transportassen. In de casestudy leidde het ontwerpen van een (fictief) multifunctioneel energielandschap tot een aanzienlijke toename van de biomassapotentie. Een aanzienlijk deel daarvan is toe te schrijven aan het uitbreiden c.q. vergroten van bestaande bossen en grienden, waarbij het karakter van het landschap overeind bleef.

Een ontwerp voor een energielandschap moet aan een aantal randvoorwaarden voldoen om te kunnen spreken van een duurzaam energielandschap:

1. Het landschap is multifunctioneel. Landschapselementen hebben nooit een pure energieteelfunctie; ze sluiten aan bij bestaande doelstellingen. Energie uit biomassa is een nevenfunctie;
2. De voorkeur gaat uit naar lijnvormige elementen vanwege het beperkte ruimtebeslag, en naar voor landbouw minder geschikte gronden, braakliggende terreinen en overhoekjes;
3. Het karakter van het landschap mag niet wezenlijk worden aangetast;
4. Landschapselementen moeten passen bij de bodemgesteldheid en het cultuurhistorisch gebruik van het landschap;
5. Er wordt rekening gehouden met andere randvoorwaarden, bijvoorbeeld op het gebied van waterbeheer en veiligheid.

Het is mogelijk gebleken om een energierijker landschap te ontwerpen dat aanzienlijk meer biomassa bevat, zonder dat het karakter van het landschap wezenlijk wordt aangetast. Het energielandschap is als het ware een versterkte versie van het huidige landschap. De sleutel hiertoe ligt in het versterken van de bestaande landschapsstructuur.

Methode

Ondanks dat de gebruikte methode voor het ontwerpen van energielandschappen nog niet uitontwikkeld is, is die waardevol om inzicht te krijgen in de te maken afwegingen en in de energieresultaten van het ontwerp. Het interactieve ontwerpproces maakt het mogelijk om vanuit meerdere invalshoeken, belangen en disciplines naar het landschap te kijken. Dit is van essentieel belang voor een duurzaam en multifunctioneel energielandschap.

Literatuur

- Bakker, J., T. van den Bergh, J. Faber, P. van Midwoud en I. Verbeek, 2007. Herkomst, hoeveelheid en soort biomassa in Nederland. Houtkachels, elektriciteitscentrales en transportbrandstoffen. AMC case study. Wageningen University.
- Bleumink, H. en J. Neefjes, 2007. Instrumenten voor het Cultuurlandschap. Een beknopt overzicht van de beleidsinstrumenten voor natuur, cultuur en landschap. Overland, Boxtel.
- Boer, D. de, 2007. Presentatie BioEnergie Noord bij themadag Energie uit Hout, Gemeente Winterswijk, Woold.
- Coenen, J. en S. Schlatmann, 2007. Rentabiliteit biomassa wkk. Mogelijkheden tot verbetering. Cogen Projects in opdracht van SenterNovem.
- Commission of the European Communities, 2007. Commission staff working document. Accompanying document to the Communication from the commission to the council and the European parliament. Renewable energy road map. Renewable energies in the 21st century: building a more sustainable future. Impact assessment. European Commission, Brussels.
- Davila, J., S. Siebrand en E. Schuman, 2006. The origin of fuel wood for stoves in the Netherlands. AMC case study, Wageningen University.
- Diekema, W.H., Mol, R.M. de, Annevelink, E. & Elbersen, H.W. (2005). Combining goals in the logistics bio-energy chains. In 14th European Biomass Conference, Paris, 17 -21 October, 2005 (pp. 495-498). Paris. (WUR)
- Dijkstra, H., J.J. de Jong, C. Schuiling & M.N. van Wijk, 2001. Kosten van landschapsbeheer; grondslagen voor verdeling van geld voor landschapsbeheer. Wageningen, Alterra, Alterra-rapport 204, 88 blz.
- European commission, 2007. Innovation and technological development in energy. Public consultation report. Report of the public consultation on the European strategic energy technology plan (SET-plan). Directorate-general for energy and transport: Directorate d - new and renewable energy sources, energy efficiency & innovation. Brussels, 01.09.2007
- Feenstra, F.; Gigler, J.K.; Mol, R.M. de; Bosma, A.H. (1995). Logistiek bij de inzameling van biomassa Instituut voor Milieu- en Agritechniek (Institute of Agricultural and Environmental Engineering)
- Frank, D.I. (2007); Modelling bio energy production from waste of landscape elements, A case study of Rivierenland, The Netherlands. BSc thesis, Wageningen University.
- Gerlagh, T. en E. Lamers, 2006. Actieplan Biomassa: inhoudelijk eindrapport. SenterNovem, Utrecht.
- Ghiani, G., Laporte, G., et al. (2004). Introduction to logistics systems planning and control. Chichester, Wiley
- GS besluitenlijst 8 februari 2007. Provincie Fryslan, Leeuwarden.
- IKL, 2005. Gedragscode Flora en faunawet. Stichting IKL, Roermond
- IMAG DLO, 2001. Het Groene Boek. Tijdnormen groenvoorzieningen en buitensportaccommodaties. Wageningen, DLO-Instituut voor Mechanisatie Arbeid en Gebouwen/Commissie Normering Groen.

- IEA, 2007. RENEWABLES FOR HEATING AND COOLING. Untapped Potential. Paris, International Energy Agency, 207 p.
- Jansen, O., 2005. Energie voor het oprapen. Actieprogramma bio-energie Overijssel 2005-2008. Provincie Overijssel, Zwolle.
- Jong, J.J. de, J.H. Spijker, R.J.A.M. Wolf, A. Koster & A.H. Schaafsma 2001. Beheerskosten en natuurwaarden van groenvoorzieningen langs rijkswegen. Een vergelijking tussen traditioneel beheer en ecologisch beheer van grazige bermen, boomweiden en bermsloten. Alterra, Rijkswaterstaat. Rapport DWW-2001-074.
- Liu, S.C.(2008). MSc thesis in progress, Wageningen University
- Kremers, G.J., T. van Esch en J.G. Cuperus, 2005. Afval of biomassa? Een juridische onderbouwing. SenterNovem, Den Haag.
- LNV, 2006. Buiten aan het werk. Houd tijdig rekening met beschermde dieren en planten! Brochure. Ministerie van LNV, Den Haag.
- Mol, R.M. de; M.A.H. Jogems, P. van Beek, J.K. Gigler, 1997 Simulation and optimisation of the logistics of biomass fuel collection. Netherlands Journal of Agricultural Science 45, pp. 217–226
- Ontwikkelingsmaatschappij Flevoland, 2007. Aanpak duurzame energie in flevoland. Eindrapportage. Inventarisatie en begeleiding van initiatieven rond bio-energie in Flevoland. Ontwikkelingsmaatschappij Flevoland, Lelystad
- Platform Groene Grondstoffen, 2007. Groenboek energietransitie. Platform Groene Grondstoffen, Sittard. SenterNovem publicatie 8ET -07.01
- Provincie Gelderland, 2005. Streekplan Gelderland 2005. Kansen voor de regio's. Vastgesteld door Provinciale Staten op 29 juni 2005 (PS2005-413)
- Provincie Gelderland, 2007. Nationaal landschap Rivierengebied. Integraal uitvoeringsprogramma voor het Gelderse deel; De Betuwe. Provincie Gelderland Voorlopig vastgesteld d.d. 15 mei 2007
- Provincie Gelderland, 2007. Streekplanuitwerking nationale landschappen. Provincie Gelderland, Arnhem.
- Provincie Groningen, 2006. Actieplan Biomassa Provincie Groningen 2007-2010.
- Rabou, L.P.L.M, E.P. Deurwaarder, H.W. Elbersen en E.L. Scott, 2006. Biomassa in de Nederlandse energiehuishouding in 2030. Platform Groene Grondstoffen, ECN/ WUR (A&F)
- Raffe, J.K. en J.J. de Jong, 2006. Normenboek Natuur, Bos en Landschap. Tijd- en kostennormen voor inrichting en beheer van natuurterreinen, bossen en landschapselementen. Wageningen, Alterra, Research Instituut voor de Groene Ruimte, 117 p.
- Regio Rivierenland, 2005. Voorstel plan van aanpak realisatie duurzame energie Rivierenland. Regio Rivierenland, Tiel.
- Regio Rivierenland, 2007. Resthout beheerst verbranden. Versie 3. Beleid van de gemeenten in regio Rivierenland voor het verbranden van resthout in de open lucht. Regio Rivierenland, Tiel.
- Spijker J.H. & P. Rijk 1999. Kosten snoeihoutverwerking kunnen meestal omlaag. In Tuin & Landschap, vakblad voor de groenvoorziening jrg 21, nr. 6 p. 54-56.
- Stadswerk/ VHG 2006. Gedragscode Flora- en faunawet bestendig beheer gemeentelijke groenvoorzieningen. Vereniging Stadswerk Nederland, Vakgroep Groen, Natuur en Landschap. Vereniging van Hoveniers en Groenvoorzieners (VHG). Stadswerk, Ede.

- Stiboka, 1973. Bodemkaart van Nederland. Blad 39 Oost en 39 West. Wageningen
- Stichting Energy Valley, 2005. Perspectief voor Energy Valley. Notitie. Stichting Energy Valley, Buitenpost.
- Stortelder, A.H.F. en J.L.M. Bruinsma, 2007. Biologische landbouw als leverancier van biodiversiteit en landschap. Welke vragen moeten worden beantwoord om deze rol te versterken? Wageningen, Alterra. Alterra rapport 1474.
- Task Force Energietransitie, 2006. Criteria voor duurzame biomassaproductie. Eindrapport van de projectgroep 'Duurzame productie van biomassa'
- Tilburg, X. van, E. Pfeiffer, J. Cleijne, G. Stienstra en S. Lensink, 2007. Technisch-economische parameters van duurzame elektriciteitsopties in 2008. Conceptadvies onrendabele topberekeningen. ECN, KEMA.
- Visser, A.M.J., K. Eising en M. Chang, 2004. Gebiedsgerichte visie Duurzame energie in Rivierenland. Ecofys. In opdracht van Regio Rivierenland, Tiel.
- VROM, 2007. Werkprogramma Schoon en Zuinig. Nieuwe energie voor het klimaat. VROM 7421, Den Haag, september 2007

Internetbronnen

Afvalverwijdering Rivierenland (2007)

- <http://www.avri.nl/> (21-11-2007)

Google Maps (2007)

- <http://maps.google.nl/maps?tab=wl> (22-11-2007)

Annevelink, B., De Mol, R.(2007)

- http://www.ieabcc.nl/meetings/task32_Berlin_ws_system_perspectives/04_Aannevelink.pdf (3-12-2007)

ECN (2008)

- <http://www.ecn.nl/phyllis/>

diverse

- http://ec.europa.eu/external_relations/energy/biofuels/index.htm
- www.gelderland.nl
- www.SenterNovem.nl
- www.biomassandbioenergy.nl

Bijlage 1 Kosten van verwerking van groenafval

Aan de hand van het Normenboek Natuur bos en landschap (Van Raffé en De Jong, 2006), het Groene boek (IMAG, 2001) en onderzoek naar de kosten van snoeihoutverwerking (Spijker & Rijk, 1999) zijn de kosten voor verwerken van houtsnippers berekend. De kosten van terugspuiten van houtsnippers worden geschat op € 40 - 200 per ton_{ds} houtsnippers. Daarbij gelden de laagste kosten voor hout van 15 cm dit uit singels, terwijl de hoogste kosten gelden voor dun snoeihout.

Het aanbieden van takhout bij de composteerder wordt geschat op € 40 per ton_d plus transportkosten van € 0,31 per ton_{ds}·km (enkele reisafstand), en het aanbieden van takhout voor energie-opwekking (uitgaande van een 0-tarief) komt in deze studie op € 32 – 35 plus transport van € 0,42 per ton_{ds}·km (enkele reisafstand).

Bijlage 2 Kwantificering van de jaarlijks beschikbare biomassa uit de verschillende landschapselementen

Berekening biomassa en bijgroei

De areaal aan bosjes, solitaire bomen, hoogstamboomgaarden, grienden, heggen en heide is geselecteerd op basis van het digitale topografische vectorbestand van 1:10.000 (Top10-vector: Dijkstra et al. (2001)), de digitale Bosstatistieken. Hierin zijn de landschapselementen landelijk vastgelegd volgens nauw omschreven definities.

In Dijkstra et al (2001) waren bomenrijen langs wegen buiten beschouwing gelaten. Gegevens van bomenrijen zijn daarom afkomstig van Clements et al. (2003), die op basis van het databestand VIRUS de hoeveelheden had berekend voor lijnvormige beplantingen. Die aantallen zijn gecorrigeerd voor de lijnvormige beplantingen die door Dijkstra et al. (2001) waren gegeven.

Gegevens over de eendenkooien in Nederland komen uit Baas et al. (2000). Het aantal boerenerven is afkomstig van de landbouwtellingen van LEI & CBS (2000). Dit is exclusief de erven van de glastuinbouw. Over het aantal erven van burgers in het buitengebied, voornamelijk op voormalige boerderijen, is gepubliceerd door La Rutte et al. (2005).

Er is in Nederland ruim 3.300 ha hoogstamboomgaard. Op de Top-10-vectorkaart komt zowel de legenda-eenheid fruitkwekerij voor als de legenda-eenheid boomgaard. Aangenomen is dat bij “boomgaarden” het vooral gaat om hoogstamboomgaarden. Deze zijn uit de Top-10-vectorkaart geselecteerd en meegenomen in deze studie.

Van de aantallen landschapselementen zijn verschillende statistieken beschikbaar, die op punten van elkaar verschillen. Zo hebben ook Dijkstra et al (2003) aantallen landschapselementen gepubliceerd, onder iets andere aannamen dan Dijkstra et al (2001). De gebruikte data van de Top-10-vectorkaart zal op onderdelen ook niet helemaal kloppen en/of compleet zijn. Zo zullen niet alle solitaire bomen zijn opgenomen. De gehanteerde hoeveelheden, maar ook de producties, zullen zodoende afwijken van de werkelijkheid. Ze geven echter wel een beeld van de orde van grootte van de aantallen landschapselementen en de biomasabijgroei. Er lopen momenteel studies om informatie over landschapselementen te verbeteren, maar het is nog onduidelijk wanneer daarvan de resultaten beschikbaar zijn. Het zou goed zijn om ook van de bijgroei van de landschapselementen meer gegevens te verzamelen.

Tolkamp et al. (2006) geven een variatie voor de bossen van Staatsbosbeheer van spilhout van 3,2 tot 9,6 m³/ha/jaar met een gemiddelde van 7,5 m³/ha/jaar. De gemiddelde bijgroei van spilhout in het totale Nederlandse bos bedraagt ca. 8 m³/ha/jaar (Dirkse et al., 2007), maar daarin zijn een aantal minder productieve bosvormen niet meegenomen. We gebruiken dit laatste bijgroeicijfer van het spilhout (de stam zonder de takken) voor de meeste houtige beplantingen omdat de verwachting is dat de landschapselementen over het algemeen op wat rijkere groeiplaatsen staan.

Voor de berekening van het takhout wordt gebruik gemaakt van de BEF (Biomassa Expansie Factor), zoals bepaald door Baritz et al. (2000). Deze zijn ook te vinden in de ‘Allometric Biomass and Carbon Factor Database’ van het IPCC (2003). Deze is voor loofhout gemiddeld 0,24 en voor naaldhout gemiddeld 0,14. We hebben hier

voor naaldhout en loofhout samen, rekening houdend met de verschillende aandelen, een (gewogen) gemiddelde van 0,20 gebruikt waar het om gemengde beplantingen gaat.

Voor de conversie van volume naar gewicht in tonnen droge stof is gebruikt gemaakt van de dichtheden die zijn vast gelegd in de 'Allometric Biomass and Carbon Factor Database' van het IPCC (2003). Deze is voor loofhout gemiddeld 0,6 ton droge stof (ds) per m³ en voor naaldhout gemiddeld 0,5 ton ds per m³.

De berekende biomassa uit de verschillende houtige landschapselementen is uitgesplitst in spilhout en takhout. Veel van het spilhout kan immers ook voor hoogwaardiger toepassingen gebruikt worden, waardoor een hogere opbrengst (in geld) wordt verkregen. Bij houtige beplantingen is alleen de productie van houtige biomassa meegenomen. Eventuele gras- en kruidachtige vegetatie die ook in de elementen groeit en bladmassa zijn buiten beschouwing gebleven.

De productie van biomassa in wegbermen verschilt afhankelijk van de bodem. In het algemeen neemt de productie af door het herhaaldelijk afvoeren van biomassa. De productiegegevens over wegbermen komen uit bodemstatistiek 2000 (CBS 2002) en De Jong et al. (2001) en een verkennend onderzoek voor inzet van bermgras in Overijssel voor duurzame energieopwekking (Duurzame energie Scan, Novem, 2003).

Solitaire bomen

De bijgroei van solitaire bomen is niet eenvoudig te berekenen op basis van een oppervlakte en een bijgroei per oppervlakte, omdat het oppervlakte van een solitaire boom varieert in de tijd. De bijgroei per boom varieert eveneens in de tijd. Zo is de bijgroei van een volwassen boom veel groter dan die van een jonge boom. Er zijn ook geen gegevens bekend van de gemiddelde leeftijd van het huidige bomenbestand of de gemiddelde leeftijd waarop de bomen geveld worden en de omvang die ze daarbij hebben.

Er is daarom uitgegaan van verschillende benaderingen. Bij de eerste benadering is uitgegaan van een gemiddelde leeftijd van het huidige bomenbestand van 55 jaar. Daarbij is de bijgroei per boom gezocht zoals die door Janssen et al (1996) is aangegeven voor bomen in bosverband. Enerzijds kunnen solitaire bomen een hogere groei (per boom) vertonen doordat er minder concurrentie is met andere bomen. Anderzijds zijn de soortensamenstelling en beheer in het bos mogelijk meer gericht op productie. Wat het netto resultaat van de effecten is, is niet bekend.

Bij een volgende benadering is er van uitgegaan dat bomen geveld worden op een gemiddelde leeftijd van 100 jaar. Daarbij is het volume per boom opgezocht zoals die door Janssen et al (1996) is aangegeven voor bomen in bosverband.

In beide gevallen is uitgegaan van de tabellen voor groeiklasse 8 (bijgroei gemiddeld 8 m³ per ha per jaar). Beide benaderingen zijn ruw en op basis van grove aannamen. In beide gevallen komt de gemiddelde bijgroei per boom uit op 0,02 m³/jaar uit. Die waarde is hier gebruikt, maar is gecorrigeerd voor extra groei van solitaire bomen ten opzichte van bomen in bosverband. Er is uitgegaan van 50% extra groei (mond. meded. J. Kopinga).

Op basis van die aannamen is de hoeveelheid spilhout 7.726 m³ en de hoeveelheid takhout 1.854 m³. Rekening houdend met een conversie van 0,6 ton/m³ is dit 4.558 ton drogestof aan spilhout en 1.094 ton ds aan takhout.

Bosjes kleiner dan 0,5 ha

In het landelijk gebied komt volgens de Top-10 vector in het totaal 23.131 ha bos voor met een oppervlakte van kleiner dan 0,5 ha. Deze bosjes zijn in het onderzoek van Spijker et al. (in prep) naar de biomassa uit bos en natuur buiten beschouwing gebleven. Hiervan is 98 % loofbos (de bosjes met een oppervlakte van 0,5 - 5 ha zitten hier niet bij, deze zijn ook veelal in het bezit van de natuur beschermende organisaties).

De leeftijd van deze bos-elementen liggen onder de gemiddelde leeftijd van het overige Nederlandse bos. Voor de bijgroeicijfers gaan we uit van een gemiddelde bijgroei van 8 m³/ha/jaar (Dirkse et al., 2007).

De jaarlijks oogstbare hoeveelheid, als 100% van de bijgroei daadwerkelijk wordt geoogst: 185.048 m³ spilhout en 44.412 m³ takhout. Dit is aan droge stof respectievelijk 98.075 ton ds spilhout en 23.358 ton ds takhout

Houtwallen

Er is totaal in Nederland 3894 km aan houtwallen (veel voorkomend in Friesland, Drenthe en Overijssel. Als ervan uitgegaan wordt dat houtwallen gemiddeld 8 m breed zijn (Dijkstra et al., 2001), beslaat elke km houtwal 0,8 ha. Er is zodoende in totaal 3.115 ha houtwal.

De meeste houtwallen in Nederland worden niet meer als houtwal onderhouden. Veel van de beplanting die oorspronkelijk herhaaldelijk werd afgezet, is doorgeschooten, zodat de begroeiing van veel houtwallen bestaat uit opgaande bomen. De bijgroei bestaat daardoor uit zowel stamhout als takhout en hakhout-loten. Er zijn geen gegevens over de verhouding tussen die soorten hout of de onderhoudstoestand van houtwallen in het algemeen. Er is uitgegaan van een bijgroei van 9,9 m³/ha/jr (op basis van de bijgroei van spilhout plus takhout in bos).

Aangenomen is dat ongeveer 75% van de beplanting op de houtwal uit opgaande bomen bestaat en 25% uit struiken⁴ en hakhoutstoven. De jaarlijkse bijgroei bestaat daarmee uit 18.691 m³ spilhout en 15.264 m³ hakhout en struiken, ofwel, 9.906 ton ds spilhout en 8.090 ton ds hakhout en struiken.

Wanneer wordt uitgegaan van traditioneel beheerde houtwallen, met voornamelijk een hakhoutbegroeiing, dan zal dat vooral invloed hebben op de samenstelling van de oogstbare biomassa (minder dik hout, meer dun hout ofwel takhout). Er zijn onvoldoende gegevens beschikbaar om te bepalen of hakhoutbeheer gunstig is voor de biomassaproductie. De oogstkosten van hakhout zullen echter hoger zijn.

Geschoren heggen

Heggen waren voor 1880, de komst van het prikkeldraad, bijna uitsluitend bedoeld als veekering en veel minder als houtleverancier. Veel van de nu bestaande heggen worden niet meer onderhouden. Wel is er door de landschapswacht en Landschapbeheer Nederland een begin gemaakt met het herstellen en vernieuwen van heggen.

⁴ door achterstallig onderhoud (niet ingrijpen in de boomlaag) zijn de struiken veelal door lichtgebrek marginaal aanwezig onder bomen.

Er staat in Nederland 1.272 km heg op basis van Dijkstra et al (2001). De bijgroei is berekend op basis van de aanname dat jaarlijks 1% van de heggen wordt vernieuwd, dit komt neer op 127 km per jaar. Daarnaast is er van uitgegaan dat er bij vervanging per meter 3 struiken staan met een hoogte van 1,5 m en een gemiddelde stamdiameter van 15 cm. Het houtvolume daarvan kan worden geoogst. De hoeveelheid jaarlijkse snoeihout (eenjarige loten) is gering, vooral omdat veel heggen niet meer onderhouden worden. In dit onderzoek wordt deze hoeveelheid verder buitenbeschouwing gelaten. De gemiddelde jaarlijkse oogst komt hiermee op 1.012 m³, bij 536 ton ds.

Losse hagen

Losse hagen zijn lijnvormige beplantingen van struiken, die herhaaldelijk worden afgezet.

Er staat in Nederland 5.724 km losse hagen op basis van Dijkstra et al (2001). Er is uitgegaan van een breedte van 5 m voor losse hagen. Aangezien de hagen herhaaldelijk worden afgezet bestaat de productie geheel uit takhout. De totale productie bedraagt 28.393 m³ takhout per jaar, ofwel, 15.048 ton ds per jaar.

Singels

Singels zijn lijnvormige beplantingen van struiken en opgaande bomen. Er staat in Nederland 5.724 km singels op basis van Dijkstra et al (2001). De hoeveelheden singels zijn afkomstig van de Top10 vectorkaart. Singels langs de fruitwekerijen, meestal elzensingels, zijn buiten beschouwing gebleven

Voor singels is uitgegaan van dezelfde productie als bij hakhout. De totale productie bestaat uit 17.173 m³ takhout en 22.440 m³ spilhout. Dat komt overeen met 9.102 ton ds takhout en 11.893 ton ds spilhout.

Bomenrijen

Er zijn in Nederland ruim 48.090 km bomenrijen buiten de bebouwde kom. Dit zijn de bomenrijen in het landelijk gebied, zowel langs de verharde landelijke secundaire wegen als in de overige bermen en waterlopen. Ook vallen hieronder de vrijstaande bomenrijen (singels) in het landelijk gebied (Clements et al, 2003). In deze studie is daarvan de lengte aan singels afgetrokken, zodat er met 42.366 km is gerekend.

In de berekeningen is er van uitgegaan dat de bomen in de bomenrijen 10 m uit elkaar staan. Dit betekent 100 bomen per km. De bomenrijen in het landelijk gebied bestaan bijna uitsluitend uit loofhoutsoorten.

De jaarlijkse houtproductie van de bomenrijen is, op basis van de aannamen bij solitaire bomen maar met een correctie van 25% voor extra groei t.o.v. bosbomen, gemiddeld 105.914 m³ spilhout en 30.503 m³ takhout Dit is betekent een drogestofproductie van respectievelijk 62.489 ton en 17.997 ton per jaar.

Boomgaarden

Van de houtproductie van hoogstamboomgaarden is in de literatuur weinig bekend. Onderzoek richt zich voornamelijk op de vruchtenproductie. Wel zijn er in twee walnoot-hoogstamboomgaarden in 1997/1998 metingen gedaan aan stam en takken. Hierbij zijn naast de stam ook de takken gemeten en is een bijgroei berekend. In Tabel 2-1 staan de resultaten.

Tabel 2-1 Voorraad en bijgroei in twee walnootboomgaarden

leeftijd (jr)	volume (m ³ /ha)	bijgroei (m ³ /ha/jaar)
43	54	1,26
54	108	2

Bron: Houtproductie van walnoten (Oosterbaan et al., 1998)

Het stamtal bij die twee hoogstamboomgaarden bedraagt 70 bomen per ha. Ook bij hoogstamboomgaarden van appel- en perenbomen is dit een veel voorkomend stamtal. Een plantafstand van 12 bij 12 m was vroeger minimaal nodig voor het multifunctioneel gebruik van de boomgaard (fruitproductie in combinatie met beweiding). Het is niet waarschijnlijk dat na de jeugdgroei een jaarlijkse hoge bijgroei plaatsvindt, immers het gaat hier in de eerste plaats om de vruchten productie. Snoei en verzorging zijn hier op gericht. Ook zijn veel huidige hoogstamboomgaarden onvolledig en in verval geraakt. Aan de hand van de bovenstaande metingen is hier de aanname dat er in deze hoogstamboomgaarden een jaarlijkse groei van 1,2 m³/ha spilhout kan worden gerealiseerd. Daarmee wordt de jaarlijkse houtproductie in hoogstamboomgaarden 3.979 m³ aan spilhout en 955 m³ aan takhout. Dit is respectievelijk 2.348 en 563 ton droge stof.

Bij hoogstamboomgaarden is er meestal ook gras dat geoogst kan worden. Deze hoeveelheid hiervan blijft in dit onderzoek buiten beschouwing.

Grienden

Grienden vormen een aparte legenda-eenheid in de Top 10-vercortkaart. Het aantal grienden kleiner dan 0,5 ha die niet subsidiabel zijn binnen Programma Beheer of eigendom zijn van de drie natuurbeschermende organisaties is zeer gering. Het gaat om een totaal oppervlak van 22 ha waarvan de merendeel in Gelderland en Zuid-Holland gelegen zijn.

Wat de productie betreft zijn er in proefvelden met wilgen metingen verricht. Deze proefvelden worden om de 4 jaar afgezet. Er is weinig invloed zowel van kapcyclus als van de plantafstand gevonden. De gemiddelde droge-stofproductie varieert van 7 tot 9 ton ds/jr. De resultaten van een plantafstand-onderzoek voor energieteelt staan in Tabel 2-2.

Tabel 2-2 Relatie biomassaproductie en plantafstand bij wilg 'Belgers'

Plantafstand (m)	Aantal/ha	Gemiddelde productie (ton ds/ha/jr)	Energie-opbrengst (GJ/ha)
0,5 x 1,5	13.300	7,7	139
0,7 x 1,5	8.900	7,0	126
1 x 1,5	6.700	6,2	112
1,5 x 1,5	4.450	8,9	160

Bron: Samenvatting van de resultaten van zes jaar onderzoek naar energieteelt (Kuiper, 2003)

De 22 ha in kleine percelen (<0,5 ha) behalen jaarlijks een productie van 298 m³ takhout en 176 ton droge stof.

Heide

Uit de Top 10 is een selectie gemaakt van de legenda-eenheid heide met een oppervlakte per heideveld van kleiner dan 0,5 ha. De heideveldjes in bezit van de grote natuurbeschermende organisaties zijn uitgezonderd. In totaal is er 1101 ha heide geselecteerd. Uit een recent uitgevoerd onderzoek in opdracht van SBB is een gemiddelde productie berekend van heidevelden van SBB in geheel Nederland. Hierbij is rekening gehouden met de verschillende factoren, zoals bodemtype, trofiegraden, de mate van vergrassing etc. Daarnaast ook nog met een fysieke oogstbaarheid van de heideterreinen. De biomassaproductie wordt mede beïnvloed door beheersmaatregelen.

Uit dit onderzoek, dat we kunnen beoordelen als representatief voor geheel Nederland, komt een jaarlijkse bijgroei van ongeveer 4 ton ds/ha/jaar. Het gaat hier echter wel vaak om vergraste heide velden (Tolkamp et al, 2006). Dit is vrij hoog t.o.v. de zuivere niet vergraste heide velden, die een opbrengst van ongeveer 2,5 ton ds/ha/jaar realiseren (Diemont, 1996). Op basis van de aanname dat 50% heide is vergraste en 50% niet is vergraste velden gaat met een gemiddelde droge-stof-opbrengst van 3,2 ton ds/ha/jaar.

Omdat niet jaarlijks de biomassa van heidevelden kan worden geoogst is hiervoor gecorrigeerd op basis van Spijker et al. (in prep.), waardoor de jaarlijks te oogsten hoeveelheid biomassa op gemiddeld 1,7 ton droge stof per jaar komt. De oogstbare biomassaproductie van deze heideveldjes is jaarlijks 1872 ton droge stof.

Draslanden

Hier zijn de natte en vernatte weilanden geselecteerd van < 0,5 ha, uitgezonderd die van de grote natuurbeschermende organisaties. Uit verschillende studies komt dat de droge-stofopbrengst van draslanden laag is, namelijk 2 - 4 ton/ha. Ook is de oogst vaak niet fysiek mogelijk door de geringe draagkracht van de grond. De opbrengstcijfers geven dan ook alleen een indicatie voor het potentieel mogelijke. Aanname is hier een productie van 2 ton droge stof per ha per jaar. Totaal komt dit neer op 6.666 ton droge stof.

Eendenkooien

Het aantal eendenkooien in Nederland is 150 stuks (Baas et al, 2000). Hiervan zijn er 111 geregistreerd. Veel eendenkooien in het landelijk gebied zijn beschreven door van Dort et al (2003). De gemiddelde oppervlakte van de kooien komt hier niet in voor. Wel nam na 1900 de oppervlakte van de bosjes rondom de kooi toe met, in tegenstelling tot vroeger toen kooibosjes veelal hakhout was, opgaande bomen van els, es, populier en wilg. Beheer van deze bosjes levert slechts incidenteel wat hout op.

Op basis van informatie van Staatsbosbeheer (niet gepubliceerd) is de oppervlakte van een kooibos ongeveer 3 ha (een gemiddelde van actieve en rustende kooibossen). Hier wordt de aanname gedaan dat ongeveer de helft van een kooibos uit griend bestaat (zie bij grienden) en het overige uit opgaand bos (zie kleine bosjes).

Bij een hakhoutproductie van jaarlijks 8 ton droge stof per ha is dit voor de 150 kooien een jaarlijkse opbrengst van 1800 ton droge stof. Het opgaande bos rond de kooien groeit jaarlijks 8m³/ha bij. Dit is voor de 150 kooien 1800 m³ spilhout en 432 m³ takhout, ofwel 1062 ton ds spilhout en 2.055 ton ds takhout. De totale biomassa-

productie van de 150 eendenkooien in Nederland komt hiermee op ongeveer 3000 ton droge stof per jaar

Boerenerven

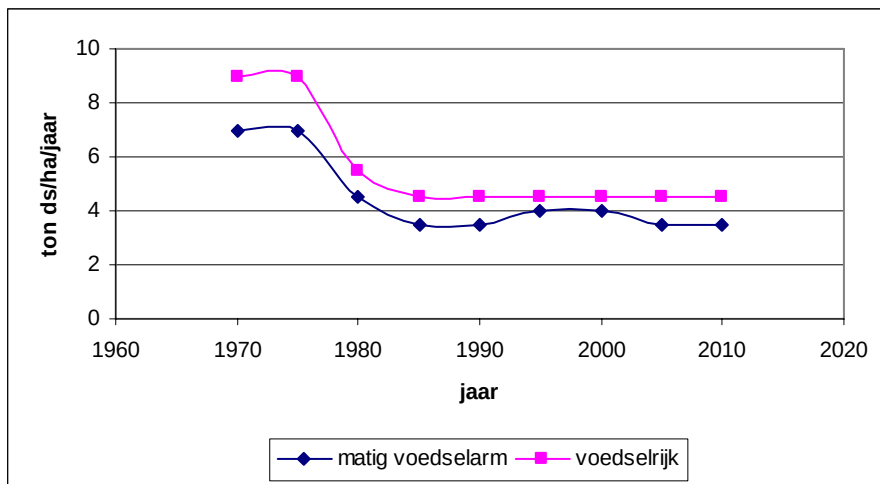
Het aantal boeren erven gebaseerd op de landbouwtellingen van LEI & CBS (2000). De erven van de glastuinbouw zijn buiten beschouwing gelaten evenals de boerderijen die buiten de landbouwtellingen vallen. Er zijn in Nederland ruim 91.000 boeren erven. De oppervlakte en typen van de erfbeplanting is in Nederland heel divers en ook streekgebonden. Er zijn geen meetgegevens van bekend. We nemen aan dat een beplanting bij een boerenerv een gemiddelde lengte van 100 m en een gemiddelde breedte van 10 m heeft. Dan is de gemiddelde oppervlakte 1000 m² per erfbeplanting. Deze bevat naast opgaande bomen ook struiksoorten en knotbomen. De jaarlijkse bijgroei is evenals bij de bomenrijen en solitaire bomen, op 8 m³/ha spilhout gesteld. De op deze aanname gebaseerde jaarlijkse productie bedraagt 73.094 m³ spilhout en 17.542 m³ takhout. Dit komt overeen met jaarlijks 43.125 ton ds spilhout en 10.350 ton ds takhout.

Naast de boerenerven volgens de LEI-telling, zijn er in Nederland 170.000 erven van burgers in vrijstaande woningen en in voormalige boerderijen in het buitengebied (La Rutte et al., 2005). Ook van deze erven zijn geen meetgegevens bekend. De aanname hier is dat de beplanting bij deze erven ongeveer $\frac{3}{4}$ van oppervlakte heeft als die bij de boerenerven, dus 750 m², en een gelijke bijgroei. Aan houtproductie betekent dit jaarlijks 102.043 m³ spilhout en 24.490 m³ takhout. Aan tonnen droge stof is dit jaarlijks 60.205 ton spilhout en 14.449 ton takhout.

Wegbermen

De bermen in Nederland hebben in Nederland een totale oppervlakte van 60.000 ha. Daarvan is 53.000 ha grasberm met een lengte van meer dan 116.000 km. Het beheer bestaat de laatste jaren uit één of twee keer per jaar maaien en afvoeren (de bebakingsstrook meestal vaker). De productiegegevens over wegbermen komen uit de Bodemstatistiek 2000 (CBS 2002) en De Jong et al. (2001) en een verkennend onderzoek voor inzet van bermgras in Overijssel voor duurzame energieopwekking (Duurzame energie scan, Novem, 2003).

De productie is vooral op de matig voedselarme groeiplaatsen (door frequent afvoeren) de laatste jaren teruggelopen (de Jong et al., 2001). In Figuur 2-1 is het verloop van de drogestof productie van grasbermen op een matig en rijke groeiplaats weergegeven.



Figuur 2-1. Grasproductie in wegbermen bij verschillende mate van voedselrijkdom

De gemiddelde grasproductie van de wegbermen is ongeveer 3,5 - 4 ton ds per jaar. We zijn uitgegaan van een gemiddelde productie van 3,75 ton ds per ha per jaar. Dit betekent dat er jaarlijks voor de totale bermen in Nederland 225.000 ton droge stof vrij komt. Die hoeveelheid dient momenteel voor een belangrijk gedeelte tegen hoge kosten afgezet te worden.

Bijlage 3 Stookwaarde van biomassa

Stookwaarde van biomassa (bron: Rabou et al., 2006)

<i>Materiaal</i>	<i>Stookwaarde GJ/ton ds</i>
Korte omloop hout	10,2
Hout uit de fruitsector	10,2
Bosbouwbijsproducten	10,2
Schoon resthout (vers)	15,6
Koolzaad	15,8
Miscanthus	13,2
Bermgras	5,3
Stro (granen)	13,3
Koolzaadstro	13,6
Hennep en vlas	11,3
Hooi van graslanden	12,7
Pluimveemest	6,6
Runder-, kalver- en varkensmest	-1
Zuiveringslib	1,5
Swill	3,4
GFT	3,4
Oud papier en karton	10
Oud textiel	14,3

Bijlage 4 Casus Regio Rivierenland

Gebiedsbeschrijving

De geschiedenis van de regio is getekend door rivieren. In de voorlaatste ijstijd reikte het landijs tot in Nederland. Als gevolg hiervan zochten de grote rivieren die tot dan toe het water vooral noordwaarts afvoerden stroomrichting. De rivieren bogen langs de zuidrand van het landijs naar het westen af. Aan het eind van de voorlaatste ijstijd werd door de rivieren grind en grof zand afgezet. Doordat met name in het voorjaar veel sneeuw en water moest worden afgevoerd, werden de rivierbeddingen snel gevuld en verlegden de rivieren hun loop. Naarmate het klimaat warmer werd, veranderde het karakter van de rivieren. Er moest minder water worden afgevoerd omdat het landijs en de permanent bevroren ondergrond was verdwenen. Hierdoor kreeg het vegetatiedek kans zich te sluiten en werd de sedimentatie minder. Rivieren sneden zich in hun eigen bedding in. De riviergeulen waren betrekkelijk nauw waardoor bij een geringe toename van het af te voeren water de rivieren buiten hun oevers traden. Hierdoor nam de stroomsnelheid van het water af en werd zand en klein afgezet. Het zwaardere zand werd vooral nabij de rivier op de oeverwallen afgezet, terwijl verder van de rivier af, daar waar de stroomsnelheid van het water lager is, de klei werd afgezet en ontstonden komgronden. De meanderende rivier lag niet vast in zijn bedding door de stroomsnelheid sleten buitenbochten uit en groeide binnenbochten aan. Door het slijten van vooral de buitenbochten brak de rivier regelmatig door de oeverwallen heen en ontstonden nieuwe rivierlopen. De oude rivierlopen slibten dicht. De oude dichtgeslibte rivierlopen, te samen met de oude oeverwallen worden stroomruggen genoemd. (Stiboka, 1973. Bodemkaart van Nederland. Blad 39 Oost en 39 West. Wageningen)

De Betuwe, waarin Rivierenland gelegen is, heeft enerzijds een samenhangend stelsel van rivier-uiteerwaard-oeverwal-kom en anderzijds maakt het deel uit van het samenhangend stelsel hoge stuwwal-flank-kwelzone-oeverwal-rivier (Provincie Gelderland, 2007). Daarnaast kenmerkt het zich door een schaalcontrast van zeer open (bijv. komgronden) naar gesloten (bijv. oeverwallen). De bewoning is van oudsher geconcentreerd in dorpen op de oeverwallen. De oeverwallen hebben een kleinschalig patroon van bebouwing, met fruitteelt boomteelt en andere landbouw. Dit deel heeft een vrij gesloten structuur. Dit staat in schril contrast met de openheid van de komgronden. Nadat deze zijn ontgonnen, werden en worden deze voornamelijk gebruikt voor weidegrond en grasland. Hierdoor ontstonden open gebieden met lange zichtlijnen. Bebouwing in de komgronden is beperkt en vaak op verhogingen in het landschap.

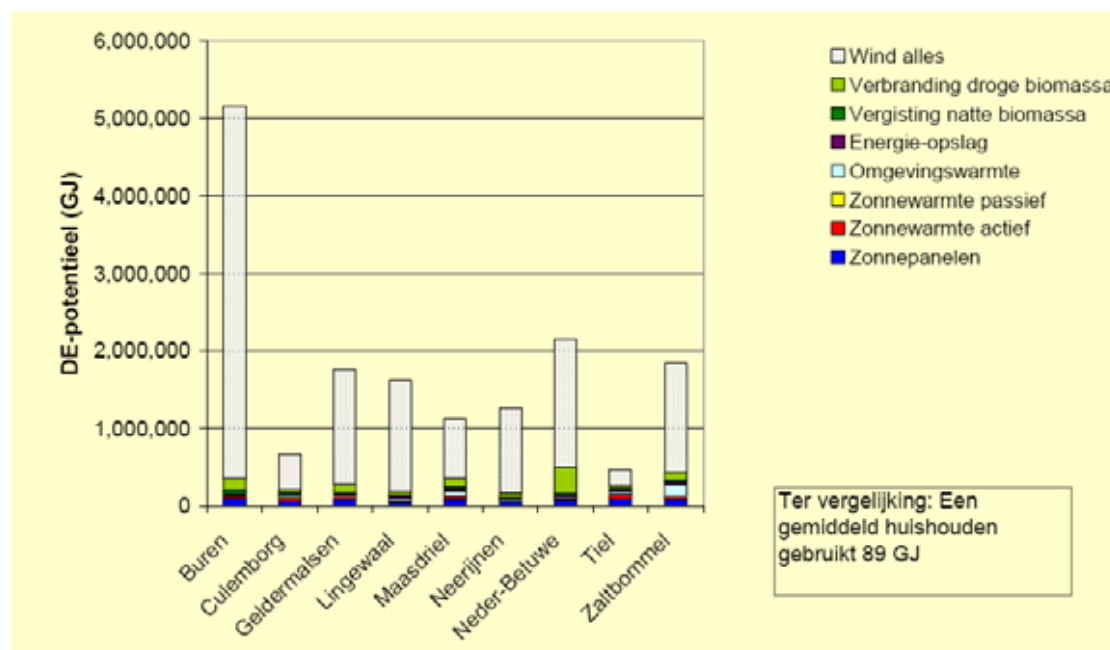
Waar elders in het Rivierengebied bomen en opgaand groen zich veelal beperken tot de erven en langs wegen, kenmerkt het gebied tussen Geldermalsen en Culemborg zich door de aanwezigheid van eendekooien, bossen en grienden. Openheid wordt in dit gebied vooral gekenmerkt door het ontbreken van bebouwing.

In het verleden hadden al deze landschapselementen een duidelijk functionele rol. Bomenrijen dienden als windschermen om boomgaarden en het hout werd als

bouw materiaal gebruikt. Grienden zorgde voor wilgentakken voor manden en bezems, broekbosjes dienden als houtproductie voor de kachel en in de eendenkooien werden de wilde eenden met tamme eenden gelokt in beschutte vijvers om vervolgens gevangen te worden voor consumptie.

Energiebeleid in de regio Rivierenland

Volgens de Gebiedsvisie (Visser, 2004) heeft de regio Rivierenland, ook zeker in vergelijking met andere regio's in Nederland, goede kansen voor de productie van energie op basis van reststromen van biomassa. Deze stromen komen vooral voort uit de fruit- en bometeelt, maar ook uit de pluimveesector en de glastuinbouw. In de gebiedsvisie wordt aangegeven dat de regio bovendien zeer goede mogelijkheden heeft voor logistiek, opslag, opwerking en lokale warmteafzet. In de Gebiedsvisie wordt de doelstelling van 10% duurzame energie in 2020 geformuleerd, waarvan bijna de helft biomassa. Verder worden er vooral in windenergie mogelijkheden gezien. Er is al een waterkrachtcentrale in Buren: met de geproduceerde elektriciteit kan 1,3% van de huidige vraag naar energie in de regio Rivierenland gedekt worden.



Figuur 4-1 Potentieel duurzame energie Regio Rivierenland, per gemeente. in energie-eenheden: Gigajoule, GJ (Visser, 2004)

Stookbeleid

De motivatie om bio-energie te ontwikkelen heeft een relatie met het stookbeleid. Per augustus 2005 geldt strenger ontheffingsbeleid voor het verbranden van snoei-afval in de open lucht.

De gemeenten in de Regio Rivierenland hebben gezamenlijk beleid opgesteld ten aanzien van het verbranden van snoei- en resthout. Dit beleid is vastgelegd in de notitie "Resthout beheerst verbranden, beleid van de gemeenten in de regio Rivieren-

land voor het verbranden van resthout in de open lucht". De laatste aanpassing van het beleid is op 1 september 2007 in werking getreden.

Burgemeester en Wethouders kunnen een ontheffing verlenen van het stookverbod. Ontheffing kan worden verleend voor het verbranden van:

1. gerooid hout, met uitzondering van stamhout met een doorsnede van meer dan 25 cm;
2. snoeihout dat ontstaat bij het onderhoud van cultuurlandschappen en erfbeplanting indien geen alternatieven beschikbaar zijn;
3. besmettelijk ziek hout.

Energie uit biomassa

In het Voorstel Plan van aanpak Duurzame energie Regio Rivierenland (Regio rivierenland, 2005) wordt een regionale biomassacentrale aangegeven als mogelijke oplossing voor vrijkomend resthout uit de meubelindustrie en voor snoeiafval uit de fruit- en boomteelt. Het gaat in de regio dus zowel om primaire als secundaire reststromen. Tevens wordt uitgegaan van twee biomassacentrales van regionaal belang (orde van grootte 3 - 5 MWatt elektrisch + restwarmte per stuk) en kleinere nichetoepassingen, hetgeen kan leiden tot ongeveer 450.000 GJ primaire energiewinst, ofwel een bijdrage van 2,8% aan de doelstelling. De voorkeur gaat uit naar gebruik van de restwarmte door bedrijven of woningen op nabijgelegen locaties.

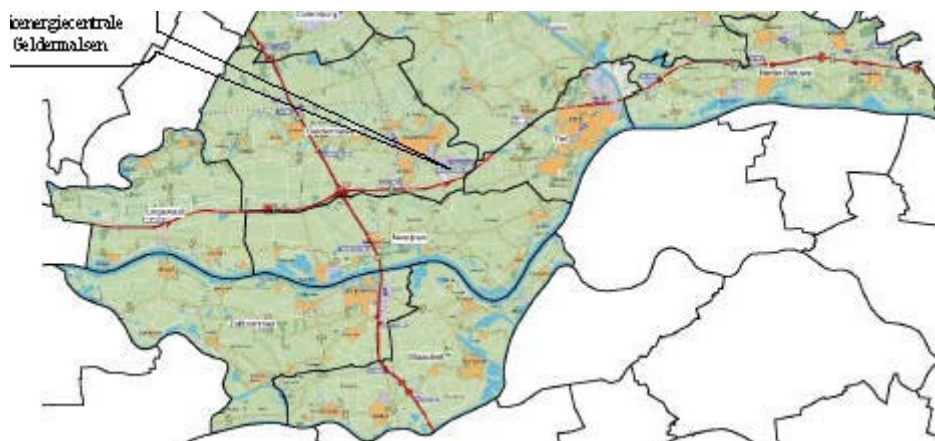
In het proces om te komen tot de bouw en exploitatie van een biomassacentrale die houtachtige stromen gebruikt, wil de regio aanvankelijk een initiërende en stimulerende rol spelen. Een haalbaarheidsonderzoek moet per biomassastroom uitwijzen of de biomassa regionaal verwerkt kan worden in een regionale biomassacentrale dan wel ingezameld en naar een biomassacentrale elders gebracht. Naast houtige stromen wordt gekeken naar mogelijkheden voor biovergisting, met name met betrekking tot kippenmest (Regio rivierenland, 2005).

Pilot Bio-energie Rivierenland

In Geldermalsen is inmiddels een initiatief om een biomassacentrale te bouwen op het terrein van 'AVRI', een bedrijf dat groenafval verzamelt en verwerkt. Deze centrale zal naar schatting 30.000 ton/jaar gebruikt hout naast voorgedroogd snoeihout verstoken. De initiatiefnemers zijn:

- AVRI Ontwikkeling B.V. is onderdeel van Regio Rivierenland en richt zich op het ontwikkelen en exploiteren van afvalbe- en verwerkingsactiviteiten.
- RRT Betuwse Groenrecycling B.V. te Neerijnen richt zich op recycling en compostering van groenafval in Rivierenland.
- Grontmij Climate & Energy richt zich als planontwikkelaar en procesmanager op duurzame energie projecten

Bron: initiatiefnemers Bio-Energie Rivierenland (BER)



Figuur 4-2 Locatie geplande biomassacentrale bij Geldermalsen

In de regio zijn nog geen vergistingsinstallaties operationeel. In Maurik wordt de eerste mestvergistingsinstallatie gebouwd.

Landschapsbeleid

Een deel van het grondgebied van Regio Rivierenland maakt deel uit van het nationaal landschap Rivierengebied. De Nota Ruimte geeft voor elk Nationaal Landschap een aantal kernkwaliteiten aan. Voor het rivierengebied zijn dat:

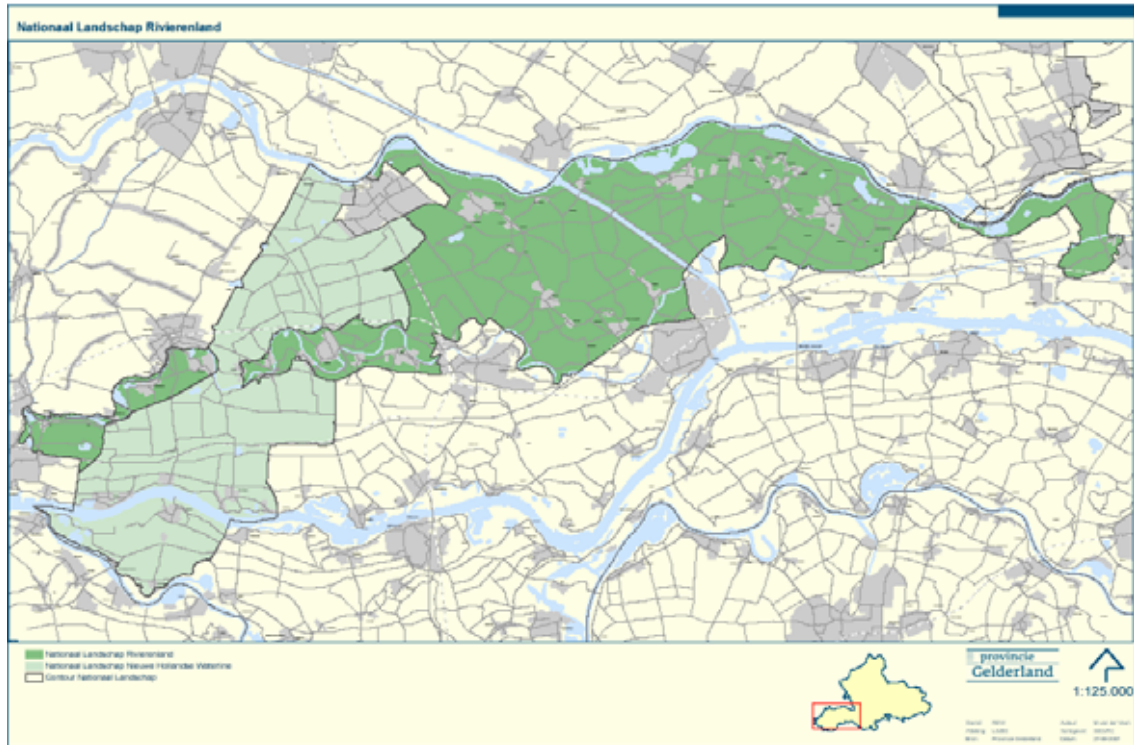
- Schaalcontrast van zeer open naar besloten
- Samenhangend stelsel van rivier-uiterwaard-oeverwal-kom
- Samenhangend stelsel van hoge stuwwal-flank-kwelzone-oeverwal-rivier.

In het provinciale streekplan 2005 is het ruimtelijk beleid van de nationale landschappen in Gelderland verwoord. Daarnaast is per Nationaal Landschap een uitvoeringsprogramma opgesteld. In het uitvoeringsprogramma voor het Nationaal Landschap Rivierenland (Provincie Gelderland, 2007) worden de volgende doelstellingen verwoord voor het Gelderse deel:

- Open houden van landschappelijk open kommen
- Accentueren van overgangen en onderscheid tussen kom en oeverwallen.
- Kwaliteitsverbetering oeverwallen (beplanting)
- Ruime aandacht voor cultuurhistorie
- Behoud van hoogstamboomgaarden
- Verbetering recreatieve toegankelijkheid van het landschap
- Stimuleren lokale expressie
- Behouden en versterken landschapswaarden door integrale benadering
- Historische herkenbaarheid van het landschap vergroten
- Bijzondere landschappelijke locaties veiligstellen
- Herstel en behoud ruimtelijke kwaliteit
- Veiligstelling van waardevolle monumenten en dorpsgezichten

- Versterking van de beleefbaarheid van het landschap in zijn gehele samenhang

Deze doelstellingen komen deels voort uit Landschapsontwikkelingsplannen en de visie van de Streekcommissie Rivierengebied West. De gemeenten Geldermalsen, Lingewaal en Neerijnen momenteel in onderlinge samenwerking bezig met het opstellen van een landschapsontwikkelingsplan.



Figuur 4-3 Plankaart Nationaal Landschap Rivierenland (Bron: Streekplanuitwerking Nationale Landschappen, Provincie Gelderland, 2007)

Landschapselementen in Nationaal Landschap Rivierenland

Over landschapselementen wordt in het Uitvoeringsprogramma gezegd:

‘Veel landschapselementen zoals waterlopen of een oud dijkje, kunnen met beplanting eenvoudig heel effectief worden geaccentueerd. Een met de groene omgeving contrasterende bloemrijke dijk spreekt aanzienlijk meer dan een grasdijk. In het geval van waterlopen in open gebied kan ook met een rietkraag of een bloemrijke oever het gewenste effect worden bereikt.

Soms kan met het verwijderen van beplanting een mooi uitzicht worden hersteld. Op deze manier kan het landschap en de geschiedenis hiervan veel meer uit zich zelf gaan spreken. In grote delen van het rivierengebied is hier nog veel winst mee te boeken. Het rivierengebied kent relatief veel kleine landschapsbepalende elementen. Hierbij valt te denken aan eendenkooien, wielen, hoogstamboomgaarden etc. In het kader van het Nationale landschap moet worden gedacht aan versterking van onderlinge samenhang, herstel, achterstallig onderhoud etc.’

Potentiële energie uit het landschap in het Rivierengebied

Op basis van de hoeveelheid landschapselementen in de gemeenten Culemborg en Geldermalsen is een inschatting gemaakt van de bijgroei van biomassa in landschapselementen in die gemeenten. Hiervan zijn alleen gegevens van houtige beplantingen beschikbaar. Bij de wegen in het gebied is geschat dat ca. 50% van de weg bestaat uit een grasberm. Hiervan kan in principe de jaarlijkse bijgroei worden geoogst door maaien en afvoeren. Uitgangspunt is dat het maaisel nu naar de compostering gaat, of geklepeld wordt en blijft liggen. Afzet naar de landbouw als veevoer vindt waarschijnlijk niet plaats, en ook is inzet als groenbemester niet waarschijnlijk, gelet op de relatief kleiige en zavelige bodems in het gebied. Uitgegaan is van een opbrengst van maaisel van 5 ton d.s./ha/jaar, een hoeveelheid die op lange termijn bereikt kan worden bij matig tot zeer voedselrijke graslanden (De Jong et al. 2001).

Tabel zijn de resultaten weergegeven. De belangrijkste bijdrage is afkomstig van bermen en kleine bosjes. De hoeveelheden wijken af van die volgens Maptable (hoofdstuk 5), doordat (zoals in paragraaf 4.2) alleen bosjes en grienden kleiner dan 0,5 ha zijn meegeteld, en doordat sloten buiten beschouwing zijn gebleven. Verder zijn er (in vergelijking met de gegevens in Maptable) gedurende het onderzoek enkele bijgroeigegevens aangescherpt.

De totale bijgroei van biomassa bedraagt 3.970 ton ds per jaar op een gebied van 12.800 ha (zie Tabel 4-1). Als er vanuit gegaan wordt dat de verhoudingen representatief zijn voor de regio Rivierenland, kan die hoeveelheid lineair wordt geëxtrapoleerd naar het totale Rivierenland (55.474 ha), betekent dit een bijgroei van biomassa van circa 19.000 ton ds per jaar.

Tabel 4-1. Geschatte bijgroei van biomassa landschapselementen in Culemborg en Geldermalsen

	aantal		biomassa bijgroei (ton ds/jr)			
			spilhout	takhout, overig	gras	totaal
solitaire bomen	1.324	st	23	6	0	29
loofbosjes (< 0,5 ha)	123	ha	522	125	0	647
bomenrijen	20	km	30	8	0	38
hoogstamboomgaarden	99	ha	70	17	0	87
grienden (<0,5 ha)	10	ha	0	80	0	80
bermen	609	ha	0	0	3.045	3.045
erven	848	ha	359	86	0	446
totaal			680	245	3.045	3.970

Potenties Casestudy-gebied transport/logistiek

Rivierenland is een gebied in het midden van Nederland. Een belangrijk kenmerk van Rivierenland zijn de grote rivieren die door het gebied stromen: Maas, Rijn en Waal. Bovendien stroomt er de kleinere rivier de Linge. Rivieren kunnen een kans zijn voor het transport van materiaal, maar ook een obstakel (zoals de Linge). Daarnaast wordt het gebied doorkruist door verschillende wegen, waaronder twee belangrijke snelwe-

gen, de A15 en de A2. Bovendien zijn er verschillende spoorlijnen, waaronder de Betuwelijn.

In Rivierenland zijn twee bedrijven actief voor de inzameling van afval: Afvalverwijdering Rivierenland (AVRI) en Container Service Maasdriel (CSM). AVRI is een bedrijf dat in opdracht van alle gemeenten in Rivierenland de afvalverwijdering verzorgt (Afvalverwijdering Rivierenland 2007). Op de afvalstations worden alle soorten afval ingezameld, gesorteerd en gedistribueerd naar bijvoorbeeld een gasinstallatie. De bestaande afvalinzamelingspunten van AVRI en CSM per gemeente zijn te zien in tabel 4-2.

Tabel 4-2 Afvalinzamelingspunten in Rivierenland

Gemeente	Stad	bedrijf
Buren	--	--
Culemborg	Culemborg	AVRI
Geldermalsen	Geldermalsen	AVRI
Lingewaal	Gorinchem	AVRI
Maasdriel	Velddriel	CSM
Neder Betuwe	--	--
Neerijnen	--	--
Tiel	Tiel	AVRI
Zaltbommel	Zaltbommel	AVRI

Uit Tabel 4-2 blijkt dat er geen afvalinzamelingspunten in de gemeenten Buren, Neder Betuwe en Neerijnen zijn. Het is mogelijk dat de huidige afvalinzamelingspunten in het Rivierengebied niet op een optimale locatie staan voor de inzameling van afval van landschapselementen. De afwegingen die gemaakt zijn om deze punten te plaatsen kunnen zijn andere dan die gemaakt moeten worden voor het plaatsen van een depot voor afval van landschapselementen. Eén van de afwegingen kan zijn dat de inzamelingspunten in stedelijk gebied zijn geplaatst omdat daar de voornaamste aanvoer van (huis-)afval vandaan komt. Voor restafval van landschapselementen is dit niet het geval.

Verder is het economisch voordelig om verschillende stromen van afval samen te laten komen in een inzamelpunt. Dit hoeft echter niet overeen te komen met de meest energie-efficiënte locatie, terwijl deze efficiëntie wel een belangrijke afweging is bij het inzamelen van reststromen van landschapselementen. Immers, het afval van landschapselementen moet energie opbrengen.

Voor het bepalen van de optimale locatie moet ook in overweging genomen worden welk soort transport het meest energie-efficiënt is. Afhankelijk van de transportafstand, het volume en het gewicht van het afval van landschapselementen moet worden bepaald of de efficiëntste manier van transport over weg, water of spoor is. De meest efficiënte manier van transport van de landschapselementen naar de inzamel-punten zal waarschijnlijk over de weg zijn omdat de meeste landschapselementen niet aan water of spoor zullen grenzen, laat staan dat ze dicht bij een overslagpunt van spoor of water zijn gelegen. Toch kan de ligging van een inzamelpunt aan het water

grote transportvoordelen opleveren in de energiebalans, daar het transport van de inzamelpunten naar de voorberekingsinstallaties en bio-energie centrales, mits die ook aan het water gelegen zijn, wel volledig over water kunnen. De locatie van de inzamelpunten kan dus effect hebben op de rest van de locaties en de rest van het transport in de keten.

Tenslotte zal er meer aanvoer van afval zijn als ook het afval van landschapselementen ingezameld wordt op de bestaande inzamelpunten van AVRI en CSM. Het is de vraag of de capaciteit van de inzamelpunten groot genoeg is. Er zijn beperkingen aan de uitbreiding van deze capaciteit aangezien ze in stedelijke gebieden liggen.

Bijlage 5 Opzet logistieke modellen

Een locatie/allocation model is een optimaliseringsmodel dat gebruikt kan worden om te bepalen wat de optimale locatie voor bijvoorbeeld een bio-energiecentrale is, en hoe de transportstromen zo efficiënt mogelijk uitgevoerd kunnen worden. In het algemeen worden locatie/allocation modellen gebruikt om te bepalen hoeveel en op welke locatie nieuwe faciliteiten moeten komen, wat voor soort en wat de grootte hiervan moet zijn. Tevens wordt daarbij uitgerekend hoe de transportstromen tussen de aanvoerlocaties en de te openen faciliteiten lopen.

Voor de situatie in Rivierenland wordt een locatie/allocation model ontwikkeld gebaseerd op het onderstaande stroomschema. In het schema is onderscheid gemaakt tussen drie verschillende stromen die kunnen voorkomen, stamhout, takhout en overige reststromen. De overige reststromen bevatten voornamelijk blad, maaisel en slootmaaisel.

- **Stamhout**

Een deel van de landschapselementen in Rivierenland bestaat uit bos. Bij het onderhoud van deze bossen worden bomen gekapt. De stammen die hier vanaf komen worden ter plaatse in kleinere stukken gezaagd. Deze stukken moeten voorbewerkt worden tot kleinere delen, chunks of chips. Hiervoor kan het zijn dat stukken stam vervoerd moeten worden naar voorbewerkingsinstallatie. Na de voorbewerking worden de chunks of chips naar de bio-energiecentrale getransporteerd, om daar omgezet te worden in energie.

- **Takhout**

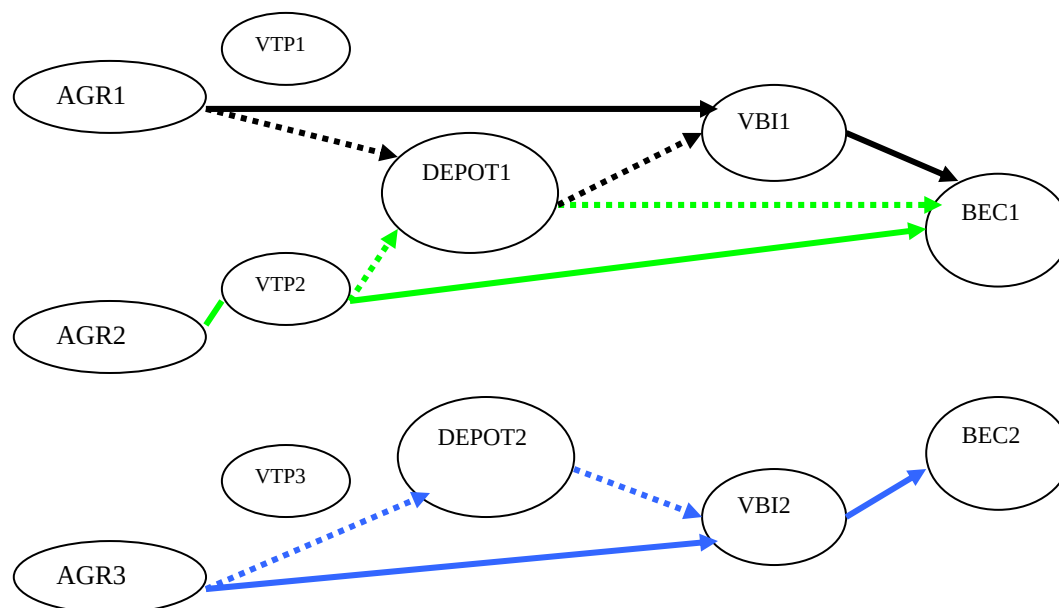
Bij het onderhoud van landschapselementen als bossen, heggen en grienden komen takken vrij. Deze takken kunnen ter plaatse, dat wil zeggen op de plek waar het landschapselement staat, gechipt worden. Vervolgens moeten de chips getransporteerd worden naar de bio-energiecentrale waar ze omgezet worden in energie.

- **Overige reststromen**

Overig reststromen kan bestaan uit bijvoorbeeld bladeren en maaisel. Dit is zeer nat en kan het kan nodig zijn om dit materiaal te drogen in een voorbewerkingsinstallatie. Het materiaal gaat van de locatie waar het landschapselement zich bevindt, afhankelijk van de te gebruiken techniek naar een voorbewerkingsinstallatie en vervolgens naar de bio-energiecentrale.

De drie soorten reststroom worden mogelijk via een depot naar een voorbewerkingsinstallatie dan wel een bio-energiecentrale getransporteerd als uit het model blijkt dat dit de efficiëntste route is. In het schema zijn de stromen afgebeeld per reststroom zoals die voorkomen in Rivierenland (figuur 5-1).

Schema transportstromen



Figuur 5-1 Schematische weergave van de transportstromen

Toelichting:

AGR = oogstlocatie, bijvoorbeeld bij agrariërs en gemeenten

VTP = voorberekking ter plaatse

DEPOT = depot

VBI = voorberekkingsinstallatie

BEC = bio-energiecentrale

—→ = voorbeeld van een transportstroom van hout van stammen van de oogstlocatie naar voorberekkingsinstallatie naar bio-energiecentrale

....→ = voorbeeld van een transportstroom van hout van stammen via depot

—→ = voorbeeld van een transportstroom van hout van takken met voorberekking ter plaatse naar bio-energiecentrale

....→ = voorbeeld van een transportstroom van hout van takken via depot

—→ = voorbeeld van een transportstroom van overig materiaal naar voorberekkingsinstallatie en naar bio-energiecentrale

....→ = voorbeeld van een transportstroom van overig materiaal via depot

Als alle benodigde data zijn verzameld kunnen deze worden ingevoerd in het model. Het model geeft als uitkomst of het haalbaar is om een bio-energiecentrale te plaatsen in het Rivierenland en op welke locatie, gebaseerd op de beschikbare biomassa van landschapselementen in Rivierenland. De uitkomst voor de locatie is een keus uit vooraf geselecteerde locaties. Verder geeft het model de volgende uitkomsten:

- het wel of niet openen van een depot; als de uitkomst is dat er een depot wordt geopend, hoeveel dit moeten zijn en waar ze geplaatst moeten worden. Voor de depots, de voorbewerkingsinstallatie en de bio-energiecentrale geldt dat deze keuzes afhangen van de hoeveelheid beschikbaar landschapsbijproduct, van de capaciteit van het depot, de voorbewerkingsinstallatie of de bio-energiecentrale respectievelijk, en van de kosten die aan de keuzes verbonden zijn. Als uit het model komt dat er een of meer depots geplaatst moeten worden zal de biomassa getransporteerd worden van de plaatsen waar de landschapselementen van boeren en gemeenten zijn naar de depots. Als de uitkomst van het model is dat er geen depot geopend moet worden zal het groenafval van de landschapselementen direct naar de voorbewerkingsinstallatie worden gebracht.
- het wel of niet openen van een voorbewerkingsinstallatie; als de uitkomst is dat er een voorbewerkingsinstallatie wordt geopend, hoeveel dit er moeten zijn en waar ze geplaatst moeten worden. Als uit het model komt dat er een of meer voorbewerkingsinstallaties geplaatst moeten worden zal de biomassa getransporteerd worden van de depots naar de voorbewerkingsinstallatie. Het model is zodanig geformuleerd dat er altijd voorbewerking plaatsvindt, hetzij ter plaatse, hetzij in een installatie.
- het openen van een of meer bio-energiecentrales; hoeveel bio-energiecentrales er worden geopend en waar ze geplaatst moeten worden. Het model geeft naar welke bio-energiecentrale het voorbewerkte afval vanuit welke locatie getransporteerd zal worden.

Het beschreven model kan de beslissingen ondersteunen die genomen moeten worden bij de inrichting van een keten van landschapsbijproduct tot bio-energie. De uitkomst van het model kan een positief of een negatief energierendement zijn. In het laatste geval kost de keten meer energie dan hij oplevert bij de gebruikte uitgangspunten.

Bijlage 6 Lijst van deelnemers Workshop 16 november 2007

Aanwezig

Afwezig

Projectteam (WUR-ESG):

Judith Westerink, onderzoeker Stadsregionale Ontwikkeling, projectleider
Barry de Vries, onderzoeker Stadsregionale Ontwikkeling, planoloog
Femke Haccoû, onderzoeker Stadsregionale Ontwikkeling, landschapsarchitect
Joop Spijker, senior onderzoeker groen- en natuurbeheer
Ronald Rovers, onderzoeker Milieusysteemanalyse
Cees van den Berg, onderzoeksassistent groenbeheer
Anjo de Jong, onderzoeker groen- en natuurbeheer

Cees Niemeijer, onderzoeksassistent groenbeheer

Studenten Operations Research:

Ditte Frank
Shu-Chen Liu

Gasten:

Evert-Jan Entzinger, Ministerie van LNV
Ben Jeroense, Provincie Gelderland
Irma Corten, Zilverberg Advies

Marc Bijlsma, Regio Rivierenland