

Optimalisering kosten en opbrengsten van wilgenplantages: een verkenning

Maart 2013

Optimalisering kosten en opbrengsten van wilgenplantages: een verkenning

Deze verkenning is in opdracht van InnovatieNetwerk uitgevoerd door:
Patrick Jansen & Martijn Boosten,
Stichting Probos & Centrum voor Biomassa en Innovatie (CBI), Wageningen

Projectleider InnovatieNetwerk:
Ir. M.H.A. van den Ham

Dit rapport is opgesteld in het kader van het domein 'Natuur, landschap en ruimte', concept 'Biomassa als drager van het landschap'.

InnovatieNetwerk
Grensverleggend in Agro en Groen

Postbus 19197
3501 DD Utrecht
tel.: 070 378 56 53
www.innovatienetwerk.org
Het ministerie van EZ nam het initiatief
tot en financiert InnovatieNetwerk.

ISBN: 978 – 90 – 5059 – 503 – 2
Overname van tekstdelen is toegestaan, mits met bronvermelding.
Rapportnr. 13.2.317, Utrecht, maart 2013.

Voorwoord

Nederland heeft grote ambities op het gebied van de biobased economy. De sectoren landbouw en natuur zullen het grootste deel van de groene grondstoffen gaan leveren die de basis vormen voor de productie van materialen, chemicaliën, transportbrandstoffen en de opwekking van warmte en elektriciteit.

Om de beleidsdoelstellingen te kunnen verwezenlijken, zullen onder meer grote hoeveelheden houtig materiaal nodig zijn. Een belangrijk deel daarvan zullen we moeten importeren, maar waar mogelijk wil Nederland natuurlijk ook binnenlandse biomassa benutten.

In het geval van houtige biomassa gaat het om restmaterialen uit het beheer van natuur, bos en landschap en uit de houtverwerkende industrie. InnovatieNetwerk werkt aan een verdere optimalisatie daarvan. Dat is echter niet genoeg. Houtige biomassa zal ook moeten worden verkregen uit specifieke teelten op bijvoorbeeld momenteel onbenutte terreinen zoals wegbermen, overhoeken, braakliggende bouwterreinen of braakliggende landbouwgronden. Daarbij kan ook worden gedacht aan slimme functiecombinaties, waarbij de biomassa-plantage tevens andere functies vervult, zoals het creëren van een bufferzone tussen natuur en intensieve landbouw, het reinigen van verontreinigde grond of het bieden van een habitat voor plant- en dier-soorten.

Geteelde biomassa uit plantages van wilg scoort hoog op de duur-zaamheidsladder van milieuorganisaties in vergelijking met andere vormen van biomassa. Wilgenplantages hebben een hoge productie, er kan regelmatig (twee- tot driejaarlijks) uit worden geoogst en die oogst kan, evenals de aanplant, gemechaniseerd gebeuren. Bovendien dragen dergelijke plantages bij aan de biodiversiteit. Uit onderzoek is

gebleken dat er zich tal van soorten vestigen die afhankelijk zijn van struweelachtige vegetaties en dynamische milieus.
De aanleg van wilgenplantages voor de Nederlandse biobased economy valt of staat met een gezonde financieringsbasis voor deze teelt. Daartoe is een helder inzicht nodig in de kosten en baten van deze teelt.

InnovatieNetwerk creëert combinaties van duurzame doelen waarbij het verbinden van schijnbaar los van elkaar staande ambities leidt tot grensverleggende resultaten. Duurzame financiering van natuur en landschap, het versterken van de gebruiksfunctie van natuur, nieuwe verdienmodellen voor agrariërs en andere grondeigenaren, én nieuwe vormen van duurzame energie en hernieuwbare producten komen samen in dit project. Hierin heeft het Centrum voor Biomassa Innovatie in samenwerking met Stichting Probos geschetst op welke wijzen het meest efficiënt en effectief gekomen kan worden tot een kostenefficiënte aanleg van wilgenplantages die, mits goed ingepast, het landschap kunnen verrijken en een bijdrage kunnen leveren aan de Nederlandse biobased economy.

Dr. G. Vos,
Directeur InnovatieNetwerk

Inhoudsopgave

Voorwoord

Samenvatting 1

1. Inleiding 7

1.1 Aanleiding 7
1.2 Doelstelling 10
1.3 Leeswijzer 10

2. Optimalisering kosten aanleg en oogst 13

2.1 Gespecialiseerde machines 13
2.2 Stekkenmarkt 28
2.3 Berekening aanlegkosten in drie scenario's 30
2.4 Kostenreductie aanleg door slimme functiecombinaties 34

3. Optimalisering inkomsten 37

3.1 Afzetmogelijkheden biomassa 37
3.2 Valorisatie CO_2 39

4. Kennisdeling 41

5. Conclusies en aanbevelingen 45

5.1 Optimalisering kosten 45
5.2 Optimalisering inkomsten 47
5.3 Kennisdeling 48

Bronnen 51

Bijlage 1: Verslag studiereis wilgenenergieplantages Denemarken, 8 en 9 novemer 2011 57

Bijlage 2: Overzicht praktijknetwerken in de land- en tuinbouw 2012 65

Summary 69

Samenvatting

Meer vraag naar houtige biomassa

De Rijksoverheid wil dat in 2020 16% van het Nederlandse energieverbruik uit duurzame bronnen wordt opgewekt, waaronder houtige biomassa. Internationale studies laten zien dat de vraag naar houtige biomassa de beschikbaarheid echter zal overtreffen tussen 2015 en 2020. Tot dusverre was het voor Nederlandse houtgestookte installaties (voor de opwekking van elektriciteit en/of warmte) relatief eenvoudig om voldoende houtige biomassa te contracteren. Het gaat hierbij om houtige biomassa die vrijkomt bij het beheer van bos, landschappelijk of stedelijk groen en reststromen van de houtverwerkende industrie. De hoeveelheid eenvoudig contracteerbare biomassa is echter beperkt, enerzijds omdat niet alle biomassa even gemakkelijk (tegen een redelijke prijs) kan worden geoogst en anderzijds omdat ook vanuit het buitenland wordt getrokken aan de Nederlandse biomassa. Steeds meer wordt er daarom gekeken naar alternatieve bronnen voor houtige biomassa in Nederland, temeer omdat de import van biomassa uit duurzaamheidsoogpunt (transportafstand, ontbossing, et cetera) niet altijd wenselijk is. Energieplantages van snelgroeiende boomsoorten zoals wilg worden internationaal gezien als een potentieel belangrijke grondstofleverancier voor houtige biomassa.

Wilgenenergieplantages hebben (in vergelijking met andere boomsoorten) een goede biomassaproductie, er kan regelmatig (twee- tot driejaarlijks) uit worden geoogst en ze lenen zich voor gemechaniseerde aanplant en oogst. Geteelde biomassa uit wilgenplantages scoort bovendien hoog op de duurzaamheidsladder van milieuorganisaties in vergelijking met andere vormen van biomassa. Uit recent onderzoek is daarnaast gebleken dat zeer veel planten en dieren profiteren van de aanleg en het beheer van wilgenenergieplantages.

Tijd rijp voor wilgenenergieplantages

In Nederland is er door Stichting Probos (en haar voorgangers) al meer dan twintig jaar kennis ontwikkeld over wilgenenergieplantages. Voor onderzoek zijn er enkele tientallen hectares wilgenplantages aangelegd. Tot op heden was er onder terreineigenaren (natuurbeheerders, agrariërs, landgoedeigenaren, et cetera) nog maar weinig interesse voor de aanleg van wilgenenergieplantages. Door het groeiend aantal houtgestookte warmte- en elektriciteitsinstallaties in Nederland en de daarmee stijgende vraag naar houtige biomassa, lijkt de tijd rijp voor opschaling van het areaal wilgenenergieplantages in Nederland. Uit een recente studie van Probos kwam naar voren dat er nog tal van onbenutte terreinen liggen voor de aanleg van wilgenplantages. Om potentiële aanplanters van wilgenenergieplantages te interesseren voor deze teelt, is het nodig om beter zicht te krijgen in de mogelijkheden voor de optimalisering van kosten van en inkomsten uit wilgenenergieplantages. In dit rapport worden de resultaten beschreven van een studie die Probos in opdracht van InnovatieNetwerk heeft uitgevoerd naar dit onderwerp.

Optimalisering kosten

In deze studie zijn diverse factoren bekeken die van invloed zijn op de kosten voor aanleg en oogst van wilgenplantages. De belangrijkste factoren zijn:

1. De beschikbaarheid en kosten van gespecialiseerde plant- en oogstmachines;
2. De beschikbaarheid en kosten van stekmateriaal;
3. De schaal (inzet van eigen arbeid en samenwerking).

Hieronder worden voor deze factoren de belangrijkste conclusies en aanbevelingen weergegeven.

1. Machines

In Nederland zijn op dit moment, met uitzondering van de machines voor de commerciële griendcultuur en prei/koolplanters, geen gespecialiseerde plantmachines voor wilgenplantages voorhanden. De plantsnelheid van de gespecialiseerde plantmachines ligt hoger dan die van de machines uit de griend-, prei- en koolteelt. Voor kleinere oppervlakten kunnen de beschikbare machines in Nederland worden ingezet. Door samenwerking tussen aanplanters kan eventueel ook kostenefficiënt een gespecialiseerde machine uit het buitenland ingeschakeld worden. Voor de stimulering van de aanleg van wilgenenergieplantages zou het goed zijn als er een gespecialiseerde plantmachine in Nederland beschikbaar zou komen.

In Nederland zijn vooralsnog alleen oogstmachines uit de griendcultuur voorhanden. Gespecialiseerde efficiënte oogstmachines zijn alleen op grote afstand beschikbaar (Denemarken, Duitsland, België). Aangezien wilgenplantages periodiek (elke twee tot vier jaar) moeten worden geoogst, heeft het met het oog op de kosten geen zin om deze machines steeds weer uit het buitenland te laten overkomen. Er zullen dus op termijn voldoende efficiënte gespecialiseerde oogstmachines in Nederland beschikbaar moeten komen.

Er zal bij aannemers/loonwerkers alleen interesse zijn voor de aanschaf van plant- en oogstmachines als de verwachting bestaat dat ze (op termijn) winstgevend gemaakt kunnen worden. Dit betekent dat er voldoende areaal moet zijn om de machines aan het werk te houden.

De beschikbaarheid van voldoende gespecialiseerde machines in Nederland is echter ook weer een belangrijke voorwaarde voor potentiële aanplanters van wilgenplantages om over te gaan tot aanleg. Een investeringssubsidie van de overheid zou kunnen helpen om op de korte termijn dit kip-of-het-ei-probleem op te lossen. Ook werktuigencoöperaties zouden een rol kunnen spelen in het beschikbaar krijgen van gespecialiseerde machines in Nederland.

2. Stekmateriaal

Het aantal kwekers en leveranciers van stekmateriaal is vooralsnog beperkt. De belangrijkste leverancier is SalixEnergi/Lantmännen SW. Zij hebben een netwerk van contractkwekers en distributeurs in talloze Europese landen. Zij leveren dezelfde, met kwekersrecht beschermde klonen, maar het verdient aanbeveling om meerdere offertes op te vragen, omdat elk individueel bedrijf zijn eigen prijs mag vaststellen. De omvang van de bestelling heeft enige invloed op de prijs. Groter inkopen (bijvoorbeeld door gezamenlijk in te kopen) kan een besparing van 150-300 euro per hectare opleveren. Het aantal beschikbare klonen/rassen is vooralsnog beperkt tot de klonen van SalixEnergi/Lantmännen SW en de beschikbare inheemse rassen uit de griendcultuur. Er wordt wel onderzoek gedaan naar nieuwe klonen in meerdere landen, maar dit heeft nog geen nieuwe klonen op de markt opgeleverd.

Er is tot op heden weinig ervaring in Nederland met de toepassing van soorten uit de griendcultuur in wilgenenergieplantages. De productie van deze soorten lijkt redelijk, maar het is de vraag of zij een vergelijkbare productie halen als de klonen van SalixEnergi/Lantmännen SW. Voordeel van de soorten uit de griendcultuur is wel dat het hier gaat om inheemse soorten, dat het materiaal in Nederland beschikbaar is en vrij is van kwekersrecht.

3. Schaal (inzet eigen arbeid en samenwerking)

De schaal waarop wilgenplantages worden aangelegd, is een belangrijke factor voor de aanleg- en oogstkosten. Voor de aanleg van kleinere oppervlakten kan het bijvoorbeeld aantrekkelijk zijn om een groot deel van de aanleg in eigen beheer uit te voeren met reguliere machines uit de land- en bosbouw.

Aan de andere kant kan ook schaalvergroting leiden tot kostenreducties, omdat machines efficiënter worden ingezet en er inkoopvoordelen kunnen worden bereikt. Deze schaalvergroting kan onder andere worden bereikt door samenwerking tussen verschillende aanplanters (agrariërs, terreineigenaren). Samenwerking bij de aankoop van stekmateriaal en de aanleg van plantages levert overduidelijk voordelen op. Stekprijzen dalen met een of enkele centen bij de aankoop van grotere hoeveelheden. Samenwerking op het gebied van gezamenlijk kopen en gebruiken van gespecialiseerde plant- en oogstmachines door middel van een werktuigencoöperatie op het gebied van energieplantages, kan aanzienlijke kostenbesparingen opleveren. Dit vergt echter een aanzienlijke groep vooruitstrevende energietelers met een gezamenlijk minimaal areaal van meerdere honderden hectare energieplantage. Wanneer door samenwerking een aanplant van enkele tientallen hectares kan worden gerealiseerd, kan het ook al aantrekkelijk zijn om een gespecialiseerde plantmachine (met plantteam) uit het buitenland te laten komen.

Om de effecten van de diverse factoren en de schaal op de aanlegkosten beter inzichtelijk te maken, zijn drie scenario's doorgerekend:

- Scenario 1: Aanplant 1 ha wilgenplantage door agrariër in eigen beheer;
- Scenario 2: Aanplant 5 ha wilgenplantage door griendhoutbedrijf;
- Scenario 3: Aanplant 20 ha wilgenplantage door buitenlands plantteam.

De aanplantkosten per hectare (excl. BTW) bedragen respectievelijk: 2.657 euro (scenario 1), 4.031 euro (scenario 2) en 2.818 euro (scenario 3). Scenario 1 is het goedkoopste scenario, maar dit betekent wel dat er voor een aanzienlijk deel eigen tijd moet worden geïnvesteerd door de terreineigenaar (agrariër). Scenario 3 is ook relatief goedkoop, maar is alleen mogelijk als er voldoende areaal is om een buitenlands plantteam en plantmachine naar Nederland te halen. Scenario 2 gaat uit van de in Nederland voorhanden zijnde machines en stekmaterialen, en is van toepassing op situaties waarbij de terreineigenaar geen eigen arbeid kan/wil investeren in de aanleg en er onvoldoende areaal is om een buitenlands plantteam met machine naar Nederland te halen.

Optimalisering inkomsten

Voor een eigenaar van een wilgenenergieplantage zijn er drie mogelijkheden om zijn biomassa (wilgenchips) af te zetten:

1. Levering aan de handel;
2. Levering aan de centrale;
3. Gebruik biomassa voor eigen installatie.

Door het direct leveren aan de centrale kan veelal een hogere prijs worden verkregen dan voor het leveren aan de handel, maar dit is vaak niet mogelijk bij een (relatief) klein volume. De prijs die men voor de wilgenchips ontvangt, hangt onder andere af van de hoeveelheid die men kan leveren, de leveringsgarantie (continuïteit) die men biedt en de kwaliteit (homogeniteit chips, aandeel bast en blad, vochtgehalte, et cetera). Leveren aan de installatie vergt vaak ook meer investering (in opslag, transport, et cetera). Het gebruik van de biomassa voor de eigen installatie levert in theorie de hoogste inkomsten op.

1. Inleiding

1.1 Aanleiding

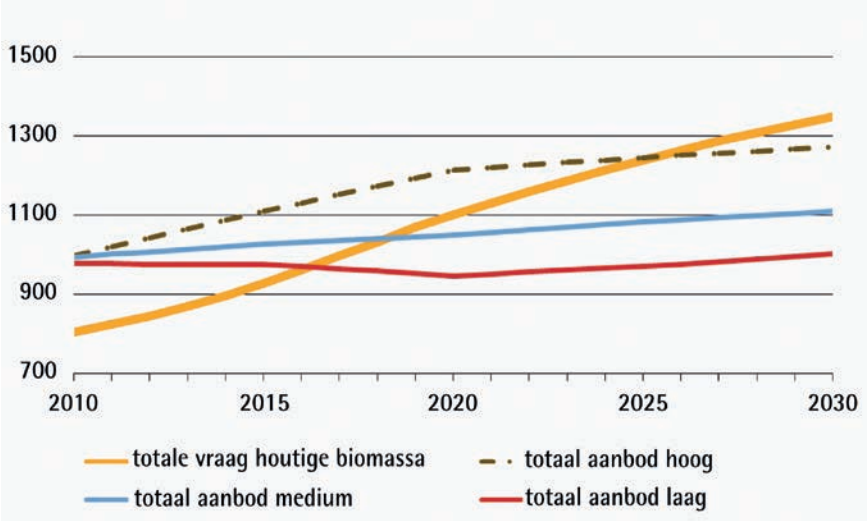
In Nederland staat biomassa op dit moment volop in de belangstelling. In 2007 is door de Rijksoverheid in het werkprogramma 'Nieuwe energie voor het klimaat: Schoon en Zuinig' de ambitie neergelegd voor 20% duurzame energie in 2020 (VROM, 2007). Door het Kabinet-Rutte II is deze doelstelling weliswaar bijgesteld naar 16% in 2020[1], maar dit vraagt nog steeds een grote toename in het gebruik van biomassa. In het convenant 'Schone en Zuinige Agrosectoren' hebben de NBLH[2]-sector en het toenmalige Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit de ambitie uitgesproken om in 2020 32 PJ aan duurzame energie op te wekken uit door deze sector geleverde biomassa (LNV, 2008). Uit beleidsstukken en allerlei studies blijkt dat een belangrijk deel van deze biomassa zal bestaan uit hout. Als beleidsdoelstellingen voor de bijdrage die houtige biomassa moet leveren aan de toekomstige energievoorziening worden omgerekend naar houtvolume, dan blijkt er een enorme hoeveelheid hout nodig te zijn, zowel internationaal als binnen Nederland. Internationale scenariostudies laten zien dat de vraag naar houtige biomassa de beschikbaarheid zal overtreffen tussen 2015 en 2020 (Mantau *et al.*, 2010) (zie Figuur 1.1). Tot dusverre was het voor Nederlandse houtgestookte installaties (voor de opwekking van elektriciteit en/of warmte) relatief eenvoudig om voldoende houtige biomassa te contracteren. De hoeveelheid eenvoudig contracteerbare biomassa is echter beperkt, enerzijds omdat niet alle biomassa even gemakkelijk (tegen een redelij-

[1] *Zie: Bruggen slaan. Regeerakkoord VVD-PvdA, 29 oktober 2012.*

[2] *NBLH: Natuur, Bos, Landschap en Houtketen.*

ke prijs) kan worden geoogst en anderzijds omdat ook vanuit het buitenland wordt getrokken aan de Nederlandse biomassa. Een belangrijk deel van de houtige biomassa wordt geëxporteerd en is daarmee niet meer beschikbaar voor de Nederlandse markt[3]. Nieuwe marktpartijen zullen daarom meer moeite moeten doen om aan voldoende brandstof te komen, wat normaal gesproken een prijsverhoging met zich mee brengt. Dit is de laatste jaren dan ook al gebeurd, hoewel altijd moeilijk te voorspellen is of de gestegen prijzen voor biomassa blijvend zijn. Steeds meer wordt er daarom gekeken naar alternatieve bronnen voor houtige biomassa in Nederland. Temeer omdat de import van biomassa uit duurzaamheidsoogpunt (transportafstand, ontbossing, et cetera) niet altijd wenselijk is. Energieplantages van snelgroeiende boomsoorten als wilg, ook wel korte-omloop-bossen genoemd, worden internationaal gezien als een potentieel belangrijke grondstofleverancier voor houtige biomassa. Geteelde biomassa uit wilgenplantages scoort bovendien hoog op de duurzaamheidsladder van milieuorganisaties in vergelijking met andere vormen van biomassa (SNM, 2008).

[3] *Dit is gebaseerd op uitspraken van bedrijven in de biomassahandel. Exacte cijfers of zelfs schattingen over de export ontbreken.*



Figuur 1.1: Ontwikkeling van de maximale vraag naar biomassa ten opzichte van het potentiële aanbod bij drie verschillende mobilisatiescenario's (in mil. m³ Rondhout Equivalenten). Bron: Oldenburger, 2011.

Energieplantages met wilg zijn in hun uiterlijk vergelijkbaar met de traditionele wilgengrienden die we onder andere langs de Nederlandse rivieren tegenkomen en passen daarom op diverse locaties goed in het Nederlandse cultuurlandschap. Wilgenenergieplantages hebben (in vergelijking met andere boomsoorten) een goede biomassaproductie, een zeer goed uitstoelend vermogen[4] na de oogst en lenen zich voor gemechaniseerde aanplant en oogst. De plantages bestaan uit grofweg 15.000 wilgen per hectare, waarvan om de twee tot drie jaar de staken worden geoogst. De stobben lopen daarna opnieuw uit, zodat geen kosten hoeven te worden gemaakt voor nieuwe aanplant. Deze cyclus kan zich minimaal 20 jaar herhalen. Daarna zal de productiviteit en vitaliteit van de wilgenstoven minder worden. Deze plantages leveren zo'n 10 ovendroge ton biomassa per hectare per jaar[5]. De biomassa heeft bovendien een goede (homogene) kwaliteit.

[4] *Uitstoelen: uitlopen van de stobbe na de kap (oogst).*

[5] *Ter vergelijking: een bos produceert gemiddeld ongeveer 5 ton droge stof biomassa per hectare.*

Huidige ervaring in Nederland

Nederland is lange tijd voorloper geweest op het gebied van onderzoek naar energieplantages. Dit onderzoek is door de toenmalige Stichting Bos en Hout opgestart in de jaren tachtig. Verspreid over Nederland lagen talloze proefvelden met wilg en populier. In de jaren negentig is

er een uitgebreid onderzoeksprogramma op het gebied van energieplantages opgestart door het Centrum voor Plantaardige Vezels (CPV) – nu: Centrum voor Biomassa Innovatie (CBI) – met financiering van het toenmalige Novem (nu: Agentschap NL). De resultaten van dit onderzoeksprogramma zijn beschreven in het boek 'Samenvatting van de resultaten van zes jaar onderzoek naar energieteelt' (Kuiper, 2003). In de periode 1999-2000 zijn samen met Staatsbosbeheer de eerste grootschalige energieplantages in Nederland aangelegd in de omgeving van Lelystad. Deze plantages hadden een gezamenlijke oppervlakte van 45 hectare. Doel hiervan was om onderzoek te doen naar de aanleg en het beheer van energieplantages op een (semi)commerciële schaal. Later is daar productiviteits- en biodiversiteitsonderzoek aan toegevoegd. Uit dit laatste onderzoek bleek dat er zeer veel planten en dieren profiteren van de aanleg en het beheer van energieplantages (Boosten & Jansen, 2010).

Tijd rijp voor opschaling

In de afgelopen tien jaar is door Stichting Probos op diverse momenten geprobeerd om agrariërs, landgoedeigenaren en anderen te interesseren voor de aanleg van commerciële energieplantages, maar elke keer bleken er belangrijke hindernissen te bestaan, met name op het gebied van afzet en prijsvorming. Ondertussen ontwikkelt de biomassahandel zich steeds meer tot een volwassen markt met een behoorlijk volume. Naast de grote houtgestookte elektriciteitscentrales van bijvoorbeeld Nuon in Lelystad en Essent in Cuijk, zijn er de laatste jaren ook steeds meer kleine en middelgrote houtgestookte verwarmingsinstallaties geplaatst bij kalverhouders, glastuinbouwers, pluimveemesterijen, particulieren, zwembaden etc. (Koppejan, 2010; Spijker & Boosten, 2010; CBS, 2012). Volgens het CBS (2012) zijn er in de jaren 2009, 2010 en 2011 jaarlijks respectievelijk 125, 177 en 198 houtgestookte installaties bij bedrijven geplaatst voor warmteopwekking[6]. Ook op dit moment zijn er nog tal van vergevorderde initiatieven voor het plaatsen van houtgestookte verwarmingsinstallaties bij zwembaden, op bedrijventerreinen, bij woonwijken en in appartementencomplexen. De verwachting is dat de druk op de houtige biomassamarkt daarom steeds groter zal worden. De teelt van houtige biomassa in energieplantages wordt daarom steeds aantrekkelijker. In bijvoorbeeld Duitsland (maar ook andere Europese landen) heeft de aanleg van energieplantages om deze reden de laatste jaren een grote vlucht genomen. Nu lijkt ook in Nederland de tijd rijp te zijn voor de opschaling van het areaal energieplantages.

Recent zijn door Stichting Probos in opdracht van AgentschapNL de kansen in kaart gebracht voor de aanleg van wilgenplantages in Nederland (Boosten & Oldenburger, 2011). Uit deze studie kwam naar voren dat er nog tal van onbenutte terreinen liggen voor de aanleg van wilgenplantages. Hierbij is het wel belangrijk te werken aan slimme functiecombinaties, kostenreductie bij de aanleg en het vormen van lokale energieketens. Voor veel agrariërs met een houtgestookte installatie kan het bijvoorbeeld aantrekkelijk zijn om een wilgenplantage aan te leggen waarmee ze in hun eigen brandstofvoorziening en die van nabijgelegen installaties voorzien. Op deze wijze kunnen deze gebruikers zich ervan verzekeren dat hun brandstof ook op de langere termijn beschikbaar en betaalbaar is.

[6] *In deze periode werden ook jaarlijks tussen de 16 en 23 installaties uit bedrijf genomen. Het betrof vooral grotere (deels verouderde) installaties in de houtverwerkende industrie.*

1.2 Doelstelling

Er is reeds ervaring opgedaan met de aanleg en het beheer van energieplantages in proefvelden van Stichting Bos en Hout (nu: Probos) en het Centrum voor Plantaardige Vezels (nu: CBI) en met een semicommerciële plantage van Staatsbosbeheer in Flevoland, maar nog niet eerder bij particuliere grondeigenaren. De basisprincipes bij aanleg en het beheer zijn dezelfde, maar er zijn toch belangrijke verschillen. Bij particulieren liggen er bijvoorbeeld meer mogelijkheden om werkzaamheden in eigen beheer uit te voeren, waarmee een deel van de kosten kan worden gereduceerd. Hierbij dient er bij voorkeur gebruik te worden gemaakt van machines die de grondeigenaar zelf in eigendom heeft of goedkoop kan inhuren. Hiervoor zal er moeten worden gekeken naar de diverse technieken (machines) voor de aanleg, het beheer en de oogst van wilgenplantages. Aan de andere kant van de keten dient er aandacht te worden besteed aan de afzet van de geoogste biomassa.

In theorie liggen er kansen voor kostenreductie door samenwerking bij het inkopen van stekmateriaal, het inhuren van aannemers en verkopen van biomassa. Er is echter onvoldoende zicht op hoe een dergelijke samenwerking vorm zou moeten krijgen en wat de daadwerkelijke effecten zijn op de kosten voor aanleg, beheer en oogst en de afzetmogelijkheden van biomassa.

Het doel van dit project is het in kaart brengen van de mogelijkheden voor de optimalisering van de kosten en opbrengsten bij de aanleg, het beheer en de oogst van wilgenenergieplantages en de afzet van biomassa. Hierbij is onder meer gekeken naar de aanschaf en inzet van gespecialiseerde plant- en oogstmachines, de inkoop van stekmateriaal en arbeid, de afzet van biomassa en de mogelijkheden voor kennisdeling.

1.3 Leeswijzer

Hoofdstuk 2 gaat in op de kansen voor optimalisering van de aanleg en oogstkosten voor wilgenplantages. Vervolgens behandelt Hoofdstuk 3 de mogelijkheden voor de optimalisering van de inkomsten. Hoofdstuk 4 schetst de mogelijkheden voor kennisdeling. Tot slot geeft Hoofdstuk 5 de belangrijkste conclusies en aanbevelingen.

2. Optimalisering kosten aanleg en oogst

Voor een optimalisatie van aanleg- en oogstkosten van wilgenplantages is het nodig om inzicht te krijgen in de diverse plant- en oogstmachines die in Europa beschikbaar zijn, de kosten en efficiëntie van deze machines en de beschikbaarheid van deze machines in Nederland. Dit wordt behandeld in Paragraaf 2.1. Andere belangrijke aspecten zijn de beschikbaarheid en de prijzen van stekmateriaal. Paragraaf 2.2 gaat hier op in. In Paragraaf 2.3 wordt voor enkele scenario's een doorrekening gemaakt van de aanlegkosten voor een wilgenplantage. Tot slot staat Paragraaf 2.4 kort stil bij de mogelijkheden van kostenreducties door slimme functiecombinaties.

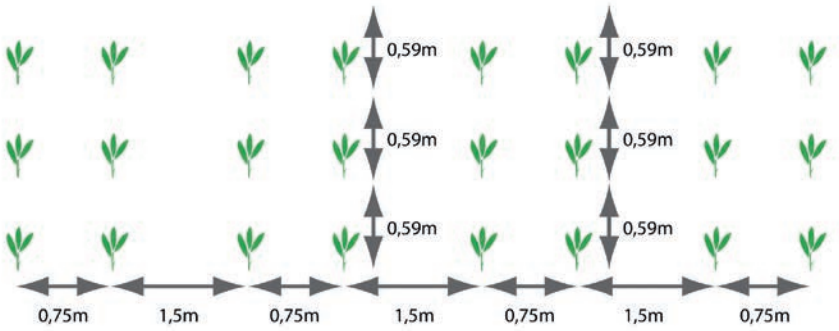
2.1 Gespecialiseerde machines

2.1.1 Plantmachines

Er zijn in Europa diverse plantmachines voor wilgenplantages voorhanden. De belangrijkste machines worden hieronder kort beschreven. Deze opsomming is niet uitputtend. Al deze machines zijn geschikt voor het aanleggen van wilgenplantages volgens het Zweedse plantsysteem (zie kader).

Zweedse plantsysteem

Een algemeen toegepaste 'standaard' voor de aanleg van wilgenplantages is het Zweedse systeem met dubbele plantrijen. Dit systeem heeft als voordeel dat een oogstmachine in één werkgang twee rijen kan oogsten. Bij het Zweedse systeem is de afstand tussen twee rijen 75 centimeter en de afstand tussen de dubbele rijen 150 centimeter (zie Figuur 2.1).



Figuur 2.1: Schematische weergave Zweedse systeem met dubbele plantrijen.

Egedal Energy Planter

Deze machine is ontwikkeld door de Deense firma Ny Vraa Bioenery in samenwerking met Egedal Maskinfabrik[7]. Deze machine is beschikbaar in twee uitvoeringen: een tweerijige machine (die twee rijen stekken in een werkgang plant) en een vierrijige machine (die vier rijen stekken in een werkgang plant). Met deze machine worden wilgenscheuten (van 1,5 tot 3 m lang) in stukken van circa 20 cm gesneden en vervolgens geplant (zie Figuur 2.2). De machine wordt door middel van een trekker voortgetrokken. De vierrijige machine kost 80.000 euro[8] en plant 1,5 tot 3 hectare per uur. De tweerijige planter kost 45.000 euro[8]. Van de tweerijige planter is onbekend wat de productie per uur is, maar deze zal naar schatting tussen de 0,75 en 1,5 hectare per uur liggen. Bij de tweerijige machine zijn twee personen nodig voor de uitvoering van het plantwerk: een trekkerchauffeur en een planter op de machine. Bij de vierrijige machine zijn drie personen nodig voor de uitvoering van het plantwerk: een trekkerchauffeur en twee planters. De machine is momenteel operationeel in diverse Europese landen (met name Oost-Europa). Voor zover bekend zijn Frankrijk en Denemarken de dichtstbijzijnde landen waar de machine voorhanden is.

(Bronnen: AEBIOM, 2008; Boosten & Jansen, 2011; www.egedal.dk; www.nyvraa.dk)

[7] *Zie voor meer info over deze machine: www.egedal.dk en www.nyvraa.dk.*

[8] *Excl. leveringskosten en BTW.*



Figuur 2.2: Vierrijige Egedal Energy Planter. Bron: www.egedal.dk.



Figuur 2.3: Vierrijige Step Planter. Bron: http://sroc.cfans.umn.edu).

Step Planter

De Step Planter (zie Figuur 2.3) is oorspronkelijk ontwikkeld door de Zweedse firma Salix Maskiner (onderdeel van Salixshpere). De Deense firma Nordic Biomass heeft de rechten verkregen van Salix Maskiner voor de productie en verkoop van de Step Planter. Zij heeft vervolgens op basis hiervan de Nordic Biomass Step New Generation machine ontwikkeld. De machine is beschikbaar in een tweerijige en vierrijige uitvoering. Ook deze machine gebruikt hele wilgenscheuten die in stukken van 16-20 cm lang worden gesneden en geplant. De machine wordt door middel van een trekker voortgetrokken. De tweerijige Step Planter kost 40.100 euro[9] en plant circa 0,5 hectare per uur. De vierrijige Step Planter kost 65.000 euro[9] en plant circa 1 hectare per uur. Voor de tweerijige machine zijn twee personen nodig voor de uitvoering van het plantwerk (een trekkerchauffeur en een planter). Voor de vierrijige machine zijn drie personen nodig voor de uitvoering van het plantwerk (een trekkerchauffeur en twee planters). Voor zover bekend is Denemarken het dichtstbijzijnde land waar de Step Planter voorhanden is.
(Bronnen: AEBIOM, 2008; Boosten & Jansen, 2011; Caslin et al., 2011; De Dobbelaere, 2011; www.nordicbiomass.dk)

[9] *Excl. leveringskosten en BTW.*

Turton Direct coppice planter



Figuur 2.4: Turton Direct 2 Coppice planter. Bron: www.turtonengineering.com.

In het Verenigd Koninkrijk heeft de firma Turton een tweerijige en vierrijige plantmachine ontwikkeld (zie Figuur 2.4). Ook deze machine wordt voortgetrokken door een trekker. De machine snijdt hele scheuten tot korte stekken en drukt ze hydraulisch in de grond. De stekken worden onder een hoek van 52º afgesneden. Hierdoor kan deze machine planten in ongeploegde grond. Dit zorgt weliswaar voor een reductie van de aanlegkosten, maar de slagingskans van de aanplant zal waarschijnlijk worden verlaagd, aangezien de grond door het achterwege blijven van het ploegen minder makkelijk doordringbaar is voor de wilgenwortels. Ook aanwezige vegetatie wordt niet ondergeploegd, waardoor er meer concurrentie optreedt voor de aangeplante wilgen.
De tweerijige machine kan in theorie circa 0,5 hectare per uur planten. Hierbij is echter geen rekening gehouden met keren van de plantmachine, het laden van plantmateriaal en andere logistieke

zaken. De vierrijige machine plant naar schatting 1 hectare per uur. Voor de tweerijige machine zijn drie personen nodig: een trekkerchauffeur en twee planters. Voor zover bekend is deze machine alleen beschikbaar in het Verenigd Koninkrijk. De tweerijige machine kost 17.000 Britse pond[10] (≈ 21.000 euro). De vierrijige machine kost 35.000 Britse pond[10] (≈ 43.000 euro).
(Bronnen: Turton, 2009; De Dobbelaere, 2011; www.turtonengineering.com; Turton, pers. med.)

[10] *Excl. leveringskosten en BTW.*

Fröbbestra planter



Figuur 2.5: Fröbbesta planter. Bron: Abrahamson et al., 2002.

Deze machine plant van tevoren op maat gesneden stekken van 20 tot 25 cm lang (Figuur 2.5). De machine wordt achter een trekker gehangen en plant 2 rijen per werkgang. Er is ook een vierrijige machine beschikbaar. De tweerijige machine plant circa 0,2-0,3 hectare per uur. Voor de tweerijige machine zijn drie personen nodig (een trekkerchauffeur en twee planters). Voor de vierrijige machine zijn vijf personen nodig (een trekkerchauffeur en vier planters). Er kon niet worden achterhaald wat de aanschafkosten van deze machine zijn en in welke landen deze machine beschikbaar is.
(Bronnen: Volk et al., 1999; Abrahamson et al., 2002; AEBIOM, 2008; Bennick et al., 2008; De Dobbelaere, 2011)

Horizontale planters

Op experimentele schaal worden er plantages aangelegd door stekken horizontaal in de grond te leggen in plaats van verticaal in de grond te steken (zoals bij de hierboven beschreven plantmachines). Dinkelbach *et al.* beschreven in 1999 al de Zweedse Austoft plantmachine, die stekjes van 10-15 cm lang in een min of meer onafgebroken lijn horizontaal plant. Zij verwachten dat met een horizontale planttechniek een besparing van 30% op de plantkosten (arbeidskosten) kon worden gerealiseerd.
McCracken *et al.* (2010) beschrijven een experiment waarbij met een Billet Planter stekken van 10 cm lang op een onderlinge afstand van 30 cm horizontaal in de grond werden gelegd. Deze plantmethode vergde 17% minder plantmateriaal dan bij het verticale plantsysteem. Echter, de groei van de 10 cm lange horizontaal gelegde stekken bleef

achter bij de groei van de verticaal geplante 20 cm lange stekken. McCracken *et al.* (2010) onderzochten ook een plantsysteem waarbij hele scheuten horizontaal in de grond werden gelegd. Deze methode vergde 3,3 maal zoveel plantmateriaal ten opzichte van het 'verticale systeem'. Echter, volgens Lowthe-Thomas *et al.* (2010) kunnen met deze methode de totale aanlegkosten tot 48% worden verminderd, terwijl de groei gelijk is aan de groei van (traditioneel) verticaal geplante wilgenplantages. De vermindering in aanlegkosten zit vooral in de hogere plantsnelheid (circa 0,75 hectare per uur), het hogere overlevingspercentage, minder kosten voor de voorbereiding van het plantmateriaal en een grotere range aan kwaliteiten van plantmateriaal dat kan worden geplant.
Deze horizontale planttechnieken lijken een bijdrage te kunnen leveren aan het reduceren van de aanlegkosten van wilgenplantages. Het is wel belangrijk om in acht te nemen dat er nog maar weinig praktijkervaring is met deze planttechnieken en dat nog niet alle voor- en nadelen goed zijn onderzocht. McCracken *et al.* (2010) wijzen bijvoorbeeld op het hogere risico op uitdroging van stekken die horizontaal worden geplant. Het is de vraag in hoeverre dit risico opweegt tegen de lagere plantkosten.

Hele scheuten versus korte stekken

Het gebruik van plantmachines die hele scheuten verwerken i.p.v. voorgesneden stekmateriaal heeft volgens Abrahamson *et al.* (2002) als voordeel dat de aanschafkosten voor het stekmateriaal een stuk lager zijn. Er hoeft immers geen aparte handeling te worden verricht om het stekmateriaal op maat te snijden. Daarentegen is kort stekmateriaal van 20-25 cm lang veel eenvoudiger te vervoeren en kan het makkelijk (gekoeld) worden opgeslagen. Ook de plantmachines die korte (vooraf op maat gesneden) stekken planten zijn over het algemeen gemakkelijker te vervoeren, omdat ze een stuk kleiner zijn dan de plantmachines die hele scheuten verwerken.

Volgens Liebhard (2007) heeft het gebruik van tevoren op maat gesneden en gekoeld aangevoerde stekken van 20 cm als voordeel dat deze eerder uitlopen ten opzichte van het gebruik van hele scheuten die door de plantmachine in korte stekken worden gesneden. Bij de stekken komen de hormonale processen die moeten zorgen voor onder meer wortelgroei pas op gang na het snijden. Bij hele scheuten die in de plantmachine worden verwerkt tot kortere stekken komen deze hormonale processen dus pas op gang na het planten van de stekken, terwijl bij de voorgesneden stekken deze processen al zijn gestart.

Plantmachines uit de griendcultuur

In Nederland bestaat een commerciële griendcultuur waarin wilgenplantages worden geëxploiteerd om er scheuten uit te oogsten die worden gebruikt voor de fabricage van producten zoals zinkstukken, beschoeiingen en tuinschermen. Een aantal bedrijven uit de griendcultuur beschikt over plantmachines om grienden mee aan te planten met kortstek (circa 20-25 cm lang). Doorgaans kennen deze grienden een veel hogere plantdichtheid van 45.000 tot 60.000 stekken per hectare. Doel van deze dichte stand is het verkrijgen van rechte scheuten (stammen) met weinig zijtakken. Deze machines kunnen echter ook volgens het Zweedse plantsysteem planten. Bedrijven uit de

griendcultuur rekenen voor het aanplanten van 1 hectare tussen de 1.100 en 1.400 euro per hectare. Bij een groter areaal kan deze prijs licht dalen. De kosten zijn exclusief levering van stekmateriaal en aan- en afvoerkosten van machines et cetera.
(Bronnen: interviews bedrijven griendcultuur)

Reguliere landbouw- en bosbouwmachines
Het is ook mogelijk om wilgenstekken te planten met reguliere landbouwmachines, zoals een koolplanter (zie Figuur 2.6) of een preiplanter (zie Figuur 2.7), of reguliere bosbouwmachines, zoals een bosplantploeg. Over het algemeen is dit arbeidsintensiever, maar op kleinere oppervlaktes kan het voordeliger zijn. De ervaring uit Denemarken is dat het voor oppervlaktes kleiner dan 5 hectare voordeliger is om te planten met een bosploeg of een andere plantmachine uit de bosbouw dan met de Egedal Energy Planter (Boosten & Jansen, 2011). Ook DEFRA (2002) beveelt voor kleinere oppervlaktes aanplant met een koolplanter aan. In Vlaanderen zijn in het verleden wilgenplantages aangeplant met een aangepaste preiplanter en een koolplanter. Deze ervaringen worden beschreven door De Dobbelaere (2011). Met de preiplanter kon met zeven personen 0,13 tot 0,17 hectare per uur worden geplant. De huur van de preiplanter bedroeg circa 400 euro per dag. Met de koolplanter werd met drie personen 0,25 hectare per uur geplant. Bij de meeste preiplanters is het noodzakelijk om de stekken na de aanplant handmatig nog iets dieper te duwen. Dit maakt de daadwerkelijke beschikbaarheid van preiplanters voor de aanleg van wilgenplantages een stuk lager. Op www.enerpedia.be wordt voor aanplant met een preiplanter een prijs van 900 euro per hectare aangehouden (dit is inclusief de inzet van een trekker en bemensing van de machine). Voor aanplant met een koolplanter ligt deze prijs gezien de hogere efficiëntie waarschijnlijk lager.
Voor aanplant van wilgenplantages met een bosploeg of een andere plantmachine uit de bosbouw zijn geen cijfers voorhanden.[11]

[11] *Het Normenboek Natuur, Bos en Landschap 2010 van Alterra bevat wel normkosten voor aanplant van 2-3 bosplantsoen met een plantmachine. Voor 6.500 stuks per hectare ligt de prijs tussen de 950 en 1.000 euro per hectare. Deze kosten kunnen echter niet één op één worden gekopieerd naar wilgenplantages. De plantaantallen bij wilgenplantages liggen een factor 2 hoger, het plantmateriaal is kleiner en het plantmateriaal heeft geen wortels (in tegenstelling tot bosplantsoen).*



Figuur 2.6: Koolplanter van het merk Ploeger. Rechts wordt de binnenkant van de koolplanter weergegeven met daarin de zitplaatsen voor de planters en de carrousel waar de koolplantjes (of wilgenstekken) in kunnen worden geplaatst.
Bron foto's: www.traktorpool.nl.



Figuur 2.7: Aanplan wilgenstekken met een preiplanter in Vlaanderen. Bron foto: Inagro.

Beschikbaarheid prei- en koolplanters in Nederland

Door middel van een korte verkenning op het internet en een belronde onder enkele agrariërs en loonbedrijven die actief zijn op het gebied van prei- en koolteelt[12] is geprobeerd in beeld te brengen wat de beschikbaarheid is van prei- en koolplanters in Nederland en wat de kosten zijn voor inzet van deze machines.

Het merendeel van de preiteelt in Nederland vindt plaats in Zuidoost-Brabant en Midden- en Noord-Limburg. Hier zitten ook de loonbedrijven die gespecialiseerde machines hebben. De koolteelt vindt wat meer verspreid over Nederland plaats.

Prei- en koolplanters zijn er in verschillende uitvoeringen: 2-rijig, 3-rijig, 4-rijig, 5-rijig en zelfs meer. De meeste preiplanters hebben een vaste rijafstand van 60 cm. De rijafstand van de gevonden koolplanters is 50 cm. Het aanpassen van de rijafstand naar 75 cm (t.b.v Zweedse plantsysteem) is mogelijk maar vergt enkele uren tot mogelijk zelfs enkele dagen werk. In het prei- en koolplantseizoen zal men niet snel geneigd zijn dit te doen. Het blijkt bovendien dat men niet zo snel geneigd is machines los te verhuren. De machines worden bij voorkeur met trekker en chauffeur verhuurd. De genoemde kosten hiervoor liggen rond de 500 tot 700 euro per dag[13]. Eén bedrijf was wel bereid een losse machine te verhuren voor 100 euro per dag[14]. Er worden op het internet diverse tweedehands kool-, prei- en andere plantmachines te koop aangeboden. De prijzen variëren van 1000 tot 4000 euro.

[12] *Geraadpleegde bedrijven zijn: Mts. Vollenberg (Castenray), Smits Groentekwekerij B.V. (Heurne), Seelen Loonbedrijf (Maasbree), Gebr. Hermans B.V. (Maasbree), Christiaens Agro Systems (Neer), Poland B.V. (Waarland). Daarnaast zijn er diverse websites geraadpleegd waarop nieuwe en gebruikte landbouwmachines worden aangeboden.*

[13] *Excl. BTW, transport van de machine en trekker en bemensing van de plantmachine.*

[14] *Excl. BTW, transport en ombouw/ installatiekosten.*

Overig

Liebhard (2007) noemt verder nog een Oostenrijkse plantmachine 'Austria' en een Italiaanse plantmachine van Alasia Franco Vivai. Binnen het bestek van dit project was het niet haalbaar over deze machines informatie te vergaren.

Conclusie

Er zijn diverse gespecialiseerde plantmachines beschikbaar om wilgenplantages aan te leggen. De productiviteit van deze machines varieert van 0,2 tot 3 hectare per uur. Met uitzondering van de plantmachines uit de commerciële griendcultuur zijn deze plantmachines niet in

Nederland of België voorhanden. Voor de inzet van machines uit de griendcultuur liggen de prijzen tussen de 1.100 en 1.400 euro per hectare (excl. aan- en afvoerkosten van de machines). Deze machines hebben een lagere plantsnelheid dan de meest toegepaste buitenlandse machines. Het is lastig om voor de andere gespecialiseerde buitenlandse plantmachines prijzen te noemen, omdat ze niet in Nederland operationeel zijn. Het over laten komen van deze machines uit bijvoorbeeld Denemarken, het Verenigd Koninkrijk of Frankrijk zal alleen aantrekkelijk zijn voor grote oppervlakten, bijvoorbeeld enkele tientallen hectares. In 2000 zijn in Nederland enkele tientallen hectaren aangeplant met de Step Planter uit Zweden door een Zweeds plantteam. De kosten voor deze aanplant waren omgerekend naar euro's en gecorrigeerd voor de inflatie circa 500 euro per hectare (Jans & Kuiper, 2001; Kuiper, 2001a). Vooralsnog lijkt voor kleinere oppervlakten in Nederland aanplant met een preiplanter of koolplanter de beste optie. Deze machines zijn relatief goedkoop te huren (al dan niet met trekker en chauffeur). Een grondeigenaar moet dan wel zelf voor bemensing op de plantmachine zorgen.

2.1.2 Oogstmachines

Er kunnen twee typen oogstmachines worden onderscheiden: machines die hele scheuten oogsten en machines die de scheuten oogsten en direct chippen. De belangrijkste machines worden hieronder kort beschreven. Deze opsomming is niet uitputtend. Daarnaast is er nog de Biobaler, die het geoogste materiaal verwerkt tot ronde balen. Ook deze machine wordt kort beschreven.

2.1.2.1. Scheutenoogsters

Stemster Mark III

De tweerijige Stemster Mark III[15] is een oogstmachine ontwikkeld door de Deense firma Nordic Biomass (zie Figuur 2.8). De tweerijige Stemster is geschikt voor het Zweedse plantsysteem. De machine weegt leeg 7 ton en heeft daarnaast een laadvermogen van 4-5 ton. De machine wordt voortgetrokken door een trekker. De scheuten worden opgevangen op een laadplateau op de machine. De Stemster oogst de scheuten tot 15 cm doorsnede en heeft een oogstcapaciteit van 40-70 ton vers/uur. Dit komt globaal overeen met 2 hectare per uur. De scheuten worden afgezaagd door middel van twee ronddraaiende zaagbladen. De kosten voor aanschaf van de Stemster Mark III zijn 227.750 euro[16].

Volgens de leverancier is er voor de Stemster ongeveer 100 hectare wilg (aaneengesloten of op korte afstand van elkaar) nodig om de machine efficiënt te kunnen inzetten. Om op termijn de aanschafkosten te kunnen dekken, is er bij een 3-jarige oogstcyclus jaarlijks circa 300 ha wilg nodig die de Stemster kan oogsten. Voor zover bekend is Denemarken het dichtstbijzijnde land waar de Stemster voorhanden is. *(Bronnen: Boosten & Jansen, 2011; De Dobbelaere, 2011; Enerpedia, 2012; www.nordicbiomass.dk)*

[15] *Er bestaat ook nog een eenrijige (oudere) versie van de Stemster. Voor zover bekend wordt deze niet meer verhandeld.*

[16] *Excl. leveringskosten en BTW.*





Figuur 2.8: Stemster Mark III Nordic Biomass. Bron foto's: Martijn Boosten.

Oogstmachines uit de griendcultuur
Bedrijven uit de griendcultuur beschikken over oogstmachines die hele scheuten oogsten. Dit zijn zelfrijdende machines op rupsbanden. Deze machines oogsten tussen de 0,75 en 1 hectare per dag. Afhankelijk van de te oogsten oppervlakte variëren de oogstkosten met een machine uit de griendcultuur tussen de 1.300 en 2.100 euro per hectare.
(Bronnen: Kuiper, 2001c; interviews bedrijven griendcultuur)

Overige scheutenoogsters
Enkele andere scheutenoogsters die in Europa voorhanden zijn, zijn:

- **Fröbbesta 92**: Zweedse machine. Weegt circa 3 ton. Oogst 0,6-0,9 hectare per uur.
  (Bron: Murach et al., 2008)
- **Empire 2000**: Machine weegt circa 12 ton.
  (Bron: AEBIOM, 2008)
  Over deze machines kon weinig additionele informatie worden achterhaald.

2.1.2.2. Directe chippers

Claas HS2
De firma Claas heeft een oogstkop voor wilgenoogst ontwikkeld voor de Claas Jaguar maïshakselaar (zie Figuur 2.9). Dit heeft als voordeel dat de maïshakselaar op meer momenten in het jaar kan worden gebruikt: 's winters voor de wilgenoogst en in de later zomer en het najaar voor de maïsoogst. De oogstkop heeft twee ronddraaiende zaagbladen die de wilgenscheuten kort boven de grond afsnijden. De chips moeten worden opgevangen door een trekker met oogstkar die naast de oogstmachine rijdt. De machine is geschikt voor het Zweedse plantsysteem. De oogstkop kan scheuten tot maximaal 8 cm doorsnede oogsten. De oogstcapaciteit wordt geschat op 0,5 tot 1 hectare per uur. De oogstkop kost naar schatting 50.000 euro. De oogstkop is voorhanden in diverse Europese landen. Voor zover bekend is Duitsland het dichtstbijzijnde land waar een Claas Jaguar machine met HS2 oogstkop operationeel is.
(Bronnen: AEBIOM, 2008; De Dobbelaere, 2011; www.claas.com)

Figuur 2.9: Claas HS2. Bron: www.claas.com.



Het Nederlandse loon- en grondverzetbedrijf Volker heeft een eigen oogstkop voor de Claas Jaguar ontwikkeld waarmee houtige biomassa kan worden geoogst (zie Figuur 2.10). Tot op heden wordt deze oogstkop alleen toegepast voor het terugsnijden van houtige gewassen voor de bloemisterijsector (siergroen). De oogstkop kan scheuten van maximaal 6 cm doorsnede oogsten. De machine weegt circa 8 ton. Voor de huidige werkzaamheden met de machine wordt circa 450 euro per hectare gerekend. In theorie zou deze oogstkop ook geschikt moeten zijn voor wilgenplantages. Dit is echter nog nooit uitgeprobeerd.
(Bron: Volker Loon- en Grondverzetbedrijf)

Figuur 2.10: Oogstkop Claas Jaguar Volker Loon- en Grondverzetbedrijf. Bron foto's: Volker Loon- en Grondverzetbedrijf.





New Holland Coppice Header 130 FB

De Coppice Header van de firma Case New Holland is een voorzetstuk voor een New Holland maïshakselaar in de reeks FR9000 (zie Figuur 2.11). Afhankelijk van het soort hakselaar waar deze kop op wordt gemonteerd, bedraagt het totaalgewicht van deze combinatie rond de 13-14 ton. De machine is geschikt voor het Zweedse plantsysteem. De scheuten worden geoogst met twee zaagbladen, waarna ze worden verchipt. De chips moeten worden opgevangen in een oogstkar die naast de hakselaar rijdt. De oogstkop kan scheuten tot maximaal 15 cm doorsnede oogsten. De maximale oogstcapaciteit is 2 hectare per uur. Het voorzetstuk kost tussen de 85.000 en 90.000 euro. Het Vlaamse loonwerkbedrijf Desmyter heeft een machine beschikbaar. Zij rekenen een oogstprijs van circa 1.000 euro per hectare. Voor transport van de machine naar de oogstlocatie op meer dan 60 km afstand van Comines, de vestigingsplaats van Desmyter, worden daarbovenop nog transportkosten gerekend.
(Bronnen: De Dobbelaere, 2011; Enerpedia, 2012)



Figuur 2.11: Coppice Header 130 FB van Case New Holland gemonteerd op een maïshakselaar. Bron foto: Martijn Boosten.

Energy Harvester

De Energy Harvester is ontwikkeld door de Deense firma Ny Vraa. Zij hebben daarvoor een suikerrietoogster uit Brazilië van JF Maquinas aangepast. Er zijn twee varianten, een eenrijige oogstmachine (type JF192 Z10, gewicht 1,2 ton) en een tweerijige oogstmachine (type JF Z20, gewicht 1,5 ton; en type JF Z200-HYDRO/E, gewicht 2 ton) (zie Figuur 2.12). De machines zijn in vergelijking tot de meeste andere oogstmachines relatief licht en veroorzaken daarmee minder insporing op de plantage. De tweerijige machine is geschikt voor het Zweedse plantsysteem en oogst circa 0,5 tot 1 hectare per uur. De eenrijige oogster oogst ongeveer 0,25 tot 0,5 hectare per uur. De machine wordt voorgetrokken door een trekker. De machine kan achter een trekker worden gekoppeld om hem over de weg te transporteren. Achter de machine zit een haak waaraan een oogstkar kan worden bevestigd om de chips in op te vangen. Zo kan in één rit de hele 'oogsttrein' over de weg worden getransporteerd. De eenrijige machine kan tot maximaal 6 cm doorsnede oogsten. De tweerijige machine kan scheuten tot maximaal 4 cm doorsnede oogsten. De eenrijige machine kost 21.000 euro[17]. Van de tweerijige machine zijn twee types beschikbaar: type JF Z20 en JF Z200-HYDRO/E. Het laatste type is iets zwaarder en sneller. Deze machines kosten respectievelijk 28.000 euro en 36.000 euro[17]. De beweegbare arm waarmee de machine achter de trekker kan worden gehangen, kost nog eens 10.000 euro[17].

Voor zover bekend is Denemarken het dichtstbijzijnde land waar de Energy Harvester voorhanden is.

(Bronnen: Boosten & Jansen, 2011; De Dobbelaere, 2011; www.nyvraa.dk)

[17] *Excl. leveringskosten en BTW.*





Figuur 2.12: Tweerijige Energy Harvester van Ny Vraa. Bron foto's: Martijn Boosten.

Wilgenoogster Kuhn
De firma Kuhn Geldrop werkt aan de ontwikkeling van een wilgenoogstmachine gebaseerd op een kleinschalige een- of tweerijige maïshakselaar. De machine wordt op dit moment getest. Men streeft naar de ontwikkeling van een goedkope machine voor toepassing in kleinschalige plantages. Na de testfase zal de machine op de Nederlandse markt beschikbaar komen.
(Bron: Kuhn Geldrop)

Oogstmachine Scheer Machines
De firma Scheer Machines heeft een oogstmachine ontwikkeld die houtige gewassen tot een diameter van 20 centimeter kan oogsten en direct chippen. De gewassen worden afgeslagen met een oogstkop met roterende beitels (zie Figuur 2.13). Het is onbekend of de machine ook geschikt is voor de oogst in wilgenplantages en wat de kosten zijn voor inzet in deze plantages. In de uitvoering met rupsbanden kan de machine in ieder geval niet in een plantage rijden die volgens het Zweedse plantsysteem is aangelegd, aangezien de rupsen 90 cm breed zijn en 75 cm uit elkaar staan. De rupsbanden zouden dan over (een deel van) de stobben heen rijden. De oogstkop kan echter ook worden gemonteerd op een machine met wielen die wel tussen de wilgenstobben door kan rijden. Volgens de machinebouwer wordt er door het grote aantal beitels op de oogstkop een redelijk net snijvlak gecreëerd.



Figuur 2.13: Oogstmachine Scheer Machines. Bron foto's: Scheer Machines.

Overige directe chippers
Hieronder volgt een korte opsomming van andere directe chippers die beschikbaar zijn in Europa, maar waarover weinig informatie kon worden achterhaald.

- **Austtoft 7700**: Een aangepaste zelfrijdende suikerrietoogster. Met twee ronddraaiende zaagbladen worden de scheuten afgesneden. De machine weegt 12,5 ton. De machine is onder andere beschikbaar in het Verenigd Koninkrijk.
  (Bronnen: Liebhard, 2007; AEBIOM, 2008)
- **Bender**: Zweedse machine die op een reguliere trekker kan worden gemonteerd. De machine snijdt de scheuten af met een ronddraaiende ketting (vergelijkbaar met de ketting van een motorkettingzaag). Tijdens een oogstproef in de Flevopolder circa 10 jaar geleden bleek deze machine erg storingsgevoelig. Ook Abrahamson *et al.* (2008) constateerden dat deze machine vaak vastliep en bovendien erg langzaam werkte.
  (Bron: AEBIOM, 2008)
- **JENZ Gehölzmähhäcksler GMHT 140**: Duitse oogstmachine ontwikkeld door de firma's JENZ en Schmidt. Deze machine kan achterop een trekker worden gemonteerd en is geschikt voor oogst

in zowel enkele als dubbele rijen. De machine oogst scheuten tot een maximale diameter van 14 cm doorsnede en weegt circa 3,5 ton. De oogstsnelheid is circa 0,3-0,5 hectare per uur *(Bronnen: www.jenz.de; www.schmidtstahlbau.de)*

- **John Deere Hakselaar**: Dit voorzetstuk kan op een John Deere maïshakselaar worden gemonteerd. De oogstcapaciteit is circa 8 ha per dag. De machine kan scheuten met een maximale doorsnede van 10 cm oogsten. De kosten voor het voorzetstuk zijn circa 100.000 euro. Daar komt nog 20.000 euro bij voor een extra hydromotor op de hakselaar en de bescherming van de onderkant. *(Bron: De Dobbelaere, 2011)*
- **Wood Cut 1500**: Voorzetstuk met 1 zaagblad voor een Big X maïshakselaar ontwikkeld door de Duitse firma Krone. *(Bron: http://landmaschinen.krone.de)*

Hele scheuten oogsten versus direct chippen

Het direct chippen van wilgen bij de oogst wordt over het algemeen als de meest efficiënte oogstmethode gezien, omdat alles in één werkgang gebeurt. Bij het oogsten van hele scheuten is immers een extra werkgang (handeling) nodig om de scheuten te chippen. Voordeel is wel dat hele scheuten beter drogen dan chips. Het verchippen van reeds gedroogde scheuten levert over het algemeen een kwalitatief hogere brandstof dan het natuurlijk laten drogen van vers geoogste chips. Wanneer verse chips worden opgeslagen, gaat er namelijk door broei en andere processen een deel van de brandstofkwaliteit (energie-inhoud etc.) verloren. Chips kunnen versneld kunstmatig worden gedroogd om de brandstofkwaliteit op peil te houden. Dit vergt echter veel energie en brengt vaak weer extra kosten met zich mee. De keuze voor het oogstsysteem (hele scheuten of direct chippen) hangt daarmee af van de gewenste brandstofkwaliteit en de prijs die men krijgt voor een bepaalde kwaliteit.
(Bronnen: Boosten & Jansen, 2011; Caslin et al., 2011; Nahm et al., 2012; Schweier & Becker, 2012)

2.1.2.3. Biobaler

De Biobaler (zie Figuur 2.14) is in Canada ontwikkeld door de firma Anderson Group Co om spontane bosopslag te verwijderen en deze te verwerken tot houtige biomassa. De machine wordt opgehangen aan de driepuntsophanging van een gangbare landbouwtractor. De Biobaler weegt 7 ton. In combinatie met een tractor van 9 ton, levert dat een totaalgewicht op van 16 ton. De machine kan scheuten/stammen tot 15 cm doorsnede verwerken. De Biobaler verhakselt en kneust de biomassa en verwerkt de biomassa tot ronde balen die 500 tot 600 kg wegen. De balen kunnen gemakkelijk worden getransporteerd en opgeslagen. De balen kunnen op een natuurlijke wijze drogen zonder dat er veel broei optreedt binnen de baal. Met een gangbare shredder kunnen de balen vervolgens weer worden verkleind tot biomassa voor bio-energiecentrales. Er zijn ook houtgestookte installaties waar de balen in zijn geheel in kunnen. De Biobaler kost circa 110.000 euro en kan sinds 2012 ook worden geleverd in Nederland.

Volgens de producent is deze machine ook geschikt voor het oogsten van wilgenplantages. In wilgenplantages kan de machine tot 40 balen per uur produceren (20 ton/uur). Echter, uit oogstproeven in onder andere Vlaanderen is gebleken dat de Biobaler geen mooi snijvlak maakt, maar de scheuten als het ware eraf slaat. Hierdoor blijven er sterk gerafelde (beschadigde) stobben achter, waardoor de vitaliteit van de wilgenstobben (op termijn) achteruit kan gaan en ze mogelijk ook minder goed zullen uitstoelen. Door de firma Anderson wordt aangegeven dat met het tijdig slijpen van de messen en het met beleid (en de nodige ervaring) besturen van de machine er wel een glad snijvlak kan worden gecreëerd Alvorens deze oogstmachine breder kan worden toegepast in wilgenplantages, dient er meer onderzoek te worden gedaan naar de effecten van de oogst met de Biobaler op de productiviteit en vitaliteit van wilgenstobben.
(Bronnen: Caslin et al., 2011; Enerpedia, 2012; Jansen & Boosten, 2012; http://grpanderson.com)



Figuur 2.14a: Biobaler. Bron foto: Martijn Boosten.



Figuur 2.14b: Wilgenoogst met de biobaler. Bron: http://grpanderson.com.

Conclusie

Er zijn in Europa zeer veel typen oogstmachines beschikbaar met elk hun eigen voor- en nadelen. In Nederland zijn op dit moment alleen de oogstmachines uit de commerciële griendcultuur beschikbaar. De oogstmachines uit de griendcultuur hebben als nadeel dat ze een relatief lage productiviteit hebben (0,75-1 hectare per dag) ten opzichte van gespecialiseerde oogstmachines. De oogstkosten van de oogstmachines uit de griendcultuur zijn daarmee relatief hoog. Doordat deze machines bovendien hele scheuten oogsten, worden de oogstkosten extra verhoogd, omdat de scheuten apart moeten worden verchipt.
Een andere optie die relatief dichtbij voorhanden is, is de New Holland Coppice Header 130 FB uit Vlaanderen. De inzet van deze machine is echter ook relatief duur (meer dan 1.000 euro per hectare). Een ander nadeel van deze machine is dat hij zeer zwaar is en daarmee diepe insporing kan veroorzaken in de wilgenplantages.
Van een aantal in Nederland beschikbare oogstmachines, zoals de oogstmachine van Scheer Machines en de oogstkop van Volker voor de Claas Jaguar, is nog niet duidelijk in welke mate deze machines geschikt zijn voor oogst op wilgenplantages. Ook van de Biobaler is de geschiktheid nog niet voldoende bewezen. Op termijn is wellicht de wilgenoogster van Kuhn Geldrop interessant, maar het is nog onduidelijk wanneer deze machine beschikbaar is en wat de kosten zullen zijn.
Wanneer er in Nederland meer wilgenplantages worden aangelegd, is de Energy Harvester van Ny Vraa een aantrekkelijke oogstmachine. Gezien de relatief lage aanschafkosten (36.000 euro voor de tweerijige

JF Z200-HYDRO/E) en hoge productiviteit (0,5-1 hectare per uur) zal deze machine zich het snelst terugverdienen. Bijkomend voordeel is dat deze machine relatief licht is, makkelijk te transporteren is en relatief weinig insporing op de wilgenplantages zal veroorzaken.

2.1.3 Beschikbaarheid van machines verbeteren

Aannemers/loonwerkers interesseren
Er zal bij aannemers/loonwerkers alleen interesse zijn voor de aanschaf van plant- oogstmachines als de verwachting is dat ze (op termijn) winstgevend gemaakt kunnen worden. Hiervoor is een minimale inzet van de machine nodig en het daarbij behorende minimale areaal energieplantage. Dit ligt in de orde van grootte van meerdere honderden hectare. Dit areaal hoeft niet per se in Nederland te liggen, maar wel binnen een straal van grofweg 2 à 3 uur rijden.
Er zijn meerdere aannemers die interesse hebben getoond voor de aanschaf van een gespecialiseerde plant- of oogstmachine, maar het huidige areaal energieplantages is te klein en de groei te ongewis om ze daadwerkelijk tot een investeringsbeslissing te laten komen. Hiermee ontstaat een klassiek 'kip of het ei'-verhaal, want er is een groter areaal aan energieplantages nodig voordat iemand besluit te investeren in een gespecialiseerde machine. Aan de andere kant wordt de winstgevendheid van energieplantages gedrukt door de hoge transportkosten van in te huren machines uit het buitenland. Een investeringssubsidie van de overheid zou dit kunnen doorbreken.

Werktuigencoöperatie
Agrariërs kunnen (op termijn) een aannemer/loonwerker inhuren voor de oogst, maar ze kunnen ook kosten besparen door het plantwerk of de oogst zelf uit te voeren. Ze moeten dan zelf kunnen beschikken over een machine. Dit is gezien de hoge investeringskosten en het benodigde areaal onrealistisch. Een andere optie is de huur van dergelijke machines bij een verhuurbedrijf of werktuigencoöperatie. Er bestaan in Nederland meerdere werktuigencoöperaties, zoals De Kempen U.A. uit Vessem, De eendracht U.A. Breugel uit Sint-Oedenrode, Weco De Hondsrug U.A. uit Borger en Leudal e.o. U.A. uit Heythuysen. Oorspronkelijk werden door de leden van deze coöperaties zo gezamenlijk (dure) machines gekocht, die vervolgens uitsluitend bestemd waren voor de leden. De nadruk van de meeste coöperaties ligt nog steeds bij haar eigen leden, maar tegenwoordig worden de machines ook wel verhuurd aan andere klanten. De huidige coöperaties richten zich vooral op de eigen regio, hoewel ze incidenteel ook wel machines verhuren buiten hun regio. Door de binding met haar leden en de regionale georiënteerdheid zijn de bestaande werktuigencoöperaties geen reële optie voor de verhuur van gespecialiseerde machines voor energieteelt. Wel kunnen toekomstige energietelers, als alternatief voor het inhuren van een loonwerker/aannemer, besluiten om een eigen coöperatie op te richten voor de aanschaf van plant- en oogstmachines. Dit kan een aanzienlijke kostenbesparing opleveren, mits de machine rendabel kan worden gemaakt binnen zo'n coöperatie.

2.2 Stekkenmarkt

De geschiedenis van energieplantages begint al in de jaren zeventig van de vorige eeuw. Nederland was een van de voorlopers, maar deze rol werd in de jaren negentig overgenomen door Zweden, en in mindere mate Groot-Brittannië. Het onderzoek naar en de aanleg van energieplantages was echter sterk subsidiegeoriënteerd. Met het beëindigen van de beschikbare subsidies verdween een belangrijke incentive om hiermee in deze landen door te gaan, maar de opgebouwde kennis en ontwikkelde machines en wilgenklonen bleven uiteraard van groot belang. De leidende rol is ondertussen overgenomen door landen als Denemarken en Duitsland, maar het grote verschil is dat dit niet langer sterk subsidiegeoriënteerd is en er in een groot aantal landen energieplantages zijn en worden aangelegd. De ontwikkeling staat nog steeds aan het begin, maar de vooruitzichten zijn veel beter dan ooit tevoren. Dit heeft uiteraard ook zijn weerslag op de kwekerijsector. De in Zweden ontwikkelde klonen zijn nog steeds verreweg de belangrijkste bronnen voor stekken, maar er zijn ondertussen talloze contractkwekers in meerdere Europese landen. In Nederland zijn twee griendtelers die ook wilgenstekken kunnen leveren.

Nederland
In de Nederlandse griendcultuur is er langjarige ervaring met de teelt en de verkoop van wilgenstekken. Een aantal bedrijven uit de griendcultuur kan stekmateriaal leveren uit eigen kwekerij van onder andere katwilg (*Salix viminalis*), schietwilg (*Salix alba*) en amandelwilg (*Salix triandra*) beschikbaar. Deze wilgensoorten zijn inheems in Nederland. De soorten zijn bovendien niet beschermd door kwekersrecht en iedereen kan ze dus vermeerderen.
Stekken van 21 tot 25 cm lang en 15 tot 25 mm dik kosten bij een afname van 15.000 stuks (t.b.v. 1 hectare) 12 tot 13 eurocent per stek excl. BTW. De stekken kunnen eventueel 1 tot 2 eurocent goedkoper worden geleverd wanneer er hogere aantallen worden afgenomen, bijv. 75.000 stuks (t.b.v. 5 hectare) of 225.000 stuks (t.b.v. 15 hectare).
(Bronnen: interviews bedrijven griendcultuur)

SalixEnergi/Lantmännen SW
Dit Zweedse bedrijf heeft meer dan 25 jaar ervaring met de ontwikkeling en teelt van wilgenstekken voor energieplantages. Het bedrijf heeft talloze veelgebruikte wilgenklonen voor energieplantages ontwikkeld. Deze klonen zijn geselecteerd op hun hoge biomassaproductie, resistentie tegen ziekten en plagen, vorstgevoeligheid, et cetera. De klonen worden wereldwijd toegepast, waaronder in de Nederlandse projecten (CPV-proefvelden uit de jaren negentig en Flevo-energiehout). De Zweedse klonen zijn veelal kruisingen tussen diverse (voor Nederland zowel inheemse als uitheemse) wilgensoorten en varieteiten. Op de klonen rust kwekersrecht en ze mogen dus niet zonder licentie geproduceerd en verhandeld worden. Het hoofdkantoor zit in het Zweedse Svalöv, maar ze hebben ook eigen vestigingen in Duitsland en Hongarije. Ze hebben een groot netwerk van gelicenseerde kwekerijen in Europa, die zowel produceren als verkopen. Er

zijn geen gelicenseerde kwekers in Nederland en België. In verband met het kwekersrecht is het niet toegestaan om de klonen van SalixEnergi zelf te vermeerderen. Elke contractkweker en distributeur van SalixEnergi mag zijn eigen prijs vaststellen. Prijzen kunnen (afhankelijk van de leverancier, de transportafstand en het te leveren aantal) variëren van 8 eurocent tot 13 eurocent per stek. Het is dus verstandig om meerdere offertes op te vragen bij de aankoop van stekken van SalixEnergi.



Figuur 2.15: De vestigingen en contractkwekers van SalixEnergi/ Lantmännen SW.

De stekken worden in het winterseizoen geoogst en bij -4°C gekoeld onder constante monitoring, om uitlopen te garanderen. De volgende klonen zijn momenteel beschikbaar bij SalixEnergi:

- Inger: Een van de hoogst productieve klonen van SalixEnergi die op allerlei bodems goed groeit. Inger is op droge bodems de beste keuze.
- Tordis: Een van de hoogst productieve klonen van SalixEnergi die op allerlei bodems goed groeit.
- Tora: Een relatief oude kloon die in de praktijk heeft bewezen goede opbrengsten te leveren en weinig gevoelig te zijn voor ziekten/plagen en vraatschade. Geschikt voor normale tot natte omstandigheden.
- Torhild: Geeft een gemiddelde biomassaopbrengst.
- Klara: Een van de nieuwere klonen die een goede biomassaopbrengst combineert met een goede vorsttolerantie. Jorr: Een oudere, goed geteste productieve kloon die geschikt is voor natte, normale en iets drogere bodems.
- Sven: Geeft stabiele opbrengsten, maar is niet geschikt voor gebieden met late voorjaarsvorst.
- Gudrun: Heeft een hoge tolerantie voor vorst.
- Olof: Hoog productieve kloon die minder maar zwaardere scheuten heeft.

- Dimitrios: Zeer hittetolerant en groeit goed in warmere streken.
- Linnea, Stina en Lisa zijn recent geïntroduceerd in proefvelden.

(Bron: SalixEnergi)

Stekmateriaal uit de griendcultuur versus Zweedse klonen uit de wilgenenergieteelt

Het stekmateriaal uit de griendcultuur is afkomstig uit grienden die primair zijn aangelegd om rijshout te leveren. Dat wil zeggen dat het stekmateriaal is geselecteerd op de vorming van rechte scheuten met weinig zijtakken en niet zozeer op de productie van veel biomassa. In de griendcultuur worden deze soorten aangeplant in plantaantallen van 45.000 tot 60.000 stekken per hectare. In wilgenergieplantages worden doorgaans veel lagere plantaantallen van circa 15.000 stekken per hectare gehanteerd. Er is tot op heden weinig ervaring in Nederland met de toepassing van deze soorten in wilgenenergieplantages (met lagere plantaantallen dan in de griendcultuur). Enkele proeven uit het verleden hebben aangetoond dat deze soorten een redelijke productie kunnen halen (Kuiper, 2003; EBPS, 2005). Voordeel is bovendien dat het hier gaat om inheemse soorten. Voordeel van de Zweedse wilgenklonen is dat ze speciaal gekweekt zijn voor toepassing in energieplantages en daarmee geselecteerd zijn op een hoge biomassaproductie.

Veredelingsprogramma's

Er zijn meerdere onderzoekscentra die veredelingswerk verrichten naar wilgen voor energiedoeleinden. In de nabije toekomst zullen hieruit commerciële wilgenklonen voor energiedoeleinden op de markt komen.

In België verricht het Instituut voor Natuur en Bosonderzoek (INBO) bijvoorbeeld onderzoek naar "klonen met superieure calorische eigenschappen" (*Bron: www.inbo.be*). De aandacht wordt hierbij gericht op ziektegevoeligheid, bewortelingsvermogen, aantal scheuten, groeikracht, aangepastheid aan klimaat, relatie bodem-kloon en houtdensiteit/energie-inhoud. Men heeft hiervoor verschillende onderzoekskwekerijen, namelijk in Grimminge, Lochristi, Lommel, in Noord-Frankrijk en in Noord-Italië. In Lochristi werkt men bijvoorbeeld met 140 wilgenklonen, in Lommel met 160, in Noord-Frankrijk met 110 en in Noord-Italië met 70 wilgenklonen.

2.3 Berekening aanlegkosten in drie scenario's

Hieronder worden de kosten voor aanleg van een wilgenplantage doorgerekend voor drie verschillende scenario's. De oogstkosten zijn buiten beschouwing gelaten, omdat in deze studie alleen cijfers voor de aanschaf van oogstmachines zijn gevonden en niet voor de inzet van deze machines. Ook de kosten voor het ruimen van de plantage (klepelen en frezen) na 20 tot 30 jaar zijn niet opgenomen in deze scenario's. Hiervoor moet eenmalig een bedrag van ongeveer 1.000 euro per hectare worden gerekend.[18]

[18] *Deze kosten zijn sterk afhankelijk van de gewenste kwaliteit die de grond moet hebben na het ruimen. Wanneer de grond weer geschikt moet worden gemaakt voor akkerbouw zullen de kosten hoger uitvallen dan wanneer de grond moet worden voorbereid voor de aanplant van een nieuwe wilgenplantage. In dat geval mogen er veel meer grove resten van de oude plantage in de grond achterblijven.*

Als referentie voor het berekenen van de aanlegkosten wordt hiervoor de standaard kostenberekening genomen uit het rapport van Boosten & Oldenburger (2011). Boosten & Oldenburger kwamen voor aanleg van een wilgenplantage (inclusief terreinvoorbereiding, aankoop stekken, planten en onkruidbestrijding) op een bedrag van 4.020 euro per hectare (excl. BTW).[19] Hierbij zijn geen posten opgenomen voor financieringslasten, waterschapslasten, grondkosten (pacht), bemesting of kosten voor toezicht. Deze kosten zullen van geval tot geval sterk verschillen.

Scenario 1: Aanplant 1 ha wilgenplantage door agrariër in eigen beheer

Dit scenario heeft betrekking op een agrariër die een wilgenplantage van 1 hectare in eigen beheer aanlegt. Hierbij is bewust gekeken naar de goedkoopste variant. Bij dit scenario wordt aangenomen dat:

- De agrariër zelf over machines beschikt om de terreinvoorbereiding (ploegen en eggen) en onkruidbestrijding (spuit, wiedeg) uit te voeren en dat over deze machines geen afschrijving wordt gerekend;

De agrariër de terreinvoorbereiding (ploegen, eggen) en onkruidbestrijding (met spuit, wiedeg of handmatig wieden) zelf uitvoert en hij geen loonkosten rekent[20];

- Het plantwerk wordt uitgevoerd met een gehuurde preiplanter of koolplanter met een plantteam van 3 tot 4 personen, de aanplant geheel wordt uitgevoerd in eigen beheer met familie of kennissen en dat daarbij geen loonkosten worden gerekend;
- De agrariër voor de prei- of koolplanter alleen huur, transport en eventuele aanpassingskosten betaalt;
- De stekken worden aangekocht via een kweker/distributeur die klonen van SalixEnergi levert en dat er door het aanvragen van diverse offertes een gunstige prijs voor de stekken wordt betaald;
- Er kosten voor inkoop van Roundup en diesel worden gerekend.

Tabel 2.1 geeft een overzicht van de kosten voor terreinvoorbereiding, aanleg en onkruidbestrijding. De totale kosten bedragen 2.657 euro per hectare (excl. BTW). Dit is 1.363 euro per hectare lager dan de referentieberekening van Boosten & Oldenburger (2011).

Aanlegkosten	**Kosten/ha**
Terreinvoorbereiding (ploegen en eggen)	p.m.
Huur prei- of koolplanter [1]	€ 300,00
Aankoop stekken [2]	€ 1.500,00
Stekken planten	p.m.
Inboeten [3]	€ 180,00
Onkruidbestrijding	p.m.
Aankoop Roundup [4]	€ 44,00
Aankoop diesel [5]	€ 506,25
Onvoorzien (5%)	€ 126,51
Totale kosten per ha (excl. BTW)	€ 2.656,76

1 Planten stekken met een preiplanter/koolplanter. Op basis van onder meer de Vlaamse ervaringen is er uitgegaan een plantsnelheid van ca. 1 hectare per dag. Voor de huur van de plantmachine is 100 euro per dag excl. BTW gerekend. Dit is het bedrag dat een van de geraadpleegde bedrijven vroeg voor verhuur van de preiplantmachine. Daarnaast zijn er kosten

Tabel 2.1: Aanlegkosten 1 ha wilgenplantage door agrariër in eigen beheer.

[19] In de studie van Boosten & Oldenburger worden de aanlegkosten inclusief 6% BTW genoemd. Voor deze studie is dit omgerekend naar een bedrag excl. BTW, aangezien het BTW-tarief voor diensten als ploegen, plantwerk etc. kan verschillen. Worden de diensten geleverd aan landbouwers, veehouders, tuinbouwers en bosbouwers, dan wordt een BTW-tarief van 6% gerekend. Worden de diensten geleverd aan andere bedrijven of instellingen, dan geldt het BTW-tarief van 21% (zie: www.belastingdienst.nl). Voor de vergelijking is het daarom makkelijker om te rekenen zonder BTW. Boosten & Oldenburger (2011) gaan bovendien uit van een plantaantal van 12.000 stuks. Voor deze studie is een plantaantal van 15.000 stuks aangehouden.

[20] Op www.enerpedia.be wordt een indicatie gegeven van de benodigde tijdsinzet voor aanleg en beheer van 1 hectare wilgenplantage voor een levensduur van de plantage van 21 jaar. Voor 1 hectare is er gedurende de 21 jaar in totaal 80,5 uur arbeid nodig. Dit is als volgt opgebouwd: bespuiten: 0,5 uur, ploegen: 3 uur, eggen: 2 uur, planten: 24 uur (4 personen x 6 uur), onkruidbestrijding: 9 uur (3 x 3 uur), algemeen beheer: 42 uur (21 x 2 uur).

gerekend voor transport en aanpassing van de plantmachine. Deze kosten zijn geschat op 200 euro.
2 Er is uitgegaan van een plantaantal van 15.000 stekken per hectare en aankoop van stekken bij een kweker/distributeur van wilgenklonen van SalixEnergi. De in deze studie gevonden prijzen voor wilgenklonen van SalixEnergi variëren tussen de 8 en 13 eurocent per stek. In de bovenstaande berekening is een prijs van 10 eurocent per stek (incl. leveren) gehanteerd. Deze prijs moet volgens inschatting van Probos kunnen worden gehaald, zeker wanneer er offertes bij diverse kwekers/distributeurs van SalixEnergi-klonen worden opgevraagd.
3 Er is uitgegaan van een inboetpercentage van 10% van de totale aanplant. De inboetkosten bestaan uit aankoop van stekmateriaal en plantkosten.
4 Spuitkosten op diverse internetfora en websites van groothandelaren.
5 Prijs gebaseerd op de volgende aannames:
Draaiuren trekker voor 1 ha: bespuiten: 0,5 uur, ploegen: 3 uur, eggen: 2 uur, onkruidbestrijding: 9 uur (overgenomen van www.enerpedia.be) en 8 uur planten;
Gemiddeld brandstofverbruik trekker: 15 liter per uur, achterhaald via diverse internetfora;
Dieselprijs: €1,50 per liter.

Scenario 2: Aanplant 5 ha wilgenplantage door griendhoutbedrijf

In dit scenario wordt er 5 hectare aangelegd door een van de Nederlandse griendhoutbedrijven. De overige werkzaamheden worden uitbesteed aan een loonwerker. Bij dit scenario is ervan uitgegaan dat bij een omvang van 5 hectare, aanplant in eigen beheer voor een agrariër te veel eigen arbeid vergt. De grens van 5 hectare is bovendien gekozen omdat bij dit areaal een korting op de aankoop van stekmateriaal kan worden verkregen. Dit scenario is tevens van toepassing op terreineigenaren die zelf niet over voldoende machines en/of arbeid beschikken om een wilgenplantage aan te leggen.
Tabel 2.2 geeft een overzicht van de kosten voor terreinvoorbereiding, aanleg en onkruidbestrijding. De totale kosten voor de aanleg van 5 hectare bedragen 20.155 euro (excl. BTW). Dit komt neer op een bedrag van 4.031 euro per hectare (excl. BTW). Dit is nagenoeg gelijk aan het bedrag uit de referentieberekening van Boosten & Oldenburger (2011).

Tabel 2.2: Aanlegkosten 5 ha wilgenplantage door griendhoutbedrijf.

Aanlegkosten	Kosten/ha
Ploegen [1]	€ 210,00
Rotorkop-eggen [1]	€ 75,00
Stekken planten [2]	€ 1.350,00
Aankoop stekken [3]	€ 1.650,00
Inboeten [4]	€ 300,00
Roundup spuiten [5]	€ 30,00
Aankoop Roundup [5]	€ 44,00
Wiedeggen [6]	€ 60,00
Onkruidbestrijding met een (aangepaste) cultivator (bijv. weedler) [7]	€ 120,00
Onvoorzien (5%)	€ 191,95
Totale kosten per ha (excl. BTW)	€ 4.030,95
Kosten voor aanleg van 5 ha (excl. BTW)	€ 21.154,75

1 Alterra, 2010.
2 Gemiddelde prijs voor aanplant van 1 hectare genoemd door bedrijven uit de griendcultuur: 1.100 euro tot 1.400 per hectare. De eenmalige aan- en afvoerkosten van machines en materiaal zijn geschat op 500 euro voor 5 hectare, dus 100 euro per hectare.
3 Er is uitgegaan van een plantaantal van 15.000 stuks per hectare. Voor de stekprijs is de prijs van de riendhouthandelaren gehanteerd bij afname van minimaal 75.000 stuks (5 ha): €0,11 per stuk.

4 Er is uitgegaan van een inboetpercentage van 10% van de totale aanplant. De inboetkosten bestaan uit aankoop van stekmateriaal en plantkosten.
5 Spuitkosten op diverse internetfora en websites van groothandelaren.
6 Uitgegaan van 2 maal wiedeggen. Prijs gebaseerd op: Jans & Kuiper, 2001; Kuiper, 2001a, 2001b; Kool et al., 2004.
7 Uitgegaan van 2 maal culturen met weedler. Prijs gebaseerd op: Kuiper, 2001b; Kool et al., 2004.

Scenario 3: Aanplant 20 ha wilgenplantage door buitenlands plantteam

In dit scenario wordt er 20 hectare aangelegd door een buitenlands plantteam met een gespecialiseerde plantmachine. De overige werkzaamheden worden uitbesteed aan een loonwerker. Bij dit scenario is ervan uitgegaan dat het bij een omvang van 20 hectare financieel aantrekkelijk is om een buitenlands plantteam met een gespecialiseerde (efficiënte) plantmachine in te zetten en dat er gezien de omvang een korting kan worden bedongen op het stekmateriaal van SalixEnergi.
Tabel 2.3 geeft een overzicht van de kosten voor terreinvoorbereiding, aanleg en onkruidbestrijding. De totale kosten voor de aanleg van 20 hectare bedragen 56.364 euro (excl. BTW). Dit komt neer op een bedrag van 2.818 euro per hectare (excl. BTW). Dit is bijna 1.202 euro per hectare goedkoper dan in de referentieberekening van Boosten & Oldenburger (2011).

Tabel 2.3: Aanlegkosten 20 ha wilgenplantage door buitenlands plantteam.

Aanlegkosten	**Kosten/ha**
Ploegen [1]	€ 210,00
Rotorkop-eggen [1]	€ 75,00
Stekken planten [2]	€ 750,00
Aankoop stekken [3]	€ 1.200,00
Inboeten [4]	€ 195,00
Roundup spuiten [5]	€ 30,00
Aankoop Roundup [5]	€ 44,00
Wiedeggen [6]	€ 60,00
Onkruidbestrijding met een (aangepaste) cultivator (bijv. weedler) [7]	€ 120,00
Onvoorzien (5%)	€ 134,20
Totale kosten per ha (excl. BTW)	€ 2.818,20
Kosten voor aanleg van 20 ha (excl. BTW)	€ 56.364,00

1 Alterra, 2010.
2 Deze prijs is een schatting. In 2000 zijn enkele tientallen hectaren aangeplant met de Step Planter uit Zweden door een Zweeds plantteam. De kosten voor deze aanplant waren omgerekend naar euro's en gecorrigeerd voor de inflatie circa 500 euro per hectare (Jans & Kuiper, 2001; Kuiper, 2001a). Voor deze berekening is een extra veiligheidsmarge aangehouden van 250 euro per hectare, waardoor de totale kosten op 750 euro per hectare komen.
3 Er is uitgegaan van een plantaantal van 15.000 stuks per hectare. Inkoop van stekmateriaal van SalixEnergi. Er is aangenomen dat gezien de hoge aantallen (300.000 stekken), er een korting kan worden bedongen op de stekprijs en dat daarmee een stekprijs van € 0,08 kan worden gehanteerd.
4 Er is uitgegaan van een inboetpercentage van 10% van de totale aanplant. De inboetkosten bestaan uit aankoop van stekmateriaal en plantkosten.
5 Spuitkosten op diverse internetfora en websites van groothandelaren.
6 Uitgegaan van 2 maal wiedeggen. Prijs gebaseerd op: Jans & Kuiper, 2001; Kuiper, 2001a, 2001b; Kool et al., 2004.
7 Uitgegaan van 2 maal culturen met weedler. Prijs gebaseerd op: Kuiper, 2001b; Kool et al., 2004.

2.4 Kostenreductie aanleg door slimme functiecombinaties

Wilgenplantages kunnen meer functies en waarden herbergen dan alleen de productie van biomassa. In Boosten & Oldenburger (2011) wordt bijvoorbeeld aangegeven dat wilgenplantages kunnen dienen als:

1. Landschappelijke beplanting of groenvoorziening;
2. Habitat voor plant- en diersoorten;
3. Buffer tussen intensieve landbouw en natuur of tussen stedelijk gebied en landbouw;
4. Natuurlijk filter voor bodem-, water- en baggerreiniging.

Door een slimme inpassing van wilgenplantages in het landschap of de bebouwde omgeving kunnen win-winsituaties ontstaan waarbij enerzijds de gewenste ecologische, landschappelijke of milieutechnische functies worden vervuld en anderzijds de plantage biomassa oplevert die efficiënt kan worden geoogst en inkomsten genereert. Financiële middelen voor gebiedsinrichting en het beheer van natuur, landschap en openbaar groen kunnen op deze wijze efficiënter worden benut.

3. Optimalisering inkomsten

Een belangrijk onderdeel van het optimaliseren van inkomsten uit wilgenplantages is de afzet (verkoop) van de biomassa. In Paragraaf 3.1. worden drie verschillende afzetmogelijkheden behandeld, waarbij de effecten worden beschreven die de verschillende mogelijkheden hebben op de prijs die men kan ontvangen voor de biomassa (wilgenchips). In Paragraaf 3.2 wordt kort ingegaan op de mogelijke valorisatie van de CO_2 uit de wilgenplantage.

3.1 Afzetmogelijkheden biomassa

Voor een eigenaar van een wilgenenergieplantage zijn er drie mogelijkheden om zijn biomassa (wilgenchips) af te zetten:
1. Levering aan de handel,
2. Levering aan een houtgestookte installatie (centrale),
3. Gebruik biomassa voor eigen installatie.

Hieronder wordt kort geschetst wat de voor- en nadelen zijn van de drie opties en welke effecten deze opties hebben op de biomassaprijs.

Leveren aan de handel

In Nederland zijn diverse bedrijven actief in de biomassahandel. Deze handelaren kopen biomassa (houtchips et cetera) die vrijkomt uit bos, natuur, landschap en de houtketen op en leveren dit aan houtgestookte elektriciteits- of warmtecentrales. Een deel van de biomassa wordt geëxporteerd naar onder andere Duitsland, Denemarken en België. Prijsstatistieken voor houtchips zijn in Nederland niet voorhanden. In

de studie van Boosten & Oldenburger (2012) is op basis van interviews met een aantal belangrijke spelers in de Nederlandse biomassahandel en een aantal aanbieders van biomassa (Agarische Natuur Verenigingen, terreinbeheerders) in beeld gebracht wat de minimum- en maximumprijzen voor biomassa zijn. Voor verse[21] schone houtchips[22] 'aan de bosweg'[23] werd in 2011 tussen de 10 en 25 euro per ton betaald. In 2009 lag de prijs tussen de 10 en 15 euro per ton vers. In de praktijk is het voor deze handelaren alleen interessant wanneer men partijen aanbiedt van minimaal 1 vrachtwagen vol. Dit komt neer op een volume van 80 m^3 bij containervrachtwagens en 90 m^3 bij een walking floor oplegger[24]. Dit komt overeen met respectievelijk 24 en 27 ton verse chips[25]. Sommige handelaren zeggen een meerprijs van circa 10% te betalen als men grotere hoeveelheden (2 of meer vrachtwagens) kan kopen (Boosten & Oldenburger, 2012). Tot op heden is het gebruikelijk om in de handel houtchips af te rekenen per ton vers (45-55% vochtgehalte). De geïnterviewden uit Boosten & Oldenburger (2012) geven echter aan dat er in toenemende mate wordt gekeken naar de kwaliteit en de verbrandingswaarde van de chips. Er is dan ook een tendens om houtchips steeds meer af te rekenen per ton droge stof, per m^3 of per joule.

Leveren aan een houtgestookte installatie (centrale)
Een eigenaar van een wilgenplantage kan ook direct wilgenchips leveren aan een houtgestookte installatie in de buurt (lokaal) of in de regio. De prijs die men voor de wilgenchips ontvangt, hangt onder andere af van de hoeveelheid die men kan leveren, de leveringsgarantie (continuïteit) die men biedt en de kwaliteit (homogeniteit chips, aandeel bast en blad, vochtgehalte et cetera). Hierbij moet ook rekening worden gehouden met de transportkosten voor de chips. De transportkosten hangen sterk af van het volume, de transportafstand, het seizoen (beschikbaarheid vrachtwagens), et cetera. Een minimumbedrag dat voor transport moet worden gerekend, is 10 euro per ton. De prijs die men voor het leveren van verse chips (45-55% vochtgehalte) kan ontvangen, zal daarom globaal liggen tussen de 20 en 35 euro per ton. Voor luchtdroge chips (35% vochtgehalte) liggen deze prijzen globaal tussen de 30 en 60 euro per ton (inclusief levering) (Boosten & Oldenburger 2010; Spijker & Boosten, 2010; Boosten & Oldenburger 2012). Bij het leveren van (lucht)droge chips moet men er rekening mee houden dat men ruimte en tijd nodig heeft om de chips te laten drogen. Bij het natuurlijk drogen kan men met een goed geventileerde opslag de chips al binnen een of enkele maanden drogen tot een vochtgehalte van 35% of lager. Bij opslag van chips op een grote hoop zonder voldoende ventilatie, zal dit droogproces langer in beslag nemen. Bij natuurlijk drogen kunnen de chips door broei en andere processen een deel van de brandstofkwaliteit (energie-inhoud, et cetera) verliezen. Chips kunnen ook versneld kunstmatig worden gedroogd om de brandstofkwaliteit op peil te houden. Dit kan extra kosten met zich meebrengen, omdat er warmte moet worden toegevoegd. Hiervoor kan eventueel de restwarmte van een eigen houtgestookte installatie worden gebruikt.

Gebruik biomassa voor eigen installatie
De laatste jaren zijn er steeds meer houtgestookte verwarmingsinstallaties geplaatst bij bedrijven en instellingen met een grote warmte-

[21] *Houtchips met 45% tot 55% vochtgehalte.*

[22] *Houtchips met een geen of een beperkt aandeel takken, bladeren/naalden of andere verontreinigingen.*

[23] *Hiermee wordt bedoeld de prijs die wordt betaald voor de chips afgehaald op de plek waar de chips vrijkomen (bos, landschapselement et cetera).*

[24] *Walking floor oplegger: een oplegger met een schuifbare vloer waarmee de lading naar de achterkant of voorkant van de oplegger kan worden getransporteerd.*

[25] *Gerekend met een soortelijk gewicht van 300 kg per m^3 voor verse houtchips.*

vraag. Hieronder bevinden zich ook bedrijven en instellingen met eigen grond, zoals glastuinbouwers, vleeskuikenhouders, kalverhouders en landgoedeigenaren (verwarming landhuis en bijgebouwen). Voor deze groep kan het aantrekkelijk zijn om biomassa (wilgenchips) te telen voor eigen gebruik. Hiermee heeft men meer zekerheid over de toekomstige brandstofvoorziening en brandstofprijs. Veel eigenaren van houtgestookte installaties vragen zich steeds meer af of er in de toekomst nog wel voldoende betaalbare biomassa voorhanden is. Wanneer wilgenplantages worden aangelegd voor de eigen brandstofvoorziening, dan kunnen de inkomsten die een ton wilgenchips oplevert worden berekend door te kijken naar de hoeveelheid gas die wordt bespaard. De energie-inhoud van een ton luchtgedroogde wilgenchips (30% vochtgehalte) is circa 12 GJ (*Bron: www.heizung-direkt.de)*. Een m^3 aardgas heeft een energie-inhoud van circa 32 MJ (*Bron: www.ecn.nl*). Dit betekent dat 1 ton luchtdroge wilgenchips eenzelfde energie-inhoud heeft als 375 m^3 aardgas. Over 2011 was de gemiddelde aardgasprijs voor huishoudens 67 eurocent per m^3 [26]. Voor grootverbruikers (bijv. vleeskuikenbedrijven of zwembaden) was de prijs 53 eurocent per m^3 [27] (*Bron: http://statline.cbs.nl*). Een ton wilgenchips mag dus voor huishoudens maximaal 251 euro kosten. Voor grootverbruikers is dit 199 euro per ton. Uiteraard moeten de kosten van een houtgestookte installatie t.o.v. een gasgestookte installatie worden meegenomen in de berekening.

[26] *Dit is de gemiddelde transactieprijs voor aardgas in 2011 in de verbruiksklasse 20-200 GJ.*

[27] *Dit is de gemiddelde transactieprijs voor aardgas in 2011 in de verbruiksklasse 1-10 TJ.*

3.2 Valorisatie CO_2

Met het gebruik van wilgenchips voor opwekking van duurzame energie wordt de uitstoot van CO_2 uit fossiele brandstoffen vermeden. In theorie kan deze CO_2 worden verkocht op de markt voor de vrijwillige emissiereductierechten. Dit kan enkele euro's per ton opleveren. De prijs die betaald wordt, is onder meer afhankelijk van het soort afnemer, de kosten voor certificering en de schaal waarop de CO_2-rechten worden aangeboden. Om een beeld te krijgen van de hoeveelheid fossiele CO_2 die kan worden vermeden met wilgenchips, wordt het volgende rekenvoorbeeld gegeven:
Bij de verbranding van 1 m^3 aardgas komt ongeveer 1,8 kg CO_2 vrij (Bron: http://wikimobi.nl). Uitgaande van de bovenstaande berekening dat 1 ton luchtdroge wilgenchips eenzelfde energie-inhoud heeft als 375 m^3 aardgas ton, kan er worden gesteld dat met de verbranding van 1 ton luchtdroge wilgenchips, de uitstoot van (375 x 1,8 =) 675 kg (=0,675 ton) fossiele CO_2 wordt vermeden.
In deze studie is niet verder uitgewerkt hoe deze CO_2-credits uit wilgenplantages ook daadwerkelijk kunnen worden gevaloriseerd en worden verdisconteerd in de prijs voor de wilgenchips, maar door onder meer het Biorenewable Business Platform is aangegeven dat hier zeker kansen liggen (Boosten, 2011).

4. Kennisdeling

De teelt van biomassa in energieplantages staat aan het begin van haar ontwikkeling. Met de stijgende energiekosten en de aandacht voor duurzame energie is de interesse voor de aanleg van energieplantages sterk gestegen. Het kennisniveau van veel relevante partijen, onder wie agrariërs en andere landeigenaren, is uiteraard nog zeer laag. Er is bij een groeiende groep mensen dan ook een grote behoefte aan kennisverspreiding en kennisdeling. In dit onderzoek is bekeken welke bestaande kennisplatformen hiervoor beschikbaar zijn in de agrarische en natuursector.

Natuursector

In de natuursector is sinds enkele jaren het systeem van veldwerkplaatsen werkzaam. Veldwerkplaatsen worden georganiseerd om verschillende deskundigen (o.a. onderzoekers, beheerders, beleidsmakers) over een bepaald thema bij elkaar te brengen. Tijdens de Veldwerkplaats wordt kennis uit onderzoek en praktijk uitgewisseld, waardoor de kennis over het thema ontwikkeld kan worden. Het Bosschap is opdrachtgever voor de Veldwerkplaatsen. De uitvoering gebeurt vanaf 1 juli 2012 door de groene partners die samenwerken in het programma Kennis voor Natuur. De coördinatie ligt op dit moment bij de Unie van Bosgroepen (een van de partners in Kennis voor Natuur). Alle informatie over de veldwerkplaatsen is terug te vinden op de website www.veldwerkplaatsen.nl.

Een ander kennisplatform is de Koninklijke Nederlandse Bosbouwvereniging, waarbinnen jaarlijks talloze kennisevenementen worden georganiseerd, bijvoorbeeld ‘Kijken bij collega’-bijeenkomsten, Aardhuissymposium, Pro Silva-bijeenkomsten en de evenementen van de Studiekring. Tot slot kan er gebruik worden gemaakt van de diverse online kennisportals, zoals www.natuurbeheer.nu, www.biomassaforum.nl en www.natuurportal.nl.

Agrarische sector

Voor de agrarische sector is de subsidieregeling Praktijknetwerken van het ministerie van Economische Zaken, Landbouw en Innovatie beschikbaar voor het opzetten en uitvoeren van kennisnetwerken. Hier vallen ondertussen 49 netwerken onder (zie Bijlage 2) (www.praktijknetwerkenindelandbouw.nl). Deze subsidieregeling zou ook geschikt kunnen zijn voor het opzetten van een kennisnetwerk over energieplantages voor de doelgroep agrariërs. Vrijwel wekelijks melden zich agrariërs met kennisvragen bij Probos, dus het opstarten van een praktijknetwerk in de toekomst is zeer wenselijk.

Andere netwerken die geschikt zouden kunnen zijn voor kennisdeling en kennisverspreiding zijn bijvoorbeeld de agrarische natuurverenigingen en LTO. LTO wil investeren in regionale kenniscentra, waar een kruisbestuiving plaats moet vinden tussen onderwijs, onderzoek en ondernemerschap.

5. Conclusies en aanbevelingen

5.1 Optimalisering kosten

In deze studie zijn diverse factoren bekeken die van invloed zijn op de kosten voor aanleg en oogst van wilgenplantages. De belangrijkste factoren zijn:

- De beschikbaarheid en kosten van gespecialiseerde plant- en oogstmachines,
- De beschikbaarheid en kosten van stekmateriaal,
- Schaal (inzet van eigen arbeid en samenwerking),
- De mogelijkheden voor functiecombinaties.
- Hieronder worden voor de diverse factoren de belangrijkste conclusies en aanbevelingen weergegeven.

Machines

In Nederland zijn op dit moment, met uitzondering van de machines voor de commerciële griendcultuur, geen gespecialiseerde plantmachines voor wilgenplantages voorhanden. De machines uit de griendcultuur hebben echter een relatief lagere plantsnelheid in vergelijking met de meest toegepaste buitenlandse machines. De buitenlandse plantmachines zijn alleen beschikbaar op grotere afstand van Nederland en daarmee zijn de transportkosten hoog. Door grote oppervlakten te bewerken, al dan niet door samenwerking tussen verschillende eigenaren, kunnen deze kosten gereduceerd worden. Voor de aanplant van kleinere oppervlaktes kan worden volstaan met reguliere landbouwmachines of bosbouwmachines, maar om te zorgen voor aanplant van wilgenplantages in Nederland op grotere schaal is het belangrijk dat er op termijn ook hier meer gespecialiseerde (efficiënte) plantmachines beschikbaar komen.

In Nederland zijn vooralsnog alleen oogstmachines uit de griendcultuur voorhanden. Gespecialiseerde efficiënte oogstmachines zijn alleen op grote afstand beschikbaar (Denemarken, Duitsland, België). Aangezien wilgenplantages periodiek (elke twee tot vier jaar) moeten worden geoogst, heeft het geen zin om deze machines steeds weer uit het buitenland te laten overkomen. Er zullen dus op termijn voldoende efficiënte gespecialiseerde oogstmachines in Nederland beschikbaar moeten komen.

Er zal bij aannemers/loonwerkers alleen interesse zijn voor de aanschaf van plant- en oogstmachines als de verwachting bestaat dat ze (op termijn) winstgevend gemaakt kunnen worden. Dit betekent dat er voldoende areaal moet zijn om de machines aan het werk te houden. De beschikbaarheid van voldoende gespecialiseerde machines in Nederland is echter ook weer een belangrijke voorwaarde voor potentiële aanplanters van wilgenplantages om over te gaan tot aanleg. Een investeringssubsidie van de overheid zou kunnen helpen om op de korte termijn voldoende machines op de Nederlandse markt beschikbaar te krijgen.
Ook werktuigencoöperaties zouden een rol kunnen spelen in het beschikbaar krijgen van gespecialiseerde machines in Nederland.

Stekmateriaal
Het aantal kwekers en leveranciers van stekmateriaal is vooralsnog beperkt. De belangrijkste leverancier is SalixEnergi/Lantmännen SW. Zij hebben een netwerk van contractkwekers en distribiteurs in talloze Europese landen. Zij leveren dezelfde, met kwekersrecht beschermde klonen, maar het verdient aanbeveling om meerdere offertes op te vragen, omdat elk individueel bedrijf zijn eigen prijs mag vaststellen. De omvang van de bestelling heeft enige invloed op de prijs. Groter inkopen kan een besparing van 150-300 euro per hectare opleveren.
Het aantal beschikbare klonen/rassen is vooralsnog beperkt tot de klonen van SalixEnergi/Lantmännen SW en de beschikbare inheemse rassen uit de griendcultuur. Er wordt wel onderzoek gedaan naar nieuwe klonen in meerdere landen, maar dit heeft nog geen nieuwe klonen op de markt opgeleverd.
Er is tot op heden weinig ervaring in Nederland met de toepassing van soorten uit de griendcultuur in wilgenenergieplantages. De productie van deze soorten lijkt redelijk, maar het is de vraag of zij een vergelijkbare productie halen als de klonen van SalixEnergi/ Lantmännen SW. Voordeel van de soorten uit de griendcultuur is wel dat het hier gaat om inheemse soorten en dat het materiaal in Nederland beschikbaar is.

Schaal (inzet eigen arbeid en samenwerking)
De schaal waarop wilgenplantages worden aangelegd, is een belangrijke factor voor de aanleg- en oogstkosten. Voor de aanleg van kleinere oppervlakten kan het bijvoorbeeld aantrekkelijk zijn om een groot deel van de aanleg in eigen beheer uit te voeren met reguliere machines uit de land- en bosbouw.
Aan de andere kant kan ook schaalvergroting leiden tot kostenreducties omdat machines efficiënter worden ingezet en er inkoopvoordelen kunnen worden bereikt. Deze schaalvergroting kan worden bereikt door samenwerking tussen verschillende aanplanters (agrariërs, terrei-

neigenaren). Samenwerking bij de aankoop van stekmateriaal en de aanleg van plantages levert overduidelijk voordelen op. Stekprijzen dalen met een of enkele centen bij de aankoop van grotere hoeveelheden. Samenwerking op het gebied van gezamenlijk kopen en het gebruiken van gespecialiseerde plant- en oogstmachines door middel van een werktuigencoöperatie op het gebied van energieplantages kan aanzienlijke kostenbesparingen opleveren. Dit vergt echter een aanzienlijke groep vooruitstrevende energietelers met een gezamenlijk minimaal areaal van meerdere honderden hectare energieplantage. Wanneer door samenwerking een aanplant van enkele tientallen hectares kan worden gerealiseerd, kan het ook al aantrekkelijk zijn om een gespecialiseerde plantmachine (met plantteam) uit het buitenland te laten komen.

Om de effecten van de diverse factoren en de schaal op de aanlegkosten beter inzichtelijk te maken, zijn drie scenario's doorgerekend:
- Scenario 1: Aanplant 1 ha wilgenplantage door agrariër in eigen beheer,
- Scenario 2: Aanplant 5 ha wilgenplantage door griendhoutbedrijf,
- Scenario 3: Aanplant 20 ha wilgenplantage door buitenlands plantteam.

De aanplantkosten per hectare (excl. BTW) bedragen respectievelijk: 2.657 euro (scenario 1), 4.031 euro (scenario 2) en 2.818 euro (scenario 3). Voor de gedetailleerde berekening en de gehanteerde aannames wordt verwezen naar Paragraaf 2.3.

Functiecombinaties
Door een slimme inpassing van wilgenplantages in het landschap of de bebouwde omgeving kunnen win-winsituaties ontstaan waarbij enerzijds de gewenste ecologische, landschappelijke of milieutechnische functies worden vervuld en anderzijds de plantage biomassa oplevert die efficiënt kan worden geoogst en inkomsten genereert. Financiële middelen voor gebiedsinrichting en het beheer van natuur, landschap en openbaar groen kunnen op deze wijze efficiënter worden benut.
Voor een aantal functiecombinaties (wilgenteelt op braakliggende bedrijventerreinen, bij biologische kippenhouders, op voormalige stortplaatsen en langs wegbermen) zijn inmiddels initiatieven gestart om de mogelijkheden verder te onderzoeken en uit te dragen. Voor andere functiecombinaties, zoals wilgenteelt in ecologische verbindingszones en wilgenteelt in uiterwaarden, zijn nog geen pilots opgestart.
Daarnaast is het zaak om de mogelijkheden van wilgenplantages bekend te maken bij landschapsarchitecten, overheden en projectontwikkelaars, zodat deze partijen in een vroeg stadium deze inrichtingsvariant kunnen opnemen in inrichtingsplannen. Dit kan bijvoorbeeld door het organiseren van ontwerpateliers of het uitgeven van een inspiratiegids.

5.2 Optimalisering inkomsten

Afzet biomassa
Voor een eigenaar van een wilgenenergieplantage zijn er drie mogelijkheden om zijn biomassa (wilgenchips) af te zetten:

1. Levering aan de handel,
2. Levering aan centrale,
3. Gebruik biomassa voor eigen installatie.

Voor het direct leveren aan de centrale kan veelal een hogere prijs worden verkregen dan voor het leveren aan de handel. De prijs die men voor de wilgenchips ontvangt, hangt onder andere af van de hoeveelheid die men kan leveren, de leveringsgarantie (continuïteit) die men biedt en de kwaliteit (homogeniteit chips, aandeel bast en blad, vochtgehalte, et cetera). Leveren aan de installatie vergt vaak ook meer investering (in opslag, transport, et cetera). Het gebruik van de biomassa voor de eigen installatie levert in theorie de hoogste inkomsten op.

Valorisatie CO_2

Daarnaast lijken er kansen te liggen voor het valoriseren van de CO_2-credits die vrijkomen bij de inzet van wilgenchips voor de opwekking van duurzame energie. Deze kansen moeten echter verder worden onderzocht.

5.3 Kennisdeling

De primaire doelgroep voor de aanleg en exploitatie van energieplantages wordt gevormd door agrariërs en grondeigenaren met braakliggende of laag renderende grond. Er melden zich regelmatig agrariërs met kennisvragen over energieplantages bij Probos, dus kennisbehoefte bij deze doelgroep is aanwezig. Het verdient aanbeveling om te trachten een kennisnetwerk op te zetten binnen bijvoorbeeld de subsidieregeling Praktijknetwerken. De groep eigenaren met laagrenderende grond is zo diffuus dat er niet eenvoudig aangesloten kan worden bij een bestaand netwerk of platform. De doelgroep natuurbeheerders kan benaderd worden via de veldwerkplaatsen of de bijeenkomsten van de Koninklijke Nederlandse Bosbouwvereniging.

Bronnen

Literatuur

- Abrahamson, L.P., T.A. Volk, R.F. Kopp., E.H. White & J.L. Ballard. 2002. *Willow biomass producer's handbook.* Syracuse, State University of New York.
- Abrahamson, L.P., T.A. Volk, E. Priepke, J. Posselius, D.J. Aneshansley & L.B. Smart. 2008. *Development of a Willow Biomass Crop Harvesting System in New York. Presentation SRWCOWG Meeting: Minneapolis, MN AUG 19, 2008.* Syracuse, State University of New York.
- AEBIOM. 2008. *New dedicated energy crops for solid biofuels*. Brussels, The European Biomass Association.
- Alterra. 2010. *Normenboek Natuur, Bos en Landschap 2010. Tijd- en kostennormen voor inrichting en beheer van natuurterreinen, bossen en landschapselementen*. Wageningen, Alterra.
- Bennick, J., A. Holway, E. Juers & R. Surprenant. 2008. *Willow Biomass: An Assessment of the Ecological and Economic Feasibility of Growing Willow Biomass for Colgate University*. Hamilton, Colgate University.
- Boosten, M. 2011. *Verslag werkbezoek en netwerkbijeenkomst Biomassaforum in Flevoland. 26 september 2011*. s.l., Biomassaforum.
- Boosten, M. & J. Oldenburger. 2010. *Quick scan markt van houtige biomassa in de Achterhoek*. Wageningen, Stichting Probos.
- Boosten, M. & J. Oldenburger. 2011. *Kansen voor de aanleg van wilgenplantages in Nederland*. Wageningen, Stichting Probos.
- Boosten, M. & J. Oldenburger. 2012. *Op weg naar 32 PJ uit bos, natuur, landschap en de houtketen in 2020! Stand van zaken in de NBLH-sector in 2011*. Wageningen, Stichting Probos.
- Boosten, M. & P. Jansen. 2010. *Flevo-energiehout; Resultaten van groei- en Opbrengstmetingen en biodiversiteitsmetingen 2006-2008*.

Wageningen, Stichting Probos.
- Boosten, M. & P. Jansen. 2011. *Verslag studiereis wilgenenergieplantages Denemarken 8 en 9 november 2011*. Wageningen, Stichting Probos. (zie ook Bijlage 1)
- Caslin, B., J. Finnan & A. McCracken (Eds.). 2011. *Short rotation coppice willow best practice guidelines*. Carlow/Belfast, Teagasc Crops Research Centre & AFBI, Agri-Food and Bioscience Institute.
- CBS. 2012. *Hernieuwbare energie in Nederland*. Den Haag, Centraal Bureau voor de Statistiek.
- De Dobbelaere, A. 2011. *Ontwerpen van een agroforestry-systeem met korte omloophout*. Gent, Universiteit Gent, Faculteit Bio-ingenieurswetenschappen.
- DEFRA. 2002. *Growing short rotation coppice. Best practice guidelines. For Applicants to DEFRA'S Energy Crops Scheme.* London, Department for Environment, Food & Rural Affairs.
- Dinkelbach, L., J. van Doorn, R. Jansma, A. de Raad, J. Jager, M.J.G. Meeusen-van Onna, W. Huisman, A. Heineman, E. Annevelink & G.J. Kasper. 1999. *Mogelijkheden voor kostenreductie bij energieteelt. EWAB-rapport 9903*. Utrecht, Novem.
- EBPS. 2005. *De energieteelt van wilgen in Nederland*. Sittard, Stichting Energie Boerderij Project Sittard.
- Enerpedia. 2012. *Demonstraties van alternatieve oogstwijzen voor korte-omloophout*. Geraadpleegd 11 oktober 2012 via www.enerpedia.be.
- Jans, R. & L. Kuiper. 2001. *Eindrapport Project Flevo Energiehout 2000*. Wageningen, Stichting Bos en Hout.
- Jansen, P. & M. Boosten. 2012. Oogstdemonstratie Biobaler op De Borkeld. *Bosberichten.* 2012 nr. 9.
- Kool, A., G.J. Hilhorst & R.M.W. Groeneveld. 2004. *Gewasbescherming binnen de Grenzen. Resultaten gewasbescherming De Marke 1993-2002. Rapport 44*. Lelystad, WUR ASG, divisie Praktijkonderzoek.
- Koppejan, J. 2010. *Statusoverzicht Houtkachels in Nederland.* Enschede, Procede Biomassa.
- Kuiper, L. 2001a. *Praktijkexperiment aanleg en onderhoud van een energieplantage in Zevenbergen*. Wageningen, Stichting Bos en Hout.
- Kuiper, L. 2001b. *Praktijkexperiment met het eerste jaar onderhoud van energieplantages*. Wageningen, Stichting Bos en Hout.
- Kuiper, L. 2001c. *Praktijkproef met een oogstmachine uit de griendcultuur*. Wageningen, Stichting Bos en Hout.
- Kuiper, L. 2003. *Samenvatting van de resultaten van zes jaar onderzoek naar energieteelt*. Wageningen, Centrum voor Biomassa Innovatie.
- Liebhard, P. 2007. *Energieholz im Kurzumtrieb. Rohstoff der Zukunft*. Graz, Leopold Stocker Verlag.
- LNV. 2008. *Convenant Schone en Zuinige Agrosectoren*. Den Haag, Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit
- Lowthe-Thomas, S.C., F.M. Slater & P.F. Randerson. 2010. Reducing The Establishment Costs of Short Rotation Willow Coppice (SRC) - A Trial of a Novel Layflat Planting System at an Upland Site in Mid-Wales. *Biomass and Bioenergy*. 34; 677-686.
- Mantau, U., U. Saal, K. Prins, F. Steierer, M. Lindner, H. Verkerk, J. Eggers, N. Leek, J. Oldenburger, A. Asikainen & P. Anttila.

2010. *EUwood - Real potential for changes in growth and use of EU forests. Final report*. Hamburg, University of Hamburg – Centre of Wood Science.
- McCracken, A.R., J.P. Moore, L.R.E. Walsh & M. Lynch. 2010. Effect of planting vertical/horizontal willow (*Salix* spp.) cuttings on establishment and yield. *Biomass and Bioenergy*. 34; 1764-1769.
- Murach, D., L. Knur & M. Schultze. 2008. *DENDROM – Zukunftsrohstoff Dendromasse. Systemische Analyse, Leitbilder und Szenarien für die nachhaltige energetische und stoffliche Verwertung von Dendromasse aus Wald- und Agrarholz*. Remagen-Oberwinter, Verlag Kessel.
- Nahm, M., F. Brodbeck, U.H. Sauter. 2012. *Erntemethoden für Kurzumtriebsplantagen. Ergebnisse aus der Praxis*. Freiburg, Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg (FVA).
- Oldenburger, J. 2011. Is er in de toekomst voldoende hout voor iedereen? *Bosbericht*. Nr. 2-2011.
- Schweier, J. & G. Becker. 2012 Harvesting of Short Rotation Coppice – Harvesting Trials with a Cut and Storage System in Germany. *Silva Fennica*. 46; 2, 287-299.
- SNM. 2008. *Heldergroene biomassa. Een visie op de duurzaamheid van bio-energie*. Utrecht, Stichting Natuur en Milieu & De Provinciale Milieufederaties.
- Spijker, J. & M. Boosten. 2010. *Inzet van hout voor energie in de provincie Gelderland*. Wageningen, Stichting Probos.
- Turton, J. 2009. *The sustainable planting of willow coppice*. Hailsham, J. Turton Engineering.
- Volk, T.A., L.P. Abrahamson, E.H. White, R.F. Kopp & C.A. Nowak. 1999. Producing Short Rotation Willow Crops in the Northeastern United States. pp. 7-16. In: B.R. Hartsough (Ed.). *Proceedings of the Short-Rotation Woody Crops Operations Working Group. Second Conference 25-27 August 1998 Vancouver, Washington, USA*. Davis, Biological and Agricultural Engineering, University of California.
- VROM. 2007. *Nieuwe energie voor het klimaat. Werkprogramma schoon en zuinig*. Den Haag, Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer.

Websites

www.claas.com
www.ecn.nl
www.egedal.dk
www.enerpedia.be
http://grpanderson.com
www.heizung-direkt.de
www.inbo.be
www.jenz.de
http://landmaschinen.krone.de
www.nordicbiomass.dk
www.nyvraa.dk
www.praktijknetwerkenindelandbouw.nl
www.salixenergi.se
www.schmidtstahlbau.de
http://statline.cbs.nl.
www.turtonengineering.com

Informanten

- Dick van Aalsburg, Van Aalsburg Griendhouthandel B.V.
- Rob van Aalsburg, Van Aalsburg Griendhouthandel B.V.
- Peter Bekkers, Kuhn Geldrop B.V.
- Ben Olde Keizer, Volker Loon- en Grondverzetbedrijf
- Wim van Schaik, Van Schaik Salix V.O.F.
- Rini Scheer, Scheer Machines
- John Turton, Turton Engineering
- Pieter Verdonckt, Inagro

Diverse (loon)bedrijven actief op het gebied van prei- en koolteelt: Mts. Vollenberg (Castenray), Smits Groentekwekerij B.V. (Heurne), Seelen Loonbedrijf (Maasbree), Gebr. Hermans B.V. (Maasbree), Christiaens Agro Systems (Neer) en Poland B.V. (Waarland).

Bijlage 1: Verslag studiereis wilgenenergieplantages Denemarken, 8 en 9 november 2011

Martijn Boosten & Patrick Jansen, Stichting Probos
Wageningen, november 2011

Aanwezig:
Patrick Jansen, Stichting Probos
Martijn Boosten, Stichting Probos
Pieter Verdonckt, Inagro (B)
Ouafik El Kasmioui, Universiteit Antwerpen (B)
Sylvestre Njakou Djomo, Universiteit Antwerpen (B)
Kristof Mouton, Groep Mouton (B)

Ny Vraa Biomass (08-11-2011)
Het bedrijf is gestart in 1989 door vader Bach. Sinds 2002 wordt het bedrijf gerund door de zoons Henrik en Anders Bach. Het bedrijf is oorspronkelijk opgezet om wilg te telen als biomassa voor energiecentrales. Ny Vraa is tegenwoordig actief op diverse terreinen:

- Teelt wilg voor stekmateriaal, biomassa (chips) en scheuten (diverse producten: schermen, manden, et cetera). Licensee van Zweedse klonen (mag in principe niet in Nederland handelen, alleen met toestemming van SalixEnergi);
- Verwerking scheuten tot schermen e.d. (gebeurt in Polen);
- Verkoop stekmateriaal wilg;
- Aanplant en oogst korte-omloop-plantages wilg;
- Productie/aanpassing machines voor oogst, aanplant en onkruidbestrijding.

Ny Vraa heeft circa 230 hectare korte-omloop-plantages met wilg en 30 hectare met populier. De productie van wilg bij Ny Vraa ligt tussen

de 4 en 9 ton droge stof per hectare per jaar. Daarnaast hebben ze nog enkele hectares populier.

Het bedrijf is licentiehouder voor de verkoop van diverse Zweedse wilgenklonen in Denemarken. Voor verkoop in het buitenland moet er toestemming worden verleend door de Zweedse kweker Salix Energy Europe. Salix Energy Europe heeft nog niet zo lang geleden alle kwekersrechten voor wilgenklonen gekocht van Lantmännen.

- **Aanplant, onderhoud en oogst**

Stekprijs is circa €0,30 per meter bij aankoop van stekmateriaal voor 100 hectare. De prijs is lager bij (zeer) grote hoeveelheden en bij vroegtijdige bestelling. Er kunnen 4-5 stekken uit een meter (steklengte 20-25 cm) worden verkregen.
Ny Vraa heeft goede ervaringen met de klonen Inger, Tordis en Tora. Deze groeien goed op zowel zandige (drogere) bodems als zeer natte bodems. Bij late aanplant worden de stekken in een koelruimte bij -4°C gekoeld. Er kan dan tot april of zelfs juni geplant worden.

Voor de aanplant is een goede terreinvoorbereiding (ploegen) nodig. Er zijn goede ervaringen met diepploegen (60 cm). Voorafgaand aan de aanplant is het bovendien verstandig om het terrein een keer te rollen. Deze behandeling dient ook na de aanplant plaats te vinden. Dit heeft als voordeel dat alle stekken helemaal in de grond worden gedrukt, waardoor ze gelijkmatiger uitlopen. De aarde wordt bovendien goed rondom de stekken gedrukt, waardoor ze minder snel uitdrogen.

Voor oppervlaktes kleiner dan 5 hectare is het voordeliger om te planten met een bosploeg of een andere reguliere bosplantmachine. Voor grotere oppervlaktes kan de aanplant worden uitgevoerd met een Energy Planter. De 4-rijige machine plant 1,5 tot 3 hectare per uur. De 4-rijige planter kost €80.000,-. De 2-rijige planter kost 45.000,-. De aanplant vindt in Denemarken plaats van april tot in juni (met gekoelde stekken). Gemiddeld worden er tegenwoordig circa 12.000-15.000 stekken per hectare aangeplant.

Ongeveer tot 5 tot 6 weken na aanplant moet het onkruid worden bestreden met een wiedeg. Wanneer de wilgen 50 tot 60 cm hoog zijn, wordt er overgegaan tot onkruidbestrijding met een mulcher met twee uitsparingen op 75 cm afstand van elkaar zodat de wilgenstekken niet worden beschadigd (kosten zijn €5.500,- voor de lichtere versie en €10.000,- voor de zware versie). Het mulchen gaat door totdat de wilgen circa 100 cm hoog zijn. Tot deze hoogte zijn de wilgen flexibel genoeg om er met de mulcher overheen te rijden.

Ny Vraa gebruikt geen herbiciden of pesticiden. Chemische onkruidbestrijding werkt volgens Ny Vraa niet. Daarnaast stijgen de prijzen van herbiciden en pesticiden snel. Men heeft wel af en toe last van het wilgenhaantje en een insect dat bladeren oprolt (spint), maar tot op heden heeft dit geen ernstige gevolgen voor de productie. Om te voorkomen dat een jonge aanplant wordt aangetast door Engerlingen (larven van onder meer de meikever), plant men op plekken waar deze voorkomen pas in juni, aangezien de activiteit van Engerlingen dan is

gestopt. Roest wordt alleen tegengegaan door het selecteren van de juiste resistente klonen.

De oogst vindt normaal plaats van november tot en met maart. Het is echter mogelijk om tot half juni te oogsten. De oogst vindt bij Ny Vraa elke een tot twee jaar plaats.

Na de oogst wordt het terrein behandeld met een mulcher. Hiermee worden de stobben allemaal weer op gelijke hoogte afgezet. De mulcher zorgt er bovendien voor dat de stobben niet te breed worden (anders kunnen ze niet meer machinaal worden geoogst). Daarnaast worden eventuele oneffenheden (molshopen, etc.) in het terrein weggewerkt. De mulcher is bovendien geschikt voor onkruidbestrijding. Volgens Henrik Bach hebben de stobben niet te lijden van deze behandeling. De vraag is in hoeverre het mulchen de vitaliteit en productie van de stobben op langere termijn (na een aantal oogstcycli) beïnvloedt.

- **Energy Harvester**

De Energy Harvester is door Ny Vraa ontwikkeld. Hier wordt sinds 2007 aan gewerkt. Zij hebben daarvoor een suikerrietoogster uit Brazilië van JF Maquinas aangepast. Er zijn twee varianten: een 1-rijige oogstmachine en een 2-rijige oogstmachine. De 2-rijige machine is geschikt voor het Zweedse dubbelrij-plantsysteem (75 cm tussen de rijen en 150 cm tussen de dubbele rijen). Van de 1-rijige machine zijn er inmiddels vijf verkocht en van de 2-rijige machine vijftien. De machine oogst de scheuten en verhakselt deze meteen tot chips. Er zijn ongeveer 15 mechanisch aangedreven en 6 hydraulisch aangedreven machines verkocht. De machine weegt ongeveer 2 ton. De aanhangwagen heeft ongeveer hetzelfde gewicht. De afstand tussen de invoerrollen is 75 cm. De 'lijn' vergt een contragewicht van 800 kg aan de voorkant van de tractor (minimaal 200 pk).

De machine kan achter een trekker worden gekoppeld om hem over de weg te transporteren. Achter de machine zit een haak waaraan een wagen kan worden bevestigd om de chips in op te vangen. Zo kan in één rit de hele 'oogsttrein' over de weg worden getransporteerd. Wanneer de machine moet oogsten, wordt hij naast de trekker gedraaid. De kopakkers moeten een breedte hebben van 10-12 meter.

Het huidige prototype van de Energy Harvester draait al vier jaar. Men heeft nog nooit de koppen of messen hoeven te vervangen. De machine heeft een ingebouwde messenslijper waarmee in enkele minuten de messen kunnen worden geslepen. Volgens Ny Vraa vergt de machine weinig onderhoud. Alleen de olie moet jaarlijks worden ververst. Daarnaast moet alles regelmatig worden gesmeerd. De wielen kunnen worden voorzien van tracks. Dit vergt een halve tot hele dag. De machine wordt ongeveer 30% langzamer.

Kengetallen 2-rijige Energy Harvester:
- Gewicht: 2 ton;
- Benodigde trekkracht/aandrijfkracht: 200 PK;

- Trekker moet 8 hydraulische aansluitingen hebben (bij veel reguliere trekkers zijn dit er 4);
- Maximale oogstbare diameter: 4 cm (mag oplopen tot 6 cm);
- Oogstsnelheid: 0,5-1 hectare per uur (meer als je niet hoeft af te laden);
- De breedte tussen de rijen is vast: 75 cm;
- De oogsthoogte is variabel;
- Kosten: €36.000,- (de oorspronkelijke suikerrietoogster kost €28.000,-), de beweegbare arm waarmee de machine achter de trekker kan worden gehangen, kost nog eens €10.000,-.;
- Dieselgebruik 35 liter/uur (ter vergelijking: Claas: 70 liter/uur).

Een 1-rijige invoer heeft als voordeel dat de machine lichter is (900 kg), een lichtere trekker nodig heeft en dat de machine dikkere stammen kan verwerken. Deze machine is vooral interessant als je de uren niet doorberekent. De invoerrol kan uitschuiven.

De oogstdemo vond plaats in een 4-jarige wilgenplantage (kloon Inger) die elke 2 jaar wordt geoogst. De plantdichtheid is 12.000-14.000 stekken per hectare.

Het valt op dat vrijwel alle stobben gespleten of gerafeld zijn na de oogst. Volgens Henrik Bach is dit geen probleem. Het is de vraag in hoeverre dit de vitaliteit en productie van de stobben op langere termijn (na een aantal oogstcycli) beïnvloedt.

- **Diversen**

Van alle Noordwest-Europese landen worden in Denemarken de laatste jaren de meeste korte-omloop-plantages met wilg aangeplant:
2008: 80 hectare.
2009: 800 hectare.
2010: 1200 hectare.
2011 (tot op heden): 50 hectare (deze terugval is te wijten aan de economische crisis).

De wilgen zijn dit jaar een goed alternatief gebleken voor reguliere landbouwgewassen. De zomer en het najaar waren extreem nat, waardoor graan en andere akkerbouwgewassen niet konden worden geoogst en dus verloren zijn gegaan. De wilgen konden echter nog wel makkelijk worden geoogst.

In Zweden wordt er nauwelijks nog aangeplant. Er vindt wel veel aanplant plaats in Oost-Europa (Polen, Hongarije, Roemenië, Oekraïne). In Oost-Europa worden nog veel klonen illegaal verkocht (dus zonder afdracht van kwekersrechten). In Hongarije en Roemenië is de illegale verkoop van stekmateriaal inmiddels sterk teruggedrongen door de strenge eisen die de overheid stelt voor het verlenen van subsidies voor de aanleg van wilgenplantages.

Een machine moet minimaal 3 maanden per jaar gebruikt kunnen worden, oftewel 500 uur, om rendabel te kunnen zijn.

Vochtgehalte verse wilgenchips: 50-52%.

- **Contactgegevens**

Ny Vraa
Henrik Bach
Gammel Vråvej 31
9382 Tylstrup
Denmark
Tel. 0045-96966204
Mob. 0045-20157000
heb@nyvraa.dk
www.nyvraa.dk

Fjerritslev Fjernvarme (08-11-2011)
De Fjerritslev Fjernvarme centrale in Fjerritslev heeft een thermische capaciteit van circa 10 MW. De centrale verzorgt 2200 huishoudens in een straal van circa 50 km van warmte en warm tapwater. De huishoudens besparen hiermee circa 50% op hun stookkosten (ten opzichte van stoken met olie). De centrale verbruikt jaarlijks circa 23.000 ton natte chips. Ny Vraa levert jaarlijks 5000 tot 7000 ton (natte) wilgenchips. De centrale wordt daarnaast beleverd door twee andere partijen die houtchips uit de bosbouw leveren. De chips worden betaald naar GJ en niet per ton. De prijs is momenteel 42 DKK per GJ. Een ton droge wilgensnippers heeft een calorische waarde van circa 18.5 GJ. Omgerekend is de prijs dus circa €104,- per ton droge stof.

De centrale heeft natte chips nodig om een hoog rendement te halen. Via een speciaal proces wordt namelijk ook warmte gewonnen uit de waterdamp die ontstaat bij de verbranding van de chips.

Nordic Biomass (09-11-2011)
Nordic Biomass is sinds 1988 actief op het gebied van wilgenteelt. Tegenwoordig bestaat het bedrijf uit twee locaties: Villerup (Hjørring) en Hvidsted (Taars). Hier staan respectievelijk 110 hectare en 130 hectare korte-omloop-plantages met wilg. De gemiddelde productie van deze wilg ligt rond de 10 ton droge stof per hectare per jaar. Daarnaast heeft Nordic Biomass nog een klein perceeltje korte-omloop-plantage met robinia en 6 hectare populier in korte omloop. De ervaringen met populier zijn niet zo positief. De productie ligt een stuk lager (max. 7 ton droge stof per hectare per jaar). Daarnaast vertonen de plantages een slechte hergroei en veel uitval.

Het bedrijf richt zich niet primair op de productie van wilgenchips. Het hoofdproduct zijn wilgenscheuten waarvan diverse producten worden gemaakt, zoals geluidsschermen (die over de hele wereld worden verkocht). De scheuten die niet geschikt zijn voor schermen e.d. worden verhakseld. Nordic Biomassa wil zoveel mogelijk waarde toevoegen aan de wilg. Dit gebeurt door de productie van eindproducten zoals schermen, maar ook door het leveren van droge chips (20-30 % vochtgehalte) i.p.v. natte chips. Volgens Johannes Falk leveren droge chips twee keer zoveel op als natte chips, terwijl de productiekosten niet twee keer zo hoog zijn. De geoogste scheuten laat men eerst circa een half jaar liggen (op hopen), waarna ze worden verhakseld met een Claas Jaguar hakselaar. Dit kost circa €12,- per ton. Daarna worden de chips nog een keer gezeefd, zodat er een homogeen

droog eindproduct ontstaat dat kan worden gestookt in houtpelletkachels.

- **Aanplant, onderhoud en oogst**

Tegenwoordig worden er 12.000-15.000 stekken per hectare aangeplant. De stekken zijn 20 cm en steken niet of nauwelijks boven de grond uit. Na de aanplant kan het onkruid het beste (wekelijks) worden bestreden met een wiedeg. Het wiedeggen stopt als de wilgen 50-60 cm hoog zijn. De ervaring leert dat de wilgen makkelijk meebuigen en niet worden ontworteld door de wiedeg.

De aanplant kan worden uitgevoerd met een Step Planter. Nordic Biomass heeft de rechten verkregen van Salix Maskiner voor de productie en verkoop van de Step Planter. De 2-rijige Step Planter kost €29.000,-[28] en plant circa 0,5 hectare per uur. De 4-rijige Step Planter kost €40.000,-[29] en plant circa 1 hectare per uur. Maximum lengte van de stek is 21 cm.

De oogst vindt op zijn laatst begin juni plaats. Na de oogst wordt er 1 tot 1,5 liter Roundup per hectare gespoten om onkruid te bestrijden. Daarnaast worden insectenplagen en andere aantastingen chemisch bestreden (noodzakelijk bij grote oppervlakten). De wilgenplantages worden elk jaar bemest met 65-70 kg N per hectare. Dit gebeurt met kunstmest, stalmest of zuiveringsslib (*sewage sludge*).
Nordic Biomass heeft een Line Cultivator ontwikkeld om jaarlijks onkruidbestrijding mee uit te voeren en om mest of zuiveringsslib mee onder te werken. De Cultivator heeft twee uitsparingen op 75 cm afstand van elkaar zodat de wilgenstekken niet worden beschadigd. Met de Cultivator en trekker kan makkelijk over tweejarige wilgenscheuten worden gereden. De scheuten zijn flexibel genoeg. De Line Cultivator kost circa €18.000,-.

Voor het ruimen van een wilgenplantage is volgens Johannes Falk 8 tot 15 cm bodembewerking met een soort Meri Crusher voldoende. Nordic Biomass heeft hiervoor een Meric Crusher aangepast door er tanden aan te maken waarmee normaal asfalt wordt verwijderd. Het ruimen met deze machine kost circa €300,- per hectare (bij 12-jarige plantage). Deze bewerking kan echter alleen worden uitgevoerd op zandige bodems, niet op zware klei. Het ruimen van een plantage kan ook worden gedaan met een rotorkopeg. Er wordt een Deense Forst Flowmatic 500 gebruikt voor de bemesting (schatting aanschafkosten: €9000,-).

- **Stemster Mark III**

De 2-rijige Stemster oogstmachine is geschikt voor het Zweedse dubbelrij-plantsysteem. De stemster oogst de scheuten tot 15 cm (40-70 ton/uur). Deze moeten later worden verhakseld tot chips. Voor de Stemster is er ongeveer 100 hectare wilg (aaneengesloten of op korte afstand van elkaar) nodig om de machine efficiënt te kunnen inzetten. Om op termijn de aanschafkosten te kunnen dekken, is er jaarlijks circa 300 hectare wilg nodig die de Stemster kan oogsten. De Stemster vergt nauwelijks onderhoud. Bij continu gebruik moeten de zaagbladen circa 1 keer per week worden geslepen.

[28] *Naschrift oktober 2012: Deze prijs is inmiddels achterhaald. Op de prijslijst voor 2012 op de website van Nordic Biomass wordt een hogere prijs genoemd: €40.100,-.*

[29] *Naschrift oktober 2012: Deze prijs is inmiddels achterhaald. Op de prijslijst voor 2012 op de website van Nordic Biomass wordt een hogere prijs genoemd: €65.000,-.*

Kengetallen Stemster:
- Gewicht: 10 ton;
- De stemster kan 3 tot 5 ton aan wilgenscheuten dragen ;
- Benodigde trekkracht/aandrijfkracht: 160 PK;
- Maximale oogstbare diameter: 15 cm (mag oplopen tot 20 cm);
- Oogstsnelheid: 40-70 ton nat per uur;
- De oogsthoogte is variabel (tot 100-120 cm hoog);
- De totale werkbreedte is 290 cm;
- Kosten: circa € 215.000,-[30];
- Kopakker moet minimaal 10 meter breed zijn;
- De stemster heeft 300 hectare per jaar nodig om rendabel te zijn, dus bij een driejarige omloop 900 hectare (minimaal 500 uur per jaar);
- Eenmaal per week moeten de zaagbladen worden gescherpt.

De oogstdemo vond plaats in een 10-jarige wilgenplantage (kloon Torhild) die elke 3 jaar wordt geoogst. De plantdichtheid is 20.000 stekken per hectare. De staken dienen bij voorkeur niet op de grond gedroogd te worden en er moet voor gezorgd worden dat er niet te veel onkruid in groeit.

- **Diversen**

Het Deense klimaat is eigenlijk niet zo geschikt voor robinia. Deze soort is wel zeer geschikt voor de drogere bodems in Oost-Duitsland waar geen wilg wil groeien. De productie van robinia is hier 4 tot 7 ton droge stof per hectare per jaar.

- **Contactgegevens**

Nordic Biomass
Johannes Falk
Villerupvej 78
9800 Hjørring
Denmark
Tel. 0045-98962073
Mob. 0045-40372073
info@nordicbiomass.dk
www.nordicbiomass.dk

[30] *Naschrift oktober 2012: Deze prijs is inmiddels achterhaald. Op de prijslijst voor 2012 op de website van Nordic Biomass wordt een hogere prijs genoemd: €227.750,-*

Bijlage 2: Overzicht praktijknetwerken in de land- en tuinbouw 2012

1. Aardwarmtenet Noordland-Kapittelland (tuinbouw)
2. Sparen met precisie (akkerbouw)
3. Bewaren met verstand van UI-en-ergie (akkerbouw)
4. Bijen en biodiversiteit op de akkers (bijen)
5. Biologische cranberryteelt in Nederland (fruitteelt)
6. Boer, Bier & Water (akkerbouw)
7. Chrysanten-obesitas? Kwaliteit door samenwerking! (sierteelt)
8. Duurzame aanpak van ziekten, plagen en onkruid (akkerbouw)
9. Duurzame afzet voor duurzaam fruit (fruitteelt)
10. Functionele Biodiversiteit onder Glas (glastuinbouw)
11. GPS voor akkervogelbeheer op bouwland (akkerbouw)
12. Maïs in de klei zonder harde kluiten (akkerbouw)
13. Klimaat, bodem en biodiversiteit in duurzame boomteelt (boomteelt)
14. Koolzaad, teeltoptimalisatie en afzetverbreding (akkerbouw)
15. Maatlat duurzaam grondgebruik (akkerbouw)
16. Mechanische onkruidbestrijding Zuid-Limburg (akkerbouw)
17. Meten en samen vergelijken = weten (akkerbouw)
18. Naar een duurzame agroketen zilte aardappelen (akkerbouw)
19. Natuurlijke plaagbestrijding voor iedereen! (akkerbouw)
20. Ondernemen in de AGF-sector (akkerbouw)
21. Optimalisatie Grondgebonden Teelt Bommelerwaard (akkerbouw)
22. Optimalisatie teelt vanuit miniknollen (akkerbouw)
23. Overmatige wortelgroei (glastuinbouw)
24. Plantversterkers (akkerbouw)
25. Praktijknetwerk MRL in vollegrondsgroenten (tuinbouw)
26. Praktijknetwerk Perenschurft fruitteelt
27. RegRegioras: ambachtelijke veredeling op eigen erf (akkerbouw)

28. Resttest XL (akkerbouw)
29. Rijenbemesting Zuid-Limburg (akkerbouw)
30. Sierteeltcluster, grensoverschrijdend samenwerken! (sierteelt)
31. Slim en kostenbesparend bewaren (akkerbouw)
32. Smaakmakers keren de keten om! (glastuinbouw)
33. Snijhyacinten, nu en in de toekomst (sierteelt)
34. State of the art irrigatie tulp (bloembollen)
35. Telen van bladgewassen op water naar de praktijk (akkerbouw)
36. Tulpengalmijt onder de knie (bollenteelt)
37. Vernieuwd teeltsysteem asperges (akkerbouw)
38. VersvandeKweker (VvdK) duurzaam (tuinbouw)
39. Vogels in de boomkwekerij (boomkwekerij)
40. Waswater (boomkwekerij)
41. Culinair boeren (verbrede landbouw)
42. De Boer-Op-Streek-Markt (verbrede landbouw)
43. Duurzaam regionaal voedsel voor de stad (verbrede landbouw)
44. Een landschap van smaken (verbrede landbouw)
45. Mooie Maaltijd, kwestie van de juiste instelling (verbrede landbouw)
46. Natuurgrond, Graan en Onkruid (verbrede landbouw)
47. Praktijkexperiment boerderijwinkels werken met ken (verbrede landbouw)
48. Praktijknetwerk Vergaderen op de boerderij (verbrede landbouw)
49. Stadslandbouw in Harinxmaland (verbrede landbouw)

Summary

Optimizing costs and revenues of willow plantations: an exploratory study
Jansen, P. and M. Boosten, Probos
InnovationNetwork Report No. 13.2.xxx, Utrecht, The Netherlands, March 2013.

More demand for woody biomass

The Dutch government wants to increase the national energy consumption from renewable resources, including woody biomass, to 16% by 2020. However, international studies show that the demand for woody biomass will exceed the supply between 2015 and 2020. Until now it was relatively easy for Dutch wood-fired installations (for the generation of electricity and/or heating) to contract sufficient woody biomass. This woody biomass becomes available in the form of cuttings from forest, countryside or urban greenery management activities and as a waste product from the wood-processing industry. The amount of easily contractable biomass is limited, however. The restricted availability is partly because not all biomass is easy to harvest (at a reasonable price) and partly because of growing foreign demand for Dutch biomass. Alternative sources for woody biomass in the Netherlands are therefore being explored with increasing urgency, particularly as the importation of biomass is not always desirable from a sustainability perspective (transport distance, deforestation, etc.). Energy plantations of fast-growing tree species such as willow are viewed internationally as a potentially important supplier of woody biomass. Willow energy plantations generate good biomass production (compared to other tree species), can be regularly harvested (every two to three years) and are suitable for mechanized planting and harvesting. Moreover, cultivated biomass from willow plantations scores

high on the sustainability ladder of environmental organizations compared to other forms of biomass. Finally, recent research shows that the establishment and management of willow energy plantations is beneficial for a great many plants and animals.

Time is ripe for willow energy plantations

In the Netherlands Stichting Probos (and its predecessors) have already been developing knowledge about willow energy plantations for more than twenty years. Tens of hectares of willow plantations were planted for research purposes. To date, land owners (nature managers, farmers, country estate owners, etc.) have shown little interest in establishing willow energy plantations. Thanks to the growing number of wood-fired heating and electricity installations in the Netherlands and the resulting rise in demand for woody biomass, the time seems ripe for expanding the area of willow energy plantations in the Netherlands. A recent Probos study revealed that many sites suitable for willow plantations still remain unused. However, to foster interest among potential planters of willow energy plantations, it is necessary to obtain better insight into the opportunities for optimizing the associated costs and revenues. Probos carried out a study into this subject on behalf of InnovationNetwork. The findings are set out in this report.

Cost optimization

This study looked at various factors that influence the costs of establishing and harvesting willow plantations. The most important factors are:

1. The availability and costs of specialized planting and harvesting machinery
2. The availability and costs of planting material
3. Scale (use of own labour and cooperation)

The most important conclusions and recommendations for these factors are set out below.

1. Machinery

With the exception of machinery for commercial osier cultivation and leek/cabbage planters, no specialized planting machinery for willow plantations is currently available in the Netherlands. The planting speed of the specialized planting machinery is higher than that of osier, leek and cabbage cultivation machinery. The available machinery in the Netherlands can be used for the smaller areas. Optionally, planters could form cooperatives for the cost-efficient contracting of specialized machinery from abroad. The availability of specialized planting machinery in the Netherlands would encourage the cultivation of willow energy plantations.

The only harvesting equipment currently available in the Netherlands is osier harvesting machinery. Efficient specialized harvesting machinery must be fetched from distant locations (Denmark, Germany, Belgium). As willow plantations need to be harvested periodically (every two to four years), it makes little sense from a cost perspective to repeatedly obtain this machinery from abroad. This entails that sufficient efficient specialized harvesting machinery must in due course be made available in the Netherlands.

Contractors will only be interested in purchasing planting and harvesting machinery if this can be expected to generate a viable profit

within a reasonable time frame. This means that the willow plantation area must be sufficiently large to keep these machines in operation. However, the availability of sufficient specialized machinery in the Netherlands is also an important precondition for potential planters to actually decide to establish plantations. A government investment subsidy could help to resolve this chicken or egg problem in the short term. Machinery cooperatives could also play a role in making specialized machinery available in the Netherlands.

2. Planting material

The number of growers and suppliers of planting material is still limited. The most important supplier is SalixEnergi / Lantmännen SW, who have a network of contract growers and distributors in countless European countries. These supply the same Plant Breeder Right-protected clones, but it is advisable to request several quotes as each individual firm is allowed to determine its own price. The size of the order has some influence on the price. Larger orders (e.g. through collective purchasing) can lead to a saving of 150-300 euros per hectare. The number of available clones/species is currently limited to the clones of SalixEnergi / Lantmännen SW and the available indigenous species from osier cultivation. Research is being carried out into new clones in several countries, but this has not yet resulted in new clones in the market.

Until today, little experience has been gained in the Netherlands with the application of diverse Dutch osier species in willow energy plantations. The production from these species seems reasonable, but whether their production level is comparable to that of the SalixEnergi / Lantmännen SW clones is open to question. The advantages of the osier species are that they are indigenous, the material is available in the Netherlands and free of Plant Breeder's Rights.

3. Scale (use of own labour and cooperation)

The scale of the willow plantations is an important determinant of the planting and harvesting costs. For smaller areas, on the one hand, it may be attractive to establish and manage the plantation using own labour and standard agricultural and forestry machinery. On the other hand, a larger plantation can lead to cost reductions thanks to the more efficient use of machinery and purchasing advantages. A larger scale can be achieved through cooperation between different planters (farmers, estate owners). Cooperative purchasing of planting material and planting of willow plantations yields clear benefits. Planting material prices fall by one or several cents when larger volumes are purchased. Collective purchasing and collective use of specialized planting and harvesting machinery through a machinery cooperative can produce substantial cost savings for energy plantations. But to achieve this, a large group of forward-looking energy growers must join forces in order to create an energy plantation covering at least several hundreds of hectares. Even on a smaller scale, where several growers can collectively plant several tens of hectares, it may already be attractive to contract a specialized planting machine (and planting team) from abroad.

To obtain clearer insight into how the various factors and scale influence the initial planting costs, we looked at three scenarios:

- Scenario 1: The farmer plants a 1 ha willow plantation with own labour
- Scenario 2: A Dutch willow (osier) firm plants a 5 ha willow plantation
- Scenario 3: A foreign planting team plants a 20 ha willow plantation

The planting costs per hectare (excl. VAT) amount to, respectively, 2,657 euros (scenario 1), 4,031 euros (scenario 2) and 2,818 euros (scenario 3). Scenario 1 is the cheapest scenario, but entails that the land owner (farmer) must invest a large amount of his own time. Scenario 3 is also relatively cheap, but only possible if the area is large enough to contract a foreign planting team and planting machinery. Scenario 2 is based on machinery and planting materials that are already available in the Netherlands and applies to situations where the land owner is unable/unwilling to invest his own labour in planting and where the area of land is not large enough to justify bringing a foreign planting team and machinery to the Netherlands.

Optimization of income

The owner of a willow energy plantation has three potential destinations for his biomass (willow chips):

1. Supply to biomass traders
2. Supply to wood-fired installations
3. Use for own installations

Direct delivery to wood-fired installations usually fetches a higher price than supply to biomass traders, but is often not possible for relatively small volumes. The price received for the willow chips depends on e.g. the volume of supply, the reliability of delivery (continuity) and the quality (homogeneity of chips, bark/leaf ratio, humidity content, etc.). Delivery to wood-fired installation also usually requires a larger investment (in storage, transport, etc.). Using the biomass as fuel for the land owner's own installation theoretically yields the highest income.