probos

De logistieke keten van houtige biomassa uit bos, natuur en landschap in Nederland: stand van zaken, knelpunten en kansen

Martijn Boosten, Jan Oldenburger, Jeroen Oorschot, Martijn Boertjes & Jaap van den Briel

Wageningen, januari 2009

De logistieke keten van houtige biomassa uit bos, natuur en landschap in Nederland: stand van zaken, knelpunten en kansen

Martijn Boosten, Jan Oldenburger, Jeroen Oorschot, Martijn Boertjes & Jaap van den Briel

Wageningen, januari 2009

Boosten, M., Oldenburger, J., Briel, J. van den – Stichting Probos
Oorschot, J. – Borgman Beheer Advies
Boertjes, M. – Biomassa Stroomlijn

De logistieke keten van houtige biomassa uit bos, natuur en landschap in Nederland: stand van zaken, knelpunten en kansen

Wageningen, Stichting Probos
in samenwerking met Borgman Beheer Advies en Biomassa Stroomlijn
Januari 2009

Stichting Probos, Wageningen 2009
Postbus 253, 6700 AG Wageningen, tel. 0317-466555, fax 0317-410247
email: mail@probos.net; internet: www.probos.net

Dit rapport bevat de resultaten van het project “Biomassa praktisch bekeken – Logistiek van de houtige biomassaketen”. Dit project is (mede) tot stand gekomen door een financiële bijdrage van het Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit. Het project is uitgevoerd in het kader van het Biomassaforum (www.biomassaforum.nl). Hierin werken het Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit, het Bosschap, het Platform Hout in Nederland en de Branchevereniging Organische Reststoffen samen met andere partijen aan het produceren, oogsten, transporteren en verwerken van biomassa uit natuur, bos, landschap en de houtketen. Hiermee wordt een belangrijke bijdrage geleverd aan de kabinetsdoelstellingen op het gebied van Energie en Klimaat, zoals onder meer verwoord in de nota ‘Schoon en Zuinig’ en de ‘Rijksvisie op de Biobased Economy’.

landbouw, natuur en voedselkwaliteit

VOORWOORD

Dit rapport bevat de resultaten van het project “Biomassa praktisch bekeken – Logistiek van de houtige biomassaketen”, dat is uitgevoerd van september 2008 tot en met december 2008. Het project is één van de “quick win” projecten die door het Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit (LNV) zijn gefinancierd in het kader van de ‘Intentieverklaring biomassa uit bos, natuur, landschap en de houtketen’ die op 14 februari 2008 door het Ministerie van LNV, Platform Hout Nederland en het Bosschap is ondertekend.

In dit project is de huidige Nederlandse logistiek voor houtige biomassa uit bos, natuur en landschap (oogst, verwerking, opslag en transport) in beeld gebracht. Vervolgens is gekeken naar de belangrijkste knelpunten en kansen in de logistieke keten en zijn aanbevelingen gedaan om deze knelpunten op te heffen. Gezien de beperkte tijd die voor dit project beschikbaar was, moet dit project worden gezien als een eerste verkenning van de thematiek, die kan dienen als basis voor vervolgprojecten en vervolgonderzoeken van diverse deelaspecten van de biomassaketen.

In dit project zijn door middel van interviews veel onmisbare praktische kennis ervaringen verzameld. De auteurs willen daarom alle geïnterviewden hartelijk danken voor hun bijdrage aan dit onderzoek.

INHOUDSOPGAVE

1 INLEIDING 5
1.1 Aanleiding 5
1.2 Doel 6
1.3 Methode 6
1.4 Leeswijzer 6

2 De Nederlandse keten voor houtige biomassa uit bos, natuur en landschap 7
2.1 Huidige en potentiële bronnen voor houtige biomassa in Nederland 7
2.1.1 Overzicht bronnen 7
2.1.2 Selectie terreintypen 9
2.1.3 Vormen van houtige biomassa uit de verschillende terreintypen 9
2.2 Afzetmogelijkheden en kwaliteitseisen voor biomassa 9
2.3 Methoden en technieken voor oogst, verwerking, opslag en transport 13
2.3.1 Actoren 13
2.3.2 Methoden, technieken en machines 14
2.3.3 Houtverkleining 17
2.3.4 Transport en logistiek 18
2.3.5 Opslag 19
2.3.6 Tussenhandel 20
2.3.7 Toepassing en beschikbaarheid van methoden en machines in Nederland 20
2.4 Wet- en regelgeving 22
2.4.1 Flora- en faunawet 22
2.4.2 Milieuwetgeving 23

3 Knelpunten in de keten 25
3.1 Knelpunten in de markt 25
3.2 Beleidsmatige en wettelijke knelpunten 26
3.3 Technische knelpunten 27
3.4 Logistieke knelpunten 27
3.5 Overige knelpunten 28

4. Oplossingsrichtingen voor technische en logistieke knelpunten 31
4.1 Technische oplossingen 31
4.1.1 Oogstmethoden 32
4.1.1.1 Velling 33
4.1.1.2 Uitrijden 39
4.1.2 Ver- of opwerking en opslag 40
4.1.3 Transportmiddelen 41
4.2 Logistieke oplossingen en aanbevelingen 44
4.2.1 Oogstpartijen bundelen 44
4.2.2 Regionale biomassawerf 44
4.2.3 Oogstsystemen 46

4.3 Logistieke systemen 47
4.3.1 Logistieke systemen per biomassabron 48
4.3.2 Regionale systemen met biomassawerf 54
4.4 Modellering en rekenhulpen 58

5 Conclusies en aanbevelingen 59
5.1 Conclusies 59
5.2 Aanbevelingen 60

Bronnen 63

Bijlagen
Bijlage I – Geïnterviewde personen
Bijlage II – Verklaring afkortingen

1 INLEIDING

1.1 Aanleiding

In Nederland staat biomassa op dit moment volop in de belangstelling. Het kabinet heeft met het werkprogramma 'Nieuwe energie voor het klimaat: Schoon en Zuinig' de ambitie neergelegd voor 20% duurzame energie in 2020 (Ministerie van VROM, 2007). Een derde deel (200 Pèta-joules) van deze ambitie moet worden gerealiseerd uit biomassa. Bureau Ecofys heeft in opdracht van het Ministerie van LNV berekend dat 32 PJ kan worden geleverd uit binnenlandse biomassa uit bossen, natuurgebieden, landschapselementen en de houtketen (Kuiper & De Lint, 2008).

Het Ministerie van LNV, Platform Hout Nederland en het Bosschap hebben op 14 februari 2008 een intentieverklaring ondertekend waarin zij toezeggen zich te zullen inzetten voor het gebruik van meer biomassa uit de Nederlandse bossen, landschapselementen en natuurgebieden voor de opwekking van energie (Ministerie van LNV, Platform Hout Nederland & Bosschap, 2008). Op initiatief van deze organisaties is op 29 april 2008 het Biomassa forum 2008 gehouden. Tijdens dit drukbezochte forum werden partijen uit de gehele biomassaketen met elkaar in contact gebracht. Ook op regionale schaal (gemeenten, provincies of regio's) vinden vergelijkbare bijeenkomsten plaats om het gebruik van biomassa voor duurzame energieopwekking op gang te krijgen.

Voordat dergelijke bijeenkomsten plaatsvinden is er vaak al in beeld gebracht hoeveel potentiële biomassa er nationaal, regionaal of lokaal beschikbaar is uit bos, natuur en landschap (bijv.: Spijker *et al.*, 2007; De Vries *et al.*, 2008; Gilden & Van Soest, 2008). Daarnaast worden er veel haalbaarheidsstudies uitgevoerd naar het plaatsen van biomassacentrales.

De potentiële beschikbaarheid van biomassa is dus bekend en er zijn vele haalbaarheidsstudies voor het realiseren van centrales. Tot op heden blijft echter een belangrijk deel van de keten onderbelicht, namelijk: de logistiek rondom de oogst, verwerking en levering van de biomassa. Er wordt vaak snel overheen gepraat. Een veel gehoorde opmerking is: "Als de vraag er is dan komt de biomassa vanzelf." Hiermee wordt bedoeld dat als er een biomassacentrale wordt gebouwd er dan vanzelf een logistieke keten opgang zal komen voor het leveren van de benodigde biomassa. Dit is echter niet het geval.

Verdeeld over verschillende terreintypen is er in een gebied bijvoorbeeld voldoende potentieel aan houtige biomassa aanwezig. Het is echter niet bekend hoe uit dit gebied een duurzame en continue stroom van houtige biomassa tot stand kan worden gebracht. Kortom, er is onvoldoende zicht op de benodigde (technische) logistiek voor een efficiënte en duurzame oogst, bundeling, verwerking, opslag en transport van houtige biomassa uit de verschillende terreintypen (bos, landschappelijke beplantingen, grienden, uiterwaarden, etc). Aannemers en handelaren hebben vaak wel ervaring met het oogsten en verwerken van biomassa uit één bepaald terreintype, maar niet met het bundelen van biomassastromen en de oogst in meerdere terreintypen. Bovendien is de beschikbare logistieke kennis versnipperd en bestaan er nog onduidelijkheden over de wet- en regelgeving. Daarnaast lopen terreineigenaren vaak met een aantal vragen rond die een belemmering kunnen vormen voor het beschikbaar komen van de biomassa op het moment dat de vraag toeneemt. Voorbeelden van deze vragen zijn: Aan welke eisen moet de biomassa voldoen? Door

wie kan de biomassa worden geoogst en verwerkt? Kan de biomassa inderdaad tegen een aantrekkelijke prijs worden geleverd? Hoe en wanneer kan de oogst op een verantwoorde (duurzame) en efficiënte wijze worden uitgevoerd?

Om de bovenstaande vragen te beantwoorden en te zorgen voor een duurzame en efficiënte mobilisering van houtige biomassa voor energieopwekking uit bos, natuur en landschap, is meer inzicht nodig in de huidige Nederlandse keten voor houtige biomassa en de knelpunten en kansen in deze keten. Hiertoe is van september 2008 tot en met december 2008 het project “Biomassa praktisch bekeken – Logistiek van de houtige biomassaketen” uitgevoerd.

1.2 Doel

Het project “Biomassa praktisch bekeken – Logistiek van de houtige biomassaketen” wil bijdragen aan een duurzame en efficiënte mobilisering van houtige biomassa voor energieopwekking uit bos, natuur en landschap. Het project heeft tot doel om de huidige Nederlandse logistiek voor houtige biomassa uit bos, natuur en landschap (oogst, verwerking, opslag en transport) en de belangrijkste knelpunten en kansen in deze keten in beeld te brengen. Daarnaast worden binnen dit project aanbevelingen gedaan voor de opheffing van de geconstateerde knelpunten.

1.3 Methode

De voor dit project benodigde informatie is afkomstig uit literatuuronderzoek en interviews met personen werkzaam in de Nederlandse biomassaketen (adviseurs, handelaren, aannemers, terreinbeheerders, beleidsmakers, leveranciers machines, etc.). In totaal zijn 22 personen geïnterviewd. In bijlage 1 is een lijst opgenomen met de geïnterviewde personen. Tot slot is via veldbezoeken en praktijkobservaties informatie verkregen over de werking en efficiëntie van een aantal oogst- en verwerkingsmethoden van houtige biomassa.

1.4 Leeswijzer

Gezien de beperkte tijd die voor dit project beschikbaar was, moet dit project worden gezien als een eerste verkenning van de thematiek, die kan dienen als basis voor vervolgprojecten en vervolgonderzoeken van diverse deelaspecten van de biomassaketen.

Hoofdstuk 2 beschrijft de Nederlandse keten voor houtige biomassa uit bos, natuur en landschap. In dit hoofdstuk wordt een globaal overzicht van de huidige stand van zaken gegeven. Hoofdstuk 3 behandelt de knelpunten in de biomassaketen die uit het onderzoek naar voren zijn gekomen. In hoofdstuk 4 worden een aantal oplossingen omschreven voor de belangrijkste technische en logistieke knelpunten. Tot slot worden in hoofdstuk 5 de belangrijkste conclusies gegeven en worden aanbevelingen gedaan voor het oplossen van beleidsmatige knelpunten en voor verder onderzoek.

2 DE NEDERLANDSE KETEN VOOR HOUTIGE BIOMASSA UIT BOS, NATUUR EN LANDSCHAP

Dit hoofdstuk beschrijft de huidige Nederlandse keten voor houtige biomassa uit bos, natuur en landschap. Daarnaast worden de potenties voor de oogst en verwerking van houtige biomassa in Nederland beschreven. De informatie is afkomstig uit literatuur en de interviews.

2.1 Huidige en potentiële bronnen voor houtige biomassa in Nederland

2.1.1 Overzicht bronnen

Op dit moment wordt in Nederland reeds uit een groot aantal verschillende bronnen houtige biomassa geoogst. Kuiper & De Lint (2008) schatten dat er momenteel ca. 275.000 ton aan houtige biomassa (gekloofd haardhout en energiehout) voor energiedoeleinden wordt geoogst uit bos, natuur en landschap. Er is geen zicht op de exacte hoeveelheid biomassa uit bos, natuur en landschap die wordt ingezet voor energiedoeleinden, aangezien er geen goede monitoring (markstatistieken) plaatsvindt van deze biomassastromen. Het is wel duidelijk dat er nog een groot onbenut potentieel is. Recent zijn er verschillende studies uitgevoerd die de potentiële beschikbaarheid van houtige biomassa in Nederland in beeld hebben gebracht. Op basis van deze studies worden in deze paragraaf de bronnen met het grootste potentieel aan houtige biomassa geselecteerd.

Het zal niemand verbazen dat bossen en kleine landschapselementen, zoals houtwallen, bomenrijen, boerenerven etc. de bronnen zijn voor houtige biomassa uit het landelijke gebied. Uit tabel 2.1 is af te leiden dat bossen (217 kton ds), kleine bosjes (<0,5 ha) (78 kton ds), lijnvormige beplantingen (bomenrijen, houtwallen en singels) (57 kton ds) en landschapselementen in beheer bij natuurbeschermende organisaties (32 kton ds) de belangrijkste bronnen voor houtige biomassa zijn. Ook binnen de bebouwde kom komt houtige biomassa vrij. Dit hout blijft binnen dit onderzoek echter buiten beeld.

Tabel 2.1 - Arealen van houtige biomassa bronnen en de potentiële beschikbare oogsthoeveelheid.

Terreintype	Hoeveelheid	Eenheid	Potentiële oogst (ton ds/jr)
Bos	**360.000**	**1000 ha**	**217.360***
Opgaand bos	289.000	ha	
Bijzonder opgaand bos	37.000	ha	
Boombos	2.000	ha	
Spontaan bos	24.000	ha	
Landgoed bos	6.000	ha	
Overig	5.000	ha	
Bijzondere bosvorm	34.000	ha	
Lanen	5.000	ha	
Houtwal	1.000	ha	
Singel	3.000	ha	
Hakhout	6.000	ha	
Griend-energie	700	ha	
Recreatiebos	3.000	ha	
Landschappelijke beplanting	8.000	ha	
Overig	7.300	ha	
Landschapselementen (bij	**9.560**	**ha**	**31.816****

natuurbeherende organisaties)			
Kleine landschapselementen			**225.595*** **
Solitaire bomen	257.530	st	2.713
Kleine bosjes (<0,5 ha)	30.949	ha	78.104
Houtwallen	3.894	km	8.638
Heggen	6.996	km	7.223
Singels	5.724	km	10.078
Bomenrijen	42.366	km	38.633
Hoogstamboomgaarden	3.316	ha	1.747
Grienden (<0,5 ha)	22	ha	85
Eendenkooien	150	st	1.496
Boerenerven	91.367	st	32.085
Erven van burgers in het buitengebied	170.071	st	44.792

* Incl. 100.000 ton ds brandhout, 78.880 ton ds uit reguliere oogst, 26.000 ton ds uit eerste (onrendabele) dunningen en 12.480 ton ds tak- en tophout.
** Er bestaat overlap tussen deze waarde en de potentiële beschikbare hoeveelheid uit kleine landschapselementen. Volgens De Vries *et. al.* (2008) bedraagt deze overlap ca. 5% van het volume.
*** In het onderzoek van De Vries *et. al.* (2008) wordt uitgegaan van een oogst van 100% van de jaarlijkse bijgroei. Een oogst van 100% van de bijgroei lijkt een overschatting indien deze wordt vergeleken met oogst in het Nederlandse bos waar ca. 60% van de bijgroei wordt geoogst. Kuiper & De Lint (2008) geven aan dat een oogst van 60% van de bijgroei in landschappelijke beplantingen mogelijk is. Er is in deze studie daarom van uitgegaan dat ook in kleine landschapselementen jaarlijks 60% van de bijgroei wordt geoogst.

In potentie is er in totaal 475.000 ton ds houtige biomassa beschikbaar (tabel 2.1). Dit volume ligt hoger dan het volume (375.000 ton ds) dat volgens Kuiper & De Lint (2008) potentieel beschikbaar is. De oorzaak is tweeledig. Ten eerste waren de resultaten van het onderzoek van De Vries *et. al.* (2008) nog niet beschikbaar en ten tweede is in het onderzoek van De Vries *et. al.* het volledige volume takken uit het landschap meegenomen terwijl Kuiper & De Lint hebben gerekend met 50% van de takken. In het onderzoek van De Vries *et. al.* is gerekend met een oogst van 100% van de bijgroei. Een oogst van 60% lijkt echter realistischer indien wordt gekeken naar de huidige oogst uit het Nederlandse bos (60%) en ook door Kuiper & De Lint wordt een oogst van 60% van de bijgroei als realistisch beschouwd.

Het daadwerkelijk praktisch oogstbare deel van houtige biomassa ligt naar verwachting lager dan de berekende potentiële hoeveelheden (Spijker *et al.*, 2007; Kuiper & De Lint, 2008). Er dient immers altijd rekening te worden gehouden met de gestelde doelen van bosontwikkeling, duurzaamheidscriteria, ecologische aspecten van bos(bodem)ontwikkeling en de instandhouding van de biotopen voor inheemse flora en fauna (Oldenkamp, 2008). Daarnaast spelen ook praktische problemen een rol, zoals: moeilijke bereikbaarheid voor machinale oogst door slechte bodemomstandigheden en slechte ontsluiting, hoge oogstkosten door geringe en verspreid liggende hoeveelheden biomassa, etc.

De onderzoeken die zijn uitgevoerd om de potentiële beschikbaarheid van biomassa in beeld te brengen waren voornamelijk landsdekkend. Er kan dus niet uit worden afgeleid welke biomassabronnen in een bepaalde regio de meeste potentie bieden. Het is echter wel duidelijk dat bijvoorbeeld op de Veluwe bossen de grootste biomassabron vormen, maar dat dit in bijvoorbeeld de Betuwe vooral de boomgaarden en lijnvormige beplantingen zijn.

2.1.2 Selectie terreintypen

Op basis van de bovenstaande analyse is ervoor gekozen de focus in deze studie te richten op die bronnen die volgens tabel 2.1 in potentie de meeste biomassa kunnen leveren. De studie richt zich op houtige biomassa uit bossen en dan met name het opgaande bos en daarnaast op de landschappelijke beplantingen en -elementen: kleine bosjes, bomenrijen en singels en erven van boeren en burgers in het buitengebied. Voor deze bronnen van houtige biomassa worden de knelpunten in beeld gebracht en worden aanbevelingen gedaan voor het wegnemen of verkleinen van deze knelpunten.

2.1.3 Vormen van houtige biomassa uit de verschillende terreintypen

Houtige biomassa kan in verschillende vormen uit de geselecteerde terreintypen beschikbaar komen:

Bossen:	Haardhout, tak- en tophout (bijv. Flevoland), volledige bomen bij eerste (onrendabele) dunningen, energiehout sortiment etc.
Kleine bosjes en landschapselementen:	Haardhout, tak- en tophout, volledige bomen, snoeihout
Bomenrijen en singels:	Snoeihout (takken), haardhout, volledige bomen
Erven van boeren en buitenlui:	Snoeihout (takken), haardhout, volledige bomen

Het is niet bekend welke hoeveelheden in welke vorm momenteel uit de verschillende terreintypen worden geoogst.

2.2 Afzetmogelijkheden en kwaliteitseisen voor biomassa

Binnen de bio-based economy zal er een groot aantal afzetmogelijkheden voor houtige biomassa ontstaan. Een belangrijk voorbeeld zijn tweede generatie brandstoffen, maar ook plastics behoren tot de mogelijkheden. Op dit moment is de energetische omzetting van biomassa in warmte en/of elektriciteit het belangrijkste afzetkanaal. De kwaliteitseisen voor biomassa zijn dan ook in beeld gebracht door uit te gaan van dit afzetkanaal. De inzet van houtige biomassa voor energie opwekking kan plaatsvinden in grote energiecentrales waarin de biomassa wordt bijgestookt of in speciale biomassacentrales die alleen biomassa verwerken. In de grote energiecentrales wordt de biomassa in de vorm van energiepellets (ook wel: houtpellets)[1] aangeleverd. In de biomassacentrales kan de brandstof bestaan uit

[1] Energiepellets/Houtpellets: geperste cilindervormige houtkorrels met een doorsnede van ca. 4-10 mm en een lengte van ca. 20 tot 50 mm.

chips[2], geshredderd[3] groenafval en in mindere mate zeefoverloop van de compostering. Afzet van geshredderd hout en zeefoverloop vindt voornamelijk plaats in België en Duitsland. Deze studie richt zich voornamelijk op de logistieke keten voor het leveren van houtchips aan de biomassacentrales. In dit hoofdstuk wordt dan ook gekeken naar de kwaliteitseisen die nu en in de toekomst aan deze houtchips worden gesteld.

Er bestaan een aantal verschillende technieken voor de energetische omzetting van biomassa in biomassacentrales, maar het rendement van deze centrales wordt grotendeels bepaald door de kwaliteit van de brandstof (meestal houtchips). De toegepaste techniek van een hout gestookte biomassacentrale bepaalt ook grotendeels de kwaliteit van de brandstof die kan worden ingezet.
In Nederland zijn de volgende technieken bekend:

- Wervelbedverbranding;
- Roosterovens;
- Inblaasverbranding;
- Schroefstuwstokers.

In deze paragraaf wordt alleen ingegaan op de bekendste en meest voorkomende typen: de wervelovens en de roosterovens. Een voorbeeld van een wervelbed installatie is de biomassa-energiecentrale (BEC) van Essent te Cuijk. De meeste installaties die tegenwoordig gebouwd worden zijn roosterovens, zoals de installatie van de paprikateler Vink Sion BV in Beetgum.

Drie factoren zijn bepalend voor de kwaliteit van de houtchips en de eisen die aan houtchips worden gesteld: fractiegrootte, vochtgehalte en asgehalte.

De kwaliteitseisen voor de wervelbed-oven zijn vrij hoog. Het materiaal moet binnen een bepaalde tijd verbrand zijn. Te fijn materiaal brandt te vroeg op en te groot materiaal valt door het zandbed. In het midden van de ketel is de meest optimale verbranding. Ook is het aanvoersysteem vrij complex middels kettingsystemen, vijzels en valpijpen. Hiervoor moet het hout goede roleigenschappen hebben en voldoen aan een bepaalde grootte. De meest optimale grootte is 20 x 25 x 10 mm. Het vochtgehalte moet tussen de 20% en 60% liggen. Geshredderd materiaal kan in zeer beperkte hoeveelheden worden bijgemengd met houtchips.

In een roosteroven kan zowel gechipt als geshredderd materiaal worden ingezet. In de kachel verbrandt de brandstof over een beweegbaar trappenrooster, waarbij de brandstof aan het eind van het rooster opgebrand en gedoofd moet zijn. De grootte van het materiaal moet zo homogeen mogelijk zijn met een voorkeur voor chips (50x50x20 mm). Hoe meer contact oppervlak (buitenkant) hoe beter de verbranding en het rendement. Het materiaal mag niet volledig bestaan uit de deeltjes die aan de ondergrens voldoen (onderfractie), maar er worden geen harde eisen gesteld aan het maximale aandeel onderfractie. Het vochtgehalte mag maximaal 55-60% bedragen en het minimum vochtgehalte is 30% op het moment dat het branderbed niet gekoeld

[2] Chippen: methode voor het verkleinen van houtige biomassa, waarbij de biomassa door middel van beitels in stukken wordt gehakt. Chips kunnen afhankelijk van de kwaliteitsklasse variëren van enkele millimeters tot enkele centimeters groot.

[3] Shredderen: techniek voor het verkleinen van (groen)afval/ houtige biomassa. Bij het vershredderen wordt de biomassa als het ware versplinterd/kapot geslagen. Geshredderd hout heeft een minder uniforme samenstelling dan gechipt of versnipperd hout, aangezien de lengte, gladheid en breedte van de geshredderde stukken hout niet gelijk zijn.

wordt en er een condensor aanwezig is. Het as valt vanaf het trappenrooster in de asafvoerschroef. Deze brengt het as buiten de verbrandingsruimte in een ascontainer. De snelheid van het trappenrooster wordt bepaald door de grootte van de brandstof en de warmtevraag.

Het aandeel groen in chips moet tot een minimum beperkt worden. Naalden en blad bevatten namelijk een groot aandeel alkaliën en zouten. Deze geven zuurvorming in combinatie met water. De metalen delen in de installatie worden hierdoor aangetast. Ook is het smeltpunt van de as lager zodat er meer slakvorming in de ketel plaatsvindt. Vis (2000) citeert uit Zweeds onderzoek, waaruit blijkt dat met name de naalden en bladresten aan de broodnodige biomassa t.b.v. bodemontwikkeling bijdragen. Van belang is dus, deze sowieso in het bos te laten, ook wanneer hele bomen geoogst worden.

In Nederland is, in tegenstelling tot bijvoorbeeld Oostenrijk (zie kader 2.1) momenteel nog geen uniforme norm voor de kwaliteitseisen die aan houtchips worden gesteld, omdat een (groot) deel van de houtchips op dit moment (nog) niet met verbranding als doel wordt geproduceerd. Veel hout wordt in Nederland tijdens de werkzaamheden (bijv. groenonderhoud) verchipt, omdat het efficiënter is chips af te voeren in plaats van bijvoorbeeld takken. Er wordt daarbij op dit moment niet of nauwelijks rekening gehouden met de uiteindelijke afzet. Het hoofddoel is niet te veel lucht te transporteren en de laadcapaciteit zo volledig mogelijk te benutten. Als er meer vraag komt naar houtchips zullen de Nederlandse “producenten” van houtchips meer gaan letten op de kwaliteit.

Wanneer eindverwerkers bereidt zijn hogere prijzen te betalen voor houtchips dan zijn methodes die in Duitsland en Denemarken op dit moment worden toegepast ook in Nederland toepasbaar. Er wordt dan bewust hout geoogst voor de energieopwekking met de daarbij behorende kwaliteitseisen. In Duitsland wordt bijvoorbeeld hout geoogst op stam, de verschillende sortimenten worden uitgereden en op een rolstapel gezet om te drogen. Na een bepaalde periode (bijv. zomermaanden) worden de stammen gechipt. Wanneer deze stammen of takken gechipt worden zijn de houtchips mooi droog en van constante grootte. Een andere mogelijkheid is het hout tijdens één werkgang in het bos meteen te chippen. De chips zullen dan moeten worden opgeslagen om aan het vereiste vochtgehalte te voldoen. Opslag van chips kan echter, door broei en schimmelvorming, ten koste gaan van de kwaliteit. Dit kan voorkomen worden door het materiaal na de oogst een aantal maanden te laten liggen in het terrein of door de chips geforceerd te drogen tot een vochtgehalte van < 30%.

Door de verscheidenheid aan installaties zullen de toekomstige eisen aan biomassa verschillen per type installatie. Er wordt gewerkt aan een Europese kwaliteitstandaard voor houtchips, de CEN prEN 14961-1 2008.4 solid biofuels. In deze standaard zullen eisen worden gesteld aan onder andere: de deeltjesgrootte, het vochtgehalte, het asgehalte en de dichtheid. Deze standaard moet alle landelijke normen gaan vervangen, zodat er één Europese standaard ontstaat.

Kader 2.1 Kwaliteitseisen voor houtchips in Oostenrijk: Ö-norm M 7133

In Oostenrijk wordt gewerkt met normen die men aan houtchips stelt. Dit is de Ö-norm M7133 (tabel 2.2). Deze norm stelt eisen aan de grootte, vochtigheid, asgehalte en dichtheid van de houtchips. De eisen zijn gekwalificeerd in verschillende gradaties.

Tabel 2.2 Ö-norm M 7133 (INBO, 2007; Lasselsberger, 2008)

DEELTJESGROOTTE						
Klasse	**Zeefanalyse (mm)**				**Maximale waarde**	
	<20%	60-100%	<20%	Max 4%	Oppervlakte (cm^2)	Lengte (cm)
G30	1-2,8	2,8-16	> 16	< 1	3	8,5
G50	1-5,6	5,6-31,5	> 31,5	< 1	5	12
G100	1-11,2	11,2-63	> 63	< 1	10	25
VOCHTGEHALTE						
Klasse		**Vochtgehalte (%)**		**Omschrijving**		
W20		<20		Luchtdroog		
W30		20-30		Geschikt voor opslag		
W35		30-35		Beperkte geschikt voor opslag		
W40		35-40		Vochtig		
W50		40-50		Vers		
DICHTHEID						
Klasse		**Dichtheid (kg/m^3)**		**Omschrijving**		
S160		<160		Gering		
S200		160-250		Gemiddeld		
S250		>250		Hoog		
ASGEHALTE						
Klasse		**Asrest (%)**		**Omschrijving**		
A1		<0,5		Gering		
A2		0,5-2		Hoog		

Naast kwaliteitseisen zullen in de toekomst ook eisen worden gesteld aan de duurzaamheid van de biomassa. In 2006 heeft een commissie onder leiding van de huidige minister van VROM Jacqueline Cramer criteria opgesteld voor duurzame biomassa. In deze criteria worden eisen gesteld aan de herkomst en productie van biomassa ten aanzien van broeikasgasemissies, concurrentie met voedsel of andere lokale toepassingen, biodiversiteit, milieu, welvaart en welzijn. De Cramer-criteria worden omgezet in toetsbare eisen door middel van een NTA (Nederlandse Technische Afspraak). De ontwikkeling van de NTA 8080 voor duurzaam geproduceerde biomassa voor energiedoeleinden (elektriciteit, warmte & koude en transportbrandstof) is in een vergevorderd stadium en zal naar verwachting begin 2009 verschijnen. De Nederlandse overheid wil de NTA 8080 inzetten voor de regeling Stimulering Duurzame Energieproductie (SDE). Omdat een groot deel van de biomassaproductie buiten de landsgrenzen plaatsvindt, moet de NTA 8080 als tussenstap worden gezien. Het uiteindelijke doel is de Cramer-criteria internationaal door te voeren via de Europese normalisatieorganisatie CEN en de internationale normalisatieorganisatie ISO.

2.3 Methoden en technieken voor oogst, verwerking, opslag en transport

Het beheer van bos en landschap kan in Nederland niet los van elkaar worden gezien, omdat dit beheer in Nederland sterk met elkaar verweven is. Door bos- en landschapsbeheer te integreren kan daarnaast grootschaliger worden gewerkt waardoor de kosten per eenheid kunnen worden gedrukt. Het ligt dan ook voor de hand bij de oogst van houtige biomassa uit bos en landschap zo veel mogelijk gebruik te maken van dezelfde methoden en technieken.

2.3.1 Actoren

In Nederland zijn een groot aantal verschillende actoren - in uitvoerend opzicht - actief bij de oogst en verwerking van houtige biomassa uit bos, natuur en landschap:

- Aannemers/loonbedrijven;
- Agrarische natuurverenigingen;
- Boomrooierijen;
- Boomverzorgers;
- Eigenaren/beheerders van bos, natuur en landschap (waaronder ook korte omloop plantages, grienden en hakhout);
- Groen- en wegenbeheerders (o.a. Provincies, gemeenten, sociale werkvoorzieningen);
- Bosexploitanten en houthandelaren;
- Hoveniers;
- Transportbedrijven.

Houtige biomassa in de vorm van houtchips en chunks[4] wordt in Nederland momenteel gewonnen uit verschillende bronnen[5] (de belangrijkste bron staat bovenaan):

1. Rooiprojecten t.g.v. cultuurtechnische en infrastructurele werken;
2. Beheer van groen in het kader van groenbeheer, wegbeheer en boomveiligheid;
3. Exploitatie van korte omloopbos, grienden en hakhout;
4. Landschapsbeheer (snoei- en knotwerk ter instandhouding van landschapselementen);
5. Bosexploitatie.

Voor de oogst van deze biomassa maken de bedrijven gebruik van twee soorten machines:

- Standaard bos-/landbouwmachines, die eventueel in eigen beheer zijn aangepast en;
- Speciale machines voor de oogst en verwerking van houtige biomassa.

Onder de bij de Erkenningsregeling Bosaannemers (ErBo) van het Bosschap aangesloten bosbouw- en groenaannemers is 22% (35 van de totaal 156 bedrijven)

[4] Chunken: methode voor het verkleinen van houtige biomassa door middel van snijden. Chunks hebben een afmeting variërend van 5 tot 25 cm.

[5] Buiten beschouwing gelaten is: gekloofd brandhout uit bos, natuur en landschap en houtpellets. Tevens buiten beschouwing gelaten is houtige biomassa als restproduct van de industrie, afvalverwerking, tuinonderhoud, boom- en fruitkwekerijen, alsmede overige niet-houtige biomassa.

actief op het gebied van houtige biomassa (oogst, verkleinen, transport, handel, en/of advies). Van 35 bedrijven zijn er twaalf actief in Gelderland, zeven in Overijssel en vijf in Noord-Brabant. De overige bedrijven zijn over de overige Nederlandse provincies verspreid, waarbij Friesland en Noord-Holland in de rij ontbreken (bron: Website Bosschap).

Onder de leden van de Algemene Vereniging Inlands Hout (AVIH) is 22% (19 van 81 bedrijven) actief in de verwerking van biomassa. Volgens de website van de AVIH beschikken de leden zowel over de machines om de juiste biomassa te maken/leveren als over de contacten in de markt om leveringen te realiseren volgens actuele marktcondities. Deze bedrijven bevinden zich verspreid over Oost-Nederland, van noord tot zuid (m.n. in Noord-Brabant, Gelderland en Overijssel) (bron: Website AVIH).

Loonbedrijven krijgen in de agrarische sector steeds minder werk, vanwege het afnemende aantal boeren en de dalende landbouwopbrengsten, waardoor zij zich op andere markten richten. Hiertoe behoort ook het natuur- en landschapsbeheer. CUMELA Nederland heeft in haar Verhuurdersgids (Anonymus, 2008) in beeld gebracht welke loonbedrijven in heel Nederland versnipperaars (chippers), shredders en loonwerk aanbieden. Van de ruim 1.800 loonbedrijven die lid zijn van CUMELA Nederland geven 1.215 bedrijven aan dat zij over de volgende machines:

- 500 bedrijven exploiteren 750 houtversnipperaars;
- 65 bedrijven exploiteren 75 shreddermachines;
- 160 bedrijven exploiteren 200 zeefinstallaties.

(Steinbusch & Verkerk, pers. med.).

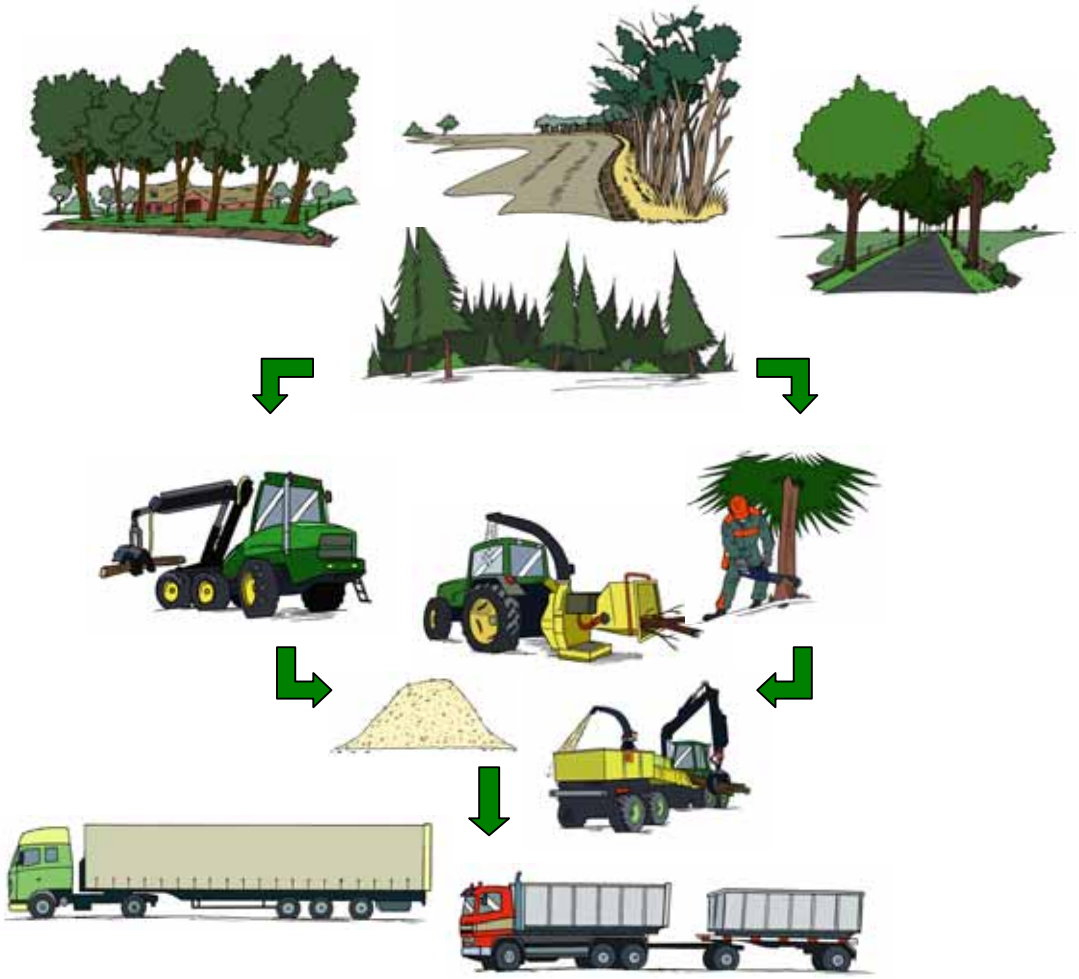
In de loonwerkersbranche heeft dus ca. 68% van de bedrijven (op grotere of kleinere schaal) de mogelijkheid om houtige biomassa te verwerken. Het is onbekend hoe deze bedrijven en hun activiteiten over Nederland zijn verspreid. In Friesland, Gelderland, Noord-Brabant en Zuid-Holland zijn echter per provincie meer dan 160 (grote en kleine) bedrijven actief, in de overige provincies minder dan 110. In de qua bos en landschapselementen meest rijke provincies mag daarbij aangenomen worden dat hier de meeste bedrijven daadwerkelijk actief zijn in de oogst en verwerking van biomassa. Daarbij dient opgemerkt te worden dat veel loonbedrijven veelal regionaal of zelfs lokaal actief zijn.

2.3.2 Methoden, technieken en machines

In de volgende paragrafen wordt per schakel uit de keten van de productie van houtige biomassa in Nederland de stand der techniek beschreven. Algemeen kan gezegd worden, dat de oogst van biomassa in Nederland meestal plaatsvindt volgens de volgende werkwijze: vellen met de motorkettingzaag of harvester[6], uitslepen, verkleinen (versnipperen/chippen of shredderen) en afvoer per container of walking-floor (zie figuur 2.1). Het uitslepen heeft echter het nadeel, dat het hout vervuild raakt met grond, waardoor het eindproduct (chips) niet altijd voldoende schoon is voor verwerking in de verbrandingsinstallatie. Er wordt in Nederland ook (zij het op kleine schaal) geïnvesteerd in nieuwe, innovatieve machines, die deels in het buitenland, maar ook deels in Nederland worden ontwikkeld.

---

6 Met een normale processorkop, of met een speciale processorkop (“feller-buncher” of “multi-grip”), die meer dunne stammen tegelijk kan oogsten.



Figuur 2.1 – Schematisch overzicht oogst en verwerking van biomassa in Nederland (Afbeeldingen: Stichting Probos, Borgman Beheer Advies & Biomassa Stroomlijn)

Boomrooierij

Nederland blijft zich ontwikkelen: woningen, industrieterreinen en infrastructuur worden steeds weer uitgebreid. Hiervoor worden vaak individuele bomen, kleine bosjes of houtwallen gerooid. Deze rooiwerkzaamheden worden vaak uitbesteed aan aannemers en de houtchips die daarbij vrijkomen vormen op dit moment één van de belangrijkste bronnen van biomassa voor de biomassacentrales in Cuijk en Lelystad. Deze activiteiten vormen dan ook een aparte en belangrijke schakel in de keten van de houtige biomassa in Nederland. Een aantal loonbedrijven heeft zich bijna volledig gespecialiseerd in deze activiteiten. Zij zetten zware machines in, waarmee in korte tijd veel hout (vaak inclusief stobben) kan worden geoogst, versnipperd of geshredderd en vervoerd. De stammen worden meestal ook verkleind, hoewel ze ook geschikt kunnen zijn voor verwerking tot papier of plaatmateriaal. Door de stammen echter ook te verkleinen wordt er een product gemaakt met een betere kwaliteit (minder schors per eenheid) en nemen de kosten per eenheid af, omdat er meer wordt geproduceerd. Dit is uit kostenoogpunt wellicht interessant, maar uit het oogpunt van cascadering minder wenselijk.

Landschapsbeheer/snoeiwerkzaamheden

Ook het landschapsbeheer in Nederland kent een oude traditie (Oorschot, 2004). Houtwallen en heggen dienden bijvoorbeeld als veekering of terreinafscheiding en knotbomen en hakhout zorgden voor geriefhout en brandhout. In totaal komen deze terreintypen in Nederland over 91.000 ha voor (inclusief bomenrijen, griend en hakhout) (Spijker *et al*., 2007). De oorspronkelijke functies zijn komen te vervallen, maar het beheer wordt nog steeds uitgevoerd en levert een flinke hoeveelheid houtige biomassa.

Met 70.000 ha aan stedelijk groen en 46.000 ha aan bomenrijen en wegbeplantingen (Spijker *et al.*, 2007) wordt nog een ander grote bron aan houtige biomassa aangeboord. Deze elementen dienen in het kader van de zorgplicht en maatschappelijke veiligheid onderhouden te worden.

Voor het onderhoud van deze beplantingen buiten bosverband in het landelijke- en stedelijke gebied worden standaard landbouwmachines met snoei- of maaiapparaten uitgerust, maar er worden ook speciaal ontwikkelde machines gebruikt die (bijv. langs snelwegen) het snoeiafval in één werkgang versnipperen en opvangen. Grotere onderhoudsprojecten worden door aannemers uitgevoerd, maar voor eigen gebruik halen terreineigenaren het hout veelal zelf uit de elementen. Bij uitbestede projecten verzorgt de tussenhandel veelal de logistiek naar de centrale (bijv. centrale Vink-Sion te Berlikum). In enkele gevallen regelt de beheerder van de centrale het zelf (centrale De Âlde Delte te Beetsterzwaag).

In totaal wordt er naar schatting 275 kton ds/jaar aan houtige biomassa uit bos, natuur en landschap ingezet voor energieopwekking (Kuiper & De Lint, 2008). Het is niet exact bekend hoeveel van deze biomassa afkomstig is uit landschapsbeheer. Het is wel een feit dat het overgrote deel van de houtige biomassa die vrijkomt bij landschapsbeheer niet wordt ingezet voor energieopwekking, maar ter plaatse wordt versnipperd en achtergelaten in het landschapselement (Feil & Frederiks, 2006; Oorschot, 2004).

Korte omloopbos/hakhout/griend

Nederland heeft een eeuwenoude cultuur in het produceren van geriefhout, brandhout en hout voor natuur- en waterbouw uit hakhoutbossen en grienden. De oogst wordt veelal uitgevoerd met standaard machines uit bos- en landschapsbeheer, of zelfs motormanueel in gebieden waar de gesteldheid van de bodem of de houtopstand een machinale oogst niet toelaat. Een enkel loonbedrijf heeft een in eigen beheer ontwikkelde machine waarmee machinaal geoogst kan worden. In de laatste jaren is de handel in wilgentenen uit grienden sterk teruggelopen, waardoor het voor deze sector interessant wordt dit hout als biomassa te gaan verwerken. Dit vindt in Nederland echter nog op zeer kleine schaal plaats.

De moderne variant – speciaal ontwikkeld voor de oogst van biomassa en aangepast aan moderne, machinale oogstmethoden – is korte omloop bossen. Deze snel groeiende bossen zijn vaak dusdanig ingericht (afstand tussen de rijen, padbreedte), dat een aangepaste oogstmachine er makkelijk kan werken. De oogstmachines zijn gebaseerd op machines uit de akkerbouw, of op bosbouwmachines.

Bosbouw

De huidige Nederlandse bosbouw kenmerkt zich in het algemeen door het toepassen van (kleinschalig) geïntegreerd bosbeheer en daarnaast spelen de criteria voor duurzaam bosbeheer een belangrijke rol. De bossamenstelling wordt hierdoor gevormd. Er wordt gestreefd naar gelaagd, structuurrijk bos met ondergroei (struiken en verjonging), overheerste bomen en dood hout. Ook is de houtoogst hieraan aangepast: stobben, dood hout, onderstandige bomen en struiken worden bij een dunning veelal gehandhaafd. Tak- en tophout van geoogste bomen worden over het algemeen (ongesnipperd) in het bos achtergelaten, in machinaal gedunde opstanden wordt het tak- en tophout tegen bodemverdichting op de uitsleeppaden gelegd. Dunningen in jong bos, waaruit nog niet rendabel geoogst kan worden, worden (afgezien van een enkel particulier brandhout project) niet uitgevoerd. Volgens de geïnterviewden komt dit deels door de onbekendheid van de sector met de mogelijke technieken. Andere geluiden wijzen op het feit dat zulke maatregelen te grote investeringen met zich meebrengen: “laat de handelaar nog maar eens terug komen als de oogst van houtige biomassa op mijn terrein een positief financieel resultaat oplevert” is een veel gehoorde uitspraak van terreinbeheerders. Dit resulteert in een grote voorraad aan onbenutte houtige biomassa in het bos, en bovendien worden hierdoor vaak bosverzorgingsmaatregelen overgeslagen, die de hout- en opstandskwaliteit op de lange termijn positief zouden kunnen beïnvloeden.

Het overgrote deel van de houtige biomassa uit bos, natuur en landschap die momenteel wordt ingezet voor energieopwekking is afkomstig uit het bos. Het betreft hier met name haardhout (Kuiper & De Lint, 2008). De houtige biomassa die vanuit het bos wordt ingezet voor energieopwekking in bio-energiecentrales betreft voornamelijk stamhout en in minder mate tak- en tophout (Interviews). Er zijn in Nederland in het verleden ook proeven gedaan met de volle-boom-methode, waarbij de boom met stam-, tak- en tophout wordt geoogst (Vis, 2000).

2.3.3 Houtverkleining

Er zijn wereldwijd (en ook in Nederland) vele producenten van versnipperaars (chippers), chunkers en shredders. Deze machines zijn aangepast op verschillende wensen met betrekking tot:

- Aandrijving;
- Grootte en eigenschappen van het te verkleinen hout;
- Productiecapaciteit;
- Terrein waar de werkzaamheden plaatsvinden;
- Investerings- en bedrijfskosten.

Shredders hebben een verwerkingscapaciteit van 60 tot 90 ton per uur en voor versnipperaars varieert deze van 30 m^3 tot 150 m^3 per uur. Het nadeel van de inzet van met name grote versnipperaars en shredders is, dat de transportkosten erg hoog zijn. Daarnaast moet er voldoende materiaal voorgeconcentreerd voorhanden zijn voor een grote versnipperaar/shredder, zodat de volledige productiecapaciteit van de machines wordt benut en een zo hoog mogelijke efficiëntie wordt gehaald. Een ander knelpunt bij het versnipperen/shredderen is dat de kwaliteit van het product vaak te heterogeen is en daardoor niet aansluit op de vraag vanuit de handel en beheerders van verbrandingsketels. Kleine ketels hebben een homogener en kleiner product

nodig, terwijl grotere ketels een heterogener product aankunnen, maar vaak grotere snippers nodig hebben (Kofman, 2008; Interviews).

In Nederland zijn alle bovengenoemde machines inzetbaar. De Verhuurdersgids van CUMELA Nederland (Anonymus, 2008) geeft hiervan een helder overzicht per provincie. Enkele geïnterviewden verwachten dat versnipperaars zich steeds meer zullen ontwikkelen in de richting van de zelfrijdende machines, die in het terrein inzetbaar zijn en zich ook snel op de openbare weg kunnen verplaatsen. Ook hybride versnipperaars, die kunnen variëren in hun aandrijving, hebben vanwege de hoge prijs van fossiele brandstoffen toekomst. Het verbruik van deze apparaten is namelijk vrij groot.

2.3.4 Transport en logistiek

Bij de inzet van transportmiddelen spelen de volgende parameters een rol:

- Locatie en beschikbaarheid van het te vervoeren materiaal;
- Bestemming en bereikbaarheid;
- Transportafstand en -kosten;
- Hoeveelheid te vervoeren materiaal;
- Transportsnelheid.

Afhankelijk van deze parameters kan het gewenste transportmiddel worden ingezet. In Nederland zijn de volgende gangbare transportmiddelen voorhanden:

- In bosopstanden en landschap:
  - Forwarder voor rondhout;
  - Press collector (forwarder met klemplaten om takhout te kunnen transporteren);
  - Shuttle (forwarder met kiepcontainer);
- Op bos- en landwegen (korte afstand):
  - Container-carrier (trekker met container op aanhanger), laadvermogen 40 m3;
- Wegtransport (grotere afstand):
  - Container-vrachtwagen met of zonder aanhanger, laadvermogen 80 m3;
  - Vrachtwagen met walking-floor-oplegger, laadvermogen 90-100 m3;
  - Rondhouttransport-vrachtwagen (langhout, oplegger of met aanhanger).

Transport is momenteel één van de duurste schakels uit de keten van oogst en verwerking van houtige biomassa (Kofman, 2008). Voor het verbeteren van de efficiëntie worden met name voor het transport van snippers en niet versnipperd geoogst hout in het terrein steeds nieuwe transportmiddelen ontwikkeld. Daarbij speelt het voorkomen van het transporteren van lucht een grote rol. Algemeen geldt, dat bij de ontwikkeling van nieuwe machines ook steeds meer wordt gekeken naar efficiënt brandstofverbruik en alternatieve brandstoffen, om het transport goedkoper te maken.

2.3.5 Opslag

De opslag van houtsnippers is een cruciale schakel in de productieketen. Een goede manier van opslaan zorgt voor een droog product, zo min mogelijk transportbewegingen en efficiënt gebruik van de opslagcapaciteit. Vanzelfsprekend staan deze eigenschappen niet los van de overige schakels: de manier van oogsten en versnipperen, transporteren en verbranden hebben hun invloed op de opslagmogelijkheden. Er kan onderscheid gemaakt worden in:

- voordrogen: laten liggen/opslag op de oogstlocatie, in principe voor het versnipperen, waarbij het hout alvast voordroogt en haar blad of naalden laat vallen (dit komt ten goede aan de droogte van de houtsnippers en vermindert de hoeveelheid vervuiling door bladresten van het product). Vis (2000) noemt deze variant als meest succesvolle opslagmethode. Nadelen hierbij zijn de grote hoeveelheid ruimte die de sterk beeldbepalende stapels innemen. Tevens bestaan er risico's voor bastkeverplagen en het nestelen/schuilen van fauna in de stapels, wat de verwerking kan vertragen.
  Het buiten laten drogen van chips kan slechts voor beperkte tijd, vanwege het ontstaan van broei en rot. Een mogelijkheid om deze processen te vermijden/vertragen is het toepassen van grotere chips (chunks), waardoor de hopen sneller drogen en kunnen "doorwaaien".
- drogen in opslag: na versnipperen en transport worden de houtsnippers bij de verbrandingsinstallatie opgeslagen. De snippers worden opgeslagen in een aparte droogruimte (in een hal of onder een afdak) Een nadeel hiervan is, dat dit systeem relatief veel (overdekte) ruimte in beslag neemt en erg veel energie vergt. Het drogen van chips in opslag kan daarom nooit kostendekkend uitgevoerd worden, tenzij het wordt gecombineerd met andere drogings- of warmteopwekkende processen (Kofman, 2008).
- directe verbranding: de snippers worden direct in een relatief kleine bunker gelost, die middels een vijzel of transportband direct aan de verbrandingsinstallatie is gekoppeld. Het nadeel hierbij is, dat de chips vaak vers en dus relatief vochtig zijn, waardoor ze een lagere energiewaarde hebben.

In Nederland zijn enkele grotere en kleine spelers op het gebied van de opslag en verwerking van biomassa actief. Naast verschillende kleine(re) huis-, kantoor- en bedrijfsinstallaties zijn enkele voorbeelden van grotere, moderne installaties:

- Essent Cuijk: 250.000 m^3/jr / 240.000 odt;
- Nuon Lelystad: 15.000 odt
- Delta T. Bio Energy BV te Beetsterzwaag: 4.100 m^3/jr; opslagcapaciteit 1.000 m^3 (200 m^3 in voorraadbunker en 800 m^3 in overdekte opslag)
- Ecologische zorgboerderij de Mikkelhorst te Haren: 525 m^3/jr; opslagcapaciteit 30 m^3
- Vink-Sion BV te Berlikum (warmte-kracht-koppeling): 18.000 ton/jr; opslagcapaciteit 2 x 200 m^3.

(Bron: Spijker *et al.*, 2007; De Boer, s.a.; De Boer & De Jong, s.a.; Website Houtwkk; Interviews)

2.3.6 Tussenhandel

De bulk van de houtige biomassa in Nederland wordt niet direct tussen de terreineigenaar en de centrale verhandeld. Er zijn ongeveer tien grote partijen die de tussenhandel verzorgen en de logistiek organiseren. Dit kunnen aannemers of transporteurs zijn, of handelsondernemingen die zich hebben gespecialiseerd in de logistiek van houtige biomassa. Samen zijn deze bedrijven goed voor naar schatting 285.000 ton droge stof aan houtige biomassa per jaar. Er wordt geleverd aan de grote energiecentrales in Cuijk en Lelystad, maar ook aan particuliere adressen met kleinere verbrandingsinstallaties.

2.3.7 Toepassing en beschikbaarheid van methoden en machines in Nederland

Van oogst tot en met transport en opslag wordt in Nederland met verschillende methoden en machines gewerkt, zoals in de voorgaande paragrafen is beschreven. Per schakel in de keten van biomassaproductie wordt hieronder een opsomming van deze methoden en machines gegeven. Het betreft hier geschatte aantallen op basis van de kennis uit de branche en ledenlijsten van de AVIH, ErBo en CUMELA Nederland.

Tabel 2.3 – Overzicht beschikbaar materieel voor de biomassa oogst, transport en andere aspecten binnen de Nederlandse biomassaketen.

Machine	**Gebruikers/Branche**	**Aantal in gebruik in Nederland**
Houtoogst – Bosbouw		
Harvester	Bosbouwaannemers	55
Mini-harvester	Bosbouwaannemers	1
Rups-harvester	Bosbouwaannemers	1
Snoeiaggregaat (feller-buncher / multi-grip processorkop – opbouw op harvester of ander voertuig met kraan)	Bosbouwaannemers	4
Oogstmachine met snoeiaggregaat, versnipperaar en kiepcontainer	Bosbouwaannemers	0
Mini-uitrijcombinatie (trekker met wagen, smalspoor)	Bosbouwaannemers, particulieren	0
Uitrijwagen (zelfladend, met trekker)	Bosbouwaannemers	50
Forwarder (zelfladend)	Bosbouwaannemers	45
Press Collector (voor opbouw op forwarder, zelfladend)	Bosbouwaannemers	2
Chips-Shuttle (forwarder met containeropbouw)	Bosbouwaannemers	0
Takhout-bundelmachine (opbouw op forwarder)	Bosbouwaannemers	0
Houtoogst – Korte omloopbos, hakhout & griend		
Oogstmachine (o.a. omgebouwde maïshakselaar of eigenbouw-machine)	Aannemers/loonbedrijven, griend-oogstbedrijven	3
Oogstmachine (o.a. omgebouwde maïshakselaar of eigenbouw-machine) met versnipperaar (en evt. kiepcontainer)	Aannemers/loonbedrijven, griend-oogstbedrijven	1
Landschapsbeheer/snoeiwerkzaamheden		
Hydraulische maaibalk/messenbalk (opbouw op trekker)	Aannemers/loonbedrijven, hoveniers, particulieren, weg-/groenbeheerders	>100
Hydraulische cirkelzaag/maaier (opbouw op trekker)	Aannemers/loonbedrijven, hoveniers, particulieren, weg-	<15

	/groenbeheerders	
Hydraulische snoeischaar (op mobiele kraan)	Aannemers/loonbedrijven, hoveniers, weg-/groenbeheerders	25
Oogstmachine met hydraulische snoei-installatie, versnipperaar en kiepcontainer	Aannemers/loonbedrijven, hoveniers, weg-/groenbeheerders	<5
Oogstinstallatie met hydraulische snoei-installatie, versnipperaar (en evt. kiepcontainer) als opbouw op trekker	Aannemers/loonbedrijven, hoveniers, weg-/groenbeheerders	<5
Versnipperaars/chippers/chunkers/shredders		
Versnipperaar met eigen motor (op aanhanger of vrachtwagen)	Loonbedrijven, (bosbouw)aannemers, boomrooierijen	>250
Versnipperaar met trekkeraandrijving (op aanhanger, evt. zelfladend)	Aannemers/loonbedrijven, hoveniers, particulieren, weg-/groenbeheerders, boomrooierijen	>350
Versnipperaar met kiepcontainer op aanhanger (evt. zelfladend)	Loonbedrijven, (bosbouw)aannemers, boomrooierijen	150
Chunker met eigen motor (op aanhanger of vrachtwagen, evt. zelfladend)	Loonbedrijven, (bosbouw)aannemers, boomrooierijen	1
Chunker met trekkeraandrijving (op aanhanger, evt. zelfladend)	Loonbedrijven, (bosbouw)aannemers, boomrooierijen	2
Shredder met eigen motor (op aanhanger of vrachtwagen, evt. zelfladend)	Loonbedrijven, (bosbouw)aannemers, boomrooierijen	>75
Transport		
Containercarrier – zelfladend (met trekker)	Aannemers, loonbedrijven, weg-/groenbeheerders, transporteurs	<50
Containercarrier – niet zelfladend (met trekker)	Aannemers, loonbedrijven, weg-/groenbeheerders, transporteurs	>50
Container op vrachtwagen - zelfladend	Aannemers, loonbedrijven, transporteurs	>1.000
Container op vrachtwagen – niet zelfladend	Aannemers, loonbedrijven, transporteurs	>1.000
Walking-floor-combinatie – niet zelfladend	Aannemers, loonbedrijven, transporteurs	>1.000

(Bron: Oorschot, 2004; Van der Stok, 2008; Diverse websites; Interviews)

Het blijkt dat in de houtige biomassaketen gewerkt wordt met machines met verschillende ontwikkelingsachtergrond:

- Standaard (land-/bosbouw)machines en wegtransportmiddelen, niet speciaal aangepast aan het biomassaproces
- Speciale biomassamachines
- In eigen beheer ontwikkelde en gebouwde machines (bijv. door een loonbedrijf/aannemer)

Speciale machines voor de oogst en verwerking van houtige biomassa zijn niet of beperkt (slechts in een bepaalde regio) voorhanden, omdat in Nederland de houtige biomassabranche nog relatief klein is en voortkomt uit de landbouw, het landschapsbeheer en de traditionele bosbouw. Voorbeelden van specifieke biomassa oogstmachines zijn de chunker, de press collector en oogstmachines voor korte omloopbos. Daarentegen zijn de algemene middelen, zoals harvesters, maaibalken, versnipperaars en transportmiddelen, goed vertegenwoordigd en in geheel Nederland aanwezig. In Nederland zal aan de ene kant geïnvesteerd moeten worden in machines die speciaal zijn gebouwd voor de oogst en verwerking van biomassa om de logistiek

van de houtige biomassa verder te kunnen ontwikkelen. Aan de andere kant kunnen bestaande machines worden aangepast, zodat ze beter inzetbaar zijn voor verschillende typen biomassa en in verschillende terreintypen. De geïnterviewde aannemers geven aan dat de machines die ze in bezit hebben al breed inzetbaar zijn, maar dat de machines nog niet in alle terreintypen of onder alle terreincondities toepasbaar zijn. Door bestaande machines aan te passen kunnen met geringe investeringen de productiviteit en verwerkingscapaciteit in Nederland worden verhoogd.

(Bron: interviews)

2.4 Wet- en regelgeving

2.4.1 Flora- en faunawet

De Flora- en Faunawet regelt de bescherming van planten- en diersoorten in Nederland. Tijdens de oogst van houtige biomassa krijgt men veelal te maken met de Flora- en Faunawet. Tijdens de oogst kan schade aan beschermde dier- en plantensoorten optreden. Deze verstoring kan optreden in de beplanting zelf, maar ook rondom de beplanting bijvoorbeeld in bermen of slootkanten.

De oogst van biomassa kan in een groot aantal beplantingen worden uitgevoerd, zonder nadelige effecten voor (flora en) fauna. Gedragscodes geven aan hoe bij bepaalde werkzaamheden schade aan de beschermde dier- en plantensoorten wordt voorkomen of tot een minimum wordt beperkt. Het naleven van de gedragscode geeft vrijstelling voor een aantal verbodsbepalingen van de Flora- en Faunawet. Voor een aantal soorten is bij veelvoorkomende werkzaamheden geen ontheffing meer nodig.

Er bestaan onder andere gedragscodes voor zorgvuldig bosbeheer, bestendig beheer gemeentelijk groen, recreatie, provinciale infrastructuur, Unie van Waterschappen en natuur. In deze gedragscodes is vastgelegd welke werkzaamheden onder bestendig beheer vallen en waarvoor meestal geen ontheffing van de Flora- en Faunawet hoeft te worden aangevraagd. Werkzaamheden in houtige beplantingen die niet onder bestendig beheer vallen zijn dus niet gedekt door de gedragscode en daarvoor geldt dus de normale Flora- en Faunawet procedure. In het geval van de gedragscode voor bestendig beheer gemeentelijk groen vallen snoeiwerkzaamheden onder de gedragscode, maar het vellen van een laanbeplanting valt niet onder het bestendig beheer. Een ander voorbeeld is de gedragscode voor provinciale infrastructuur waarin het snoeien en uitdunnen van beplantingen is opgenomen als bestendig beheer. Het vellen, rooien of kappen van bomen anders dan uit een oogpunt van beheer en onderhoud van de opstand, valt echter onder de categorie ‘Ruimtelijke ontwikkelingen en inrichtingen’. Het milieu verandert bij de kap van een complete rij bomen of beplantingen dusdanig dat sprake is van een ruimtelijke ingreep. In dat geval is er alleen vrijstelling mogelijk van de Flora- en Faunawet indien er een toetsing is uitgevoerd.

Indien er geen gedragscode bestaat en/of de werkzaamheden niet kunnen worden gezien als bestendig beheer kunnen er in principe geen snoei- en oogstwerkzaamheden plaatsvinden tijdens het broedseizoen (15 maart tot en met 15 juli).

2.4.2 Milieuwetgeving

De milieu wet- en regelgeving speelt een grote rol bij de opslag en verwerking van houtige biomassa. Het gaat met name om de vraag of de biomassa als afval wordt beschouwd of dat het als product mag worden behandeld. Voor het opslaan van afval gelden andere regels en is een andere vergunning noodzakelijk dan bij de opslag van een product. Ook bij het transport van biomassa is de status van de biomassa belangrijk voor het transport van afval zijn andere vrachtbrieven noodzakelijk dan voor het transport van producten.

Ingenieursbureau TAUW heeft in 2005 in opdracht van SenterNovem een rapport opgesteld met de titel “Afval of biomassa? Een juridische onderbouwing” (Kremers *et al.,* 2005). In het rapport is voor Nederland een analyse gemaakt van de vraag of een bepaalde stof gerekend moet worden tot afval of dat het als een product kan worden behandeld. De belangrijkste conclusie is dat er bij de vraag ‘Afval of biomassa’ onder de huidige wetgeving altijd sprake zal zijn van een grijs gebied. Het is niet altijd mogelijk op voorhand volledige duidelijkheid te verkrijgen. Zekerheid hierover is uiteindelijk alleen mogelijk via een rechterlijke uitspraak.

Een voorbeeld dat in het rapport wordt aangehaald is dat van houtchips van snoeihout. Wanneer deze houtchips afkomstig zijn uit energiebossen zijn ze geen afvalstof, omdat de houtchips het beoogde product is van de energieplantage. Knip- en snoeihout (ook in de vorm van chips) dat afkomstig is uit gemeentelijke plantsoenen is wél een afvalstof. Houtproductie is namelijk niet het beoogde doel van de gemeentelijke beplantingen en de houtchips zijn afkomstig van onderhoudswerkzaamheden. Daarnaast moet de gemeente zich ontdoen van deze reststoffen en dat is één van de criteria waarmee wordt vastgesteld dat iets een afvalstof is. Een dergelijk verschil in de status levert veel onduidelijkheid op en belemmerd daarnaast de ontwikkeling van de biomassaketen. Als de twee stromen namelijk bij elkaar worden gebracht, wat veelal zal gebeuren, dan is het niet meer mogelijk een onderscheid te maken. Moet de gehele partij dan als afval worden gezien?

Voor het stimuleren van de biomassaketen is het belangrijk dat zo snel mogelijk gezocht wordt naar een oplossing voor deze onduidelijkheid.

3 KNELPUNTEN IN DE KETEN

3.1 Knelpunten in de markt

De interviews hebben nog een keer bevestigd dat de Nederlandse markt voor biomassa uit bos, natuur en landschap relatief jong is en daarom nog niet volledig is ontwikkeld. Biomassa wordt bovendien vaak nog gezien als een nevenproduct en niet als een product waarin men moet investeren om aan de juiste kwaliteitseisen te voldoen.

Eén van de belangrijkste knelpunten die door veel partijen in de biomassaketen wordt genoemd is de prijs van de houtige biomassa. De prijs die wordt betaald voor biomassa aan de poort van de centrale is te laag om de kosten van de oogst, de verwerking en het transport van houtige biomassa uit bos, natuur en landschap te dekken. Met name de transportkosten zijn erg hoog. Houtige biomassa ondervindt nog steeds veel prijsconcurrentie van de goedkope fossiele brandstoffen, zoals gas en kolen. Er is in Nederland in principe wel voldoende vraag naar houtige biomassa (met name houtchips). Echter omdat de prijs te laag is, kan de biomassa niet met de gewenste kwaliteit en op een rendabele wijze uit het Nederlandse bos, de natuur en het landschap worden gehaald. Daarnaast wordt veel potentieel hoogwaardige Nederlandse biomassa in het buitenland afgezet tegen een lage prijs voor laagwaardige toepassingen. De onzekerheid over de afzetmogelijkheden en de lage prijs van de biomassa zorgt bij een deel van de aannemers en loonwerkers voor een terughoudendheid om te investeren in gespecialiseerde oogst en verwerkingsmachines en de productie van hoogwaardige biomassa.

Het is momenteel vaak niet rendabel om biomassa als product uit het bos te halen, omdat er een sterke concurrentie is van biomassa dat als ‘afvalproduct’ vrijkomt bij het onderhoud van landschappelijke beplantingen en infrastructurele werken. Bij de oogst van biomassa uit landschappelijke beplantingen en infrastructurele werken wordt de aannemer veelal betaald voor de uitvoering van de werkzaamheden (landschapsonderhoud, ruimen van bomen voor wegverbreding en dergelijke). De biomassa die bij deze werkzaamheden vrijkomt is als het ware een afvalproduct (bijvangst), waarvan de aannemer zich moet ontdoen. Deze biomassa kan daarom tegen een gunstige prijs worden afgezet. Oogst van biomassa uit het bos is duurder, omdat alle kosten van de oogst moeten worden gedekt door de opbrengst van de biomassa.

De oogst van biomassa uit landschappelijke beplantingen wordt momenteel betaald uit de reguliere beheersgelden voor het onderhoud van deze landschappelijke beplantingen. Bij toenemende aandacht voor biomassaoogst bestaat het gevaar dat de beheergelden voor landschappelijke beplantingen verdwijnen, aangezien men verwacht dat de onderhoudskosten gedekt worden uit de verkoop van biomassa. De vaak dure beheermaatregelen voor landschapselementen kunnen momenteel echter niet alleen worden gedekt met de opbrengsten uit de verkoop van biomassa. Alleen bij een aanzienlijke stijging van de vraag naar biomassa zal de prijs op een zodanig niveau komen dat het onderhoud van de landschappelijke beplantingen volledig betaald kan worden uit de biomassaopbrengsten. Tot dit het geval is zullen beheergelden voor het onderhoud van landschappelijke beplantingen nodig blijven, om de oogst van biomassa uit het landschap voor energiedoeleinden aantrekkelijk te houden.

In diverse studies is uitgezocht hoeveel biomassa uit bos, natuur en landschap er in potentie in Nederland beschikbaar is voor energieopwekking. Het daadwerkelijk praktisch oogstbare deel van houtige biomassa ligt naar verwachting lager dan de berekende potentiële hoeveelheden. De onzekerheid over werkelijk oogstbare hoeveelheden biomassa zorgt bij aannemers en loonwerkers voor terughoudendheid om te investeren in machines en technieken. Er is bovendien nauwelijks zicht op de huidige hoeveelheid biomassa uit bos, natuur en landschap die wordt ingezet voor energiedoeleinden. Hierdoor is het voor zowel de overheid als de bos- en natuursector lastig om te controleren of de doelstellingen voor de inzet van biomassa uit het Nederlandse bos, natuur en landschap voor energieopwekking worden gehaald.

3.2 Beleidsmatige en wettelijke knelpunten

Een knelpunt bij de oogst van biomassa uit bos en landschap dat door diverse geïnterviewden wordt genoemd is de Flora- en Faunawet. Het nut en de noodzaak van de wet wordt weliswaar onderkend, maar de wet vormt wel een belemmering voor de continue en rendabele oogst van biomassa in de periode tussen 15 maart en 15 juli (broedseizoen). Wanneer men werkt volgens een gedragscode kunnen er in het broedseizoen vaak wel oogst- en snoeiwerkzaamheden plaatsvinden. Echter door de beperkingen en eisen die de gedragscodes stellen aan de werkzaamheden, kunnen de oogstkosten aanzienlijk oplopen, zeker in vergelijking met onze buurlanden België en Duitsland. Dit komt de concurrentiepositie van de Nederlandse biomassasector niet ten goede. Indien er geen gedragscode bestaat of de werkzaamheden niet kunnen worden gezien als bestendig beheer, kan het uitvoeren van snoei- en oogstwerkzaamheden vaak in zijn geheel niet plaatsvinden, waardoor de constante levering van biomassa wordt bemoeilijkt. Om toch constant te kunnen leveren aan centrales is voorraadvorming van biomassa tijdens het broedseizoen noodzakelijk. Dit brengt extra kosten met zich mee. Indien de opslag niet zorgvuldig plaatsvindt kan er bovendien kwaliteitsverlies en massaverlies bij de biomassa optreden door schimmelvorming en broei.

De in paragraaf 2.4.2 (Milieuwetgeving) geconstateerde onduidelijkheid over de status van biomassa als afval dan wel product vormt een belangrijk knelpunt. Bijvoorbeeld onder transporteurs en handelaren van biomassa is niet altijd duidelijk welke vergunningen en documenten nodig zijn voor het transport en de opslag van biomassa. Ook bij de bouw van biomassa (verbrandings)centrales en de aanleg van biomassawerven is niet altijd duidelijk welke vergunningen nodig zijn. Bijvoorbeeld in de ene gemeente wordt een biomassaverbrandingsinstallatie gezien als een afvalverbrandingsinstallatie, terwijl in de andere gemeente de installatie wordt gezien als een energiecentrale. De bestaande wet- en regelgeving omtrent biomassa is niet helder. Bovendien is het voor de sector niet altijd duidelijk waar zij terecht kan met vragen over de wet- en regelgeving.

Een aantal geïnterviewden vindt het een gemis dat er vanuit de Nederlandse overheid geen subsidies worden verstrekt om de oogst van biomassa te stimuleren en de aanschaf van nu nog onrendabele machines mogelijk te maken. Andere geïnterviewden vinden daarentegen dat de overheid geen subsidies moet verstrekken, omdat dit marktverstorend kan werken. Zij zijn van mening dat er bij voldoende vraag naar biomassa vanzelf een goede logistiek op gang komt.

Biomassa blijkt bovendien nog nauwelijks een rol te spelen in het gemeentelijke en provinciale landschapsbeleid. Er wordt daarom in beleidsplannen geen rekening gehouden met productie, oogst en verwerking van biomassa.

3.3 Technische knelpunten

De in Nederland geproduceerde houtige biomassa (houtchips, geshredderd hout, …) is vaak sterk heterogeen qua afmetingen en kwaliteit en heeft een hoog vochtgehalte. De biomassa voldoet daarom lang niet altijd aan de hoge kwaliteitseisen die de huidige biomassacentrales stellen. Het is echter vaak te kostbaar om biomassa te produceren die voldoet aan de gestelde eisen. De biomassa mag bijvoorbeeld niet teveel grond (zand) en stenen bevatten. Deze verontreinigingen veroorzaken slijtage aan de verwerkingsapparatuur en corrosie van de verbrandingsinstallatie. Ook een hoog aandeel bladeren, naalden en dunne takken in de biomassa is onwenselijk. Deze producten veroorzaken door hun samenstelling (onder meer een hoog aandeel chloor en alkali) corrosie van de verbrandingsinstallatie. De productie van biomassa zonder verontreinigingen kost echter meer tijd en is daarmee kostbaar.

Een ander belangrijk kwaliteitsaspect is het vochtgehalte van de biomassa. Een hoog vochtgehalte zorgt voor een lager rendement bij de verbranding. Vocht veroorzaakt bovendien broei en schimmelvorming bij opslag, waardoor massa- en kwaliteitsverlies optreedt. Tot slot zorgt een hoog vochtgehalte voor onnodige massa en daarmee extra kosten bij het transport. Drogen van biomassa kost echter tijd, ruimte en energie en wordt daarom nauwelijks in Nederland toegepast. Het voordrogen van biomassa op de oogstlocatie voor het verkleinen is volgens veel terreinbeheerders onwenselijk, vanwege de grote hoeveelheid ruimte die de sterk beeldbepalende stapels innemen en de mogelijke weerstand die dit oproept bij recreanten. Tevens bestaan er risico's voor bastkeverplagen en het nestelen/schuilen van fauna in de stapels, wat de verwerking kan vertragen.

De dichtheid van de biomassa is een laatste belangrijk knelpunt. Om de vervoerskosten zo laag mogelijk te houden, moet de dichtheid (de massa in relatie tot het volume) van de biomassa zo groot mogelijk zijn. Om te voorkomen dat er onnodig veel lucht wordt vervoerd, wordt de biomassa vaak verkleind (verchipt of versnipperd). Voor de kwaliteit van de biomassa is het daarentegen van belang dat er zoveel mogelijk lucht tussen de biomassa zit, zodat er minder broei of schimmelvorming optreedt bij de opslag. Het is in de praktijk niet altijd duidelijk welke vorm van biomassaverkleining vanuit kosten- en kwaliteitsoogpunt het meeste optimaal is.

3.4 Logistieke knelpunten

In Nederland zijn speciale machines voor de oogst van houtige biomassa uit het bos niet of beperkt (slechts in een bepaalde regio) voorhanden, aangezien de houtige biomassabranche in Nederland nog relatief klein is. De bestaande machines komen voort uit de landbouw, het landschapsbeheer en de bosbouw. De beschikbaarheid van deze machines varieert sterk per regio.

Een belangrijk logistiek punt is de continuïteit van de aanvoer van biomassa. Biomassacentrales hebben een continue stroom biomassa nodig om de energie- en warmteproductie op peil te houden. Het is in de praktijk lastig om een continue

stroom biomassa vanuit het bos en landschappelijke beplantingen richting de centrale te organiseren. Uit paragraaf 3.2 is al gebleken dat in veel bos en beplantingen vanwege de Flora- en Faunawet geen continue oogst mogelijk is. Daarnaast is het vaak zo dat de eigenaar of beheerder van het bos en de beplanting bepaalt wanneer de biomassa wordt geoogst en niet de afnemer van de biomassa. Er wordt daarom over het algemeen niet geoogst naar de behoefte van de centrale. Bovendien is het beheer en bezit van bossen, natuurterreinen en landschappelijke beplantingen in Nederland verdeeld over een groot aantal personen en organisaties. Om te zorgen voor een continue stroom biomassa uit een bepaalde regio zouden dus de oogst- en beheerswerkzaamheden van al deze personen en organisaties op elkaar moeten worden afgestemd. Dit vergt veel afstemming en sturing.

Bij de biomassa die vrijkomt uit landschapsonderhoud (landschappelijke beplantingen, lanen en dergelijke) is vaak het grootste probleem dat de biomassa verspreid vrijkomt in betrekkelijk kleine hoeveelheden. Dit maakt het onder meer duur om de biomassa ter plekke te verkleinen. Vaak liggen landschappelijke beplantingen ook ver van de openbare weg, waardoor deze plekken vaak moeilijk bereikbaar zijn voor machines. Bovendien is in deze gevallen de afvoer van de biomassa lastig en kostbaar (Feil & Frederiks, 2006).

Een reden waarom in Nederland nog weinig biomassa uit het bos wordt geoogst is dat veel van de loonwerkers en aannemers die oogstwerkzaamheden in bossen uitvoeren nog te weinig zijn gericht op het oogsten van biomassa. Ze beschikken vaak niet over het juiste materieel en de juiste ervaring om de biomassa tegen een concurrerende prijs te kunnen oogsten. De afvoer van biomassa uit bossen is daarnaast vaak kostbaar, omdat het materieel dat wordt gebruikt voor de afvoer van biomassa naar de centrale of de opslagplaats alleen geschikt is voor wegtransport. Voor het vervoer van het bos naar de weg moet vaak gebruik worden gemaakt van trekkers met een container. Dit brengt extra kosten met zich mee. Verder wordt er bij de aanleg en het beheer van bossen en beplantingen nog onvoldoende rekening gehouden met de werkruimte die oogst- en verwerkingmachines van biomassa nodig hebben. Bij jonge bossen en jonge opstanden is vaak nog geen ontsluiting aanwezig die oogst en afvoer van biomassa mogelijk maakt.

Tot slot is de benutting van machines en daarmee de kosteneffectiviteit in Nederland niet optimaal. De meeste machines die worden ingezet bij de oogst en verwerking van biomassa kunnen slechts in een deel van het jaar worden gebruikt (onder andere als gevolg van de Flora- en Faunawet). Hierdoor is de afschrijvingstermijn van machines erg lang. Daarnaast zijn veel terreinen vaak te klein voor de rendabele inzet van oogst- en verwerkingsmachines. De hoeveel geoogste biomassa staat dan niet in verhouding tot de operationele kosten van een machine. De transportkosten van speciale oogst- en verwerkingsmachines zijn bijvoorbeeld erg hoog.

3.5 Overige knelpunten

De kennis over oogst, verwerking, opslag en transport van houtige biomassa is in Nederland te versnipperd of niet aanwezig. Het gebrek aan kennis en inzicht in de biomassaketen leidt bij zowel beleidsmakers als (potentiële) actoren uit de biomassaketen tot onzekerheden over de rentabiliteit en de haalbaarheid van biomassa als energiebron.

Verder zijn terreineigenaren en terreinbeheerders nog onvoldoende bekend met de opties voor biomassaoogst en afzetmogelijkheden van biomassa. Ook de eventuele ecologische consequenties van biomassaoogst zijn niet helder voor de boseigenaren. Dit kan leiden tot grote terughoudendheid ten aanzien van biomassaoogst. Het beheer van een deel van de bossen, natuurterreinen en landschapselementen is sterk gericht op de ecologie en de belevingswaarde. In deze terreinen heeft de productiefunctie minder of geen prioriteit. Vaak wordt het productiepotentieel ook niet onderkend.

4. OPLOSSINGSRICHTINGEN VOOR TECHNISCHE EN LOGISTIEKE KNELPUNTEN

4.1 Technische oplossingen

In hoofdstuk 3 zijn knelpunten beschreven die ervoor zorgen dat de markt van houtige biomassa in Nederland moeilijk op gang komt. Voor enkele van deze knelpunten zijn oplossingen in technische richting te vinden. Allereerst zijn specialistische oogstmachines nauwelijks beschikbaar en weerhoudt de lage prijs van houtige biomassa (met name houtchips) ondernemers ervan, te investeren in deze nieuwe machines. Het verdient daarom aanbeveling, bij de oogst van biomassa uit bos en landschap te kijken naar de mogelijkheden om nu beschikbare – of met kleine investeringen te verkrijgen/aan te passen - machines in te zetten. Op deze manier kan de oogst en logistiek op gang komen zonder al te grote risico's. Voorbeelden hiervan zijn: (1) de aanschaf van opzetunits op bestaande machines (zoals een press collector of versnipperaar op een forwarder) of (2) het ombouwen van bestaande machines (een kiepkar als onderdeel van een oogsttrein, in combinatie met een tractor met versnipperaar). Ook qua logistiek zijn er vele mogelijkheden: er zijn tal van transportbedrijven met containers of walking-floor- vrachtwagens. De logistiek van de biomassaoogst dient hierop aangepast te worden.

Anderzijds kan door samenwerkingsverbanden (zoals coöperaties of agrarische natuurverenigingen) makkelijker worden geïnvesteerd in dure, specialistische oogstmachines, die op maat kunnen worden aangeschaft voor de hoeveelheid biomassa en de wijze van oogsten (bijv. bos, landschapselementen of weg- en laanbeplanting en stedelijk groen) uit een bepaalde regio.

Efficiëntie is het sleutelwoord bij de inzet van de juiste techniek in een bepaalde situatie, want oogst en transport zijn duur. Tabel 4.1 laat zien dat makkelijk te ontsluiten houtstromen (resthout van de zagerij, afvalhout van snoeihout van gemeentes en wegbeplantingen) relatief goedkoop kunnen worden geproduceerd, terwijl hout uit het bos relatief duur tot snippers verwerkt kan worden.

Tabel 4.1 – Voorbeeld van productiekosten van houtsnippers in Duitsland (Becker, 2004)

	Hout uit bos	**Hout uit onrendabele dunning**	**Snoeihout gemeente**	**Snoeihout wegbeplan-tingen**	**Resthout zagerij (zonder schors)**	**Resthout zagerij (met schors)**	**Afvalhout (excl. stortkosten)**
Kosten € / stère [7]	18,81	15,87	12,00	8,50	18,50	12,50	9,58
Kosten € / MWh	26,87	22,67	17,14	12,14	19,79	13,49	10,34

De kosten van oogst van hout uit bos en landschap kunnen enkel dan omlaag gebracht worden, wanneer efficiënt en met de juiste middelen wordt gewerkt. Daarnaast moet de ingezette techniek in een deel van de oogst- en verwerkingsketen naadloos aansluiten op de omliggende schakels. De randvoorwaarden bij de keuze voor een bepaalde oogstketen zijn (Kuiper *et al*., 2008; Oorschot, 2004):

[7] Stère: volumemaat voor gestapeld rondhout. Een stère is een kubieke meter gestapeld rondhout met stamstukken van 1 meter lengte en lucht ertussen.

- Ligging van de te oogsten biomassa en (a)biotische terreinomstandigheden;
- Biomassapotentieel ter plaatse;
- Kwaliteit en afzetmogelijkheden van de biomassa;
- Beschikbaarheid van de techniek.

Uit bovenstaande kan worden geconcludeerd, dat bij kleine hoeveelheden biomassa op een moeilijk te bereiken terrein, bij een kleine afzetmogelijkheid op geringe afstand en bij afwezigheid van speciale oogstmachines, gekozen wordt voor conventionele houtoogst- en verkleiningsmethoden. Deze zijn vaak al in bezit van de uitvoerder (agrariër, hovenier, gemeente). Op deze manier worden de oogstkosten laag gehouden en hoeft niet extra geïnvesteerd te worden. In de meest extreme situatie zal er zelfs voor worden gekozen om de biomassa als te kloven haardhout af te voeren of niet te oogsten. Anderzijds kan bij grote, goed te ontsluiten hoeveelheden biomassa en een grotere afzetmarkt worden geïnvesteerd in speciale machines, zodat efficiënt kan worden geoogst en verwerkt. In onderstaande paragrafen zullen voor verschillende mechanisatieniveaus de technische mogelijkheden worden beschreven.

4.1.1 Oogstmethoden

Tabel 4.2, afkomstig uit een Duitse studie (Cremer, 2007), toont het verschil in oogstkosten bij de oogst of het laten liggen van het sortiment energiehout in een bosopstand. In de eerste variant wordt geen energiehout geoogst. In de tweede variant wordt het oogstbare hout in de reguliere sortimenten gezaagd en wordt het tophout als biomassa verwerkt. De bijkomende kosten hiervoor zijn € 34,50 per m^3. In de derde variant wordt naast zaaghout alleen energiehout geoogst. Dit is uit cascaderingsoogpunt weliswaar niet wenselijk, maar is wel kostenefficiënter. De kosten voor de oogst van energiehout zijn in dit geval lager dan bij de vorige oogstvariant: € 33,88. Daarnaast zijn ook de oogstkosten voor het zaaghout lager.

Tabel 4.2 – Productiviteit en kosten van de oogst van energiehout in vergelijking met reguliere houtoogst uit jong fijnsparrenbos in Duitsland. Er worden drie oogstmethoden vergeleken, waarbij telkens andere sortimenten worden geoogst (Cremer, 2007)

			1: Zaaghout, papierhout, vezelhout	**2: Zaaghout, papierhout, vezelhout; tophout in energiehout**		**3: Zaaghout; overige sortimenten en tophout in energiehout**	
Opstandsgegevens 100% Fijnspar		**Dbh (cm)**	15	15		15	
		m^3 / boom	0,11	0,11		0,11	
Productiviteit	**Vellen en uitsnoeien**	**# bomen / u (in machine-uren)**	87	87		103	141
	Vellen en uitsnoeien	**m^3 / u**	9,6	9,6		11,3	15,5
	Uitrijden	**m^3 / u**	8,0	8,0	3,3	8,7	5,1
	Versnipperen	**m^3 / u**			19,0		19,0
Kosten	**Vellen en uitsnoeien**	**€ / m^3**	12,65	12,65		10,75	7,84
	Uitrijden	**€ / m^3**	9,89	9,89	23,97	9,09	15,51
	Versnipperen	**€ / m^3**			10,53		10,53
	Totale kosten	**€ / m^3**	22,54	22,54	34,50	19,84	33,88

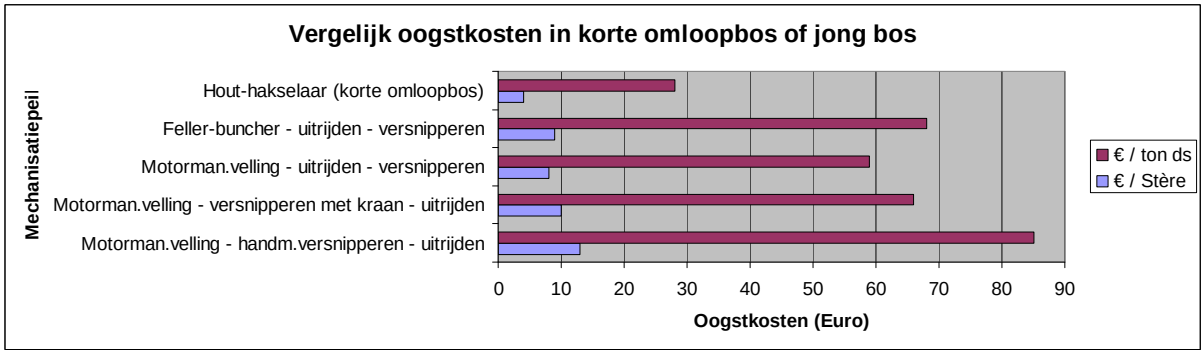
4.1.1.1 Velling

Motormanuele vs. machinale velling

De meest eenvoudige velmethode is de motormanuele velling. Met een motorzaag of bosmaaier kan in landschapselementen of bos een eerste dunning uitstekend worden geveld. Vanzelfsprekend wordt het bij grotere hoeveelheden en bij slechte werkomstandigheden (zoals takkig jong bos en doornige houtsingels) interessant om machines in te zetten. Van der Es (2006) noemt de volgende getallen als het gaat om handmatige verwerking van landschapselementen (houtsingels):

- Handmatig vellen en verzamelen € 5,76 / m houtsingel (incl. rasterwerk) (10 m/uur met twee arbeidskrachten)
- Handmatig versnipperen € 0,80 / m houtsingel (€ 77,57 / uur)

Burger (2008) komt met een vergelijking van handmatig en machinaal vellen in korte omloopbos en jong bos (Figuur 4.1):



Figuur 4.1 – Vergelijking van oogstkosten in korte omloopbos en jong bos (Burger, 2008).

Burger toont hiermee aan, dat in grotere, monotone opstanden (zoals korte omloopbos of een rijendunning in jong bos) handwerk duurder is dan de inzet van speciale machines. Vanzelfsprekend is bij kleine oogstprojecten met verspreide en kleine hoeveelheden biomassa handwerk weer goedkoper dan de inzet van speciale machines. Toch blijkt in zulke opstanden het motormanueel vellen, en vervolgens machinaal uitrijden en versnipperen, goedkoper dan het vellen met de harvester met de feller-buncher-aggregaat. Veruit het goedkoopst in zulke opstanden is de speciale oogstmachine, die het vellen en versnipperen combineert en in een eigen of ernaast rijdende bunker spuit.

Machinale snoei kan worden uitgevoerd met knip- of zaagapparatuur op een hydraulische graafmachine of trekker met werkarm. Machinale houtoogst vindt plaats met behulp van harvesters. Speciaal voor de oogst van meer en dun hout, zoals in eerste dunningen in bos en het afzetten van houtsingels, kan de standaard processorkop worden vervangen door een feller-buncher of multi-grip-processor. Deze zijn momenteel in Nederland slechts in beperkte mate voorhanden. Bovendien zijn feller-bunchers alleen kostenefficiënt indien de opstand voldoende toegankelijk en groot is en de bomen van voldoende afmeting zijn. Wat deze afmeting precies is, wordt niet aangegeven (Hakkila & Aarniala, 2004).

Een Duitse studie vergelijkt wel de inzet van een feller-buncher en een hydraulische schaar (Tabel 4.3). Beide apparaten hebben specifieke eigenschappen, waardoor inzet in bepaalde situaties optimaal is. Het voordeel van de feller-buncher boven de hydraulische schaar is, dat de feller-buncher meerdere bomen achter elkaar kan vastpakken en afzagen, terwijl de schaar in één keer bundelt (bijvoorbeeld bij knotwerkzaamheden) en afknipt. De lading is bij de feller-buncher daarom beter te hanteren en de zaagsnede is daarnaast minder schadelijk voor de verblijvende stobbe of knot dan de knipwond. De schaar en de feller-buncher kunnen beide stammen tot een diameter van 35cm hanteren.

Tabel 4.3 – Productiviteit en kosten van de oogst van jong loofbos met een hydraulische schaar (Schnittgriffy 850 op een Mecalac 714 MC rupsgraafmachine) en een feller-buncher (Silvatec op een Sampo SR 1066 harvester) (Guba & Kuprat, 2008).

Productiviteit	**Hydraulische schaar**		**Feller-buncher**	
Velling, sortimentselectie, en verzamelen	7 m^3 / uur 11 m^3 / machine-uur		8 m^3 / uur 12 m^3 / machine-uur	
Uitrijden	12 m^3 / uur 16 m^3 / machine-uur		12 m^3 / uur 16 m^3 / machine-uur	
Versnipperen	15-20 min / container (37,7 m^3)		15-20 min / container (37,7 m^3)	
Gemiddelde kosten	€ / m^3	€ / ton ds	€ / m^3	€ / ton ds
Velling, sortimentselectie	6,42	11,67	5,68	10,33
Uitrijden	5,71	10,39	5,71	10,39
Versnipperen	10,50	19,09	10,50	19,09
Totale oogstkosten	22,63	41,15	21,89	39,81
Transport per container-vrachtwagen	7,50	13,64	7,50	13,64
Totale kosten bij centrale	30,13	54,79	29,39	53,45

Oogsttrein

Het biedt voordelen om het hout na velling eerst in de opstand te laten liggen, zodat het hout ter plekke kan drogen en er minder gewicht getransporteerd hoeft te worden. Bovendien kunnen de naalden en bladeren dan ook in de opstand achterblijven. Na het drogen kan dan het meest efficiënt de “oogsttrein” worden ingezet: een combinatie van versnipperaar, laadkraan en kiepcontainer. Voorbeelden hiervan produceren Dutch Dragon, Bruks, Bührer, Ljungströms, Farmi en Forus.

Oogstmachine

Voor situaties waar de homogeniteit in kwaliteit en vochtgehalte van de snipper van minder groot belang is, is bij grotere hoeveelheden biomassa de inzet van een speciale oogstmachines het meest efficiënt. Deze machines (bijv. Preuss Silvatec, Ljungströms Chipset, UTC Hackerharvester) kunnen in één werkgang vellen met een feller-buncher-aggregaat, verzamelen, versnipperen en afvoeren naar een verzamelcontainer. Deze machines zijn bij voorkeur geschikt voor de inzet bij de volle-boom-methode (waarbij de boom met stam-, tak- en tophout wordt geoogst) in relatief jonge bosopstanden. Deze machines worden gebruikt bij een (selectieve) dunning of de aanleg van uitrijpaden. De machines veroorzaken relatief weinig schade in de opstand, omdat ze maar één keer door de opstand rijden.
In tabel 4.4 staan een aantal gegevens afkomstig uit een Duitse studie naar de productiviteit en kosten van de inzet van speciale oogstmachines.

Tabel 4.4 – Productiviteit en kosten van de inzet van een speciale oogstmachine (Preuss Silvatec met ABAB 250 feller-buncher) (Rakel, 2008).

Productiviteit	**Stère / machine-uur**
Vellen/versnipperen/uitrijden (selectieve dunning en aanleg van uitsleeppaden) in een jonge opstand van grove den	20,0
Idem in een jonge opstand van jonge berk/linde	16,0
Kosten	**€ / stère**
Vellen/versnipperen/uitrijden (selectieve dunning en aanleg van uitsleeppaden) in een naaldhout opstand	7,50
Idem in een loofhout opstand	9,50
Transport per container-vrachtwagen met aanhanger over 30 km	3,00
Totale kosten in een naaldhout opstand	10,50
Totale kosten in een loofhout opstand	12,50

De investering en de bedrijfskosten van bovengenoemde machines zijn dusdanig groot, dat er voldoende biomassa voorhanden moet zijn, zodat deze machines constant kunnen worden ingezet. Daarbij komt, dat zowel de oogstmachine als de oogsttrein een versnipperaar en kiepcontainer hebben. De kiepcontainer (14-17 m^3) heeft een veel kleinere inhoud dan een transportcontainer (35-40 m^3) voor op de vrachtwagen, waardoor de machine regelmatig moet legen. Bovendien hebben deze machines ruimte nodig om in een staande container of container-carrier te kiepen. Dit is in opstanden moeizaam, zodat de machine altijd een afstand moet afleggen om te legen. Dit gaat ten koste van de snipperproductie en bovendien wordt hierdoor de dure versnipperaar en feller-buncher relatief weinig benut. Enkele andere nadelen van deze machine zijn:

- Het hout kan niet drogen voor het snipperen;
- Het betreft een gekoppeld werksysteem, waardoor een enkele storing het gehele systeem kan vertragen;
- Er blijft weinig tak- en tophout over om insporing op de paden te voorkomen. Bovendien is de machine erg zwaar (ca. 23 ton excl. houtsnippers);
- Deze machine. zijn in Nederland (voor zover bekend) niet beschikbaar

(Lechner, 2004; Oorschot, 2004)

Volle boom 2-staps methode

In Denemarken wordt veel gewerkt met een 2-staps oogstmethode. Deze methode berust op de inzet van drie machines en werkt het beste bij eerste dunningen. Als eerste gaat een (lichte) feller-buncher in een dunning de bomen vellen en voorconcentreren in de werkbaan door het bos. Nadat de gevelde bomen een tijd in het bos hebben liggen drogen, wordt een mobiele chipper ingezet. De chipper heeft een voorraadbunker, wanneer deze vol is wordt met een chip-forwarder (shuttle) de chips uitgereden naar gereedstaande containers aan de rand van de bosopstand. Deze methode is in Nederland al in eerste dunningen toegepast. Tabel 4.5 geeft de totale en gemiddelde oogstgegevens van deze oogstproef.

Deze methode is snel en efficiënt en biedt de ruimte om het hout te laten drogen in het bos. Het zagen en daarna chippen kan onafhankelijk van elkaar ingepland worden. In bovenstaande proef kwam de chipper vrij snel achter de feller-buncher aan. Het hout is verser geoogst dan normaal zal gebeuren. Het tonnage/draaiuur chippen zal in de praktijk lager uitvallen wanneer het hout droger is. Door de hoge productie per uur

moeten de onderlinge schakels in de logistiek goed geregeld en op elkaar afgestemd zijn.

Tabel 4.5 – Totale en gemiddelde oogstgegevens Volle boom 2-staps methode (Vis, 2000)

					Oogsten			chippen	
	houtsoort	**oppervlakte**	**Aantal bomen (N)**	**ton**	**N/ton**	**draaiuur**	**ton/ draaiuur**	**draaiuur**	**ton/draaiuur**
totaal	divers	47,86	52965	3281	16	268	12,24	177	18,59

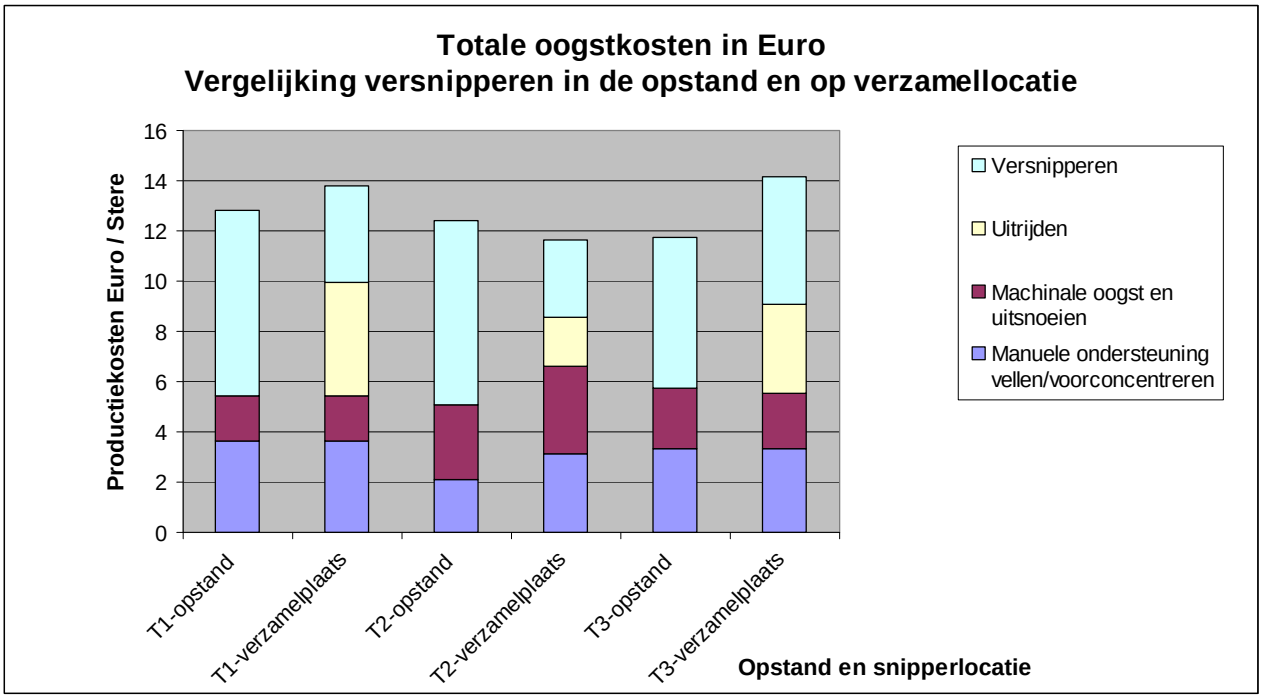
Oogsten en versnipperen: combineren of scheiden?

In paragraaf 4.1.2 wordt ingegaan op de kwaliteitseisen van het versnipperen. Maar allereerst is het van belang, een keuze te maken in de logistiek van het versnipperen: (1) het apart versnipperen nabij het oogstproject (na het uitrijden), (2) het versnipperen op een biomassawerf, of (3) het combineren van oogst en versnipperen in de opstand. Bij de eerste twee varianten komen grotere versnipperaars van pas, die een constante toevoer van voldoende hout nodig hebben. Bij de varianten in de opstand komt de hierboven genoemde oogsttrein of oogstmachine in beeld, die de oogst en het versnipperen combineert.

Affenzeller & Stampfer (2007) geven aan, dat bij het versnipperen van tak- en tophout na houtoogst, grote mobiele versnipperaars (ingezet op een verzamelplaats nabij het oogstproject) niet de ingeschatte productiviteit halen. Ze halen deze wel bij het versnipperen van rondhout. Er dient daarom rekening te worden gehouden met het feit, dat het versnipperen met een grote mobiele versnipperaar op de oogstlocatie tot 50% duurder kan worden dan het versnipperen van rondhout met zulke machines, omdat de houttoevoer minder constant is en de partijen een kleinere dichtheid hebben.

In Duitsland (Lechner *et al.*, 2007) is onderzoek verricht naar het verschil in tijd en kosten tussen het versnipperen in het bos met een forwarder met versnipperaar en kiepbunker en het versnipperen met een zware mobiele versnipperaar op een verzamellocatie aan de bosrand nabij de oogstlocaties (figuur 4.2). Uit deze proeven kwamen enkele duidelijke resultaten naar voren:

- Door het ontbreken van het uitrijden van het rondhout bij het versnipperen in het bos, bleek deze variant meestal goedkoper dan bij het versnipperen op een centrale locatie (behalve bij variant T2, waar zeer lage kosten voor het uitrijden werden genoteerd, omdat in plaats van met een forwarder, met een klembank werd uitgesleept en een kortere uitrijafstand gold);
- Het versnipperen op een centrale locatie gaat twee tot drie maal zo snel en is veel goedkoper dan het versnipperen in de opstand, vanwege een constantere toevoer van een grotere partij hout en de relatief korte inzet van de versnipperaar. Hier moet dan wel voldoende ruimte zijn om de containers bij de versnipperaar te kunnen plaatsen en wisselen;
- Het transport van de snippers uit de opstand door de forwarder met versnipperaar en kiepbunker (ook: oogsttrein of oogstmachine) is relatief goedkoop, omdat hierbij het versnipperen en uitrijden gecombineerd wordt. Echter, wanneer de afstanden voor het legen van de bunker in containers te groot wordt, moet een shuttle worden ingezet, die extra kosten met zich mee brengt.



Figuur 4.2 – Vergelijking versnipperen in een bosopstand en op een verzamellocatie nabij de oogstlocatie in Duitsland. Opstand T1: Bu, gem. dbh 17,1 cm, staande houtvoorraad 270 m^3/ha; T2: Bu met 35% Fs/Jl, gem.dbh 23,5 cm met 396 m^3/ha; T3: Bu-Jl, gem.dbh 17,3 cm met 311 m^3/ha (Lechner *et al.*, 2007)

Uit het bovenstaande kan worden geconcludeerd dat bij korte afstanden in het bos, en vooral bij kleinere hoeveelheden hout, het versnipperen in de opstand efficiënter is dan het op een centrale locatie verzamelen en versnipperen. Bij grotere uitrijafstanden en grotere hoeveelheden hout (ook: van grotere diameter) wordt het versnipperen op een centrale locatie interessanter.

Bundelmachine

Het afvoeren van tak- en tophout vanuit de opstand naar een versnipperaar of een werf is een lastige klus. Tak- en tophout is moeilijk te verzamelen met een gewone kraan met grijper en bij het transport met een gewone forwarder gaat veel tak- en tophout verloren en wordt bovendien schade veroorzaakt door uitstekende delen. In sommige gevallen is dit echter wel gewenst, omdat het efficiënter is om op een centrale plek te snipperen. Een goede methode voor het verzamelen en afvoeren van tak- en tophout is de bundelmachine. Met behulp van de bundelmachine wordt het tak- en tophout bijeen geknepen en door de machine met touw omwikkeld, zodat bundels ontstaan. Deze bundels zijn makkelijk te transporteren en te versnipperen.

De voordelen van bundelen zijn:

- Goedkoop en makkelijk in het transport;
- Makkelijk en (in verhouding tot chips) lang op te slaan;
- Efficiënte inzet van een zware versnipperaar vanwege continue hoeveelheden.

(Johansson *et al.*, 2006; Lechner, 2004)

Er kleven echter ook praktische nadelen aan de inzet van een bundelaar in Nederland:

- Het is een dure en bijzondere machine; er is er (voor zover bekend), niet één in Nederland inzetbaar;
- De machine is in Scandinavië speciaal ontwikkeld voor grotere opstanden met veel beschikbaar tak- en tophout (dus kaalslagen, stormvlakten, rooiprojecten e.d.). Dit soort situaties komen in Nederland weinig voor. Om tak- en tophout uit dunningen te bundelen is een extra transportschakel (forwarder) nodig, wat in de meeste gevallen inefficiënt is;
- Bij het versnipperen kan het bundeltouw makkelijk in de draaiende delen komen, wat storingen veroorzaakt;
- Aangezien hiermee vaak veel biomassa uit een opstand wordt verwijderd, zal er in bepaalde gevallen sprake zijn van een onttrekking van (te) grote hoeveelheden nutriënten uit het terrein;[8]
- Bundels worden vaak op houtvrachtwagens (met rongen[9]) vervoerd. Hierbij bestaat het gevaar dat tijdens het transport takken en twijgen van vallen. Het is dus noodzakelijk om de lading met een net af te dekken, wat meer tijd kost;
- Bundels leveren een slechte kwaliteit chips (veel groene biomassa en heterogeen), deze chips kunnen veelal alleen in grotere installaties worden bijgestookt.

(Lechner, 2004; Interviews)

Samenvattend is de bundelmachine in Nederland slechts in enkele gevallen efficiënt inzetbaar. Eén Nederlandse bosbouwaannemer heeft zo'n machine in bezit gehad, maar heeft hem, vanwege het probleem van de verwerking van het touw bij het versnipperen en de geringe efficiënte inzetmogelijkheden, van de hand gedaan (Bron: Interviews).

Figuur 4.3 – Foto's: Een Pinox bundelmachine op een kaalkapvlakte. De bundels worden met een forwarder opgehaald en op een houtvrachtwagen geladen. Bij de centrale worden de bundels versnipperd door een zware, stationaire versnipperaar (Lechner, 2004).

[8] Een oplossing hiervoor is te wachten met bundelen tot blad en naalden zijn afgevallen en eventueel een bepaald percentage tak- en tophout te laten liggen (o.a. ook op de uitrijpaden, tegen insporing van de machine).

[9] Rongen: verticale balken aan de zijkanten van een platte open vrachtwagen of oplegger.

4.1.1.2 Uitrijden

Uitrijden van gezaagd hout is een extra schakel in de oogstketen. Dit betekent dat deze slag ook bekostigd moet worden. Het voordeel van uitrijden boven het direct versnipperen door een gecombineerde oogstmachine (paragraaf. 4.1.1.1) is echter, dat de velaggregaat en de versnipperaar los van elkaar functioneren, waardoor ze zo efficiënt mogelijk kunnen draaien (Lechner, 2004). Een voorbeeld: de harvester met feller-buncher velt de bomen en laat ze liggen, zodat het hout droogt en de naalden/blad afvallen. Vervolgens wordt het hout uitgereden en verzameld op een locatie nabij het bos, waar containers en een grote versnipperaar kunnen staan. Op deze manier wordt er optimaal gebruik gemaakt van de inzet van speciale machines, en wordt een kwalitatief hoogstaand product gemaakt. Een ander voordeel is, dat de harvester (of motormanuele velling) en forwarder veel lichter zijn dan een oogstmachine of oogsttrein, zodat ook in slechter terrein kan worden gereden (Lechner, 2004).

Figuur 4.4 – Efficiënt "uitrijden"? (CRES, 2007)

Uitrijwagen en forwarder

Een manier om de uitrijkosten te beperken is het werken met een stationaire versnipperaar en container, die wordt gevoed door langhout dat uit de opstanden wordt gereden. Hiervoor kan de traditionele trekker met uitrijwagen of forwarder worden ingezet. Een nadeel hiervan is, dat hout voor de biomassa (tak- en tophout of jonge, dunne bomen) lastig tussen de rongen van deze machines te verzamelen is en bovendien moeilijk blijft liggen. De takken steken vaak uit en blijven in de staande opstand hangen. Gebundeld tak- en tophout draagt bij tot makkelijker uitrijden.

Press Collector

Voor het uitrijden van tak- en tophout is een nieuwe machine ontwikkeld: de press collector. Deze opbouwunit voor op een forwarder heeft dichte zijwanden en kan het verzamelde materiaal bijeengedrukt houden. Echter, aangezien de zijwanden ook naar buiten toe scharnieren, is hiervoor extra werkruimte nodig en zijn dunningspaden in bosopstanden vaak te smal. De press collector kan dan ook het beste op kaalslagen en rooiprojecten worden ingezet. De eerste praktijktests in de Nederlandse situatie benadrukken dit (Bron: Interviews).

Tractor met container-carrier of shuttle

Mocht er toch in de opstand gesnipperd worden, dan kan het transport in het terrein (indien over langere afstand), tussen de oogstmachine en de verzamelplaats, worden uitgevoerd door een tractor met container-carrier, of een shuttle (forwarder met kiepcontainer). Ook dit is een extra schakel in de keten. Wanneer de transportafstand in het terrein te groot wordt om efficiënt met de oogstmachine of oogsttrein te rijden en te lossen, vormen deze machines een goede oplossing die wel hogere oogstkosten veroorzaken. Tevens dient de mogelijkheid (ruimte) voor het overkiepen van het materiaal geschapen te worden, aangezien de hoogkiepbak van de oogstmachine of oogsttrein achterwaarts of zijwaarts kiept. Dit betekent dat er sowieso voldoende ruimte in de hoogte moet zijn om te kunnen kiepen (dus een breder uitrijpad of open plek), maar bij het zijkiepen dient zelfs sprake te zijn van een plaats in of naast de opstand, waar beide machines naast elkaar kunnen staan.

4.1.2 Ver- of opwerking en opslag

Vel houtige biomassa voldoet vaak niet aan de hoge kwaliteitseisen die de huidige centrales stellen. Een juiste behandeling van de biomassa, het inzetten van de goede verkleiningstechniek en doordachte opslag kan hierin verandering brengen. “Groene en natte biomassa” is een doorn in het oog van de biomassahandel. Hoe gevoeliger het verbrandingssysteem (zoals bij de meeste kleinere kachels, maar bijvoorbeeld ook bij de centrale in Cuijk), geldt dat naalden en blad bij verbranding voor ongewenst asresidu en corrosie zorgen. Afhankelijk van de afnemer is het dus van belang, schone biomassa zonder groen te leveren. Maar ook de vorm van de snipper is van belang. De volgende aspecten spelen hierbij een rol:

- Bij het snipperen dient de machine te zijn voorzien van scherpe messen, om een homogene en gewenste productvorm te verkrijgen. De messen dienen dan ook regelmatig te worden geslepen of vervangen;
- Een versnipperaar met zwaardere aandrijving kan met meer motortoeren draaien, waardoor met meer kracht versnipperd kan worden. Dit zorgt voor een homogenere snipper. Krachtige versnipperaars worden vaak te zwaar voor aandrijving via een trekker met aftakas – de trekker heeft hier flink onder te lijden. Het verdient dan de aanbeveling om een versnipperaar met zelfstandige krachtbron in te zetten;
- Versnipperaars kunnen worden uitgerust met een zeef. Deze zeeft de te groot versnipperde of overgeslagen stukken en voert ze nogmaals langs de messen, zodat ze alsnog klein gemaakt worden. Dit verhoogt de homogeniteit van het product;
- Bomen, tak- en tophout kunnen het beste over langere tijd in de opstand blijven liggen om voor te drogen. Blad of naalden vallen dan vanzelf van de takken af, zodat een schoner product ontstaat, waarna versnipperd kan worden. Enkele loofhoutsoorten moeten echter vers versnipperd worden, omdat ze anders te taai worden om netjes te verwerken (o.a. eik, iep);
- Er dient te worden voorkomen dat zand, bladresten, maaisel of stro wordt meegemengd in de snippers, om verhoogde slijtage van de machine en verhoogde as- en slakvorming bij de verbranding te voorkomen;
- Met touw gebundeld tak- en tophout heeft bij vele proeven voor problemen gezorgd, omdat het touw tijdens het versnipperen snel in de draaiende delen van de versnipperaar terecht komt.

Snippers drogen slecht, tenzij er veel energie in wordt gestoken. Het drogen dient daarom al zoveel mogelijk te gebeuren vóór het snipperen in de opstand of op hout-/bundelstapels langs de bosweg of op een werf. Dit levert voordelen op bij het transport, zorgt voor een betere verbranding, spaart tevens opslagruimte bij de verbrandingslocatie voor langere duur en bespaart extra handelingen. Enkele praktische aspecten ten aanzien van het drogen van energiehout zijn:

- De bovenste delen van een houtstapel en stammen waarvan de bast beschadigd is drogen beter;
- Tot een afstand van 60 cm vanaf de grond vindt geen droging plaats;
- Tussenlagen verbeteren de luchtdoorvoer in de stapel en daarmee de droging;
- Rondhout dat in de winter wordt geoogst is zeer gunstig te drogen. Mede omdat er vervolgens in de lente geen fytosanitaire gevaren door het gedaalde vochtgehalte in het hout;
- Indien gehele bomen worden geoogst dan kunnen deze het beste over langere tijd in de opstand blijven liggen om voor te drogen. Dit scheelt extra handelingen. Indien ze toch op stapels opgeslagen worden kunnen ze tegen regen worden afgedekt met een dampdoorlatend zeil. Het chippen dient pas plaats te vinden indien de naalden bruin zijn geworden en alle blad is afgevallen;
- Takmateriaal begint na zes maanden te verteren. Zonder geschikte afdekking treedt droging niet snel genoeg op om het vochtgehalte onder het verteringsniveau te brengen;
- Bundels van tak- en tophout laten een hoge biologische afbraak zien indien ze niet voldoende drogen. Goed afgedekte bundels kunnen in 6 maanden worden gedroogd tot een vochtgehalte van 40%.

4.1.3 Transportmiddelen

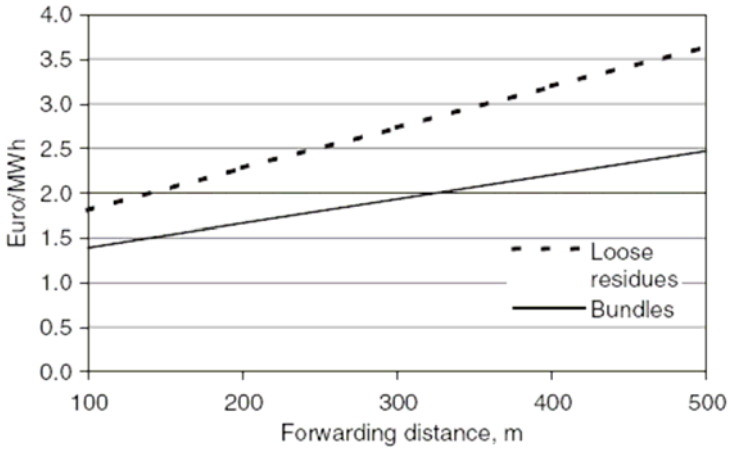
Transport is een belangrijke schakel in de logistieke keten. Aangezien brandstofprijzen hoog zijn, dient transport efficiënt en over zo kort mogelijke afstanden plaats te vinden. Enkele belangrijke bepalende factoren voor de efficiëntie van het transport zijn:

- Hoeveelheid en vorm van het te transporteren goed;
- Beschikbaarheid van transportmiddelen en toegankelijkheid van het terrein;
- Transportafstand;
- Droogte van het materiaal (hoe droger, hoe lichter, dus des te meer er vervoerd kan worden).

Lechner (2004) toont in de onderstaande afbeelding (figuur 4.5) dat de vorm van het te transporteren goed sterk van invloed is op de efficiëntie van het transport.

Figuur 4.5 –De ruimte die eenzelfde gewicht aan takhout, houtdelen, houtsnippers, takkenbundels en rondhout innemen op een aanhanger verschilt nogal (Lechner, 2004)

Over korte afstand (ook afhankelijk van het te berijden terrein) kan met een vervoersysteem worden gewerkt dat minder efficiënt is (bijvoorbeeld houtdelen of takhout op een forwarder, press collector of tractor met containercarrier of aanhanger). Echter wegtransport over langere afstanden dient zo efficiënt mogelijk plaats te vinden. Figuur 4.6 toont het verschil in transportkosten van snippers en bundels aan:



Figuur 4.6 – Kostenvergelijking tussen wegtransport van houtsnippers (*loose residues*) in containerbakken en bundels van tak- en tophout op een houttransportwagen: Hoe verder het transport, hoe duurder het transport van houtsnippers wordt in verhouding tot bundels (Johansson *et al.*, 2006).

Uit de bovenstaande grafiek blijkt dat wegtransport van bundels over grotere afstand met containerbakken goedkoper is dan het transport van houtsnippers. Volgens Johansson *et al.* (2006) geldt dit echter niet wanneer de snippers in een walking-floor-combinatie (met grotere hoeveelheden) worden vervoerd en het versnipperen op een verzamellocatie (werf) gebeurt. Sec naar wegtransport gekeken kan het dus interessant zijn om met bundels te werken, ook vanwege het feit dat het voor langere

tijd opslaan van bundels zorgt voor een droger product dan het opslaan van snippers. Echter, de productie van bundels brengt hoge kosten met zich mee en is in Nederland vooralsnog niet mogelijk (zie ook paragraaf 4.1.1.1).

Over wegtransport in het algemeen zegt Kofman (2008), dat dit tot een afstand van 50 km rendabel en duurzaam is. Hieronder worden enkele varianten van wegtransport toegelicht.

Tractor met containercarrier

De inzet van een tractor met containercarrier verdient bij een combinatie van wegtransport (op korte afstand) en moeilijk begaanbaar terrein de voorkeur boven een vrachtwagen. Terreinbestendige meerwiel-aangedreven vrachtwagens zijn namelijk niet standaard voorhanden bij transportbedrijven. Op de weg is de inzet van een traktor met container-carrier kostentechnisch interessant tot een werkstraal van ca. 15 km, vanwege de geringe laadcapaciteit en de lage transportsnelheid.

Vrachtwagentransport

Een vrachtwagen met afrolcontainers zal in het meest ideale geval een open logistieke keten mogelijk maken. De containers kunnen al worden geplaatst voordat de te vervoeren materialen beschikbaar zijn en kunnen ook weer worden opgehaald nadat de containers vol zitten. De wachttijd van de vrachtwagens wordt hiermee aanzienlijk verkort. De inzet van een vrachtwagencombinatie met afrolcontainers is, vanwege de tijd die gemoeid is met het op-, over- en afladen van de containers, pas vanaf een transportafstand van 40 km interessant. Bij kleinere afstand is een vrachtwagen zonder aanhanger gunstiger (Entwicklungsagentur Kärnten, 2006). Een vrachtwagen is zowel zelfladend als zonder kraan in te zetten, afhankelijk van de beschikbare machines ter plaatse. De zelfladende vrachtwagen mag echter wettelijk gezien minder tonnage aan snippers vervoeren, omdat de kraan al een extra last is, zodat het transport eerder aan de maximum belasting komt.

De lange afstand- en bulkwegtransporten kunnen het beste plaatsvinden met een truck met walking-floor-oplegger die verreweg de meeste chips in één keer kan vervoeren. Deze transportvorm is echter niet geschikt voor transport door moeilijk begaanbaar (onverhard, bochtig) terrein.

Het soort wegtransport dat het beste kan worden ingezet is afhankelijk van:

- Hoeveelheid aanbod (op snipperlocatie) en afzet (op opslag-/verbrandingslocatie) van het te transporteren goed;
- Toegankelijkheid van het terrein;
- Transportafstand.

Hieruit wordt duidelijk dat de ketenwerking doorslaggevend is. Bijvoorbeeld in een situatie waarbij een grote hoeveelheid reeds samengebracht materiaal wordt versnipperd met een grote versnipperaar, is een snelle en regelmatige afvoer van de snippers met één of meerdere walking-floor vrachtwagens of containercombinaties naar een afnemer met voldoende opslag- of verbrandingscapaciteit noodzakelijk. De transportafstand kan hierbij relatief groot zijn. Het is belangrijk dat de versnipperlocatie goed te bereiken is via de verharde weg. Het is met het oog op de kosten bovendien noodzakelijk dat er geen wachttijden ontstaan voor de versnipperaar of de vrachtwagen (Vis, 2000).

In een situatie waarin relatief weinig snippers vrijkomen (bijvoorbeeld wanneer de snippers worden geproduceerd door middel van een oogstmachine met verzamelbunker), is minder transportcapaciteit nodig en kunnen er één of meerdere kleine afnemers worden bevoorraad met een container vrachtwagen of tractor met containercarrier. Om het systeem rendabel te houden moeten de transportafstanden klein zijn. De snippers kunnen daarentegen wel makkelijker vanaf wat meer moeilijk bereikbare plekken over onverharde wegen worden afgevoerd. De tractor met containercarrier of de chipforwarder (shuttle) zijn in het terrein veruit het goedkoopst (Vis, 2000).

4.2 Logistieke oplossingen en aanbevelingen

4.2.1 Oogstpartijen bundelen

Het bundelen van oogstpartijen van verschillende eigenaren en/of terreinen in een regio kan de oogst van biomassa uit het bos en landschap rendabeler en de biomassastroom vanuit een regio constanter maken. Wanneer boseigenaren en houtoogstcoördinatoren standaard rekening houden met de “extra oogstgang biomassa” kunnen oogstprojecten worden gekoppeld, zodat efficiënter gewerkt kan worden. Daarbij zal ook het landschapselement, aangrenzend aan de te dunnen bosopstand moeten worden behandeld en omgekeerd: Nederland is te klein om deze activiteiten los van elkaar te ondernemen (Bron: Interviews).

4.2.2 Regionale biomassawerf

De transportkosten zijn zeer belangrijk binnen de biomassa keten (Entwicklungsagentur Kärnten, 2006; Gronalt & Rauch, 2007; Kofman, 2008). Gemiddeld genomen is het aandeel van de transportkosten binnen de totale kosten van het beschikbaar maken van biomassa voor energiedoeleinden 20-30%. Het is dus zaak de transportkosten zo laag mogelijk te houden. De laadcapaciteit van een transportmiddel moet daarom zo goed mogelijk worden benut. Vooral over grotere afstanden moet zo weinig mogelijk lucht worden vervoerd. Vanwege het beter benutten van de laadcapaciteit is het transport van rondhout en chips over het algemeen gunstiger dan het transport van takken- en toppen of hele bomen (Entwicklungsagentur Kärnten, 2006). Voor afstanden tot ongeveer 50 km kunnen takken, toppen of hele bomen in losse vorm worden getransporteerd, bij een langere afstand is chippen of bundelen vereist (Gronalt & Rauch, 2007). Het transport van takken en toppen over een afstand van 50 km kost volgens een Oostenrijkse studie 25 Euro/MWh terwijl het transport van houtchips over de zelfde afstand volgens deze studie slechts 3,50 Euro/MWh kost (Kanzian *et.al*., 2006).

Vanwege de invloed op de transportkosten is bij het ontwerpen of ontwikkelen van een optimale logistieke keten voor levering van biomassa de positie van de locaties waar wordt gechipt en de opslag plaatsvindt essentieel. Door het slim positioneren van deze zogenaamde biomassawerven in een gebied kunnen de afstanden die worden afgelegd met los materiaal worden verkleind en kan dit materiaal daarnaast op een grootschaligere wijze worden verkleind.

Naast de invloed die biomassawerven hebben op het reduceren van de transportkosten, zijn ze ook vereist om de seizoensgebondenheid van vraag en aanbod op te kunnen vangen. Op deze werven kan versnipperde en niet-versnipperde biomassa worden opgeslagen en kan een voorbewerking worden uitgevoerd. Op de

werf kan gebruik worden gemaakt van een permanente chipper of van een mobiele chipper die inzetbaar is op meerdere werven of op locatie. Een mobiele chipper heeft meestal een kleinere verwerkingscapaciteit, maar de capaciteit kan vanwege de mobiliteit wel volledig worden benut. Een permanente (industriële) chipper heeft een grote verwerkingscapaciteit en kan de levering garanderen voor een grote regio, maar heeft een groot toeleveringsgebied nodig om de verwerkingscapaciteit volledig te kunnen benutten.

Als de biomassa is opgeslagen in een biomassawerf, heeft dit meestal weinig effect op de kosten. De kosten stijgen daarentegen wel indien de biomassa wordt opgeslagen op plaatsen waar het wordt gewonnen, omdat kleinere volumes worden verwerkt en chippers vervoerd moeten worden tussen de verschillende locaties (Gronalt & Rauch, 2007).

In Duitsland zijn een groot aantal (42 in 2007) regionale biomassawerven opgezet voor het leveren van biomassa voor energieopwekking. Het doel van deze biomassawerven is het bundelen van de biomassa uit de regio en op te werken tot een standaard biomassastroom. Energieleveranciers, bedrijven en particulieren kunnen bij deze werven hun brandstof aanschaffen. Een aantal van deze biomassawerven in Duitsland zijn gekoppeld aan werven van inzamelaars van groenafval. De werven produceren in Duitsland voornamelijk gekloofd brandhout en chips, maar zes werven kunnen ook energiepellets produceren. De grootte van de werven varieert van een opslag-/verwerkingscapaciteit van 600 ton droog per jaar tot 34.000 ton droog per jaar. De meeste biomassawerven hebben een overkapping, zodat de houtchips droog kunnen worden opgeslagen.

De voordelen van een (regionale) biomassawerf zijn:

- Door bundeling van de biomassa uit een gebied kan deze biomassa op een uniforme wijze worden vermarkt. Door dit centrale vermarkten worden aan de ene kant kleine volumes gemobiliseerd en wordt de marktpositie van kleine eigenaren versterkt en wordt aan de andere kant een continue levering gewaarborgd en kunnen verschillende producten met verschillende kwaliteiten worden geleverd;
- Een werf biedt de mogelijkheid tot het bundelen van biomassavolumes afkomstig van verschillende eigenaren en ook uit verschillende biomassabronnen waardoor de beschikbaarheid van biomassa voor regionale energieopwekking wordt gegarandeerd;
- Op een regionale werf kan de biomassa uit verschillende bronnen worden opgewerkt tot een uniform product dat aan de gestelde kwaliteitseisen voldoet;
- De transportafstanden van los materiaal worden verkleind.

De koppeling van de biomassawerf aan een bestaande werf voor de inzameling, verwerking en compostering van groenafval levert logistieke en planologische voordelen op. De inzamelstructuur bestaat meestal al en hoeft daarom niet vanaf de grond te worden opgebouwd. Daarnaast is de locatie al bekend in de regio en weten de leveranciers de locatie te vinden. Tenslotte heeft het bedrijf meestal al een milieuvergunning en hoeft de vergunningenprocedure niet weer helemaal te worden doorlopen. Een groot aantal van de Nederlandse inzamelpunten voor groenafval zijn op dit moment al actief in de levering van houtige biomassa uit de takken, toppen en ander houtig materiaal dat zij binnen krijgen.

Regionale biomassawerven bieden vooral een oplossing voor de inzet van de biomassa in kleinschalige regionale biomassa-installaties. Indien de biomassa wordt geleverd aan een grote biomassacentrale met eigen opslagfaciliteit, biedt een biomassawerf in de regel geen extra voordelen en worden in principe alleen de kosten verhoogd (twee keer in en uitladen). Het is daarom bij een grote centrale efficiënter om de biomassa rechtstreeks te leveren.

4.2.3 Oogstsystemen

Oogst van houtige biomassa uit beplantingen of bomenrijen langs (snel)wegen

In het Duitse onderzoek BioLogio (Dobers & Opitz, 2007) is een studie uitgevoerd naar de logistiek rondom de oogst van houtige biomassa uit opstanden en bomenrijen langs (snel)wegen (Straßenbegleitholz). Hiervoor zijn twee logistieke methoden onderzocht:

- Bij de eerste methode wordt het hout eerst geoogst en daarna langs de kant van de weg verzameld, vervolgens gechipt en als chips afgevoerd. De chips worden opgeslagen.
- Bij de tweede methode worden de takken en stammen langs de weg verzameld en als takken en stammen afgevoerd. De takken en stammen worden opgeslagen en met een grote chipper verchipt.

Volgens het onderzoek is de tweede methode kostentechnisch de beste optie. Vooral als bij het vervoer de takken goed kunnen worden samengedrukt, zodat er veel vervoerd kan worden. Zonder aanpassingen zijn de kosten bij methode 1, 64-73 Euro per stère chips. Bij methode 2 zijn deze kosten 25-44 Euro per stère chips. De hogere kosten van methode 1 worden voornamelijk veroorzaakt door de kosten van het chippen langs de weg waarvoor een chipper wordt gebruikt met een lagere capaciteit ten opzichte van het chippen met een grote chipper op locatie. Ter vergelijking zijn de kosten voor het terug blazen van de chips in de beplanting ca. 27 Euro per m^3 los gestort.

De resultaten van dit onderzoek tonen aan dat chippen op de locatie en het niet transporteren van het losse materiaal niet altijd kostenefficiënter is. Het verchippen is een significante kostenpost bij de oogst van biomassa langs wegen. Indien de capaciteit van de chipper volledig kan worden benut, dan kan het chippen op de oogstplek uit. Als dit niet het geval is, kunnen de takken het beste worden afgevoerd naar een centrale plek. Op deze centrale plek kan dan een groot volume met een grote chipper worden verwerkt. Uit kostenoverwegingen dient de afvoer van de takken te gebeuren met een transportmiddel waarvan het laadvermogen kan worden vergroot door de takken samen te drukken (principe van de presscollector) (Dobers & Opitz, 2007). Deze theorie over de efficiënte inzet van chippers of andere methoden om het materiaal te verkleinen, geldt natuurlijk niet alleen voor de oogst van biomassa langs wegen, maar ook voor de oogst van biomassa uit de andere biomassabronnen.

Volle-boom-methode in opgaande bosopstanden

Door het toepassen van de volle-boom-methode (waarbij de boom met stam-, tak- en tophout wordt geoogst) bij de oogst van biomassa uit dunningen, kunnen de kosten met 20-40% worden verminderd ten opzichte van een systeem waarin alleen de stammen worden geoogst (Hakkila & Aarniala, 2004). In Finland is echter nog steeds subsidie nodig om het systeem rendabel te krijgen.

4.3 Logistieke systemen

De in paragraaf 4.1 en 4.2 beschreven machines en technieken zijn verwerkt in een aantal logistieke systemen voor verschillende bronnen van biomassa (bossen, kleine bosjes en landschapselementen, bomenrijen en singels en erven van boeren en buitenlui) en een aantal verwerkingsystemen voor een gebied waarin deze bronnen voorkomen. Er is gekozen voor een fictief gebied in plaats van een bestaand gebied in Nederland, omdat het binnen deze studie te ver voerde alle benodigde gegevens over dit bestaande gebied in beeld te brengen. In het fictieve gebied kunnen de randvoorwaarden en de detaillering zelf in de hand worden gehouden. Binnen een fictief gebied kan geschoven worden met de terreintypen, de locatie van een regionale biomassawerf en de eindafnemer terwijl dit in een bestaand gebied alleen mogelijk is door eerst een inventarisatie uit te voeren. Hieruit blijkt meteen dat de opzet van een logistiek systeem maatwerk is en dat er dus per gebied goed gekeken moet worden naar alle aspecten rondom de biomassalogistiek, voordat een bepaald systeem wordt gekozen. Het combineren van de juiste schakels tot een passende keten is hierbij de uitdaging.

Voor het opzetten van een logistiek systeem voor een gebied of een regio is het belangrijk om als eerste de volgende zaken te inventariseren:

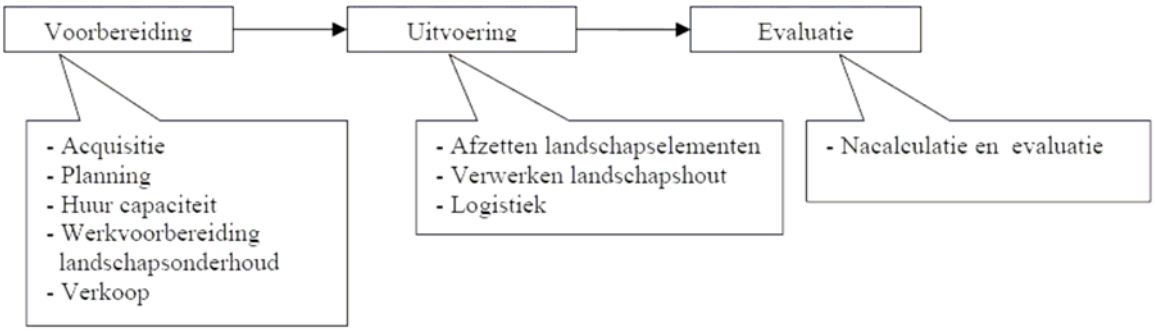
- Aanwezige biomassabronnen;
- Infrastructuur voor oogst, drogen, verwerking en transport;
- Aanwezigheid (potentiële) biomassawerf;
- Beschikbare machines en transportmiddelen;
- Warmtevraag en opslag-/droogcapaciteit;
- Kwaliteitseisen van de afnemer t.a.v. de biomassa.

De wijze van oogsten, het moment van verkleinen, het moment van opslaan en de wijze van transport dienen centraal te staan in elk systeem dat wordt ontwikkeld voor de oogst van (houtige) biomassa. Deze componenten bepalen welke infrastructuur er benodigd is en vragen vanwege de efficiëntie meestal om een bepaalde mechanisatiegraad. Volgens Van der Es (2006) levert een hoge mate van mechanisatie over het algemeen namelijk een verbetering van de kwaliteit-/kostenverhouding op en leidt dit tevens tot betere arbeidsomstandigheden. Er is minder mankracht nodig en de met handkracht uit te voeren werkzaamheden krijgen een minder routinematig karakter.

Indien er concrete plannen zijn voor het opzetten van een biomassaketen in een gebied of regio dient dus een goede de inschatting gemaakt te worden van de benodigde inzet van machines en mankracht. Een goed hulpmiddel hiervoor vormen beheerplannen (lange termijnplanning van de ingrepen in een opstand of landschapselement, zie tabel 4.6) en daaruit voortvloeiende werkplannen of voorbereidende inventarisaties (nauwkeuriger omschrijving van de werkzaamheden per ingreep en calculatie van hoeveelheden, zie figuur 4.7).

Tabel 4.6 – Beheersschema landschapselementen (Landschapsbeleidsplan Zuidoost Friesland) (HW: Houtwal, HS: Houtsingel, ELS: Elzensingel) (Van der Es, 2006)

		Goede kwaliteit	Matige kwaliteit	Slechte kwaliteit
Element	Cyclus	regulier beheer	achterstallig onderhoud	herstelmaatregelen
HW	1 jaar	raster controleren	sturen op samenstelling aanplanten in gaten	wallichaam herstellen overstaanders afzetten
	2 jaar	overhangende takken opsnoeien		
	25 jaar	afzetten		
HS	1 jaar	raster controleren	bij voorkeur in geheel afzetten	bij voorkeur in geheel afzetten eventueel kruidenbegroeiing weghalen
	2 jaar	overhangende takken opsnoeien		
	25 jaar	afzetten		
ELS	1 jaar	raster controleren	sturen op hoger aandeel els ongewenste soorten afzetten deel ongewenste soorten vervangen door els	singel in een keer afzetten in gaten aanplanten
	2 jaar	overhangende takken opsnoeien		
	25 jaar	Gefaseerd afzetten		



Figuur 4.7 Fasen algemeen onderhoud (Van der Es, 2006)

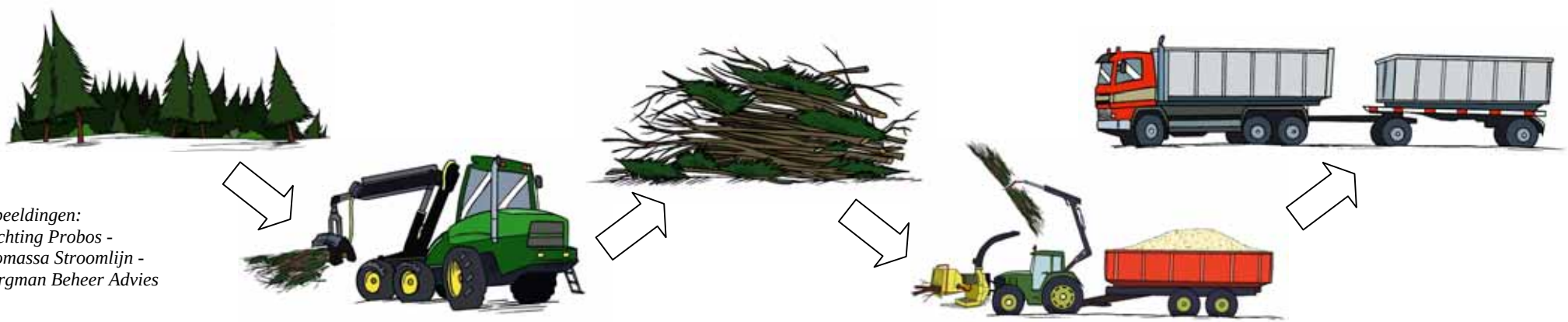
4.3.1 Logistieke systemen per biomassabron

Voor de in deze studie geselecteerde bronnen van houtige biomassa (bossen, kleine bosjes en landschapselementen, bomenrijen en singels en erven van boeren en buitenlui) zijn op de volgende pagina's vijf logistieke systemen uitgewerkt:

1. Dunning in bos d.m.v. volle-boom-methode
2. Oogst tak- en tophout uit bos
3. Afzetten houtwal langs akker–mozaïekgewijs
4. Boomveiligheidsnoei bomenrij langs provinciale weg
5. Snoei van erf- en kavelgrensbeplanting

Deze vijf systemen dienen als voorbeeld voor de talrijke variaties die mogelijk zijn: voor elke terreinomstandigheid en schaalgrootte kunnen de variabelen worden aangepast.

LOGISTIEK SYSTEEM 1: DUNNING IN BOS M.B.V. VOLLE-BOOM-METHODE



Afbeeldingen:
Stichting Probos -
Biomassa Stroomlijn -
Borgman Beheer Advies

Systeem:
Met een feller-buncher (vellen en verzamelen) aggregaat op een harvester worden de bomen geveld en op hopen verzameld. Het hout wordt in de opstand gedroogd. Een halfjaar later wordt het materiaal met een oogsttrein (traktor met versnipperaar en kiepaanhanger) versnipperd. Het transport naar de biomassawerf of biomassacentrale met middelgrote opslagcapaciteit vindt plaats met containers of een walking-floor trailer.

Toepassing:
- eerste (onrendabele) dunningen van bosopstanden;
- dunning van ook oudere opstanden met slechte houtkwaliteit;
- bij kleinere hoeveelheden biomassa uit bosopstanden bij korte en goede ontsluiting.

Voordelen:
- materiaal kan drogen in opstand;
- eerste dunningen worden op het juiste moment uitgevoerd (toekomstgericht bosbeheer);
- maakt gebruik van reguliere machines, dus overal beschikbaar en ook voor kleinere hoeveelheden inzetbaar;
- makkelijk in te passen in reguliere bosbouw.

Nadelen:
- versnipperaar draait minder effectief vanwege rij- en lostijd van kiepcontainer;
- kiepcontainer kan niet in elke transportcontainer of walking-floor-trailer lossen;
- overkiepen is lastig in bosopstanden (uitrijpaden);
- bij grote afstanden een extra schakel nodig: bunker-forwarder, shuttle of traktor met container-carrier;
- oogsttrein is lang, kan moeilijker manoeuvreren en daardoor meer schade aan blijvende opstand veroorzaken;
- prijs per ton gereed product daardoor relatief hoog.

LOGISTIEK SYSTEEM 2: OOGST TAK- EN TOPHOUT UIT BOS

Afbeeldingen:
Stichting Probos -
Biomassa Stroomlijn -
Borgman Beheer Advies

Systeem:
Met een harvester worden de bomen geveld en uitgesnoeid. De verschillende sortimenten worden gescheiden neergelegd. De houtige biomassa (het tak- en tophout en de dunnere stammen) wordt in de opstand gelaten om te drogen. Een halfjaar later wordt een press collector of forwarder ingezet om het materiaal uit te rijden. Met een zware mobiele versnipperaar wordt op een verzamellocatie buiten de opstand alles versnipperd en met containers of een walking-floor trailer afgevoerd naar een centrale met grote opslag- en verbrandingscapaciteit.

Toepassing:
- een bosopstand met zowel dunnere als dikkere bomen wordt in zijn geheel kaalgeslagen vanwege bijv. natuurontwikkeling;
- bij grotere hoeveelheden biomassa uit bosopstanden bij lange ontsluiting en slechte terreinomstandigheden.

Voordelen:
- grote hoeveelheden van kleine oppervlakte, versnipperaar kan efficiënt werken;
- materiaal kan drogen in opstand (of eventueel gestapeld op de snipperlocatie);
- indien voldoende hout voorradig blijft de prijs per ton gereed product relatief laag;
- de versnipperaar kan direct in elke transportvorm blazen;
- wendbare machines in het bos.

Nadelen:
- meer en speciale machines, dus minder makkelijk beschikbaar en duurder;
- veel transportbeweging in het bos, dus veel bodemverdichting;
- grote impact op logistiek, er is veel productie per dag;
- ook de eindverwerker moet op grote hoeveelheden ingesteld zijn.

LOGISTIEK SYSTEEM 3: AFZETTEN HOUTWAL LANGS AKKER – MOZAÏEKGEWIJS

Afbeeldingen:
Stichting Probos -
Biomassa Stroomlijn -
Borgman Beheer Advies

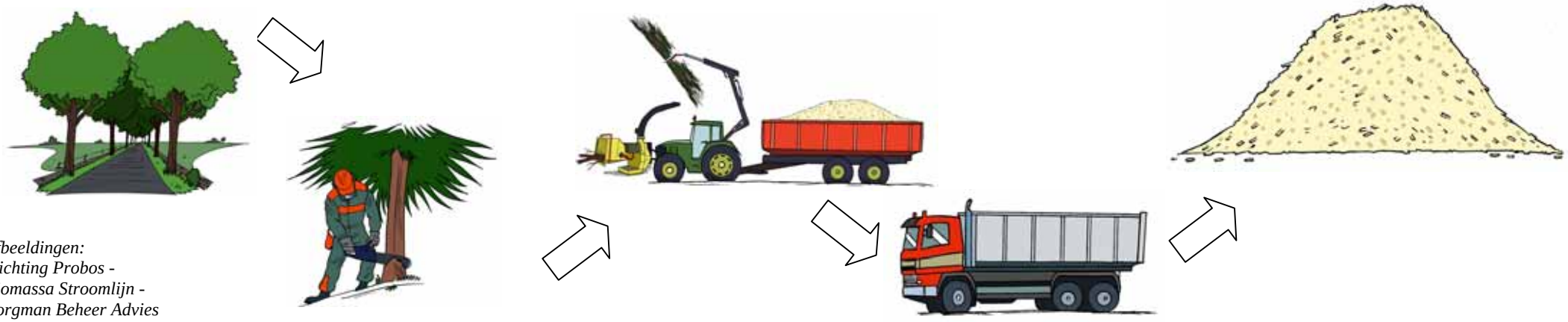
Systeem:
Met een lichte machine (zoals een kraan met hydraulische schaar) of motormanueel wordt een houtwal bloks-/mozaïeksgewijs afgezet. Vanwege het naastgelegen te bewerken boerenland wordt het hout direct afgevoerd en op een werf in de nabijheid te drogen gelegd. Het materiaal van verschillende landschapselementen wordt hier verzameld en na een halfjaar versnipperd. Het wordt afgevoerd per containercarrier, container vrachtwagen of walking-floor.

Toepassing:
bundeling van kleinere hoeveelheden biomassa (tak- en stamhout) uit landschapselementen met relatief goede ontsluiting.

Voordelen:
- het landschapselement wordt tijdig beheerd
- reguliere machines, dus overal beschikbaar en ook voor kleinere hoeveelheden inzetbaar;
- makkelijk in te passen en ook door agrarische natuurbeheerders uit te voeren;
- er kan efficiënt gesnipperd worden met voldoende verzameld hout.

Nadelen:
- motormanuele oogst is duur; een rupskraan kan snel en schoon werken;
- het materiaal kan niet in de opstand/op het land drogen;
- transport van het niet-versnipperde hout kan niet over grote afstand vanwege hoge kosten door grote volume;
- weersafhankelijk; afhankelijk van de toestand van het boerenland is het terrein al dan niet te berijden met machines;
- mozaïeksgewijs beheer vergt goede planning, om niet ieder jaar dezelfde akker te hoeven berijden.

LOGISTIEK SYSTEEM 4: BOOMVEILIGHEIDSNOEI BOMENRIJ LANGS PROVINCIALE WEG



Afbeeldingen:
Stichting Probos -
Biomassa Stroomlijn -
Borgman Beheer Advies

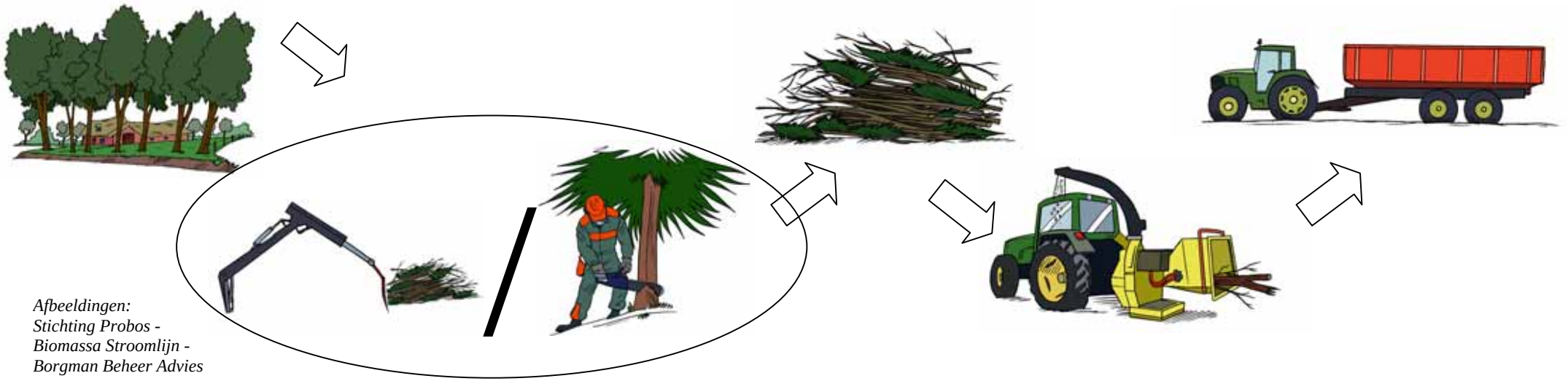
Systeem:
Motormanuele snoei met hoogwerker van een bomenrij langs een openbare weg. Takhout wordt met de hand verzameld en op rillen gelegd. Vanwege verkeersveiligheid, oponthoud, dure wegafzetting en geringe werkruimte wordt direct gesnipperd m.b.v. een oogsttrein. De bunker wordt geleegd in een containercarrier of enkele containervrachtwagen en direct afgevoerd naar een werf of verbrandingscentrale met droogcapaciteit voor snippers.

Toepassing:
snoei van bomen en groenelementen in stedelijke omgeving; takhout.

Voordelen:
- boombeheer wordt efficiënt uitgevoerd;
- snoeihout uit boom- en parkbeheer is geen afval meer, maar kan als biomassa worden verwerkt.

Nadelen:
- langzaam oogstproces vanwege hoogwerker, motormanuele snoei en handmatig verzamelen van takhout;
- versnipperaar draait hierdoor minder effectief, en vanwege rij- en lostijd van kiepcontainer;
- kiepcontainer kan niet in elke transportcontainer of walking-floor-trailer lossen;
- containervrachtauto zal stand-by moeten zijn om de bunker van de oogsttrein snel te kunnen legen;
- transport van groene en natte snippers, hierdoor wordt een laagwaardiger product geleverd en kan per container minder worden vervoerd;
- prijs per ton gereed product daardoor relatief hoog.

LOGISTIEK SYSTEEM 5: SNOEI VAN ERF- EN KAVELGRENSBEPLANTING



Afbeeldingen:
Stichting Probos -
Biomassa Stroomlijn -
Borgman Beheer Advies

Systeem:
Erf- en kavelgrensbeplanting wordt met een hydraulische maaimachine of motormanueel gesnoeid, verzameld en op stapels te drogen gelegd. Met een kleine versnipperaar wordt na een halfjaar het materiaal versnipperd en per traktor met wagen afgevoerd naar een werf. Hier wordt het gebundeld en verder verwerkt.

Toepassing:
- bundeling van zeer kleine hoeveelheden biomassa (takhout) uit landschapselementen met zeer goede ontsluiting en ruimte om voor te drogen.

Voordelen:
- materiaal kan ter plaatse drogen;
- landschapsbeheer vindt tijdig plaats;
- makkelijk in te passen en ook door agrarische natuurbeheerders uit te voeren;
- lichte versnipperaar is effectief in te zetten;
- transport is goedkoop vanwege inzet eigen materieel;
- kleine hoeveelheden zijn te bundelen op werf.

Nadelen:
- langzaam oogstproces vanwege (motor)manuele snoei inzet.

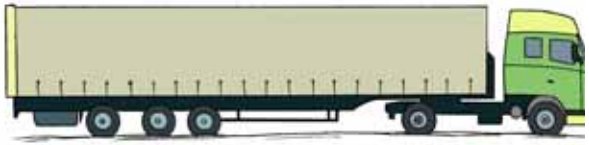
4.3.2 Regionale systemen met biomassawerf

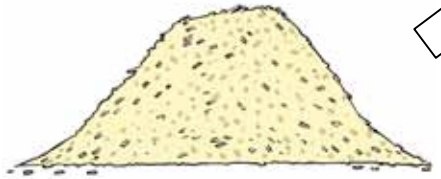
In deze paragraaf wordt een drietal regionale logistieke systemen uitgewerkt waarin de biomassawerf centraal staat. Een combinatie van deze drie uitgewerkte systemen zal uiteindelijk tot het optimale systeem leiden. Biomassawerven zijn een essentieel onderdeel binnen regionale biomassaketens (zie paragraaf 4.2.2). De werven maken het mogelijk een continue stroom biomassa met een constante kwaliteit op gang te houden. Ook kan biomassa voor langere tijd worden opgeslagen.

De volgende drie systemen zijn op de volgende pagina's uitgewerkt:

1a. Verwerkingssysteem 1a: regionale biomassawerf voor bundeling van kleine partijen (snippers)
1b. Verwerkingssysteem 1b: regionale biomassawerf voor bundeling van kleine partijen (ongesnipperd hout)
2. Verwerkingssysteem 2: regionale verbranding van kleine partijen

VERWERKINGSSYSTEEM 1A: REGIONALE BIOMASSAWERF VOOR BUNDELING VAN KLEINE PARTIJEN (SNIPPERS)





Afbeeldingen:
Stichting Probos -
Biomassa Stroomlijn -
Borgman Beheer Advies

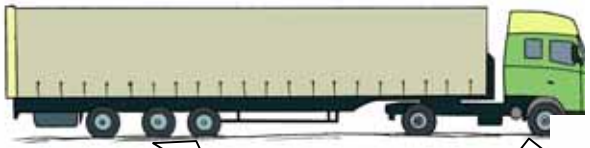
Systeem:
Vanuit verschillende oogstprojecten worden reeds gedroogde partijen snippers (chips) op de biomassawerf verzameld en tot grotere partijen gemengd. Per walking-floor vrachtwagen worden de snippers gelijkmatig naar grotere verbrandingscentrales vervoerd.

Toepassing:
- regionale biomassawerf voor bundeling van kleine partijen
- bij gebrek aan opslagcapaciteit bij de centrale.

Voordelen:
- efficiënt voor het samenvoegen van partijen voor grote afvoer;
- droog en homogeen product;
- makkelijk, gelijkmatig en in grote partijen te distribueren.

Nadelen:
- kwaliteit van de snipper is niet zelf te beïnvloeden, alleen door mengen van partijen kan de gewenste kwaliteit worden gehaald;
- extra “tussenstop” op de werf kost geld;
- in verband met grote transportcapaciteit dient met grote partijen te worden gewerkt – toelevering en afname moet daarop afgestemd zijn.

VERWERKINGSSYSTEEM 1B: REGIONALE BIOMASSAWERF VOOR BUNDELING VAN KLEINE PARTIJEN (ONGESNIPPERD HOUT)



Afbeeldingen:
Stichting Probos -
Biomassa Stroomlijn -
Borgman Beheer Advies

Systeem:
Vanuit verschillende oogstprojecten worden partijen hout op de biomassawerf verzameld en gedroogd. Een grote versnipperaar versnippert de partijen wanneer deze voldoende groot zijn, en wanneer er vraag naar snippers is. Per walking-floor vrachtwagen worden de snippers naar grotere verbrandingscentrales vervoerd.

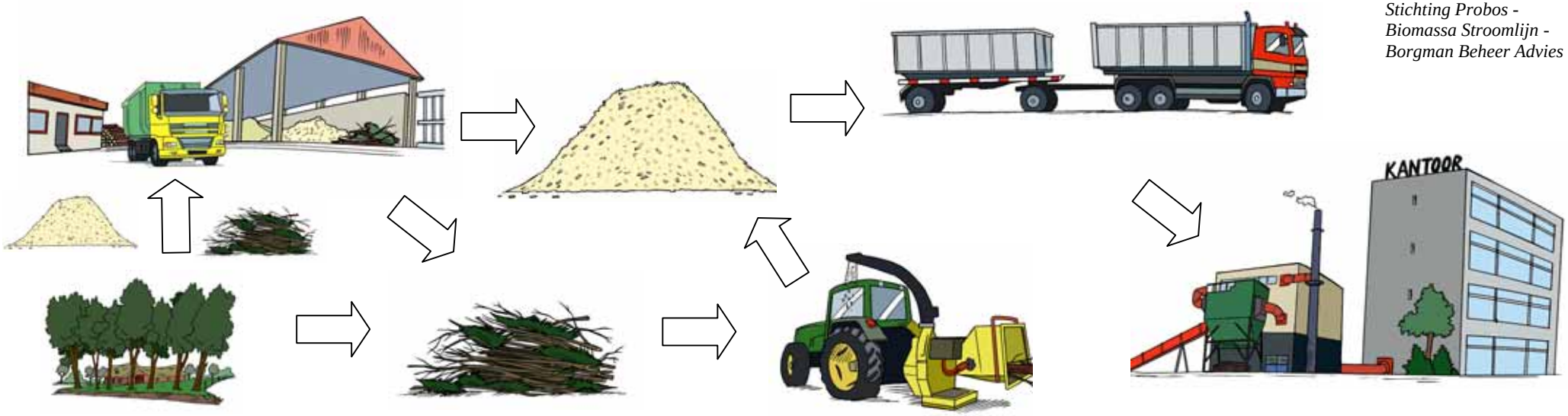
Toepassing:
- regionale biomassawerf voor bundeling van kleine partijen, verwerking en distributie, bij gebrek aan mogelijkheid tot voordrogen en versnipperen op de oogstlocatie;
- in verband met grote versnipperaar en transportcapaciteit dient met grote partijen te worden gewerkt – toelevering en afname moet daarop afgestemd zijn.

Voordelen:
- efficiënt voor het verzamelen, verkleinen en samenvoegen van partijen voor grote afvoer;
- droog en homogeen product;
- makkelijk, gelijkmatig en in grote partijen te distribueren;
- op de werf kan gedroogd worden.

Nadelen:
- kwaliteit van de snipper is in eigen beheer, maar “groene biomassa” dient eerst te worden verwijderd;
- naar de werf toe dient met niet verkleind hout te worden gereden, wat inefficiënt is.

VERWERKINGSSYSTEEM 2: REGIONALE VERBRANDING VAN KLEINE PARTIJEN

Afbeeldingen:
Stichting Probos -
Biomassa Stroomlijn -
Borgman Beheer Advies



Systeem:
Vanuit verschillende oogstprojecten worden gesnipperd en ongesnipperd hout op de biomassawerf verzameld. Het ongesnipperde hout wordt op de werf versnipperd. Deze samengevoegde partijen worden, wanneer deze voldoende groot zijn en wanneer er vraag naar snippers is, per containervrachtwagen of –carrier naar kleine centrales vervoerd.

Toepassing:
regionale biomassawerf voor opslag, verwerking en distributie (ook bij gebrek aan mogelijkheid tot voordrogen en versnipperen op de oogstlocatie), ter bevoorrading van kleine centrales met geringe opslagcapaciteit

Voordelen:
- efficiënt voor kleine partijen;
- interessant voor de bevoorrading van kleine centrales;
- kwaliteitsbeheersing is mogelijk
- makkelijk, gelijkmatig en in grote partijen te distribueren;
- op de werf kan gedroogd en gemengd worden.

Nadelen:
- kwaliteit van de snipper is deels in eigen beheer, dus deels te sturen.
- “Groene biomassa” dient eerst te worden verwijderd;
- naar de werf toe dient met niet verkleind hout te worden gereden, wat inefficiënt is.

4.4 Modellering en rekenhulpen

Er bestaan verschillende (modelerings)systemen om de vaak complexe logistiek van de biomassaketen inzichtelijk te maken en te optimaliseren. De meeste systemen geven ook inzicht in de kosten, de energiebalans en de CO2-balans. Wageningen UR heeft twee systemen ontwikkeld:

- Biomass logistic computer simulation (Biologics);
- Biomass logistic computer optimalisation (Bioloco).

Biologics gaat uit van een gegeven logistiek systeem en berekent op basis hiervan de financiële effecten en de energieprestaties van dit systeem. Het Bioloco model berekent op basis van een aantal opties het optimale logistieke systeem (bronlocaties, transportsystemen etc.). Ook dit model geeft inzicht in de kosten en energieprestaties. Het Bioloco model is inmiddels al gebruikt in verschillende praktijkcases (provinciale en gemeentelijke plannen) (Annevelink & De Mol, 2007).

Zilverberg Advies en Kandt Management BV hebben een snoeihout-rekenmodel ontwikkeld, waarmee onder meer de kosten van de oogst, transport en bewerking van energiehout kunnen worden berekend. Het model is geschikt om verschillende logistieke ketens door te rekenen en kan voor verschillende scenario's een kosten-batenanalyse geven. Het model berekent bovendien de CO_2-besparing en de energiebesparing. Het doel van het model is om de keten inzichtelijk te maken en om inzicht te krijgen in de factoren die de uiteindelijke biomassaprijs en het rendement bepalen. (Corten, 2007; Interviews).

5 CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN

5.1 Conclusies

De Nederlandse markt voor biomassa uit bos, natuur en landschap is relatief jong en daarmee nog niet volledig ontwikkeld. Eén van de belangrijkste knelpunten in de logistiek van de Nederlandse houtige biomassaketen is de prijs van de biomassa. Deze is momenteel te laag om in veel gevallen de kosten van oogst, verwerking, opslag en transport van biomassa te dekken. Daarnaast wordt biomassa nog vaak gezien als een nevenproduct (afvalproduct) en niet als een product waarin men moet investeren om aan de juiste kwaliteitseisen te voldoen. De in Nederland geproduceerde biomassa voldoet als gevolg hiervan lang niet altijd aan de hoge kwaliteitseisen die de huidige biomassacentrales stellen.

Het is in Nederland vaak lastig om te zorgen voor een continue aanvoer van biomassa uit bos, natuur en landschap. Dit wordt onder andere veroorzaakt door de oogstbeperkingen tijdens het broedseizoen die worden opgelegd als gevolg van de Flora- en Faunawet. Andere knelpunten die de continuïteit en rentabiliteit van biomassaoogst negatief beïnvloeden, worden veroorzaakt door het feit dat in veel gebieden:

1. De biomassabronnen (terreinen) te klein zijn, verdeeld zijn over een groot aantal eigenaren en onderling ver van elkaar liggen;
2. De biomassabronnen (terreinen) slecht bereikbaar zijn van af de openbare weg en het terrein zelf niet goed ontsloten is.

Biomassastromen uit een gebied kunnen hierdoor vaak moeilijk worden gebundeld tot één continue stroom. Bovendien is het lastig om machines kostenefficiënt in een gebied in te zetten. In deze studie wordt daarom gepleit voor het gebruik van biomassawerven waar biomassastromen uit een gebied of regio kunnen worden gebundeld.

Er zijn in Nederland voor de oogst, verwerking, opslag en transport van houtige biomassa veel verschillende methodes en machines voorhanden. De beschikbaarheid van machines varieert sterk per regio. Het is zeer complex om een compleet overzicht te krijgen van het type en het aantal machines dat in Nederland voorhanden is. Het merendeel van de machines komt voort uit andere sectoren (landbouw, groenonderhoud, bosbouw) en is vooral inzetbaar voor de verkleining van biomassa. Speciale machines die de biomassa efficiënt kunnen oogsten (en tegelijkertijd verwerken) in de terreintypen waar het meeste (onbenutte) potentieel is, bos en landschap, zijn in Nederland niet of beperkt voorhanden. De onzekerheid over de afzetmogelijkheden en de lage prijs van de biomassa zorgen voor terughoudendheid bij aannemers en loonwerkers om te investeren in speciale machines voor oogst uit het bos.

Uit onderzoek is gebleken dat er in Nederland in potentie ca 475.000 ton droge stof per jaar aan houtige biomassa beschikbaar is uit bos, natuur en landschap. De reële beschikbaarheid ligt naar verwachting lager omdat bijvoorbeeld, vanwege zowel logistieke als ecologische redenen, niet alle terreinen toegankelijk zijn voor oogst. Het is daarnaast lastig een beeld te krijgen van de hoeveelheid houtige biomassa uit het Nederlandse bos, natuur en landschap die momenteel voor energiedoeleinden wordt aangewend. Dit komt onder meer door de gesloten markt, de import uit het buitenland en het feit dat partijen chips (bijvoorbeeld bij het afkeuren van een partij)

soms voor andere doeleinden dan biomassa worden ingezet. Daarnaast zijn terreineigenaren en terreinbeheerders nog onvoldoende bekend met de opties voor biomassaoogst uit hun terreinen.

Met bijeenkomsten zoals het Biomassaforum 2008 in Beesd enerzijds, en anderzijds met de projecten die in het kader van de 'Intentieverklaring biomassa uit bos, natuur, landschap en de houtketen' (Ministerie van LNV, PHN en Bosschap) eind 2008 zijn uitgevoerd, zijn enkele stappen naar het combineren en ontsluiten van kennis gemaakt. Dit is echter niet voldoende. Kennis over oogst, verwerking, opslag en transport van houtige biomassa is nog steeds onvoldoende ontsloten voor de terreineigenaren, loonwerkers/aannemers, adviesbureaus en beleidsmakers.

Tot slot is in Nederland de status van biomassa binnen de wet- en regelgeving niet altijd duidelijk. In het ene geval wordt biomassa beschouwd als afval, terwijl het in het andere geval als product (grondstof) wordt gezien.

5.2 Aanbevelingen

De prijs van houtige biomassa zal naar verwachting stijgen wanneer de (binnenlandse) vraag naar biomassa toeneemt. In Nederland moet een grotere vraag naar biomassa worden gecreëerd door het aantal (regionale en lokale) biomassacentrales (houtgestookte installaties) te vergroten. Hier ligt niet alleen een rol voor de markt, maar ook voor de overheid die door middel van (financiële) stimuleringsregelingen (subsidies, fiscale regelingen en dergelijke), de vereenvoudiging van wet- en regelgeving (vergunningen) en actieve promotie de bouw en ontwikkeling van biomassacentrales in Nederland kan stimuleren. Via fiscale regelingen kunnen ook investeringen in nieuwe oogst- en productietechnieken worden gestimuleerd. Het is bovendien belangrijk dat terreineigenaren en verwerkers/leveranciers van biomassa zich bewust worden van de voordelen van het investeren in de kwaliteit van biomassa, zodat zij een hoogwaardiger product produceren dat tegen een hogere prijs kan worden afgezet. In het buitenland zijn bijvoorbeeld goede ervaringen opgedaan met het laten liggen van de biomassa in het bos, waardoor de kwaliteit aanzienlijk verbetert (drogere biomassa met minder verontreinigingen). Ook voor Nederland biedt deze methode interessante perspectieven.

Voor het drukken van de kosten van de oogst van houtige biomassa is het verbeteren van de logistieke efficiëntie van essentieel belang en is het nodig dat de transportafstanden zo klein mogelijk blijven. Dit kan worden bewerkstelligd door:

- Het opzetten van biomassawerven, waarmee de verwerking van biomassa zo veel mogelijk op één plek wordt geconcentreerd;
- Het versterken en opzetten van lokale en regionale biomassaketens;
- Het inzetten en ontwikkelen van multifunctionele machines, of het investeren in speciale machines indien hier voldoende markt voor is

In hoofdstuk 4 worden enkele voorbeelden gegeven van logistieke systemen waarin een biomassawerf een rol kan spelen. Hoofdstuk 4 geeft tevens voor een aantal situaties en terreintypen voorbeelden voor logistieke systemen. Voor het versterken van lokale en regionale biomassaketens kan er, met name in de ontwikkelingsfase van deze ketens, worden gedacht aan het opzetten van coöperaties of andere samenwerkingsverbanden waarbij terreineigenaren zich verenigen en zorgen voor een bundeling van de oogst, opslag en verwerking van biomassa uit een plaats of regio.

Het is belangrijk dat deze doelgroep goed wordt voorgelicht over de juridische en logistieke (on)mogelijkheden van dergelijke samenwerkingsverbanden. Op termijn zou de markt deze rol kunnen overnemen door het aanbieden van zogenaamde full-service contracten, waarbij bijvoorbeeld aannemers of handelaren de oogst, opslag en verwerking van biomassa uit een gebied of regio bundelen. Verder is het belangrijk dat er in de opstartfase aan zowel terreineigenaren als handelaren zekerheid wordt geboden over de afzet dan wel het aanbod van biomassa op de lange termijn. Terreineigenaren, de overheid en de markt zouden daarom gezamenlijk kunnen kijken naar de mogelijkheden voor het opzetten van een prijsgarantiestelsel voor biomassa.

Om te zorgen dat de oogst van houtige biomassa op gang komt is het bovendien belangrijk dat er bij terreineigenaren meer aandacht wordt gevraagd voor de potentiële oogstmogelijkheden van houtige biomassa (productiefunctie) uit bos, natuur en landschap en waar mogelijk voor een meer vlaktegewijze benadering van de biomassaoogst en -teelt binnen de kaders van duurzaam en geïntegreerd bosbeheer.

De bestaande kennis over oogst, verwerking, opslag en transport van houtige biomassa uit binnen- en buitenland moet beter worden ontsloten, bijvoorbeeld door middel van een website of een handboek. Verder kunnen kennisdagen, en veldwerkplaatsen en een online biomassa-vraagbaak bijdragen tot de uitwisseling van kennis en het versterken van contacten in de keten. Daarnaast kunnen demodagen worden georganiseerd waarbij nieuwe of minder bekende machines en technieken worden getoond. Door middel van zogenaamde ‘Kijken bij collega’s excursies’ (zowel in Nederland als daarbuiten) kunnen succesvolle praktijkvoorbeelden van de oogst en verwerking van biomassa worden getoond. Ook demonstratiedagen en beurzen voor oogt- en verwerkingsmachines in België (bijvoorbeeld bosbouwbeurs in Libramont) en Duitsland (bijvoorbeeld Ligna+) kunnen breder onder de aandacht worden gebracht in Nederland.

Zowel beleidsmakers als actoren uit de biomassaketen zouden meer gebruik moeten maken van de in Nederland aanwezige onderzoeksinstituten en kennisinstellingen voor het beantwoorden van specifieke kennisvragen. Vanuit de overheid zou hiervoor geld beschikbaar kunnen worden gesteld. Ook kunnen bestaande financieringsregelingen nog extra onder de aandacht worden gebracht. MKB-ondernemers kunnen bijvoorbeeld met behulp van zogenaamde innovatievouchers van SenterNovem onderzoeksvragen uitzetten bij een erkende kennisinstelling, waarbij de kosten afhankelijk van de omvang van het onderzoek helemaal of deels worden vergoed door SenterNovem.

De overheid zou zich moeten inspannen om de onduidelijkheid over de status van biomassa binnen de Nederlandse wet- en regelgeving weg te nemen. Hiervoor is mogelijk deels aanpassing van de bestaande wet- en regelgeving nodig. Bovendien moet er naar alle betrokken partijen in de Nederlandse biomassaketen (overheid, terreinbeheerders, loonwerkers/aannemers en handelaren) duidelijk worden gecommuniceerd over de wetten en regels omtrent biomassa.

Voor een continue aanvoer van biomassa gedurende het jaar en een kosteneffectieve inzet van gespecialiseerde machines en bedrijven is het belangrijk dat de oogst in bos, natuur en landschap jaarrond kan plaatsvinden. Door een consortium van overheid, terreineigenaren en loonwerkers/aannemers zou moeten worden gezocht naar

mogelijkheden voor het verruimen van de oogstmogelijkheden van biomassa in het broedseizoen, zonder dat dit negatieve consequenties heeft voor de flora en fauna. Op basis hiervan kunnen de Flora- en Faunawet of de bestaande gedragscodes worden aangepast.

Uit duurzaamheidsoogpunt is het belangrijk dat er over de gehele keten aandacht wordt besteed aan de CO_2-balans van het gebruik van biomassa voor energiedoeleinden (bijvoorbeeld door het vermijden van lange transportafstanden) en dat verwerkers van houtige biomassa cascadering hoog in het vaandel houden, zodat geen hoogwaardig hout wordt ingezet voor een laagwaardige toepassing als verbranding.

Tot slot is het voor zowel de overheid als de bos- en natuursector wenselijk om een goed beeld te krijgen van de daadwerkelijke inzet van biomassa uit bos, natuur en landschap voor energiedoeleinden. Een regelmatige inventarisatie van de Nederlandse biomassastromen uit bos, natuur en landschap maakt het voor alle partijen mogelijk te controleren of de doelstellingen uit de *Intentieverklaring 'biomassa uit bos, natuur, landschap en de houtketen'* (Ministerie van LNV, Platform Hout Nederland & Bosschap, 2008) worden gehaald en waar eventuele knelpunten zitten in de mobilisering van biomassa uit bos, natuur en landschap.

BRONNEN

Literatuur

Affenzeller, G. & K. Stampfer. 2007. *Energieholzmehrmengen bei Seilnutzungen im Baumverfahren - Fallstudien in der Prinz Reuss'schen Forstverwaltung Mautern sowie im Forstbetrieb Franz Mayr-Melnhof-Saurau*. Wien, Universität für Bodenkultur - Institut für Forsttechnik..

Annevelink, B. & R. de Mol. 2007. *Biomass logistics*. Presentation European Biomass Conference, Berlin, 7 May 2007.

Anonymus. 2008. *Verhuurdersgids grondverzetmachines en cultuurtechnisch materieel*. Nijkerk, CUMELA Nederland.

Becker, G. 2004. *Energiehof Osteifel, Machbarheitsstudie, Powerpointpresentatie*. Freiburg, Institut für Forstbenutzung und forstliche Arbeitswissenschaft.

Boer, D. de. s.a. *Biomassa-installatie ecologische zorgboerderij de Mikkelhorst, Duurzame energie uit houtsingels en houtwallen*. Groningen, Dienst Landelijk Gebied Noord.

Boer, D. de & I. de Jong. s.a. *Biomassa-installatie Beetsterzwaag – Duurzame energie uit houtsingels voor Revalidatie Friesland en School Lyndensteyn*. Groningen, Dienst Landelijk Gebied Noord.

Burger, F. 2008. Energiequelle Feld - Der Anbau von Kurzumtriebsplantagen auf landwirtschaftlichen Flächen. pp 153-154. In: KWF. *15. KWF Tagung 2008 – Tagungsführer*. Groß-Umstadt/Stuttgart, KWF/AFZ Der Wald.

Corten, I. 2007. Energie uit hout. *De Landeigenaar*. December 2007 nr. 7.

CRES. 2007. *Biomass supply chains of Megalopolis district heating plant. EUBIONET2, Factsheet 15*. Pikermi Attiki, Center for Renewable Energy Sources.

Cremer, T. 2008. Vollmechanisierte Schwachholzernte –Kalkulation verschiedener Aushaltungsvarianten zur Erzielung der maximalen Wertschöpfung für den Waldbesitzer. pp. 98-102. In: KWF. *15. KWF Tagung 2008 – Tagungsführer*. Groß-Umstadt/Stuttgart, KWF/AFZ Der Wald.

Dobers, K. & S. Opitz. 2007. *BioLogio, Entwicklung und Ausbau regionaler Logistikstrukturen für Holzbrennstoffe. Endbericht.* Dortmund, Fraunhofer-Institut für Materialfluss und Logistik IML.

Entwicklungsagentur Kärnten. 2006. *Made in Kärnten.* Klagenfurt, Entwicklungsagentur Kärnten

Es, H. van der. 2006. Kostendekkend landschapsonderhoud, een energiek perspectief – Onderzoek naar het behoud van de houtsingelstructuur in Zuidoost Friesland. Groningen, Rijksuniversiteit Groningen, Faculteit Bedrijfskunde.

Feenstra, F., J.K. Gigler, R.M. Mol & A.H. Bosma. 1995. Logistiek bij de inzameling van biomassa. IMAG-DLO Rapport 95-3. Wageningen, Dienst Landbouwkundig Onderzoek, Instituut voor Milieu- en Agritechniek.

Feil, F. & B. Frederiks. 2006. *Inzameling snoeihout – eindrapport*. Enschede, Biomass Technology Group.

Gestel, J. 2006. *Knelpunten en succesfactoren bij lokale inzamelactiviteiten t.b.v. bio-energie.* Eindhoven, Milieudientst Regio Eindhoven.

Gilden, N. & J.P. van Soest. 2008. *Appelation Veluwe Energie Contrôlée. Voorbereidingen voor een Business Case Bio-energie Veluwe en Beekbergse Poort*. Klarenbeek, Jan Paul van Soest Advies voor Duurzaamheid.

Gronalt, M. & P. Rauch. 2007. Designing a regional forest fuel supply network. *Biomass and Bioenergy*. 31; 393-402.

Guba E. & H. Kuprat. 2008. Energieholzgewinnung aus Laubholzjungbeständen. pp. 86-91. In: KWF. *15. KWF Tagung 2008 – Tagungsführer*. Groß-Umstadt/Stuttgart, KWF/AFZ Der Wald.

Hakkila, P. & M. Aarniala. 2004. *Young stands a source of energy*. Helsinki, Tekes.

INBO. 2007. *Van snoeihout tot warmte: een gesloten cyclus. Powerpointpresentatie 10 juli 2007*. Brussel, Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek.

Johansson J., J.E. Liss, T. Gullberg & R. Björheden. 2006. Transport and handling of forest energy bundles, advantages and problems. *Biomass and Bioenergy*. 30; 334–341.

Kanzian, C., F. Holzeitner, G. Kindermann & K. Stampfer. 2006. *Regionale Energieholzlogistik Mittelkärnten.* Wien, Universität für Bodenkultur Wien, Institut für Forsttechnik.

Kofman, P. 2008. *Cursusmap 'Cursus Biomassa, hout voor energie. Van bos naar installatie'*. Houten, Algemene Vereniging Inlands Hout.

Kofman, P. 2008. *Cursusmap 'Cursus Biomassa, hout voor energie. Van installatie naar energie'*. Houten, Algemene Vereniging Inlands Hout.

Kremers, G.J., T. van Esch & J.G. Cuperus. 2005. *Afval of biomassa? Een juridische onderbouwing*. Utrecht, SenterNovem.

Kuiper, L. & S. de Lint. 2008. *Binnenlands biomassapotentieel. Biomassa uit natuur, bos, landschap, stedelijk groen en houtketen*. Utrecht, Ecofys.

Kuiper, L., M. Koper, M. Vonk & B. Meuleman. 2008. *Business case biomassa Beekbergse poort*. Utrecht, Ecofys.

Kuiper, L. & J. Oldenburger. 2008. The harvest of forest residues in Europe. pp. 13-18. In: M. Vonk (Ed.). *Quick-scans on upstream biomass. Yearbook 2006 and 2007*. Wageningen, The Biomass Upstream Consortium.

Lasselsberger. 2008. *Holz vom Acker, Kurzumtrieb*. Geraadpleegd 12 januari 2009 via www.agrar-net.at.

Lechner, H. 2004. *Energie aus Holz, Bereitstellungsverfahren, Umweltökologische Aspekte, Powerpointpresentatie*. Freiburg, Institut für Forstbenutzung und forstliche Arbeitswissenschaft.

Lechner H., C. Cremer, G. Becker & S. Willems. 2007. Hacken im Bestand oder an der Waldstrasse? - Die Qual der Wahl. *AFZ Der Wald* 62; 6, 290-293.

Lemmer, H. s.a. *Brennstoff Holz*. s.l., s.n.

Ministerie van LNV, Platform Hout Nederland & Bosschap. 2008. *Intentieverklaring 'biomassa uit bos, natuur, landschap en de houtketen'*. 14 februari 2008.

Ministerie van VROM. 2007. *Nieuwe energie voor het klimaat. Werkprogramma schoon en zuinig*. Den Haag, Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer.

Oldenkamp, L. 2008. Niet rijk rekenen met energiehout. *Houtwereld.* 61; 13, 9.

Oorschot, J.C. 2004. *Erntekonzepte für Energieholz in der Landespflege*. Freiburg, Institut für Forstbenutzung und Forstliche Arbeitswissenschaft.

Rakel, T. 2008. Energieholzgewinnung – Hackschnitzel-Vollernter mit Fäller-Sammleraggregat. pp. 95-98. In: KWF. *15. KWF Tagung 2008 – Tagungsführer*. Groß-Umstadt/Stuttgart, KWF/AFZ Der Wald.

Ree, R. van, T. Gerlagh,. B. Groenendaal, L. Dinkelbach, J. van Doorn & K. Hemmes. 2000. *Kritische succesfactoren biomassa. Identificatie/Specificatie Kritische Succesfactoren bij de Ontwikkeling en de Marktintroductie van Biomassaconversiesystemen voor de Productie van Elektriciteit en/of Warmte en/of Gasvormige/Vloeibare Secundaire Energiedragers*. Petten, ECN.

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

Stok, T. van der. 2008. Machinepark groeit weer flink, vooral rupskranen en sloopgrijpers zijn populair. *Loonbedrijf.* 5, 10-11.

Tolkamp, G.W., C.A. van den Berg, G.J.M.M. Nabuurs, A.F.M. Olsthoorn. 2006. *Kwantificering van beschikbare biomassa voor bio-energie uit Staatsbosbeheerterreinen. Alterra-rapport 1380.* Wageningen, Alterra.

Vis, J. 2000. *Oogst van energiehout*. Driebergen/Utrecht, Staatsbosbeheer Dienstverlening/NOVEM.

Vonk, M. & M. Theunissen. 2008. The harvest of logging residues in the Dutch forests and landscape. pp. 95-122. In: M. Vonk (Ed.). *Quick-scans on upstream*

biomass. Yearbook 2006 and 2007. Wageningen, The Biomass Upstream Consortium.

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

Websites

Allan Bruks. Geraadpleegd 23 september 2008 www.allanbruks.se.

AVIH. Geraadpleegd 23 september 2008 via www.avih.nl.

Bosschap. Geraadpleegd 23 september 2008 via www.bosschap.nl.

Devobo. Geraadpleegd 12 januari 2009 via www.devobo.nl.

Doppstadt Umwelttechnik. Geraadpleegd 23 september 2008 via www.doppstadt.com.

ECN. Geraadpleegd 2 januari 2009 via www.ecn.nl.

Eco Log. Geraadpleegd 16 oktober 2008 via www.eco-log.se.

Energietech.info. Geraadpleegd via www.energietech.info.

Essent. Geraadpleegd 24 september 2008 via www.essent.nl.

Eubionet. Geraadpleegd 16 oktober 2008 via www.eubionet.net.

Forus. Geraadpleegd 23 september 2008 via www.forus-holzbrecher.de.

Host. Geraadpleegd via www.host.nl.

Houtwkk. Geraadpleegd 16 oktober 2008 via www.houtwkk.nl/ref/1/1.

Jenz. Geraadpleegd 23 september 2008 via www.jenz.de.

Kuratorium für Waldarbeit und Forsttechnik. Geraadpleegd 23 september 2008 via www.kwf-online.de.

Laimet. Geraadpleegd 16 oktober 2008 via http://en.laimet.kummeli.fi.

Ministerie van Landbouw Natuur en Voedselkwaliteit. Geraadpleegd 9 oktober 2008 via www.minlnv.nl.

NEN. Geraadpleegd 2 januari 2009 via www.nen.nl.

Geraadpleegd 16 oktober 2008 via www.pinox.com.

Pinox . Geraadpleegd 16 oktober 2008 via. www.pinox.com..

Preuss Forstmachinen. Geraadpleegd 16 oktober 2008 via www.preuss-forstmaschinen.de.

Senternovem. Geraadpleegd 26 november 2008 via www.senternovem.nl.

Silvaro. Geraadpleegd 23 september 2008 via www.silvaro.se.

Wellink Machinetechniek. Geraadpleegd 23 september 2008 via www.wellink-machinetechniek.nl.

BIJLAGE I – GEÏNTERVIEWDE PERSONEN

Beeks, Toon	Biomassa Stroomlijn
Berge, Rienk ten	Ten Berge Bosbouwtechniek
Boer, Dirk de	Dienst Landelijk Gebied – Regio Noord
Boon, Kees	Algemene Vereniging Inlands Hout
Borgman, George	Borgman Beheer Advies
Bruinenberg, Dhr.	Firma Bruinenberg v.o.f.
Corten, Irma	Zilverberg Advies
Hoedt, Mario den	Bosgroep Noord Oost Nederland
Kofman, Pieter	Danish Forestry Extension
Kuiper, Leen	Ecofys
Kupers, Ger	KandT Management b.v.
Overvest, Joop	CUMELA Nederland
Postma, F.J. Dhr.	Agrarisch Natuur Vereniging “De Alde Delte”
Smits, Corné	Stichting Erkend Groen
Steinbusch, Maurice	CUMELA Nederland
Verkerk, Hans	CUMELA Nederland
Vink, Jaap	Vink Sion b.v.
Vonk, Mark	Meulendijks Rondhout
Wanningen, Henk	Staatsbosbeheer
Weert, Willem-Jan van	Van Weert Rondhout
Wellink Dhr	Wellink Machine Techniek
Zweverink, Gerard	Gebr. Zweverink b.v

BIJLAGE II – VERKLARING AFKORTINGEN

dbh: Boomdiameter op borsthoogte, gemeten op 1,3 m vanaf het maaiveld.

ds: droge stof

ha: hectare (= 10.000 m^2)

kton: kiloton (= 1000 ton = 1.000.000 kilogram)

MWh: megawattuur (= 1000 kWh = 3,6 miljard joule)

odt: over dry ton/oven droge ton (= drooggewicht bij 0% vochtgehalte)

PJ: Pèta-joules (= 10^{15} Joules)

st: stuks