



○ *Kansen voor de aanleg van
wilgenplantages in
Nederland*

Martijn Boosten & Jan Oldenburger

Wageningen, juni 2011

*Kansen voor de aanleg
van wilgenplantages in
Nederland*

Martijn Boosten & Jan Oldenburger

Wageningen, Juni 2011

Martijn Boosten, Jan Oldenburger

Kansen voor de aanleg van wilgenplantages in Nederland

Wageningen, Stichting Probos
In opdracht van Jan Iepsma, Agentschap NL
Juni 2011

Stichting Probos, Wageningen 2012
Postbus 253, 6700 AG Wageningen, tel. 0317-466555, fax 0317-410247
Email: mail@probos.nl; website: www.probos.nl

VOORWOORD

Stichting Probos en haar voorgangers (waaronder Stichting Bos en Hout) doen al sinds de jaren 80 onderzoek naar de teelt van snelgroeiende loofboomsoorten zoals wilg in korte omlopen. Lange tijd was Nederland in Europa één van de voorlopers op dit onderzoeksgebied. Ook in andere Europese landen is in de loop der jaren veel kennis op dit gebied ontwikkeld. In de jaren negentig is men bijvoorbeeld in Zweden, en in mindere mate in het Verenigd Koninkrijk en Frankrijk, gestart met de aanleg van wilgenplantages als energiegewas. De laatste jaren is er door de discussie over klimaatverandering en de stijgende behoefte aan duurzame energiebronnen toenemende aandacht voor de teelt van houtige energiegewassen. Bij onze oosterburen schieten de plantages met snelgroeiend loofhout als het ware als paddenstoelen uit de grond. Hoewel wilgengrienden van oudsher thuis horen in het Nederlandse cultuurlandschap, was er tot voor kort in Nederland nauwelijks aandacht voor de aanleg van wilgenplantages. Vanwege de grote druk op de beschikbare grond vanuit de landbouw, natuurontwikkeling en stedenbouw en de beschikbaarheid van andere goedkopere (fossiele) brandstoffen was de aanleg van plantages met wilg of andere loofhoutsoorten als energiegewas lange tijd niet aantrekkelijk.

Vanwege de huidige Nederlandse klimaat- en duurzame energiedoelstellingen en de actuele stijgende wereldwijde vraag naar houtige biomassa voor duurzame energieopwekking is het nodig om de aanleg van wilgenplantages in Nederland serieus te overwegen. Om deze overweging goed te kunnen maken is inzicht nodig in de beschikbaarheid van gronden voor de aanleg van wilgenplantages en de kosten en baten van dergelijke plantages. Probos heeft in opdracht van Agentschap NL deze zaken in kaart gebracht. De informatie uit dit rapport kan dienen als basis voor de uitwerking van concrete businesscases voor de aanleg van wilgenplantages in Nederland.

INHOUDSOPGAVE

VOORWOORD	3
INHOUDSOPGAVE	5
1 INLEIDING	7
1.1 Aanleiding	7
1.2 Doel	8
1.3 Leeswijzer	8
2 HISTORIE EN STAND VAN ZAKEN WILGENPLANTAGES	9
2.1 Nederland	9
2.2 Europa	11
3 POTENTIËLE TERREINEN	13
3.1 (Braakliggende) Bedrijventerreinen	13
3.2 Robuuste verbindingzones	18
3.3 Hydrologische bufferzones, uiterwaarden en waterretentiegebieden	19
3.4 Baggerdepots	21
3.5 Stortplaatsen	23
3.6 Overige verontreinigde terreinen	26
3.8 Samenvatting potentiële terreinen	29
4 KOSTEN EN OPBRENGSTEN WILGENPLANTAGES	31
4.1 Uitgangspunten berekening kosten en opbrengsten	31
4.2 Kosten-batenberekening	34
5 RELEVANTE WET- EN REGELGEVING	41
5.1 Boswet en Gemeentelijke kapverordening/bomenverordening	41
5.2 Flora- en faunawet	41
5.3 Wet Milieubeheer: afval of geen afval	42
5.4 Overig	42
6 CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN	43
6.1 Conclusies	43
6.2 Aanbevelingen	43
BRONNEN	47

1 INLEIDING

1.1 Aanleiding

In Nederland staat biomassa op dit moment volop in de belangstelling. Het vorige kabinet heeft met het werkprogramma ‘Nieuwe energie voor het klimaat: Schoon en Zuinig’ de ambitie neergelegd voor 20% duurzame energie in 2020. Deze doelstelling is weliswaar door het huidige kabinet naar beneden (14%) bijgesteld, maar vraagt nog steeds een grote toename in het gebruik van biomassa. In het convenant ‘Schoon en Zuinige Agrosectoren’ (2008) hebben de NBLH¹-sector en de overheid de ambitie uitgesproken in 2020 32 PJ aan duurzame energie op te wekken uit door deze sector geleverde biomassa. Aangezien de import van biomassa uit duurzaamheidsoogpunt (transportafstand, ontbossing etc.) niet altijd wenselijk is, ligt het voor de hand ook in Nederland, waar mogelijk en haalbaar, biomassa te oogsten en te telen. Energieplantages van snelgroeiende boomsoorten, zoals bijvoorbeeld wilg, populier, els en robinia zijn aantrekkelijke biomassa-producenten. Ze zijn efficiënt te telen, zijn zeer geschikt voor de op dit moment toegepaste conversietechnologie en duurzaam. In het verleden is er in Nederland, maar ook daarbuiten, al veel kennis vergaard over dergelijke energieplantages (zie hoofdstuk 2). Voor de Nederlandse situatie lijken wilgen het meest geschikt om te worden aangeplant in energieplantages. Ze passen van oudsher goed in het Nederlandse cultuurlandschap, ze hebben (in vergelijking met de andere boomsoorten) een goede biomassa-productie, een zeer goed uitstoelend vermogen na de oogst en zijn makkelijk toepasbaar voor gemechaniseerde aanplant en oogst. Bovendien leveren ze een bijdrage aan de biodiversiteit in het landelijk gebied (zie bijvoorbeeld Vonk, 2008; Boosten & Jansen, 2010).

Door de grote druk op de beschikbare grond vanuit de landbouw, natuurontwikkeling en stedenbouw en de beschikbaarheid van andere goedkopere (fossiele) brandstoffen, kwam in Nederland tot voor kort de aanleg van wilgenplantages nog niet echt van de grond. Gezien de huidige Nederlandse klimaat- en duurzame energiedoelstellingen en de stijgende wereldwijde vraag naar houtige biomassa voor duurzame energieopwekking is het nodig om de aanleg van wilgenplantages in Nederland nu serieus te overwegen. Om deze overweging te kunnen maken is inzicht nodig in de beschikbaarheid van geschikte gronden voor de aanleg van wilgenplantages en de kosten en baten van dergelijk plantages. Deze informatie was tot op heden niet voorhanden of sterk verouderd. Probos heeft in opdracht van Agentschap NL deze kennis bijeengebracht en waar nodig geactualiseerd.

Eén van de acties uit het jaarwerkplan 2011 van het Werkprogramma Schone en Zuinige Agrosectoren, Sector NBLH (Agentschap NL, 2011) richt zich op het verkennen van de haalbaarheid en uitvoering van proefprojecten voor de aanleg van wilgenplantages. Om te komen tot concrete businesscases voor de aanleg van wilgenplantages en om gericht voorlichting te geven is het ten eerste belangrijk een overzicht te hebben van geschikte terreinen voor de aanleg van wilgenplantages. Dit zijn bij voorkeur terreinen waar wilgenteelt uit duurzaamheids- en rentabiliteitsoogpunt niet hoeft te concurreren met de productie van voedsel- en voedergewassen. Voorbeelden van deze terreinen zijn:

1. Terreinen waarvoor nog geen bestemming is gevonden, zoals terreinen die tijdelijk braak liggen (incl. leegstaande bedrijventerreinen, nog te ontwikkelen bouwlocaties);
2. Terreinen waarbij de teelt van wilgen voor energie slim gecombineerd kan worden met andere functies, zoals natuurontwikkeling op verontreinigd terreinen of baggerdepots, het creëren van groene bufferzones tussen intensieve landbouw en natuur, etc.

Hoofdstuk 3 van dit rapport bevat een overzicht van potentiële terreinen voor wilgenteelt.

¹ NBLH: Natuur, Bos, Landschap en Houtketen

Als verdere basis voor een business case en om in het algemeen potentiële ‘aanplanters’ van wilg voor te lichten over de mogelijkheden, is een actueel overzicht van kosten voor de aanleg van wilgenplantages nodig. Dit is uitgewerkt in hoofdstuk 4. Verder is het noodzakelijk de relevante wet- en regelgeving ten aanzien van wilgenplantages helder op een rij te zetten. Dit is gedaan in hoofdstuk 5.

1.2 Doel

Doel van dit rapport is het bieden van een overzicht van de meest kansrijke terreinen en de daaraan gekoppelde randvoorwaarden (zoals kosten en wet- en regelgeving) voor de aanleg van wilgenplantages als leveranciers van biomassa in Nederland. De resultaten uit dit rapport kunnen worden gebruikt als basis voor de uitwerking van concrete business cases voor wilgenplantages en voorlichting over dit onderwerp.

1.3 Leeswijzer

Alvorens in te gaan op kansrijke terreinen voor de aanleg van wilgenplantages in Nederland wordt in hoofdstuk 2 een overzicht gegeven van de historie en stand van zaken met betrekking tot de aanleg van wilgenplantages in Nederland en Europa. Vervolgens komen in hoofdstuk 3 de verschillende potentiële terreinen aan bod. In hoofdstuk 4 wordt een uitgebreid kostenoverzicht voor de aanleg en het beheer van wilgenplantages gegeven waarin de meest actuele gegevens zijn verwerkt. In hoofdstuk 5 wordt ingegaan op de wet- en regelgeving waarmee een initiatiefnemer te maken kan krijgen. Daarna worden in hoofdstuk 6 de belangrijkste conclusies samengevat en aanbevelingen gedaan voor verdere acties op dit thema.

2 HISTORIE EN STAND VAN ZAKEN WILGENPLANTAGES

In deze paragraaf wordt een beknopt (historisch) overzicht gegeven van de ervaringen met wilgenplantages in Nederland en Europa.

2.1 Nederland

Wilgenteelt is in Nederland geen nieuwe bezigheid. Van oudsher komen er langs de grote rivieren wilgengrienden voor. Uit deze grienden werden wilgentenen geoogst voor vlechtwerk en toepassingen in de waterbouw, zoals zinkstukken voor dijkaanleg. Dit was jarenlang een belangrijke economische activiteit waarnaar uitgebreid onderzoek werd gedaan (Tuinzing, 1938; Schepers *et al.*, 1992). Tegenwoordig wordt er, zij het op kleinere schaal, nog steeds in wilgengrienden rijshout geoogst voor waterbouwkundige toepassingen.

In de jaren 70 van de twintigste eeuw is er in Nederland al gestart met onderzoek naar snelgroeiende loofhoutsoorten in zogenaamde korte omloopteelten². Het onderzoek richtte zich destijds vooral op de teelt van populier als grondstof voor de houtverwerkende industrie, zoals vezelhout voor de papier- en plaatindustrie (Kuiper & Kolster, 1996; Kuiper, 2003). Na verloop van tijd kwam er ook aandacht voor korte omloopteelten met snelgroeiende boomsoorten zoals wilg als brandstof voor duurzame energie. In de periode 1993-1999 is door het Centrum voor Plantaardige Vezels in samenwerking met Stichting Bos en Hout langlopend veldonderzoek uitgevoerd naar de aanleg en het onderhoud van energiebeplantingen met de boomsoorten wilg, populier, robinia en es op zeven proeflocaties verspreid over Nederland. Deze proeven hadden een gezamenlijke oppervlakte van ruim 20 hectare (Kuiper, 2003). Uit deze proeven blijkt dat wilg vanwege onder meer zijn goed uitstoelend vermogen de meest geschikte soort is om in hakhoutbeheer in korte omlopen te telen. De meeste percelen waren voor het onderzoek gehuurd voor een periode van 10 jaar. De proeven zijn in 1999 door geldgebrek gestopt. Uit een inventarisatie van Probos in het voorjaar van 2011 blijkt dat na afloop van het veldonderzoek de proefbeplantingen, op één beplanting na, zijn geruimd door de terreineigenaren waarvan de grond was gehuurd.

In dezelfde periode is door het toenmalige IMAG-DLO 17 hectare energiebeplanting aangelegd in de Wieringermeer voor proeven met de mechanisatie van aanleg en oogst. Deze beplanting is in 1998 opgegaan in het Euro-joule project, waarin onderzoek werd gedaan naar biomassateelt in combinatie met baggerspecie op landbouwgrond (Gigler *et al.*, 1999; Kuiper, 2003; Vermeulen *et al.*, 2004). In 1995 zijn door het Energie Boerderij Project Sittard 4 hectare wilgenplantage aangelegd in Asselt en Susteren. In de plantages werd onderzoek gedaan naar teelt, CO₂-vermijding en economische haalbaarheid. Dit project is ook vanwege geldgebrek vroegtijdig gestopt (Kuiper, 2003; EBPS, 2005).

In 1999 en 2000 zijn op diverse plekken in Flevoland energieplantages aangelegd met wilg en populier. Deze plantages bedragen in totaal ca. 45 ha. Doel van deze plantages was ervaring op te doen met de aanleg en het beheer van energiebeplantingen op semi-praktijkschaal (Jans & Kuiper, 2001). Eén plantage is sindsdien geruimd. De overige plantages worden nog steeds actief beheerd.

² Korte omloopteelt: teelt waarbij de boomsoort met regelmatige intervallen (2 tot 10 jaar) wordt geoogst, waarna de boom weer met nieuwe scheuten uitloopt vanuit de stobbe.

Figuur 2.1

Impressie van wilgenplantages in Flevoland (foto's Probos)



In de periode 2006-2008 is er op deze locaties een monitoringsprogramma opgezet om inzicht te krijgen in:

- de groei- en opbrengst (biomassaproductie) van de plantages;
- de biodiversiteitswaarde van de plantages.

Met name de biodiversiteitswaarde van de wilgenplantages bleek verrassend hoog en complementair te zijn aan natuurlijk opgaand wilgenbos (Boosten & Jansen, 2010).

Tot voor kort kwamen in Nederland particuliere initiatieven voor de aanleg van wilgenplantages, los van de onderzoeksprojecten, niet of nauwelijks van de grond. Dit was te wijten aan de relatief beperkte vraag naar houtige biomassa en de beschikbaarheid van goedkopere alternatieve bronnen voor houtige biomassa, zoals snoei- en rooihout uit groenonderhoud, bosbouw en wegverbredingen en resthout uit de houtverwerkende industrie. Met de toenemende aandacht voor duurzame energie en de stijgende vraag naar houtige biomassa lijkt er een kentering te komen. Steeds meer bedrijven en instellingen met een grote warmtevraag, zoals glastuinbouwers, pluimveehouders, woningcorporaties en zwembaden, gaan over tot het plaatsen van houtgestookte verwarmingsinstallaties (zie bijvoorbeeld: Boosten & Oldenburger, 2010; Spijker & Boosten, 2010). Diverse particulieren overwegen de aanleg van energieplantages met bijvoorbeeld wilg om in hun eigen brandstof te kunnen voorzien. Een belangrijke drijfveer hierbij is dat ze ook op langere termijn verzekerd willen zijn van een betaalbare biomassastroom, aangezien men verwacht dat er krapte kan ontstaan op de biomassamarkt.

2.2 Europa

In de jaren 70 kwam een Zweedse delegatie op bezoek in Nederland om kennis op te doen over de proefbeplantingen met snelgroeïend loofhout. In Zweden is men sindsdien voortvarend aan de slag gegaan met de uitwerking van een teeltconcept voor wilgenplantages (Kuiper, 2003). Jarenlang onderzoek heeft bijvoorbeeld diverse goede bruikbare wilgenvariëteiten (klonen) opgeleverd. Nog steeds verschijnen er nieuwe Zweedse wilgenklonen op de markt die beter resistent zijn tegen ziekten en/of hoge opbrengsten leveren. Zweden kent momenteel ruim 10.000 hectare korte omloopplantages met wilg (Mantau *et al.*, 2010) waaruit biomassa wordt geoogst voor verwarmings- en elektriciteitscentrales. In de jaren 90 begon men ook in het Verenigd Koninkrijk met de aanleg van proefplantages met wilg. Het huidige areaal aan wilgenplantages wordt geschat op ruim 5.000 hectare (Mantau *et al.*, 2010). Bij onze Oosterburen zijn korte omloopplantages met wilg, populier, robinia en els de laatste jaren sterk in opkomst. In 2010 bedroeg het areaal in Duitsland circa 2.500 hectare (Mühlhausen, 2010). Er bestaan echter diverse plannen voor uitbreiding van dit areaal. Het Duitse energiebedrijf RWE plant bijvoorbeeld de aanleg van 10.000 hectare korte omloopplantages die biomassa moeten leveren voor 10 van haar elektriciteitscentrales. In al deze landen wordt, naast teeltkundig onderzoek naar bijvoorbeeld opbrengsten en geschikte wilgensoorten en -variëteiten (klonen), ook steeds meer onderzoek gedaan naar de biodiversiteitswaarde van dergelijke plantages (zie bijvoorbeeld Cunningham *et al.*, 2004; Augustson *et al.*, 2006; Burger, 2006; Sage *et al.*, 2006).

In Vlaanderen is er pas recent aandacht voor de aanleg van energieplantages met wilg en populier. Er zijn nog nauwelijks plantages aangelegd, maar er wordt wel gewerkt aan diverse onderzoeks- en demonstratieprojecten van korte omloopteelt met wilg en populier. Hierbij is onder andere bij een glastuinbouwer een korte omloopplantage aangeplant die biomassa levert voor de houtgestookte installatie waarmee de kassen worden verwarmd. Andere projecten richten zich bijvoorbeeld op de combinatie van wilgenteelt en bodemzuivering en wilgenteelt en kippenhouderij. (De Somviele, 2007, De Somviele *et al.*, 2009; Meiresonne *et al.*, 2009; websites project VerKOHT en Enerpedia). Over de rest van België en Frankrijk zijn geen cijfers bekend over het areaal aan wilgenplantages.

Het totale areaal aan korte omloopplantages van wilg en andere loofboomsoorten in de Europese Unie wordt geschat op enkele tienduizenden hectares (Mantau *et al.*, 2010). Enkele landen, zoals Hongarije en het Verenigd Koninkrijk hebben concrete doelstellingen om hun areaal te verhogen tot respectievelijk 50.000 en 47.500 hectare (Anonymus, 2009).

3 POTENTIËLE TERREINEN

Voor het zoeken naar potentiële terreinen voor wilgenplantages is er gekeken naar terreinen waar wilgenteelt niet hoeft te concurreren met landbouw, aangezien uit rentabiliteitsoogpunt de teelt van wilg vooralsnog vaak niet kan concurreren met de teelt van landbouwgewassen. Bovendien is het vanuit duurzaamheidsoogpunt niet wenselijk dat de teelt van biomassa de productie van voedsel en voedergewassen verdringt.

In dit hoofdstuk wordt voor verschillende potentiële terreinentypen een overzicht van de kenmerken en geschiktheid voor de aanplant van wilgenplantages gegeven. Daarnaast wordt, waar mogelijk, een inschatting van het beschikbare areaal en de spreiding over Nederland gemaakt.

3.1 (Braakliggende) Bedrijventerreinen

Nederland telt 3.569 bedrijventerreinen (werklocaties excl. zeehavens). Een bedrijventerrein is een werklocatie van minimaal 1 ha bruto bestemd en geschikt voor gebruik door handel, nijverheid en industrie. Op deze terreinen kan ook enige commerciële en niet-commerciële dienstverlening (zoals kantoorgebouwen, detailhandel) aanwezig zijn, maar deze hebben samen een minderheidsaandeel in de terreinoppervlakte. De volgende terreinen vallen er niet onder:

- terrein voor grondstofwinning, olie en gaswinning;
- terrein voor waterwinning;
- terrein voor agrarische doeleinden zonder verwerkende industrie en logistiek;
- terrein voor afvalstort.

Totale oppervlakte

De totale oppervlakte bedrijventerreinen (werklocaties excl. Zeehavens) bedraagt in Nederland meer dan 82.000 ha (Arcadis, 2010). De gemiddelde grootte van een bedrijventerrein is dus 23 ha. Gemiddeld is 76% van de oppervlakte op een bedrijventerrein bedoeld voor bebouwing. De rest van de oppervlakte bestaat uit ruimte voor infrastructuur en groenvoorziening. Volgens Nijland (2009) is 10 tot 20% voor groen gereserveerd. Van de totale oppervlakte bedrijventerreinen is meer dan 11.000 ha nog niet verkocht of verpacht en dus beschikbaar voor uitgifte. 80% Van deze oppervlakte wordt uitgegeven door gemeenten en de rest is in particulier eigendom. Binnen de oppervlakte terreinen die nog niet is verkocht is 50% van de oppervlakte terstond uitgeefbaar (5.680 ha). Dat betekent dat de locaties bouwrijp zijn en de andere helft (5.920 ha) is op langere termijn beschikbaar en dus nog niet bouwrijp. Op een bouwrijp bedrijventerrein is de infrastructuur, zoals wegen, aansluitingen voor elektra, water, gas etc. en riolering aangelegd. Indien een bedrijf zich wil vestigen kan meteen met de bouw worden begonnen.

De prijs per m² kavel voor grond op werklocaties varieert van circa €35,- in de provincie Friesland tot circa €256,- in de provincie Zuid-Holland. De gemiddelde grondprijs per m² bedroeg in 2009 €109,- (Arcadis, 2010).

Beschikbaarheid

De oppervlakte bedrijventerreinen die nog niet is uitgegeven zou in potentie beschikbaar kunnen zijn voor de tijdelijke teelt van wilgen. Waarbij de terreinen die terstond uitgeefbaar zijn minder voor de hand lijken te liggen dan de terreinen die pas op langere termijn beschikbaar komen, omdat het voor de hand lijkt te liggen dat de terreinen in de eerste categorie sneller bebouwd zullen worden. De terreinen uit de eerste categorie worden echter

niet bij voorbaat buiten beschouwing gelaten, omdat het ook bij deze terreinen lang kan duren voordat bedrijven zich er vestigen.

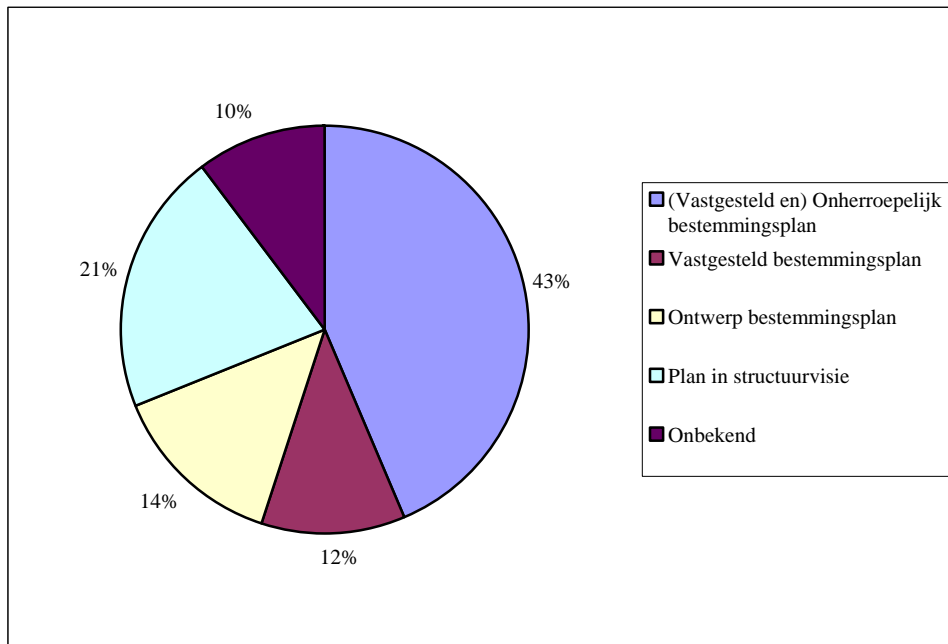
Om te bekijken wat de status van beide type terreinen (terstond uitgifbaar en niet terstond uitgifbaar) is, is gekeken in welk stadium het bestemmingsplan zich bevindt. Voor 88% van de oppervlakte die terstond uitgifbaar is, is het bestemmingsplan onherroepelijk vastgesteld. Daarnaast is voor 7% het bestemmingsplan vastgesteld, maar nog niet onherroepelijk. Dat kan ook niet anders, omdat de eigenaar anders het risico niet zou hebben genomen de grond bouwrijp te maken.

Figuur 3.1 laat zien dat dit voor de terreinen die niet terstond uitgifbaar zijn een ander verhaal is. Slechts voor 43% van deze terreinen is het bestemmingsplan onherroepelijk vastgesteld. Voor 21% van deze terreinen is het plan alleen vastgelegd in de structuurvisie en voor 14% is er een ontwerp bestemmingsplan. Dit betekent dat het niet voor de hand ligt dat deze terreinen reeds zijn aangekocht voor de vestiging van bedrijven en dat ze naar alle waarschijnlijkheid nog als landbouwgronden in gebruik zijn en dus ook deze bestemming nog hebben. Er wordt daarom vanuit gegaan dat niet terstond uitgifbare terreinen waarvoor het bestemmingsplan nog niet onherroepelijk is vastgesteld ook op korte termijn niet beschikbaar zijn voor tijdelijke wilgenteelt. De oppervlakte waarvoor dit geldt kan dus in mindering worden gebracht op het totale oppervlak dat nog niet is uitgegeven.

De terstond uitgifbare oppervlakte bedraagt ongeveer 5.700 ha en de gereduceerde niet terstond uitgifbare oppervlakte komt uit op ongeveer 2.500 ha. In de niet terstond uitgifbare oppervlakte is ook de oppervlakte van de tweede Maasvlakte (ca. 1.000 ha) verwerkt.

Figuur 3.1

Stadium waarin het bestemmingsplan zich bevindt voor de oppervlakte (5.920 ha) bedrijventerreinen die niet terstond uitgifbaar is.



Zoals hierboven is vermeld zijn de meeste locaties in handen van particulieren of gemeenten. Er kan vanuit worden gegaan dat gemeentes sneller geneigd zullen zijn tot het aanleggen van wilgenplantages op de nog niet bebouwde bedrijventerreinen dan particulieren. Het argument hiervoor is driedig: ten eerste kan er een bijdrage worden geleverd aan de gemeentelijke duurzame energie- en klimaatdoelstellingen, ten tweede krijgen de terreinen een nuttige

bestemming waaruit op termijn inkomsten kunnen worden gerealiseerd en ten derde kunnen de aangeplante wilgen na bebouwing deels dienst doen als groenvoorziening die veelal toch door de gemeentes dient te worden aangelegd.

Permanente wilgenplantages als groenvoorziening op bedrijventerreinen kunnen bijdragen aan:

- CO₂ neutrale bedrijventerreinen/lokale duurzame energie- en klimaatdoelstellingen;
- Groen imago van een bedrijventerreinen;
- Verhogen van de biodiversiteit van bedrijventerreinen;
- Kostenneutrale of wellicht winstgevend aanleg en onderhoud van deze groenvoorziening.

Tijdelijke energieplantages op braakliggende bedrijventerreinen hebben naast de bovengenoemde voordelen nog het voordeel dat ze een nuttige bestemming geven aan braakliggende terreinen wanneer er na de aankoop door gemeenten of projectontwikkelaars geen landbouw meer op plaatsvindt. Tot slot voorkomen wilgenplantages dat op deze terreinen onderhoudskosten moeten worden gemaakt voor bijvoorbeeld het verwijderen van overlastgevend onkruiden, zoals distels.

Vanwege de bovenstaande argumenten ligt in de verdere analyse de nadruk op de werklocaties die in gemeentelijk eigendom zijn.

7poorter griend

Om bovenstaande redenen is in het voorjaar van 2011 op bedrijventerrein 7poort in Zevenaar door groenbedrijf BKC in samenwerking met de gemeente Zevenaar een pilot gestart, waarbij op het bedrijventerrein één hectare wilg is aangeplant. Deze wilg zal worden gebruikt als brandstof voor de houtgestookte verwarmingsinstallatie in het bedrijfspand van BKC. Er bestaan plannen voor uitbreiding van deze plantage in het najaar van 2011 (Probos, 2011).

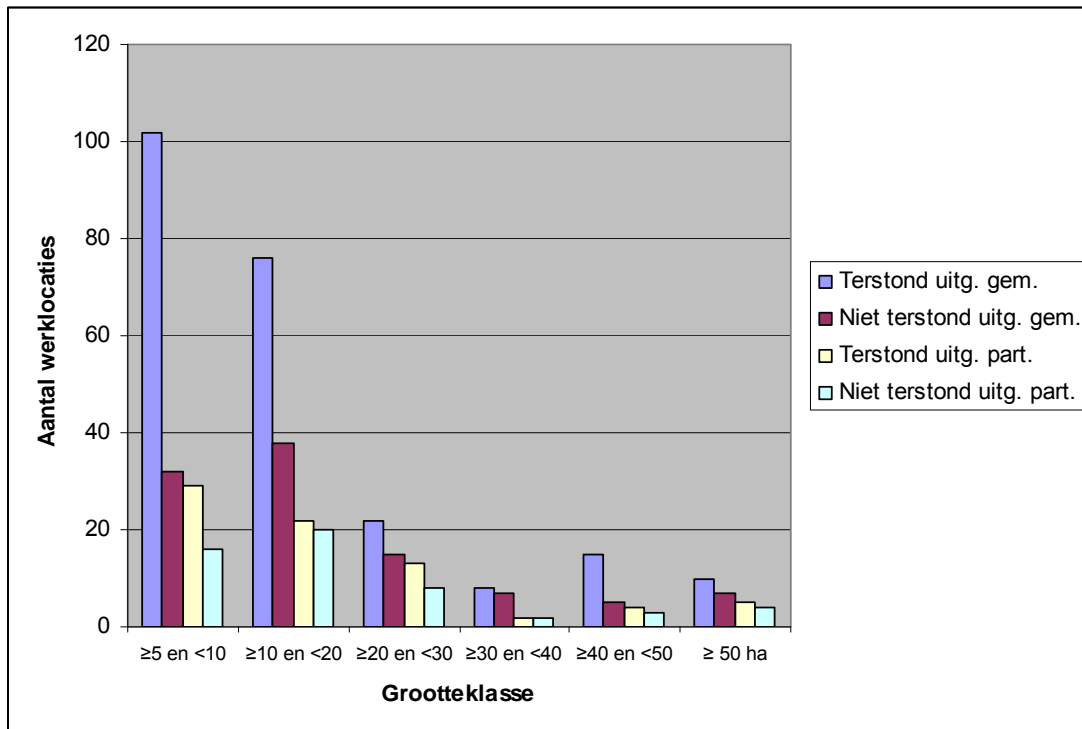
Grootteklassen en spreiding over de provincies

In de verdere analyse van de terstond en niet terstond uitgeefbare oppervlakte aan werklocaties in Nederland is er vanuit gegaan dat de oppervlakte per werklocatie minimaal 5 ha moet zijn. Bij een oppervlakte van 5 ha is er voldoende ruimte aanwezig om een wilgenplantage van enige omvang te realiseren en daarnaast is de kans kleiner dat binnen korte termijn de gehele oppervlakte van het bedrijventerrein wordt bebouwd.

Allereerst zijn de werklocaties ingedeeld in grootteklassen die zijn gebaseerd op de beschikbare terstond of niet terstond uitgeefbare oppervlaktes per werklocatie. Het was niet mogelijk deze analyse alleen te betrekken op de oppervlakte. De resultaten van deze indeling zijn weergegeven in figuur 3.2. In deze figuur is tevens onderscheid gemaakt tussen locaties in eigendom van gemeenten en locaties in eigendom van particulieren. Uit figuur 3.2 blijkt dat de meeste (68%) werklocaties in de klassen 1 en 2 vallen. Dat is niet zo verwonderlijk als wordt meegenomen dat de gemiddelde oppervlakte van een bedrijventerrein in Nederland 23 ha bedraagt.

Figuur 3.2

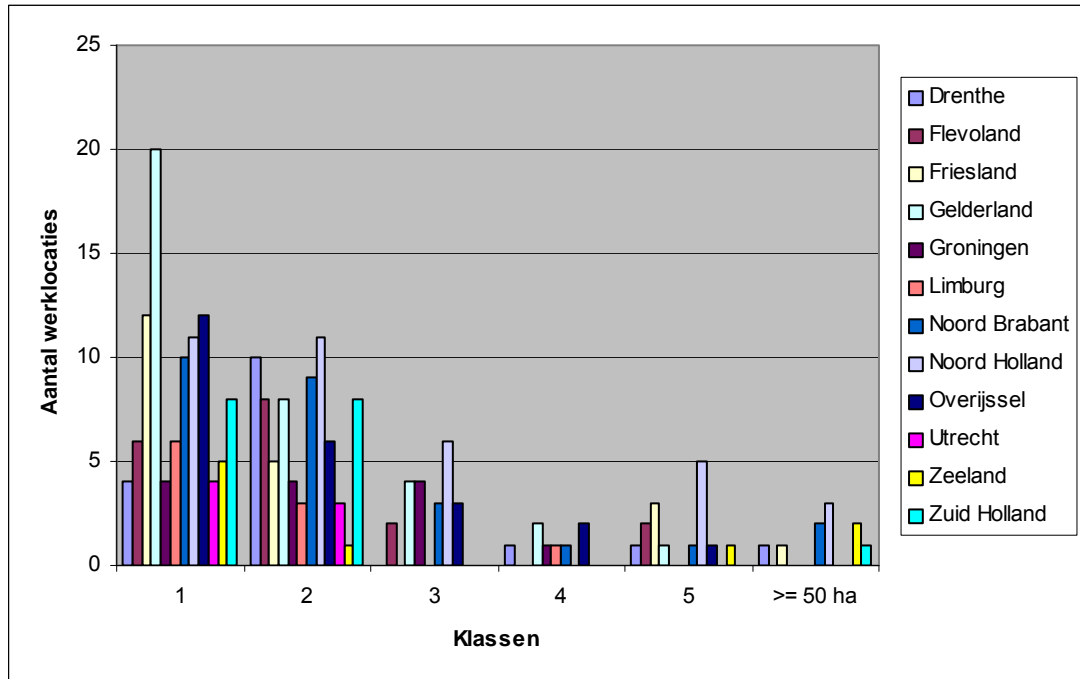
Aantal werklocaties per categorie naar grootteklasse en eigendom binnen de terstond uitgeefbare en niet terstond uitgeefbare oppervlakte (8.200 ha) die in potentie beschikbaar is voor wilgenteelt.



Van de 233 (ca. 4.000 ha) terstond uitgeefbare terreinen in gemeentelijk eigendom, hebben er 102 een oppervlakte tussen de 5 en 10 ha (klasse 1) en 76 een oppervlakte tussen de 10 en 20 ha (klasse 2). De gemiddelde oppervlakte binnen deze klassen zijn respectievelijk 7 en 13 ha. Binnen de 104 (ca. 2.500 ha) niet terstond uitgeefbare locaties in gemeentelijk en particulier eigendom bevinden zich er relatief meer in klasse 2 ten opzichte van het aantal in klasse 1 (figuur 3.2). De gemiddelde oppervlakte van de niet terstond uitgeefbare locaties in klasse 1 bedraagt 7 ha en in klasse 2 is deze 14 ha. Figuur 3.3 geeft de verdeling aan over de provincies van de terstond uitgeefbare werklocaties in eigendom van gemeenten. Wat opvalt is het relatief grote aantal locaties in klasse 1 in Gelderland, maar over het algemeen kan gezegd worden dat in alle provincies meerdere werklocaties aanwezig zijn die in aanmerking kunnen komen voor de aanleg van wilgenplantages.

Figuur 3.3

Verdeling over de provincies van de terstond uitgifbare werklocaties per grootteklasse, die in eigendom zijn bij de gemeentes (ca. 4.000 ha).



Braakligtermijn

Uit de jaarlijkse IBIS-inventarisatie³ komt naar voren dat bedrijventerreinen gemiddeld 6-8 jaar braak liggen alvorens ze in gebruik worden genomen. Als gevolg van de huidige economische situatie is deze termijn zelfs toegenomen tot 10 jaar. De systematiek die hieraan ten grondslag ligt is de doelstelling van gemeenten steeds zoveel bouwrijpe grond voor uitgifte beschikbaar te hebben, dat het mogelijk is te kunnen inspelen op onvoorziene fluctuaties in de vraag. Daarbij wordt meegenomen dat zo min mogelijk bouwrijpe grond braak blijft liggen (Olden, 2010).

Deze termijn van braakliggen biedt kansen voor de aanleg van wilgenplantages. De gemiddelde oogstcyclus van wilgenplantages is 2 tot 3 jaar. Met een gemiddelde braaklegperiode van 6 tot 10 jaar kunnen er op een plantage meerdere oogsten plaatsvinden voordat de plantage weer wordt geruimd en (deels) wordt omgevormd naar blijvende groenvoorziening. Dit komt de rentabiliteit van de plantages ten goede.

Conclusie

Uit de bovenstaande analyse is af te leiden dat er op dit moment in Nederland een groot areaal (ca. 8.200 ha) uitgifbare bedrijventerreinen aanwezig is, dat in potentie beschikbaar is voor de aanleg van wilgenplantages. De terreinen in gemeentelijk eigendom, goed voor circa 6.000 ha, lijken daarbij een hogere potentie te hebben. De meerderheid van de terreinen heeft een oppervlakte tussen de 5 en 20 ha en liggen verspreid over Nederland. In de analyse is geen rekening gehouden met de geschiktheid van de grond voor de aanleg van wilgenplantages. Deze plantages groeien het beste op klei of vochtig leemhoudend zand. Wanneer er vanuit wordt gegaan dat één derde van de grond aan deze eis voldoet dan blijft er ca. 2.000 ha braakliggende bedrijventerreinen over. Een deel van deze gronden zal op dit moment als landbouwgrond in pacht zijn uitgegeven. Gemeenten kunnen vanwege hun lokale duurzame energie- en klimaatdoelstellingen echter kiezen om de aanleg van

³ Integraal Bedrijventerrein Informatie Systeem

wilgenplantages prioriteit te geven boven tijdelijk landbouwkundig gebruik. De aanleg en het beheer van wilgenplantages kan bovendien ook aan boeren worden uitbesteed.

Naast het tijdelijk gebruiken van braakliggende bedrijventerrein als wilgenplantage, kan een deel van de wilgenplantages nadat het bedrijventerrein wordt bebouwd ook als groenvoorziening gehandhaafd blijven.

Tijdelijke natuur

Initiatiefnemers die belangstelling hebben voor de aanleg van wilgenplantages op braakliggende bedrijventerreinen zouden geremd kunnen worden door het feit dat de aanleg van wilgenplantages kan leiden tot de vestiging van beschermde planten en diersoorten. Dit vestigen van beschermde planten en diersoorten kan zonder maatregelen leiden tot problemen en mogelijke vertragingen bij de toekomstige ontwikkeling van het bedrijventerrein. Het kan daarom verstandig zijn om een ontheffing van de flora- en faunawet aan te vragen. Hoofdstuk 5 gaat hier verder op in.

Meer informatie over het concept Tijdelijke Natuur is te vinden op:

www.innovatienetwerk.org.

3.2 Robuuste verbindingzones

Om natuurwaarden in Nederland te behouden en te ontwikkelen streefde de Rijksoverheid oorspronkelijk naar realisatie van de Ecologische Hoofdstructuur (EHS) in 2018. Een onderdeel in de EHS wordt gevormd door zeven robuuste verbindingen. Deze verbindingen zijn bedoeld om de ruimtelijke samenhang en ecologische kwaliteit binnen de EHS te versterken, maar kunnen ook bijdragen aan andere functies. De taakstelling met betrekking tot de realisatie van de EHS is door de kabinetten Balkenende I en II voor de robuuste verbindingen verlaagd van 27.000 ha naar 16.303 ha verwerving en inrichting. Daarnaast dient ruim 10.000 ha in particulier of agrarisch natuurbeheer komen. In december 2009 was van de te verwerven oppervlakte 1.488 ha verworven en 194 ha ingericht. Er is dus nog een zeer grote inspanning nodig om de rest van de oppervlakte hetzij via verwerving hetzij via agrarisch natuurbeheer te realiseren.

Een deel van de te realiseren oppervlakte (14.500 ha) bestaat uit de zogenaamde natte assen. Open water maakt deel uit van deze natte assen en is dus niet beschikbaar voor landgebonden activiteiten en inrichtingen.

De huidige regering heeft in het regeerakkoord een streepgezet door de realisatie van de robuuste verbindingzones. In reactie hierop hebben een aantal provincies aangegeven de mogelijkheden te willen bekijken zelf door te gaan met de realisatie van de EHS en de daaraan gekoppelde verbindingzones. Het realiseren van deze verbindingzones brengt hoge kosten met zich mee voor het verwerven en inrichten van deze terreinen. Door de aanleg van wilgenplantages binnen de verbindingzones kan een economische component in de plannen worden geïntroduceerd. Zonder dat daarmee grote afbraak aan de te behalen natuurdoelen wordt gedaan. Onderzoek van de Stichting Veldonderzoek Flora en Fauna (VOFF) in opdracht van Probos heeft immers aangetoond dat de wilgenplantages een bijdrage leveren aan een biodiverser landelijk gebied (Boosten & Jansen, 2010). Dit wordt tevens bevestigd door Londo (2002) die in zijn proefschrift beschrijft dat wilgenplantages in verbindingzones voor 30 tot 50% van de doelsoorten een geschikt habitat vormen.

Bestudering van het 'Handboek robuuste verbindingen' (Alterra, 2001) en Vos *et al.* (2005) maakt duidelijk dat er binnen het ontwerp van de robuuste verbindingen en ecologische verbindingzones ruimte is voor de aanleg van wilgenplantages. Veel doelsoorten (m.n.

vliegende) hebben struweel of bos nodig om dispersie mogelijk te maken. Wilgenplantages voldoen aan deze randvoorwaarde. Waarschijnlijk zal binnen het beheer wel rekening moeten worden gehouden met het beschikbaar blijven van het habitat gedurende het gehele jaar. Het moet immers wel mogelijk zijn om 2- of 3-jaarlijkse oogst uit te voeren. Daarvoor zijn mogelijkheden aanwezig. Er kan bijvoorbeeld voor gekozen worden de oogst gefaseerd uit te voeren of bepaalde delen van de plantage als bufferzone of -eiland aan te wijzen, zodat het habitat wilgenstruweel altijd aanwezig is.

Binnen de verbindingzones wordt ook regelmatig gestreefd naar voedselarme vegetaties. Daar waar intensieve landbouw heeft plaatsgevonden dient de bodem eerst te worden verschaald alvorens het stikstof- en fosfaatgehalte dusdanig is dat voedselarme vegetaties zich er kunnen ontwikkelen. Met name een hoog fosfaatgehalte in de bodem levert problemen op bij natuurontwikkeling (Sival & Chardon, 2002). Dit verschraken kan op verschillende manieren, bijvoorbeeld door het afgraven van de bouwvoor of nog dieper, door te maaien en het maaisel af te voeren of door uitmijning met behulp van gewassen. Dit uitmijnen van fosfaat zou op lemige zandgronden ook plaats kunnen vinden met behulp van wilg eventueel aangevuld met bemesting. Binnen de termijn van 5 tot 10 jaar waarover uitmijning in het algemeen moet worden voortgezet (Sival & Chardon, 2002) kan een aantal keren geogst worden en daarbij wordt het fosfaat via het hout afgevoerd. Fosfaat bevindt zich voornamelijk in het hout en stikstof wordt in de bast en de bladeren opgenomen. De beste werkwijze dient per situatie te worden beoordeeld. Dit uitmijnen met wilg zou een kostenefficiënt alternatief kunnen zijn voor afgraven.

Conclusie

Mits rekening wordt gehouden met de randvoorwaarden die aan verbindingzones worden gesteld, lijken wilgenplantages een optie voor de inrichting van de verbindingzones. Daarmee wordt een economische component geïntroduceerd. Bovendien kan een deel van de reeds verworven en nog niet ingerichte oppervlakte van 1.300 ha worden benut voor de aanleg van wilgenplantages. Daarbij kan wilg op lemige zandgronden eventueel ook een rol spelen in het uitmijnen van fosfaat, zodat meer voedselarme vegetaties zich kunnen ontwikkelen. Dit uitmijnen met wilg zou een kostenefficiënt alternatief kunnen zijn voor afgraven.

3.3 Hydrologische bufferzones, uiterwaarden en waterretentiegebieden

In 1999 is door Stichting Bos en Hout en het LEI in opdracht van NOVEM (tegenwoordig Agentschap NL) een studie uitgevoerd naar de mogelijkheid van de aanleg van wilgenplantages voor de productie van biomassa in hydrologische bufferzones (Meeusen *et al.*, 2000). Deze studie beoogde te komen tot inzicht in de rol van energieteelt in hydrologische bufferzones. De gedachte is energieteelt toe te passen als een buffer tussen aan de ene kant natuurgebieden en aan de andere kant intensieve vormen van landgebruik. In het geval van de hydrologische bufferzones gaat het om het voorkomen van verdroging of vermesting van natuurgebieden waarin de natuurwaarden (ernstige) hinder ondervinden door een gebrek aan of onvoldoende kwaliteit van het water. Vooral daar waar natuur- en landbouwgebieden vlakbij elkaar liggen kunnen deze problemen zich voordoen. Door de instelling van hydrologische bufferzones kunnen de effecten van deze problemen verminderd worden.

Er worden vier typen (hydrologische) bufferzones onderscheiden, namelijk:

1. bovenstrooms (1): een smalle strook wilgen langs landbouwgronden die de nutriënten afvangt zodat deze het water niet verrijken;
2. bovenstrooms (2): een groter areaal met bijvoorbeeld wilg waarin gebiedseigen water wordt vastgehouden en geleidelijk aan stroomafwaarts wordt afgegeven;

3. benedenstrooms (1): een overstromgebied van moerasbos en grienden waar beken en rivieren 'de ruimte krijgen' om periodiek te overstromen;
4. benedenstrooms (2): een zone tussen natte natuurgebieden en landbouwgronden, indien in het natuurgebied bewust een hogere grondwaterstand wordt aangehouden en het aangrenzende landbouwgebied daarvan hinder ondervindt.

De conclusie van de studie is dat energieteelt in principe een plaats in de hydrologische bufferzones zou kunnen hebben. Dit biedt namelijk de mogelijkheid agrariërs te betrekken bij het beheer van de gronden, hetgeen de kosten van het beheer verlaagt en het draagvlak kan vergroten. Ook de tijdens de studie geïnterviewde provincies, natuurbeherende organisaties en landbouworganisaties zagen kansen voor energieteelt in bufferzones. Daarbij werd benadrukt dat energieteelt wel goed ingepast moet worden binnen maatschappelijke randvoorwaarden ten aanzien van natuur, landschap en recreatie.

In de studie is een globale uitspraak gedaan over de potentiële oppervlakte die in Nederland beschikbaar is voor energieteelt in bufferzones. Binnen in te richten bufferzones zal energieteelt waarschijnlijk een bescheiden plaats krijgen, uiteenlopend van enkele tot enige tientallen hectares. Uitgaand van een vijftal bufferzones in Nederland wordt een areaal aan energieteelt binnen bufferzones geschat van hooguit enkele honderden hectares (Meeusen *et al.*, 2000).

De tijdens de studie geïnterviewde actoren zagen ook kansen voor energieteelt in andere dan hydrologische bufferzones. Daarbij werden bufferzones ter bescherming van natuurgebieden (bufferzones tegen vermessing), maar ook bufferzones ter bescherming van de mens, zoals windbufferzones of -singels; bufferzones tegen het invangen van stof; geluidsbuffers; visuele bufferzones en bufferzones tegen licht genoemd. Dat bufferzones daadwerkelijk tot stand komen blijkt uit het feit dat ze in een aantal Mooi Nederland projecten worden ontwikkeld. Voorbeelden zijn de projecten 'Klimaatbuffer Vierde Bergboezem' en 'Energieke integratie stad en landschap', meer informatie over deze projecten is te vinden op www.kennispleinmooinederland.nl/projecten.

In 2007 is door Probos in opdracht van de Biomassa Upstream Stuurgroep de mogelijkheid geïnterviewd voor de aanleg van wilgenplantages in uiterwaarden (Boosten & Winterink, 2008). De conclusie van deze inventarisatie is dat wilgenteelt in uiterwaarden geen optie is. Activiteiten in het rivierbed mogen namelijk geen belemmering vormen voor de waterbergende capaciteit en het water voerend vermogen van de rivier. Dit terwijl wilgenplantages na de kap een dichte begroeiing vormen en hydrologisch gezien een maximale ruwheid hebben. Met de hydrologische ruwheid van de beplanting wordt de mate waarin de doorstroming van het water wordt belemmerd bedoeld.

Een dergelijke studie is nog niet uitgevoerd voor de aanleg van wilgenplantages in waterretentiegebieden of -bergingsgebieden. Waterretentiegebieden die worden ingericht om tijdens momenten van een groot aanbod van water dit water tijdelijk op te vangen, zodat geen of zo min mogelijk wateroverlast optreedt voor de landbouw of bebouwde gebieden. Door wateroverlast in de afgelopen jaren en de verwachte toekomstige toename als gevolg van de klimaatverandering worden steeds meer van deze gebieden aangelegd of ingericht. In het Streekplan van de provincie Friesland wordt bijvoorbeeld vermeld dat tot 2015 wordt gestreefd naar 350 ha waterretentiegebied. Ook de andere provincies hebben dergelijke doelstellingen geformuleerd. Waterretentiegebieden lijken een geschikte locatie voor wilgenteelt. De aanleg van wilgenplantages in deze gebieden biedt namelijk een aantal voordelen:

- Het is mogelijk een economische activiteit te introduceren waardoor boeren gemakkelijker kunnen blijven boeren in het waterretentiegebied. Vanwege de periodiek

zeer hoge waterstanden is soms alleen het gebruik als weidegronden mogelijk. Door de introductie van energieteelt met wilg worden deze mogelijkheden vergroot. Daarnaast kunnen daarmee een deel van de eventuele kosten, die gemoeid zijn met het instellen en inrichten van het waterretentiegebied, worden terugverdiend. Daarnaast kunnen de compensatiegelden, waarop boeren aanspraak kunnen maken indien zij opbrengstderiving ervaren als gevolg van hoge waterstanden in het waterretentiegebied, worden gereduceerd.;

- Wilg kan goed tegen natte voeten en dat is natuurlijk een voorwaarde om goed in een waterretentie gebied te groeien. Dit wordt ondersteund door het feit dat de griendenteelt in Nederland veelal plaatsvindt onder zeer natte omstandigheden.

Het verdient dan ook aanbeveling de aanleg van wilgenplantages mee te nemen tijdens de planvorming in waterretentiegebieden.

Conclusie

Bufferzones en waterretentiegebieden lijken geschikte locaties voor de aanleg van wilgenplantages in Nederland. Het potentiële beschikbare areaal is moeilijk in te schatten maar zal enkele honderden hectares bedragen. Deze oppervlakte kan echter alleen worden gerealiseerd indien binnen de planvorming de optie van wilgenplantages wordt meegenomen. Uiterwaarden blijken geen geschikte locatie voor de aanleg van wilgenplantages.

3.4 Baggerdepots

In Nederland komt er jaarlijks bij het onderhoud van watergangen enkele miljoenen m³s baggerspecie vrij. Vanwege de grote hoeveelheden verontreinigde specie wordt er al een aantal jaren gezocht naar goedkope verwerkingsmogelijkheden voor deze bagger. Een goedkope natuurlijke verwerkingstechniek voor verontreinigde baggerspecie is landfarming. Bij landfarming wordt verontreinigde baggerspecie in een dunne laag (enkele tientallen centimeters tot een meter) op een speciaal ingerichte locatie verspreid. Door ontwatering en rijping wordt een poreuze, zuurstofrijke specielaag verkregen waarin microbiële afbraak van organische verontreinigingen, zoals bijvoorbeeld minerale oliën of PAK's (Polycyclische Aromatische Koolwaterstoffen), kan plaatsvinden. Een variant hierop is dat gewassen op de baggerspecie worden aangeplant of de baggerspecie tussen de gewassen wordt gespoten. Deze gewassen zorgen door hun beworteling voor extra aëratie (bodemventilatie) van de baggerspecie waardoor de biologische afbraak van de organische verontreinigingen wordt gestimuleerd. Landfarming is vooral geschikt voor zandige of matig zandige baggerspecie en minder geschikt voor slibrijke species, omdat daarin onvoldoende luchtgevulde poriën kunnen ontstaan (De Poorter *et al.*, 2001; Vermeulen *et al.*, 2004, 2005). Van veel gewassen is bekend dat zij ook kunnen helpen bij de afbraak van anorganische verontreinigingen, zoals zware metalen. Zware metalen kunnen door de planten die op de baggerspecie groeien worden opgenomen. Met het afvoeren van de biomassa van deze planten worden ook de metalen afgevoerd.

Landfarming kan onder andere worden uitgevoerd met wilg en daarom lijkt de koppeling wilgenplantages en baggerdepots voor de hand te liggen. Toepassing van wilg ten opzichte van de toepassing van landbouwgewassen biedt de volgende voordelen:

- Wilg is geen consumptiegewas, zodat er geen discussie plaatsvindt over eventuele residuen van verontreinigingen die via de biomassa terecht kunnen komen in voedsel, diervoeding of andere producten (Vermeulen *et al.*, 2005);
- Wilgenplantages kunnen een bijdrage leveren aan een biodiverser landschap (Boosten & Jansen, 2010) en leveren over het algemeen een aantrekkelijker landschap op dan veel landbouwgewassen;

- Wilgenplantages leggen relatief veel CO₂ vast (Witvliet & Kuiper, 2000). Wanneer de biomassa wordt ingezet voor duurzame energiedoelinden worden extra CO₂-emissies vermeden.

Bij landfarming wordt (matig) zandige specie gebruikt die ten aanzien van de organische verontreinigingen tot aan Eural⁴ kwaliteit kan zijn. Afhankelijk van de specie en de nagestreefde productkwaliteit, varieert de verblijftijd in een landfarm tussen de 1,5 en 3 jaar voor het behalen van een Bbk-toepasbare kwaliteit⁵, en tot 40 jaar (schatting) voor het behalen van Achtergrondwaardekwaliteit⁶ (Bron: website Bodemrichtlijn). Bij een termijn van 1,5 tot 3 jaar is de aanleg van een wilgenplantage niet aan de orde, maar bij langere termijnen is dat wel het geval. Bij baggerspecie, verontreinigd met zware metalen, moet de kanttekening worden geplaatst dat de onttrekking van zware metalen met behulp van planten vaak erg traag gaat. Afhankelijk van de mate van verontreiniging kan het enkele tientallen jaren tot honderd jaar duren voordat voldoende zware metalen zijn opgenomen om de grond 'schoon te verklaren' (Vervaeke *et al.*, 2003; Tack *et al.*, 2005; Vermeulen *et al.*, 2005). Deze optie biedt daarom alleen perspectief wanneer de baggerspecie zeer lage gehalten aan zware metalen bevat of wanneer de termijn van reiniging geen rol speelt. Bovendien moet men in het achterhoofd houden dat de zware metalen (zij het in lage concentraties) in de biomassa achterblijven en dus in de as van de verbrandingsinstallatie (biomassacentrale) terecht kunnen komen. Dit heeft consequenties voor de afvoer van de as.

In de afgelopen 15 jaar zijn er meerdere onderzoeken uitgevoerd waarin de teelt van wilg op baggerspecie en het reinigend vermogen centraal stond (o.a. Karssemeijer & De Poorter, 1997; Kuiper, 1998; Bogaardt & Kuiper, 1998; Mulder, 1999; Bekker, 2000; Kuiper, 2000; Vervaeke *et al.*, 2003; Vermeulen *et al.*, 2004, 2005). De conclusie uit deze studies is dat wilgenteelt op baggerspecie met organische verontreinigingen een technisch goed haalbare methode van landfarming is, waarbij biomassateelt en baggerreiniging worden gecombineerd. De daadwerkelijke toepasbaarheid van landfarming met wilg is afhankelijk van het type baggerspecie, de mate van verontreiniging, de gewenste eindkwaliteit van de baggerspecie en de termijn die beschikbaar is voor reiniging. Een grotere levensvatbaarheid van het systeem van landfarming met wilg wordt verkregen door de reinigings- en productiefunctie te combineren met de landschappelijke, natuur- en recreatieve functie (Vermeulen *et al.*, 2004).

Er is geen informatie gevonden waaruit kan worden afgeleid welke oppervlakte aan baggerdepots in Nederland nu en in de toekomst beschikbaar is. Volgens Anonymus (2001) is het totale landelijke aanbod van baggerspecie in de periode 2002-2011 bijna 400 miljoen m³. Ongeveer de helft daarvan is zoete specie, de andere helft betreft zoute specie. Van de zoete specie is ca. 75 miljoen m³ zwaar verontreinigd (klasse 3/4), dat komt overeen met bijna 40% van de zoete specie. Van de zoute specie is 12 miljoen m³ zwaar verontreinigd (5%); het overgrote deel is licht verontreinigd. Voor de teelt van wilg komt alleen de zoete matig tot licht verontreinigde baggerspecie in aanmerking. Dit betreft in de periode 2002-2011 dus 125 miljoen m³ baggerspecie. Deze baggerspecie komt in willekeurige volgorde met name vrij in de provincies Gelderland, Utrecht, Noord- en Zuid Holland, Friesland en Groningen (Anonymus, 2001). Op basis van dit volume is het mogelijk een grove indicatie van de potentie te geven. Als er vanuit wordt gegaan dat er jaarlijks ca. 12,5 miljoen m³

⁴ In de Europese afvalstoffenlijst (Eural) benoemt de Europese Commissie afvalstoffen en bepaalt zij wanneer een afvalstof gevaarlijk is. Deze nieuwe lijst is een samenvoeging van de Europese lijst van gevaarlijke afvalstoffen en de Europese afvalcatalogus.

⁵ De baggerspecie voldoet aan de eisen die vanuit het Besluit Bodemkwaliteit aan grond voor toepassing in een bepaalde situatie worden gesteld. Het toegestane gehalte aan vervuiling kan afhankelijk van de toepassing variëren.

⁶ De Achtergrondwaarden voor grond zijn vastgesteld op basis van gehalten aan stoffen, zoals die voorkomen in de bodem van natuur- en landbouwgronden in Nederland die niet zijn belast door lokale verontreinigingsbronnen. Grond die voldoet aan de Achtergrondwaarde is duurzaam geschikt voor elk bodemgebruik en wordt aangeduid als schone of niet verontreinigde grond.

baggerspecie vrijkomt en dat dit in een laag van 1 meter wordt aangebracht, dan heb je het over 1250 ha baggerspeciedepot. Stel dat 10% van deze oppervlakte in potentie geschikt is voor landfarming met wilg (i.v.m. de beschikbare tijd, gewenste eindkwaliteit specie en uitgangsmateriaal). Dan is er in potentie jaarlijks een oppervlakte van 125 ha beschikbaar voor landfarming met wilg.

Conclusie

Onderzoek in de afgelopen 15 jaar heeft aangetoond dat het mogelijk is wilgenplantages op verontreinigde baggerspecie aan te planten, waarbij wilgen zowel biomassa leveren als bijdragen aan de reiniging van de baggerspecie. Daarnaast is het belangrijk dat de wilgenteelt op baggerspecie wordt gecombineerd met andere functies, zoals landschap, natuur en recreatie. In potentie zou er jaarlijks een oppervlakte van 125 ha beschikbaar kunnen zijn voor landfarming met wilg.

3.5 Stortplaatsen

Voormalige en gesloten Wm-stortplaatsen⁷ zijn in principe door hun aard (marginale grond) ruimtelijk zeer geschikt voor de teelt van biomassa.

In 2010 is in opdracht van het voormalige Ministerie van VROM een uitgebreid onderzoek uitgevoerd naar de mogelijkheid van energieteelt op verlaten stortplaatsen. Dit onderzoek is uitgevoerd door Oranjewoud B.V. (IJerman *et al.*, 2010). Verlaten of voormalige stortplaatsen zijn stortplaatsen waar vóór 1 september 1996 het storten van afvalmateriaal is beëindigd. Naast de energieteelt op verlaten stortplaatsen is ook gekeken of energieteelt mogelijk is op stortplaatsen die nog onder de nazorgregeling Wet milieubeheer vallen. Zogenaamde Wm-stortplaatsen, waarvan een aantal nog altijd in bedrijf is.

Een voormalige stortplaats is als volgt te definiëren (IJerman *et al.*, 2010):

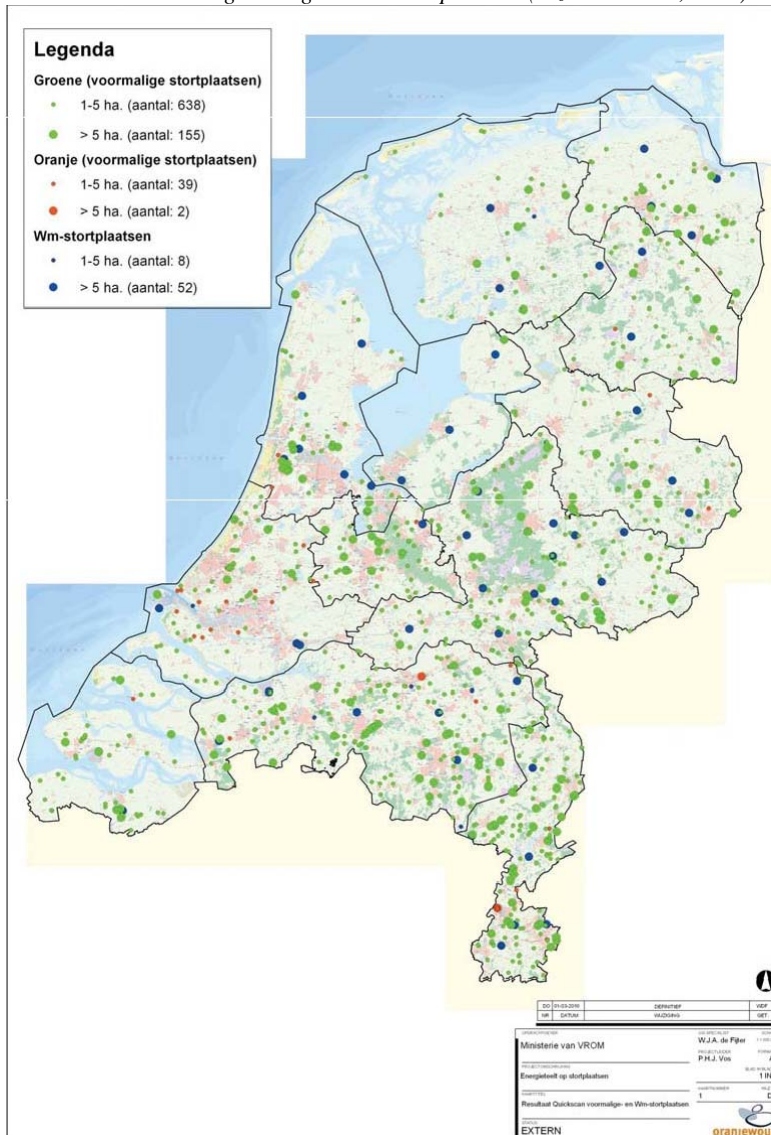
Een voormalige stortplaats is een terrein waar, al dan niet onder toezicht van de overheid, in het verleden afval is gestort. Stortmateriaal kan bestaan uit huishoudelijk afval, bedrijfsafval, bouw- en sloopafval en dergelijke. Het gestorte materiaal moet steekvast en bodemvreemd zijn en meer dan 50% van het volume uitmaken. Het moet bovendien gaan om tenminste 25 m³. Baggerspeciedepots, slootdempingen en erfverhardingen met opgebracht puin zijn expliciet uitgesloten.

In totaal kent Nederland 3.711 voormalige stortplaatsen en 52 Wm-stortplaatsen. Met behulp van een aantal selectiecriteria zijn door Oranjewoud uit dit totale stortplaatsenaanbod de stortplaatsen geselecteerd die in potentie geschikt zijn voor energieteelt. Door Oranjewoud zijn verschillende criteria gebruikt om vast te stellen welke stortplaatsen als geschikt voor energieteelt kunnen worden aangemeld. De oppervlakte van de stortplaats moest bijvoorbeeld minimaal 1 hectare groot zijn. Andere criteria zijn de ligging t.o.v. stedelijk gebied, saneringsnoodzaak, bestemming, het beheertype en ruimtelijke ontwikkelingen. Voor meer informatie over de selectiecriteria wordt verwezen naar IJerman *et al.* (2010). Oranjewoud concludeert dat er 793 voormalige stortplaatsen in potentie geschikt zijn voor energieteelt. Deze stortplaatsen vertegenwoordigen een oppervlakte van 3.028 ha. De gemiddelde oppervlakte per stortplaats bedraagt ongeveer 3,8 ha. Daarnaast zijn er 60 Wm-stortplaatsen in potentie geschikt voor energieteelt. Deze Wm-stortplaatsen zijn goed voor een oppervlakte van 1.357 ha (gemiddeld 22,6 ha per stortplaats). Tweederde van de oppervlakte (ca. 2.900 ha) aan potentieel geschikte stortplaatsen wordt ingenomen door stortplaatsen die een oppervlakte van meer dan 5 ha hebben. In totaal betreft het 219 stortplaatsen. In figuur 3.4 is de spreiding van de in potentie voor energieteelt geschikte stortplaatsen over Nederland weergegeven.

⁷ Stortplaatsen die nog onder de Wet milieubeheer vallen en waarvan sommige nog steeds in gebruik zijn.

Figuur 3.4

Locaties van voor energieteelt geschikte stortplaatsen (IJzerman et al., 2010).



In figuur 3.4 zijn twee categorieën (groene en oranje) voormalige stortplaatsen weergegeven. Dit onderscheid heeft betrekking op het feit dat IJzerman *et al.* (2010) niet in staat is geweest voor alle stortplaatsen alle relevante informatie boven tafel te krijgen om ze 100% te classificeren als in potentie geschikt. De stortplaatsen waarom dit gaat hebben de kleur oranje gekregen, maar zijn binnen deze studie buiten beschouwing gelaten.

De in potentie geschikte stortplaatsen zijn redelijk gelijkmatig over Nederland verdeeld. Tabel 3.1 geeft per provincie het aantal stortplaatsen en de totale- en gemiddelde oppervlakte aan. Door IJzerman *et al.* (2010) zijn een aantal regio's gedefinieerd waarbinnen een concentratie van stortplaatsen aanwezig is. Dit aanwijzen van regio's is gebeurd, omdat dit de mogelijkheid biedt schaalvergroting te realiseren.

Tabel 3.1

Aantal in potentie voor energieteelt geschikte verlaten stortplaatsen per provincie met de bijbehorende gemiddelde en totale oppervlakte (IJzerman et al., 2010).

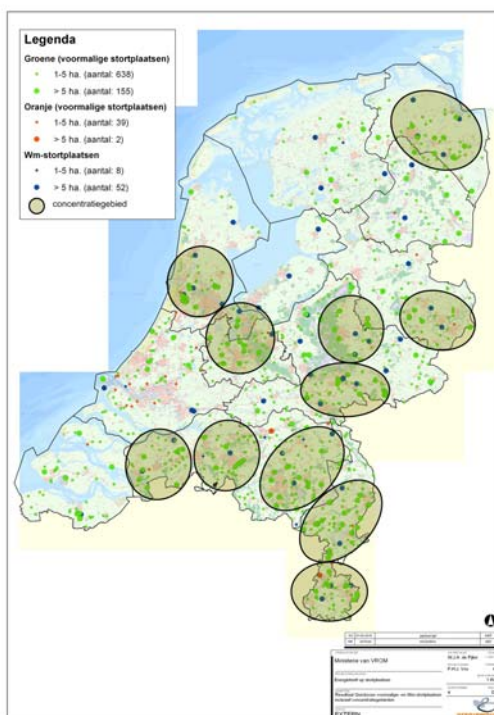
Provincie	Aantal	Oppervlakte	
		Totaal	Gemiddeld
Drenthe	39	121	3,1
Flevoland	5	12	2,4
Friesland	35	128	3,7
Gelderland	154	440	2,9
Groningen	53	196	3,7
Limburg	143	592	4,1
Noord-Brabant	176	616	3,5
Noord-Holland	45	230	5,1
Overijssel	53	181	3,4
Utrecht	44	204	4,6
Zeeland	48	150	3,1
Zuid-Holland	58	158	2,7
Totaal	853	3.028	3,5

Deze regio's zijn daarmee een goed vertrekpunt om wilgenplantages aan te leggen. De volgende regio's zijn geselecteerd en op de kaart (figuur 3.5) weergegeven:

- Veenkoloniën;
- Zuidoost Twente;
- Stedendriehoek (Apeldoorn-Deventer-Zutphen);
- Provincie Utrecht en het Gooi;
- Westelijk van Amsterdam/Zaanstreek;
- Brabantse Delta;
- Midden Brabant;
- Zuidoost Brabant;
- Midden Limburg;
- Zuid Limburg.

Figuur 3.5

Regio's waarbinnen een concentratie van stortplaatsen aanwezig is (IJzerman et al., 2010).



Veel voormalige stortplaatsen zijn op dit moment niet ontwikkeld en hebben geen functie. Als ze al een functie hebben dan fungeren ze meestal als uitloopgebied/recreatiegebied voor dorpen en steden of als plek waar gewandeld kan worden. De meeste liggen echter braak, er groeien bosschages op of het zijn rommelige terreinen. Daarnaast is op veel terreinen de afdeklaag te dun (< 0,5 m) (Provincie Overijssel, 2011). Dit laatste is ook uit de studie van IJzerman *et al.* (2010) naar voren gekomen. Op 59% van de potentieel geschikte stortplaatsen moet de deklaag worden aangevuld. Het aanvullen van de deklaag betekent een voordeel voor de aanleg van wilgenplantages op de voormalige stortplaatsen. Voor de groei van de wilgen is namelijk een teeltlaag van minimaal 1 á 1,5 m dik nodig. Deze laag dient dus te worden aangebracht. Indien de deklaag reeds te dun is dan betekent dit dat er sowieso grond opgebracht moet worden. Dit kan dan meteen gebeuren wanneer de deklaag wordt opgebracht. Voor de teelt van wilg dient de aangebrachte grond wel aan bepaalde voorwaarden te voldoen. Het moet klei of vochtig leemhoudend zand zijn en daarnaast dient er een relatief ondiepe (schijn)grondwaterstand te worden gecreëerd, zodat er jaarrond voldoende water beschikbaar is.

Conclusie

Voormalige stortplaatsen lijken zeer geschikt voor de teelt van biomassa waaronder wilgenplantages. In totaal zijn er 219 stortplaatsen (van de ruim 3.700 voormalige stortplaatsen) met een gezamenlijke oppervlakte van ca. 2.900 ha in potentie geschikt voor de teelt van biomassa (opp. per stortplaats >5 ha). Op 130 van deze stortplaatsen dient de deklaag te worden aangevuld. Dit aanvullen van de deklaag is essentieel om de aanleg van wilgenplantages tot een succes te maken. Het materiaal waarmee de deklaag wordt aangevuld, dient wel klei of leemhoudend zand te zijn, omdat de wilg anders haar optimale productie niet kan bereiken. In verband met schaalvoordelen is het verstandig te werken met clusters van voormalige stortplaatsen.

3.6 Overige verontreinigde terreinen

Naast baggerdepots en stortplaatsen zijn er in Nederland nog tal van andere verontreinigde terreinen. Eind 2009 waren er in Nederland nog 258.000 potentieel ernstig verontreinigde locaties (VROM/RIVM, 2010; website Compendium voor de Leefomgeving). Van deze locaties zullen op korte termijn vooral de locaties worden gesaneerd met niet-aanvaardbare risico's voor mens of ecologie of risico op verspreiding van de verontreiniging en de locaties die in verband met bijvoorbeeld stadsuitbreiding (her)ontwikkeld worden (Bron: website Compendium voor de Leefomgeving; website Rijksoverheid).

Voor minder urgente en grootschalige verontreinigde gebieden is het 'klassieke saneren' door het verwijderen van de verontreinigde grond vanwege de hoge kosten veelal geen optie. Voor deze locaties is het zaak te zoeken naar goedkopere alternatieven waarbij verontreiniging in ieder geval wordt beheerst, zodat er geen gevaar op kan treden voor mens of milieu. In het Noorderbos in Tilburg zijn bijvoorbeeld goede ervaringen opgedaan met het beheersen van de verontreiniging in combinatie met bosaanleg. Even ten noorden van Tilburg lag een circa 100 hectare groot vloeiveldencomplex waar vanaf 1919 stedelijk en industrieel afvalwater werd gezuiverd. Dit heeft geleid tot een grootschalige verontreiniging met zware metalen als chroom en arseen in de toplaag van de bodem. In de jaren 90 is op deze locatie door de gemeente Tilburg een parkbos aangelegd. Door een combinatie van slimme inrichting (o.a. voorkomen van betreding van sterk verontreinigde delen en de keuze van boomsoorten waarvan strooisel niet tot sterke verzuring van de ondergrond leidt) en een goed onderbouwd bodembeheerplan en monitoringsplan wordt hier al meer dan 10 jaar de verontreiniging beheerst, terwijl het bos gewoon toegankelijk is voor recreanten (Dijcker *et*

al. 2009; VROM/RIVM, 2010). Dergelijke beheersopties zijn ook heel goed mogelijk in combinatie met wilgenplantages.

In paragraaf 3.4 (Baggerdepots) is al vermeld dat planten kunnen bijdragen aan de afbraak van de verontreiniging door het bevorderen van natuurlijke afbraakprocessen (bijvoorbeeld PAK's of minerale oliën) of het opnemen van de verontreiniging (bijvoorbeeld zware metalen). Het gebruik van planten voor bodemsanering noemen we fytoremediatie. De afgelopen 10 jaar zijn er al tal van onderzoeken gedaan naar het gebruik van wilg bij fytoremediatie en wilgenteelt in combinatie met fytoremediatie. In paragraaf 3.4 zijn al een groot aantal onderzoeken genoemd op baggerdepots. Ook op andere verontreinigde gronden, zoals voormalige mijnterreinen (Máthé-Gáspár & Anton, 2005) en grootschalige verontreinigde landbouwgebieden (in bijvoorbeeld de Kempen, zie Witters *et al.*, 2009) wordt onderzoek gedaan naar de mogelijkheden van fytoremediatie met wilg. In Zweden en Polen zijn bovendien diverse onderzoeken uitgevoerd naar het gebruik van wilg bij de reiniging van afvalwater, zoals rioolwater en afvalwater van stortplaatsen (onder andere Perttu & Kowalik, 1997; Aronsson & Perttu, 2001; Dimitriou & Aronsson, 2005). Uit deze onderzoeken kan worden geconcludeerd dat, onder de juiste randvoorwaarden, fytoremediatie in combinatie met wilgenteelt een reële optie is. In Nederland, is voor zover bekend, naast het onderzoek op baggerslib geen onderzoek gedaan naar de combinatie fytoremediatie en wilgenteelt. Het is lastig om een inschatting te geven van de oppervlakte grond die hiervoor in aanmerking zou kunnen komen, maar uit het bovenstaande kan wel worden geconcludeerd dat het waardevol is ook in Nederland één of meerdere pilots op te starten om praktijkervaring op te doen met dit concept.

Naast het gebruik van de wilgenplantages voor het reinigen van met bijvoorbeeld zware metalen en PAK's verontreinigde bodems kunnen wilgenplantages op lemige zandgronden, zoals reeds hierboven is beschreven, ook worden gebruikt voor het uitmijnen van fosfaat. De noodzaak tot uitmijnen doet zich voor bij de ontwikkeling van voedselarme vegetaties. Het uitmijnen met wilg zou een kostenefficiënt alternatief kunnen zijn voor afgraven.

Conclusie

Wilgenteelt op verontreinigde grond biedt veel mogelijkheden. Daarbij produceren de wilgen niet alleen biomassa, maar kunnen ze ook een bijdrage leveren aan het beheersen van de verontreiniging of zelfs het saneren van de grond. Het is lastig een inschatting te maken van de beschikbare oppervlaktes voor toepassing van dit concept. Het bovenstaande leert wel dat wilgenteelt als een serieuze optie moet worden meegenomen bij de (her)inrichting van verontreinigde gronden.

3.7 Overig terreintypen

Naast de terreintypen die in de bovenstaande paragrafen zijn opgesomd, zijn er nog andere mogelijke terreintypen te identificeren. In deze paragraaf worden deze terreintypen kort benoemd.

3.7.1 Recreatiegebieden (aankleding)

Ook tijdens de aanleg van recreatiegebieden kan de aanleg van wilgenplantages worden meegenomen in het ontwerp. De wilgenplantages kunnen dienstdoen als groenvoorziening i.p.v. reguliere beplantingen en leveren één keer in de twee of drie jaar biomassa die kan worden toegepast voor de opwekking van duurzame energie of in de toekomst kan worden ingezet in de biobased chemie. Daarnaast vormen de wilgenchips een inkomstenbron waarmee een deel van het overige beheer van het recreatiegebied kan worden gefinancierd.

3.7.2 (Spoor)wegbermen en oevers van waterlopen

Meiresonne *et al.* (2009) noemen ook nog (spoor)wegbermen en bermen van waterlopen als geschikte locatie voor de aanleg van wilgenplantages, bijvoorbeeld als wind- of zichtschermen. Zij geven daarbij echter een dusdanig groot aantal randvoorwaarden en beperkingen dat de potentie van dit type terreinen gering lijkt. Voorbeelden van beperkingen voor wilgenplantages op (spoor)wegbermen en oevers zijn:

- Langs veel bermen gelden zeer hoge veiligheidseisen bij oogst en onderhoud van de plantage. Zowel de veiligheid van de aannemer die aan het werk is op de plantage als de veiligheid van het verkeer moeten worden gegarandeerd. Er moet bijvoorbeeld worden voorkomen dat het verkeer wordt gehinderd door rondvliegende snippers.
- Veel bermen of oevers hebben onvoldoende breedte of bevatten teveel obstakels (bebording, geleiderail etc.) om een gemechaniseerde oogst mogelijk te maken. Er is simpelweg onvoldoende werkruimte voor de oogstmachine en trekker met wagen om chips af te voeren. Oogstwerkzaamheden mogen bovendien niet de verkeerdoorstroming belemmeren.
- In veel wegbermen liggen ondergrondse leidingen. De wortels van de wilg mogen deze leidingen niet beschadigen. Bovendien moet men bij de leidingen kunnen voor reparaties.

3.7.3 Helofytenfilter

Op kleine schaal kunnen wilgenplantages worden toegepast voor het zuiveren van afvalwater. De wilgen fungeren als een helofytenfilter dat voedingsstoffen uit het water filtert. Het aanwezige fosfaat wordt in het hout opgenomen en het stikstof gaat naar de bast en bladeren. Rondom de wortels, die ervoor zorgen dat er zuurstof in de bodem komt, vestigen zich bacteriën die andere stoffen uit het water halen. Daarnaast kunnen de wilgen ook worden aangeplant op het terrein waarop het water uit het helofytenfilter wordt geloosd, zodat het water nog een nazuivering van stikstof en fosfaat ondergaat. Deze werkwijze wordt bijvoorbeeld gehanteerd door Waterschap de Dommel in het Waterpark Groote Beerze (Bron: website Waterschap de Dommel), waar een helofytenfilter met riet wordt gevolgd door een wilgen- elzenbos. In plaats van dit bos kan er ook gewerkt worden met een wilgenplantage.

3.7.4 Uitloop voor kippen

De aanleg van wilgenplantages zou een optie kunnen zijn bij de (biologische) kippenhouderij met vrije uitloop. Dit heeft een aantal voordelen:

- De kippen kunnen de beschutting opzoeken, zodat ze minder of geen last zullen hebben van roofvogels. In sommige gebieden verliezen deze kippenhouders jaarlijks enkele honderden kippen aan roofvogels;
- De wilgen nemen fosfaat op in het hout waardoor er minder uitspoeling plaatsvindt en de belasting van de bodem en het grondwater afneemt;
- De boeren hebben een neveninkomst en/of kunnen met behulp van de houtchips hun stallen verwarmen;
- De houtchips kunnen ook in de uitloop worden gebruikt.

In 2008 is in het Vlaamse Beitem een proef gestart waarin kippen worden gebruikt als biologische bestrijding van wilgenhaantje. De larven en de volwassen kevertjes van het wilgenhaantje eten in groepen van het blad van wilg en populier. Zelfs de bast van jonge twijgen en knoppen kunnen worden aangevreten. Deze aantasting met wilgenhaantje heeft

gevolgen voor de productiviteit van de wilgenplantage. Uit deze proef is gebleken dat de bestrijding met kippen goed werkt en dat de kippen zich goed kunnen handhaven onder de wilg.

3.8 Samenvatting potentiële terreinen

De voorgaande paragrafen laten zien dat er verschillende terreinen potentie hebben voor de aanleg van wilgenplantages in Nederland. In tabel 3.2 wordt een samenvattend overzicht gegeven van de meest kansrijke terreintypen. Per terreintype is een schatting gegeven van de oppervlakte die in potentie aanwezig is. Er is bewust voor gekozen de oppervlaktes niet bij elkaar op te tellen, omdat dat een vertekend beeld zou kunnen geven. Het ligt niet voor de hand dat de totale potentiële oppervlakte benut zal worden. De daadwerkelijke toepassing hangt sterk af van de prioriteit die in het ruimtegebruik aan biomassa-productie wordt gegeven en van de mate waarin terreineigenaren kunnen worden geënthousiasmeerd voor het aanleggen van wilgenplantages. De oppervlaktes geven wel aan dat er nog een behoorlijk onbenut potentieel is voor wilgenteelt.

Tabel 3.2

Potentiële terreinen en de beschikbare oppervlakte voor de aanleg van wilgenplantages in Nederland.

Terreintype	Oppervlakte
Braakliggende bedrijventerreinen	Ca. 2.000 ha
Robuuste (ecologische) verbindingzones	Ca. 1.300 ha
Bufferzone en waterretentiegebieden	Ca. 200 ha
Verontreinigde baggerspecie	Ca. 125 ha (per jaar)
Voormalige stortplaatsen	Ca. 1.500 ha

De opsomming in tabel 3.2 is niet compleet. Wilgenplantages zouden in potentie ook kunnen worden toegepast als aankleding van recreatiegebieden, in (spoor)wegbermen en op oevers van waterlopen, als helofytenfilter, bij vrije uitloop bij kippenhouderijen en op overige verontreinigde terreinen. Hiervoor zijn echter moeilijk oppervlaktes te geven.

4 KOSTEN EN OPBRENGSTEN WILGENPLANTAGES

4.1 Uitgangspunten berekening kosten en opbrengsten

In deze paragraaf wordt per onderdeel toegelicht welke uitgangspunten en aannames zijn gehanteerd bij het berekenen van de kosten voor aanleg, onderhoud en oogst van de wilgenplantage.

4.1.1 Terreinvoorbereiding

Met een goede terreinvoorbereiding wordt de basis gelegd voor een goed functionerende wilgenplantage. Ploegen en eggen zijn nodig om een homogeen plantbed te creëren waarmee het plantwerk wordt vergemakkelijkt en het aanslaan van de wilgen wordt bevorderd. Een goed geëgaliseerd terrein komt de kwaliteit van het plantwerk en het latere beheer ten goede. Immers, wanneer rijen strak kunnen worden geplant, kan de latere onkruidbestrijding en oogst ook sneller worden uitgevoerd.

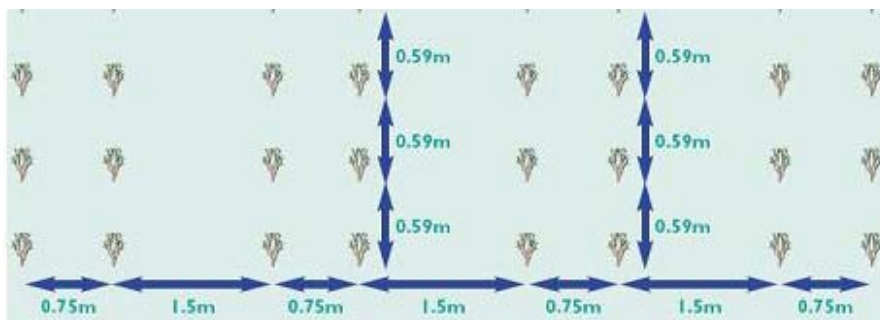
Bij de kostenberekening is ervan uitgegaan dat het terrein voorafgaand aan het plantwerk alleen hoeft te worden geploegd en geëgd. Overige terreinvoorbereidingsmaatregelen, zoals het klepelen van aanwezige struik- of boomopslag, het ruimen van puin of hekken, diepploegen van ondoorlatende lagen of het aanleggen van sloten, wegen of andere infrastructuur zijn niet meegenomen, omdat deze werkzaamheden niet standaard nodig zijn en sterk afhangen van de specifieke uitgangssituatie.

4.1.2 Plantverband, plantaantal en aanplantmethode

Een algemeen toegepaste ‘standaard’ voor de aanleg van wilgenplantages is het Zweedse systeem met dubbele plantrijen (De Maeyer & Sonneveld, 1995; Kuiper, 2003; Liebhard, 2007). Dit systeem heeft als voordeel dat een oogstmachine in één werkgang twee rijen kan oogsten in plaats van één. Bij het Zweedse systeem is de afstand tussen twee rijen 75 centimeter en de afstand tussen de dubbele rijen 150 centimeter (figuur 4.1). De plantafstand tussen de stekken in de rij kan variëren van 50 tot 90 centimeter. Afhankelijk van de grondsoort en verwachte onkruiddruk kunnen in de rij nog nauwere of ruimere plantverbanden worden toegepast. Kuiper (2003) en Boosten & Jansen (2010) laten zien dat nauwe plantverbanden niet automatisch een hogere biomassa productie tot gevolg heeft. Kuiper (2003) geeft wel aan dat bij 6.700 tot 10.000 stekken per hectare een ondergrens zit om nog een redelijke biomassa productie te krijgen. Nauwere plantverbanden geven vaak wel een snelle kroonsluiting en daarmee een betere onderdrukking van het onkruid (Jans & Kuiper, 2001). Vanwege de betere onderdrukking van onkruid en het garanderen van een continue optimale biomassa productie, kan het beste een plantaantal van 12.000 stekken per hectare als vuistregel worden aangehouden. Ondanks dat deze hogere plantaantallen uiteraard hogere plantkosten met zich meebrengen. Dit komt overeen met een plantafstand van 70 tot 75 centimeter in de rij. Dit plantaantal is ook aangehouden bij de kostenberekening. Verder is uitgegaan van machinale aanplant.

Figuur 4.1

Schematische weergave Zweedse systeem met dubbele plantrijen.



4.1.3 Inboet, onkruidbestrijding en bemesting

Bij de kostenberekening is rekening gehouden met een uitval van 10% van het oorspronkelijke plantaantal (Maeyer & Sonneveld, 1995; EBPS, 2005; Jans & Kuiper, 2001) en een eenmalige inboet van deze uitval tijdens de eerste oogstcyclus.

Figuur 4.2

Wilgenplantage kort na de aanplant (links) en na twee groeiseizoenen (rechts) (foto's Probos).



Wilgen zijn kort na de aanplant in de jonge groeifase zeer gevoelig voor boven- en ondergrondse licht- en waterconcurrentie van onkruiden. In het eerste jaar na aanplant is het daarom noodzakelijk onkruidbestrijding uit te voeren, zodat de jonge aanplant een goede start krijgt. Hierbij dient de energieplantage bij voorkeur nagenoeg onkruidvrij te worden gehouden (Dinkelbach *et al.*, 1999; Kuiper, 2003; Liebhard, 2007). Onkruidbestrijding kan zowel chemisch als mechanisch worden uitgevoerd. Chemische onkruidbestrijding met bijvoorbeeld Roundup kan alleen voorafgaand of direct na de aanplant vlaktegewijs worden uitgevoerd wanneer de wilgenscheuten nog niet zijn uitgelopen, aangezien anders de wilg zelf wordt aangetast (EBPS, 2005). Na het uitlopen van de scheuten kan chemische onkruidbestrijding alleen handmatig direct op het onkruid worden toegepast met bijvoorbeeld een chemische hak of rugspuit. Sommige terreineigenaren, zoals grote natuurorganisaties, vinden het gebruik van herbiciden minder wenselijk en zullen daarom alleen mechanische onkruidbestrijding toepassen.

Uit praktijkexperimenten (onder andere in het Flevo-energiehout project) blijkt dat onkruidbestrijding met een wiedege gevolgd door één of meerdere behandelingen met een aangepaste cultivator ('weedler') goede effecten heeft (Kuiper, 2001a, 2001b). Het hangt af van het type onkruid, de weersomstandigheden en de onkruiddruk hoe vaak onkruidbestrijding nodig is. In de kostenberekening is uitgegaan van het uitvoeren van onkruidbestrijding in het jaar van aanleg. Door 12.000 stekken per hectare aan te planten is de noodzaak tot het uitvoeren van onkruidbestrijding in het tweede en de daarop volgende jaren namelijk geminimaliseerd.

De onkruidbestrijding in het jaar van aanleg ziet er als volgt uit: Een eenmalige chemische onkruidbestrijding bestaande uit één behandeling met Roundup kort voor of direct na de aanplant gevolgd door mechanische onkruidbestrijding. Deze mechanische onkruidbestrijding bestaat uit tweemaal wiedege gevolgd door tweemaal culteren met een 'weedler'.

Handmatige onkruidbestrijding met een schoffel, bosmaaier of een chemische hak is veel duurder dan machinale bestrijding. Het ligt daarom niet voor de hand dat deze wordt toegepast en is dan ook in de kostenberekening buiten beschouwing gelaten.

Met de oogst van wilg worden uiteraard ook nutriënten afgevoerd. Mede op basis van ervaringen in het buitenland (Unselde *et al.*, 2010; Caslin *et al.*, 2011) lijkt bemesting gedurende de eerste paar oogstcycli echter niet nodig. Ook de wilgenplantages in het Flevo-energiehout project hebben de eerste twee tot drie oogstcycli nog geen teruggang in de biomassaproductie laten zien (Boosten & Jansen, 2010). In de kostenberekening is daarom gerekend met een kunstmestgift na de derde oogstcyclus (na 9 jaar).

4.1.4 Oogstcyclus, biomassaopbrengst en oogst

De oogstcyclus bij wilg moet in principe zo worden gekozen dat er wordt geoogst op het moment dat de jaarlijkse biomassa-aanwas maximaal is. Op basis van ervaringen uit Nederland en onze buurlanden lijkt een 2- tot 4-jarige oogstcyclus op goede gronden het meest optimaal te zijn. Langere cycli leiden vaak niet tot een hogere productie. Bovendien kennen langere oogstcycli minder frequente biomassaopbrengsten en kan de oogst duurder uitvallen doordat de scheuten grotere diameters hebben. (Kuiper, 2003; Liebhard, 2007). In de kostenberekening is uitgegaan van een 3-jarige oogstcyclus.

Onder Nederlandse omstandigheden kan de jaarlijkse aanwas van wilgenplantages variëren tussen de 5 en 18 ton droge stof per hectare. Wilgenplantages in het Verenigd Koninkrijk en Duitsland laten vergelijkbare productiecijfers zien. Het is veilig om te stellen dat wilgenplantages makkelijk een gemiddelde jaarlijkse aanwas van 10 ton droge stof per hectare kunnen halen (Kuiper, 2003; EBPS, 2005; Boosten & Jansen, 2010; Unselde *et al.*, 2010; Caslin *et al.*, 2011). Het eerste jaar na aanplant moet worden beschouwd als een aanloopjaar, waarbij de productie lager is dan de daaropvolgende jaren (Kuiper, 2003). In de kostenberekening is daarom gerekend met een productie van 5 ton droge stof per hectare in het eerste jaar en voor de daaropvolgende jaren met een productie van 10 ton droge stof per hectare. Er is tot slot rekening gehouden met een gemiddeld aanwasverlies van ca. 10% ten gevolge van ziekten als roest en aantasting door onder meer grijze wilgensnuitkever, rupsen en wilgenhaantje. Dit aanwasverlies wordt reeds beperkt door tijdens de aanleg gebruik te maken van meerdere wilgenvariëteiten, zodat het risico wordt gespreid.

In de berekening is uitgegaan van oogst met behulp van een zogenaamde ‘cut en chip’ oogstmachine, waarbij de wilgen in één gang worden afgezet (gezaagd) en de scheuten worden verhakeld tot chips. Deze chips kunnen vervolgens met behulp van containers worden afgevoerd naar de tussenhandelaar of eindgebruiker. Dit is de meest efficiënte en goedkope oogstmethode. ‘Cut- en chip’ machines zijn het best te vergelijken met maishakselaars (figuur 4.3). Er zijn ook speciale oogstkoppen voor wilg verkrijgbaar die op reguliere maishakselaars kunnen worden gemonteerd. Cut- en chipoogsters of oogstkoppen voor reguliere maishakselaars zijn, voor zover bekend, op dit moment niet in Nederland voorhanden. In Duitsland worden ze al wel toegepast. Wanneer wilgenteelt in Nederland op grotere schaal wordt toegepast, is de verwachting dat deze machines of oogstkoppen ook in Nederland beschikbaar komen.

Voor de oogst van wilgenplantages zijn ook machines beschikbaar die de hele scheuten oogsten. De scheuten dienen daarna apart te worden verchipt. Aangezien dit een extra werkgang (handeling) met zich mee brengt, zijn de kosten van deze oogstmethode hoger. Deze optie is daarom ook niet meegenomen in de kostenberekening.

Over het algemeen wordt er vanuit gegaan dat wilgenplantages gemiddeld na 20 tot 30 jaar aan vervanging toe zijn, omdat de productiviteit dan sterk afneemt en de wilgenstoven hun vitaliteit verliezen en dus niet (goed) meer uitlopen (Dinkelbach *et al.*, 1999; Kuiper, 2003; Liebhard, 2007). Met bemesting kan de levensduur uiteraard nog worden verlengd. Het ruimen van een wilgenplantage kan geschieden door na de laatste oogst de stobben en wortels te klepelen en te frezen (EBPS, 2005).

Figuur 4.3

Cut- en chip oogsters aan het werk in een wilgenplantage (linksboven) en een populierenplantage (rechtsboven), overslag van wilgenchips in een container (linksonder) en transport over de weg naar eindgebruiker (rechtsonder) (foto's Probos).



4.2 Kosten-batenberekening

4.2.1 Kosten

Tabel 4.1 geeft een overzicht van de kosten voor de aanleg, onderhoud en oogst van één hectare wilg met een oogstcyclus van 3 jaar. Per post zijn de gehanteerde bronnen weergegeven. De kosten voor aanleg, onderhoud en oogst van een wilgenplantage zijn zoveel mogelijk gebaseerd op Nederlandse praktijkcijfers. Indien deze niet voorhanden waren, zijn er actuele cijfers uit omliggende landen gebruikt. De kosten uit de Nederlandse bronnen komen overigens voor een groot deel overeen met kosten die in recente Duitse, Engelse en Ierse literatuur worden genoemd (Dawson, 2007; Unseld *et al.*, 2010; Caslin *et al.*, 2011).

Voor het berekenen van de kosten zijn per kostenpost de meest actuele beschikbare cijfers gebruikt. Waar nodig zijn de cijfers voor inflatie gecorrigeerd. Alle kosten zijn inclusief 6% BTW. In de berekening zijn geen kosten voor wildschadepreventie berekend. Wildschadepreventie is over het algemeen niet nodig. In wildrijke gebieden kan in het eerste jaar wel wildschade optreden, maar door de hoge plantdichtheid zullen er voldoende wilgen doorgroeien (Kuiper, 2003). In de tabel is wel rekening gehouden met een post onvoorzien van 5%.

De aanlegkosten (terreinvoorbereiding, aankoop stekken, planten) inclusief het onderhoud gedurende de eerste oogstcyclus (inboeten en onkruidbestrijding) zijn in totaal €3.580,- per hectare. De oogstkosten met een cut en chipoogster bedragen €545,- per hectare. In de latere

oogstcycli zijn er in principe alleen oogstkosten. In de vierde oogstcyclus komen daar bemestingskosten bij. Die bedragen €182,- per hectare.

In het geval van een tijdelijke wilgenplantage, die na een aantal kapcycli dient te worden verwijderd, dienen ook de kosten voor het ruimen van de plantage opgenomen te worden. Het ruimen van een wilgenplantage kan geschieden door na de laatste oogst de stobben en wortels te klepelen en te frezen (EBPS, 2005). Deze kosten bedragen ca. €1.000,- per ha (incl. BTW) (EBPS, 2005; Dawson, 2007; Unseld *et al.*, 2010).

Tabel 4.1

Kostenberekening wilgenteelt op één hectare (alle bedragen zijn inclusief 6% BTW).

Aanlegkosten	Cap.factor	Kosten/eenheid	Kosten/ha
Ploegen ¹	1	€222,60	€222,60
Rotorkop-eggen ¹	1	€79,50	€79,50
Stekken planten ²	1	€1.000,00	€1.000,00
Aankoop stekken ³	1	€1.680,00	€1.680,00
Inboeten	1	€336,00	€336,00
Roundup spuiten ⁴	1	€30,00	€30,00
Aankoop roundup ⁴	1	€44,00	€44,00
Wiedeggen ⁵	2	€31,00	€62,00
Culteren met weeder ⁶	2	€63,00	€126,00
Onvoorzien (5%)			€179,01
Totale kosten aanleg 1 ha			€3.759,11

Oogstkosten per oogstcyclus	Cap.factor	Kosten/eenheid	Kosten/ha
Cut en chip oogster ⁷	1	€545,00	€545,00
Onvoorzien (5%)			€27,25
Totale oogstkosten per 3-jarige oogstcyclus voor 1 ha			€572,25

Bemestingskosten per oogstcyclus (vanaf jaar 10)	Cap.factor	Kosten/eenheid	Kosten/ha
Kunstmest strooien ⁸	1	€80,00	€80,00
Aankoop Kalkammonsalpeter ⁹	1	€102,00	€102,00
Onvoorzien (5%)			€9,10
Totale bemestingskosten per 3-jarige oogstcyclus voor 1 ha (vanaf jaar 10)			€191,10

Kosten ruimen plantage)	Cap.factor	Kosten/eenheid	Kosten/ha
Ruimingskosten ¹⁰	1	€1.000,00	€1.000,00
Onvoorzien (5%)			€50,00
Totale kosten ruiming 1 ha			€1.050,00

¹ Alterra, 2010

² Jans & Kuiper, 2001; Kuiper, 2001a; EBPS, 2005; offerte griendhouhandel Van Schaik 2010

³ Website Energiepflanzten; offerte griendhouhandel Van Aalsburg 2010

⁴ Spuitkosten op diverse internetfora en websites van groothandelaren.

⁵ Jans & Kuiper, 2001; Kuiper, 2001a, 2001b; Kool *et al.*, 2004

⁶ Kuiper, 2001b; Kool *et al.*, 2004

⁷ Dawson, 2007; Unseld *et al.*, 2010; Caslin *et al.*, 2011

⁸ Schatting op diverse internetfora en websites.

⁹ Prijs-Informatie Desk LEI

¹⁰ EBPS, 2005; Dawson, 2007; Unseld *et al.*, 2010

In de bovenstaande berekening zijn geen financieringslasten, waterschapslasten, grondkosten (pacht) of kosten voor toezicht opgenomen. Bij het uitwerken van concrete businesscases moet worden bekeken in hoeverre deze posten van toepassing zijn.

In de hier gepresenteerde kostenberekening is geen rekening gehouden met de omvang van de plantages. Er is een basisprijs per hectare uitgerekend. De omvang van een plantage kan wel van invloed zijn op de kosten. Hoe groter een terrein is, hoe efficiënter de aanleg, het onderhoud en de oogst kunnen plaatsvinden en des te lager de kosten. Bij het uitwerken van concrete businesscases kan hier wel rekening mee worden gehouden door het aanvragen van offertes voor de aanleg en het onderhoud van plantages met verschillende omvang.

In tabel 4.2 t/m 4.6 zijn de kosten (incl. 6% BTW en 5% onvoorzien) voor de aanleg, exploitatie (oogst en bemesting) en ruiming van (tijdelijke) wilgenplantages met een levensduur van respectievelijk 6, 9, 12, 15 en 18 jaar samengebracht.

Tabel 4.2

Overzicht van de verschillende kostenposten voor 1 hectare wilgenplantage met een levensduur van 6 jaar (2 oogstcycli).

Kostenpost	Type	Kosten per eenheid	Aantal eenheden	Kosten per ha
Aanleg	Eenmalig	€3.759,11	1	€3.759,11
Oogst	1 keer per oogstcyclus	€572,25	2	€1.144,50
Ruiming	Eenmalig	€1.050,00	1	€1.050,00
Totale kosten				€5.953,61

Tabel 4.3

Overzicht van de verschillende kostenposten voor 1 hectare wilgenplantage met een levensduur van 9 jaar (3 oogstcycli).

Kostenpost	Type	Kosten per eenheid	Aantal eenheden	Kosten per ha
Aanleg	Eenmalig	€3.759,11	1	€3.759,11
Oogst	1 keer per oogstcyclus	€572,25	3	€1.716,75
Ruiming	Eenmalig	€1.050,00	1	€1.050,00
Totale kosten				€6.525,86

Tabel 4.4

Overzicht van de verschillende kostenposten voor 1 hectare wilgenplantage met een levensduur van 12 jaar (4 oogstcycli).

Kostenpost	Type	Kosten per eenheid	Aantal eenheden	Kosten per ha
Aanleg	Eenmalig	€3.759,11	1	€3.759,11
Oogst	1 keer per oogstcyclus	€572,25	4	€2.289,00
Bemesting	1 keer per oogstcyclus na jaar 10	€191,10	1	€191,10
Ruiming	Eenmalig	€1.000,00	1	€1.050,00
Totale kosten				€7.289,21

Tabel 4.5

Overzicht van de verschillende kostenposten voor 1 hectare wilgenplantage met een levensduur van 15 jaar (5 oogstcycli).

Kostenpost	Type	Kosten per eenheid	Aantal eenheden	Kosten per ha
Aanleg	Eenmalig	€3.759,11	1	€3.759,11
Oogst	1 keer per oogstcyclus	€572,25	5	€2.861,25
Bemesting	1 keer per oogstcyclus na jaar 10	€191,10	2	€382,20
Ruiming	Eenmalig	€1.000,00	1	€1.050,00
Totale kosten				€8.052,56

Tabel 4.6

Overzicht van de verschillende kostenposten voor 1 hectare wilgenplantage met een levensduur van 18 jaar (6 oogstcycli).

Kostenpost	Type	Kosten per eenheid	Aantal eenheden	Kosten per ha
Aanleg	Eenmalig	€3.759,11	1	€3.759,11
Oogst	1 keer per oogstcyclus	€572,25	6	€3.433,50
Bemesting	1 keer per oogstcyclus na jaar 10	€191,10	3	€573,30
Ruiming	Eenmalig	€1.050,00	1	€1.050,00
Totale kosten				€8.815,91

4.2.2 Opbrengsten

De actuele houtsnipperprijs in Nederland varieert tussen de €20,- en €60,- per ton droge stof geleverd aan de poort van de centrale (Boosten & Oldenburger, 2010). In Duitsland liggen de prijzen hoger. Hier werd de laatste drie jaar €70,- tot €80,- per ton (gebaseerd op de levering van 80 m³ losgestort bij de klant met een vochtgehalte van 35%) betaald. De laatste maanden van 2010 en de eerste maand van 2011 was deze prijs zelfs opgelopen tot €90,- per ton met een vochtgehalte van 35% (CARMEN, 2011). Als ervan wordt uitgegaan dat de transportkosten grofweg €10,- per ton (transportafstand ca. 30 km) bedragen dan zouden de wilgen chips bij de plantages dus €10,- tot €50,- per ton droge stof mogen kosten. De transportkosten variëren naar hoeveelheid en afstand.

Tabel 4.7 geeft de opbrengsten weer van wilgenplantages met een levensduur van respectievelijk 6, 9, 12, 15 en 18 jaar. Gelet op de Duitse prijzen en rekening houdend met het feit dat de chips met een vaste samenstelling en kwaliteit geleverd kunnen worden, lijkt het niet onrealistisch aan de bovenkant van de prijsrange te gaan zitten. De wilgenchips zijn qua samenstelling en kwaliteit immers niet te vergelijken met chips die bijvoorbeeld vrijkomen na snoeiwerkzaamheden die een meer heterogene kwaliteit hebben. Daarom is in tabel 4.7 een prijs van €60,- per ton droge stof voor de wilgenchips aangehouden. In de tabel zijn ook de kosten voor aanleg, exploitatie (oogst en bemesting) en ruimen uit tabel 4.2 t/m 4.6 overgenomen.

Tabel 4.7*Opbrengsten van wilgenplantages van 1 hectare groot met verschillende levensduur in vergelijking tot de kosten.*

Levensduur	Biomassaopbrengst aan eind van levensduur (ton droge stof)⁸	Financiële opbrengst aan eind van levensduur bij een prijs van €60,- per ton	Kosten aanleg, exploitatie en ruimen uit tabel 4.2 t/m 4.4	Financieel resultaat
6 jaar (2 oogstcycli)	55 ton	€3.300,00	€ 5.953,61	€ -2.653,61
9 jaar (3 oogstcycli)	85 ton	€5.100,00	€ 6.525,86	€ -1.425,86
12 jaar (4 oogstcycli)	115 ton	€6.900,00	€ 7.289,21	€ -389,21
15 jaar (5 oogstcycli)	145 ton	€8.700,00	€ 8.052,56	€ 647,44
18 jaar (6 oogstcycli)	175 ton	€10.500,50	€ 8.815,91	€ 1.684,59

Uit de bovenstaande tabel blijkt dat met een prijs van €60,- per ovendroge ton chips een wilgenplantage minimaal 5 oogstcycli (15 jaar) moet meegaan voordat de plantage geld gaat opleveren. Om na twee oogstcycli min of meer quitte te spelen (waarbij ook de plantage kan worden geruimd zonder verlies te lijden) is een houtsnipperprijs van ongeveer €109,- per ovendroge ton wilgensnippers nodig. Deze prijzen zijn op korte termijn in Nederland reëel genomen niet te verwachten. In vergelijking met de gasprijs is deze prijs echter niet irreëel (zie onderstaand kader). Er moet echter wel rekening gehouden worden met het eventuele verschil in investeringskosten tussen een gas- en een houtgestookte installatie.

Vergelijking gasprijs en prijs wilgensnippers

De energie-inhoud van een ton ovendroge wilgensnippers (0% vochtgehalte) is ca. 18 GJ (Caslin *et al.*, 2011) en van een ton luchtgedroogde wilgensnippers (30% vochtgehalte) ca. 12 GJ (Bron: website Heizung-Direkt). Een m³ aardgas heeft een energie-inhoud van ca. 32 MJ (Bron: website ECN). Om beide brandstoffen met elkaar te vergelijken is het reëler om de energie-inhoud van de luchtdroge snippers te nemen, aangezien de snippers die in de praktijk worden verstoofd veelal luchtdroog zijn en niet ovendroog (0% vochtgehalte). Dit betekent dat 1 ton luchtdroge wilgensnippers een zelfde energie inhoud heeft als 375 m³ aardgas.

Over 2010 was de gemiddelde aardgasprijs bij een verbruik tot 2.000 m³ (huishoudens⁹) €0,53 per m³. Bij een verbruik tot 150.000 m³ (bijv. vleeskuikenbedrijven of zwembaden) €0,44 per m³ (Bron: website CBS). Om te kunnen concurreren met de gasprijs zouden de wilgensnippers voor huishoudens maximaal €98,75 per ton mogen kosten en bij grootverbruikers, zoals vleeskuikenbedrijven of zwembaden, €165,00 per ton.

De opbrengsten uit wilgenplantages kunnen eventueel nog worden geoptimaliseerd door de afstand tot de verwerker/eindgebruiker te minimaliseren. Hierdoor worden transportkosten beperkt. Er kan bijvoorbeeld gezocht worden naar een agrariër die een houtkachel heeft geplaatst of een zwembad met houtkachel in de buurt van de plantage. Het opslaan van de wilgenchips is daarbij essentieel voor het bewerkstelligen van een continue levering. Voor het realiseren van een continue levering kan gedacht worden aan het opzetten van een biomassawerf in de betreffende regio of te zoeken naar een bedrijf dat die functie zou kunnen/willen innemen. Een biomassawerf kan worden gezien als een verzamelplaats van verschillende biomassastromen. Op de biomassawerf kunnen de stromen worden

⁸ In verband met het aanslaan van de stekken wordt gedurende het eerste jaar nog geen optimale groei bereikt. Voor de eerste cyclus is een opbrengst van 25 ton droge stof per hectare aangehouden en voor de daaropvolgende cycli een opbrengst van 30 ton droge stof per hectare.

⁹ Een gemiddeld huishouden verbruikt jaarlijks ca. 1800 m³ aardgas (Bron: website Energiewereld).

samengevoegd, gehomogeniseerd en opgeslagen. Daardoor kan een continue levering van biomassa met een constante en homogene kwaliteit worden gegarandeerd en dat is weer gunstig voor de prijs.

5 RELEVANTE WET- EN REGELGEVING

In dit hoofdstuk wordt kort ingegaan op voor (tijdelijke) wilgenplantages relevante wet- en regelgeving.

5.1 Boswet en Gemeentelijke kapverordening/bomenverordening

De Boswet geldt voor bosopstanden (en daarmee ook voor wilgenplantages) groter dan 0,1 ha die buiten de bebouwde kom liggen. De 'bebouwde kom boswet' is overigens iets anders dan de 'bebouwde kom verkeerswet' (de gewone bebouwde kom). De 'bebouwde kom boswet' wordt door elke gemeente apart vastgesteld en kan afwijken van de gewone bebouwde kom. Indien tijdelijke wilgenplantages worden aangelegd op landbouwgronden of braakliggende bedrijventerreinen dan is het zaak om bij de Dienst Regelingen een vrijstelling van de meldings- en herplantplicht aan te vragen om te voorkomen dat het terrein permanent bos wordt. Voor wilgengrienden (daarmee ook voor wilgenplantages) die onder de Boswet vallen geldt overigens al een vrijstelling van de meldingsplicht voor oogstwerkzaamheden (Jansen, *et al.*, 2009; Visser, 2009).

Wanneer wilgenplantages binnen de 'bebouwde kom boswet' vallen, is de gemeentelijke kapverordening of bomenverordening van toepassing. Het kan dus per gemeente verschillen of het oogsten en/of het uiteindelijke rooien van de plantage vergunningsplichtig is.

5.2 Flora- en faunawet

Als zich in een tijdelijke wilgenplantage plant- en diersoorten vestigen die bescherming genieten van de Flora- en faunawet, kan dit mogelijk het uiteindelijke rooien van de wilgenplantage belemmeren. Het is mogelijk om voorafgaand aan de aanleg een ontheffing artikel 75 Flora- en faunawet aan te vragen. In het kader van de pilot 'Tijdelijke natuur' zijn al een aantal van dit soort ontheffingen verleend. Het is in principe alleen nodig om een ontheffing aan te vragen als er soorten uit tabel 3 van de ontheffing Flora- en faunawet voorkomen (LNV, z.j.; website LNV Loket; Van Kreveld, pers. med.). Het is moeilijk om van te voren exact te zeggen welke soorten zich zullen gaan vestigen in een wilgenplantage. Er kan wel gebruik worden gemaakt van de flora en fauna inventarisaties in de wilgenplantages in Flevoland uit de periode 2006-2008 (Boosten & Jansen, 2010). Geen van de soorten die in Flevoland zijn aangetroffen, komen voor in tabel 3. Vogelsoorten staan niet in tabel 3 van de ontheffing Flora- en Faunawet. Hiervoor geldt dat er een ontheffing moet worden aangevraagd voor soorten waarvan de nesten jaarrond beschermd zijn (bron: website LNV Loket). Ook geen van deze soorten is in de plantages in Flevoland aangetroffen. Er bestaat natuurlijk altijd een kans dat er zich toch beschermde soorten (uit tabel 3 of vogelsoorten met jaarrond beschermde nesten) in de wilgenplantage zullen vestigen. Het is aan de terreineigenaar om te bepalen of hij verwacht dat er zich vanuit de omgeving beschermde soorten zullen vestigen en hij voor aanleg een ontheffing van de Flora- en faunawet aanvraagt.

Tot slot geldt dat ook bij oogst- en onderhoudswerkzaamheden (onkruidbestrijding, bemesting) rekening moet worden gehouden met de Flora- en faunawet. De werkzaamheden mogen in principe geen beschermde soorten verstoren. De brochure *Buiten aan het werk?* (LNV, z.j.) bevat een stroomschema om te bepalen in welke gevallen de Flora- en faunawet van toepassing is en wanneer een ontheffing moet worden aangevraagd voor werkzaamheden.

5.3 Wet Milieubeheer: afval of geen afval

Als het gaat om houtige biomassa ontstaat er nogal eens discussie over de vraag of het als afval of als grondstof/brandstof kan worden gezien. Ondanks dat niet te verwachten is dat er in deze zin discussie over de status van de wilgenchips zal ontstaan, omdat wilgenchips immers een duidelijk product is van de teelt en dus niet als afval wordt gezien¹⁰, lijkt het toch verstandig voor de wilgenplantage een summier beheerplan op te stellen waarin wordt vastgelegd dat de plantage tot doel heeft om houtsnippers te produceren die zullen worden afgezet als brandstof voor biomassacentrales of als grondstof voor de bio based sector.

5.4 Overig

Bij de aanleg van (tijdelijke) wilgenplantages dient er altijd te worden nagegaan in hoeverre de plantage past binnen het bestemmingsplan en of er een omgevingsvergunning nodig is voor de aanleg.

¹⁰ Wanneer een houder van de stof zich van een stof ontdoet dan beschouwt de Wet Milieubeheer deze stof als afval (Vlam, 2009).

6 CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN

6.1 Conclusies

Deze studie laat zien dat er verschillende terreinen potentie hebben voor de aanleg van wilgenplantages in Nederland. In tabel 6.1 worden deze terreinen weergegeven met een schatting van de oppervlakte die in potentie aanwezig is. Er is bewust voor gekozen de oppervlaktes niet bij elkaar op te tellen, omdat dat een vertekend beeld zou kunnen geven. De opsomming in tabel 6.1 is niet compleet. Wilgenplantages zouden in potentie ook kunnen worden toegepast als aankleding van recreatiegebieden, in (spoor)wegbermen en op oevers van waterlopen, als helofytenfilter, bij vrije uitloop kippenhouderijen en op overige verontreinigde terreinen. Hiervoor zijn echter moeilijk oppervlaktes te geven.

Tabel 6.1

Potentiële terreinen en de beschikbare oppervlakte voor de aanleg van wilgenplantages in Nederland.

Terreintype	Oppervlakte
Braakliggende bedrijventerreinen	Ca. 2.000 ha
Robuuste (ecologische) verbindingzones	Ca. 1.300 ha
Bufferzone en waterretentiegebieden	Ca. 200 ha
Verontreinigde baggerspecie	Ca. 125 ha (per jaar)
Voormalige stortplaatsen	Ca. 1.500 ha

De bovenstaande oppervlaktes geven wel aan dat er nog een behoorlijk onbenut potentieel is voor wilgenteelt. Hierbij liggen ook tal van kansen voor functiecombinaties, waarbij wilgen niet alleen worden ingezet als biomassa-producent, maar ook een functie hebben als:

- landschappelijke beplanting of groenvoorziening (op bedrijventerreinen);
- habitat voor plant en diersoorten;
- buffer tussen intensieve landbouw en natuur of tussen stedelijk gebied en landbouw etc.;
- natuurlijk filter voor bodem-, water- en baggerreiniging.

De aanleg van wilgenplantages vergt een behoorlijke initiële investering van bijna €3.800,- per hectare. Wanneer bovendien de exploitatiekosten (oogst, onderhoud) en uiteindelijke kosten voor ruiming worden meegenomen, betekent dit dat een plantage tegen de huidige marktprijs voor wilgenchips minimaal 15 jaar moet meegaan voordat de plantage geld oplevert. Voor tijdelijke wilgenplantages die een kortere levensduur hebben is het daarom belangrijk om naast de financiële opbrengst van de wilgenchips ook de andere baten van tijdelijke wilgenplantages mee te nemen in de afweging om een plantage aan te leggen. Hierbij moet worden gedacht aan de bijdrage die de wilgenplantage levert aan:

- lokale (gemeentelijke) of regionale duurzame energie- en klimaatdoelstellingen;
- het groene imago van de organisatie of het bedrijf;
- de landschappelijke aankleding van (braakliggende) terreinen;
- tijdelijke verhoging van de biodiversiteit van (braakliggende) terreinen.

6.2 Aanbevelingen

Business cases en experimenteerplekken

Uit deze studie blijkt dat er in Nederland diverse mogelijkheden zijn voor de aanleg van wilgenplantages. In hoofdstuk 3 zijn diverse terreintypen en functiecombinaties genoemd voor wilgenteelt. Het is nu zaak om voor een aantal terreintypen, zoals (braakliggende) bedrijventerreinen, bufferzones, waterretentiegebieden en recreatiegebieden businesscases uit te werken, waarbij voor concrete locaties plannen worden gemaakt voor de aanleg en

landschappelijke inpassing van wilgenplantages en de afzet van de biomassa. Hierbij kan tevens op basis van de daadwerkelijke beschikbaarheid van gronden (braakligtermijn en oppervlakte) en de lokale of regionale afzetmogelijkheden van de biomassa een gedetailleerde kosten-batenanalyse worden gemaakt. Deze cases kunnen het best worden gecombineerd met nieuwe initiatieven voor houtgestookte installaties bij bijvoorbeeld nieuwbouwwijken, kantoorpanden, bedrijventerreinen, zwembaden of agrariërs. Deze business cases kunnen vervolgens worden gebruikt voor voorlichting richting andere terreineigenaren, overheden, projectontwikkelaars en boeren.

Bij lang niet alle in dit rapport genoemde functiecombinaties of terreintypen zal er op korte termijn op grote schaal wilgenteelt kunnen plaatsvinden. Dit heeft verschillende redenen:

- Wilgenteelt zal niet altijd direct worden geaccepteerd door de terreineigenaar, het bevoegd gezag of de omwonenden;
- Wilgenteelt past niet binnen de geldende beleidskaders of wet- en regelgeving (bijv. bestemmingsplan);
- De effecten van wilgenteelt op de primaire terreinfunctie zijn nog onvoldoende bekend.

Voorbeelden van terreintypen waar dit kan spelen zijn: robuuste (ecologische) verbindingzones, vrije uitloop kippenhouderijen, (spoor)wegbermen en oevers van waterlopen, baggerdepots en andere verontreinigde terreinen, voormalige stortplaatsen en braakliggende bedrijventerreinen. Het is daarom belangrijk om door middel van experimenteerplekken ervaring op te doen met wilgenplantages op deze terreintypen, zodat eventuele knelpunten in beleid en wet- en regelgeving kunnen worden weggenomen, er kan worden gewerkt aan de acceptatie en de effecten van wilgenteelt op de andere terreinfuncties kunnen worden gemonitord.

In paragraaf 3.1 is al het voorbeeld van de recent aangelegde wilgenplantage op het bedrijventerrein 7poort in Zevenaar genoemd. Dit project kan goed worden gebruikt om praktijkervaring op te doen en het concept van wilgenteelt op braakliggende terreinen in de praktijk te tonen. Het is echter belangrijk om op meer plekken in Nederland en op grotere schaal dit soort pilots te realiseren, waarbij ook wordt gekeken naar inpassing van wilgenplantages in de permanente groenvoorziening van een bedrijventerrein.

In Nederland wordt al meer dan 15 jaar onderzoek gedaan naar wilgenteelt op baggerdepots (zie paragraaf 3.4). Dit onderzoek richt zich vooral op de effecten van de wilg op de bagger en vice versa. Deze kennis en de nog resterende onderzoekslocaties kunnen nu worden gebruikt om het concept van wilgenteelt op baggerdepots verder uit te werken en uit te dragen.

Informereren en enthousiasmeren

Ondanks dat er in Nederland al veel kennis is over wilgenteelt en er bovendien in potentie nog voldoende terreinen zijn om tijdelijke of permanente wilgenplantages aan te leggen, wordt in veel ontwerpen en inrichtingsplannen eenvoudigweg niet gedacht aan wilgenplantages. Het is daarom belangrijk terreineigenaren, landschapsarchitecten, overheden en projectontwikkelaars te informeren en te enthousiasmeren over de mogelijkheden van wilgenplantages. Dit kan bijvoorbeeld door:

- Het organiseren van ontwerpateliers of het uitschrijven van een prijsvraag waarbij deelnemers voor verschillende regio's wilgenteelt een plek geven in een gebied in combinatie met andere landgebruiksvormen en functies.
- Het uitgeven van een kansengids waarbij de doelgroep wordt geïnformeerd over de kansen voor de aanleg van wilgenplantages op diverse terreintypen en in verschillende functiecombinaties. In deze gids kunnen op basis van bestaande ervaringen in Nederland en onze buurlanden ook praktische handvatten worden gegeven voor de aanleg en exploitatie van de plantages.

Kostenreductie

Uit de studie is gebleken dat wilgenplantages met een korte levensduur (minder dan 15 jaar) nog moeilijk rendabel te maken zijn. De kosten voor aanleg en onderhoud kunnen waarschijnlijk nog worden verlaagd door schaalvergroting. Dit betekent niet dat er grootschalige wilgenplantages moeten worden aangelegd, maar wel dat er door samenwerking in een regio voldoende schaal wordt gerealiseerd om goedkoper plantmachines of oogstmachines in te zetten of plantmateriaal aan te kopen.

Beschikbaarheid machines in Nederland

Het is daarnaast van belang dat er ruimte komt voor praktijkexperimenten met plant- en oogstmachines voor wilgenplantages, zodat loonwerkers en terreinbeheerders worden geïnformeerd over de (on)mogelijkheden van deze machines en deze op termijn ook in Nederland beschikbaar komen. Het is daarbij belangrijk te zoeken naar multifunctionele oogstmachines die niet alleen geschikt zijn voor oogst van wilgenplantages, maar ook voor het verwijderen van houtige opslag uit uiterwaarden, wegbermen of heideterreinen.

Verder zou bijvoorbeeld een oogstkop (voor reguliere maishakselaars) of oogstmachine kunnen worden aangeschaft door één grote terreinbeheerder (bijv. Rijkswaterstaat), waarna deze kop door meerdere partijen kan worden gehuurd.

BRONNEN

Literatuur

- Agentschap NL. 2011. *Werkprogramma Schone en Zuinige Agrosectoren. Sector Natuur, Bos, Landschap en Houtketen. Jaarwerkplan 2011*. Utrecht, Agentschap NL.
- Anonymus. 2001. *Basisdocument Tienjarensceenario waterbodems: bagger in beeld. AKW-rapport 01.014*. Lelystad, RIZA.
- Anonymus. 2009. Anschubfinanzierung könnte KUP voranbringen. Energieholz-Kongress von DLG und KWF thematisiert Hemmnisse bei der Entwicklung von Kurzumtriebsplantagen (KUP). *Holz-Zentralblatt*. 135; 12, 304.
- Alterra. 2001. *Handboek Robuuste Verbindingen; ecologische randvoorwaarden*. Wageningen, Alterra.
- Alterra. 2010. *Normenboek Natuur, Bos en Landschap 2010. Tijd- en kostennormen voor inrichting en beheer van natuurterreinen, bossen en landschapselementen*. Wageningen, Alterra.
- Arcadis. 2010. *IBIS Werklocaties. De stand van zaken in planning en uitgifte van werklocaties op 1 januari 2010 en de uitgifte in 2009*. Den Haag, Ministerie van Infrastructuur en Milieu.
- Aronsson, P. & K. Perttu. 2001. Willow vegetation filters for wastewater treatment and soil remediation combined with biomass production. *The Forestry Chronicle*. 77; 2, 293-299.
- Augustson, Å., A. Lind & M. Weih. 2006. Floristisk mångfald I Salix-odlinar (Floristic diversity in willow biomass plantations). *Svensk Botanisk Tidskrift*. 100; 1, 52-58.
- Bekker, A.W. 2000. *Energy cropping in the port of Rotterdam, a prefeasibility study at the option-area of Eastman Chemicals Nederland*. Deventer, Tauw.
- Bogaardt, V. & L. Kuiper. 1998. *Boomsorten voor baggerdepots*. Wageningen, Stichting Bos en Hout.
- Boosten, M. & A. Winterink. 2008. Biomassateelt en Waterberging. pag. 51-56. In: M. Vonk (Ed.) *Quick-scans on upstream biomass. Yearbook 2006 and 2007*. Wageningen, Biomass Upstream Stuurgroep.
- Boosten, M. & P. Jansen, 2010. *Flevo-energiehout; Resultaten van groei- en opbrengstmetingen en biodiversiteitsmetingen 2006-2008*. Wageningen, Stichting Probos.
- Boosten, M. & J. Oldenburger. 2010. *Quick scan markt van houtige biomassa in de Achterhoek*. Wageningen, Stichting Probos.
- Burger, F. 2006. Zur Ökologie von Energiewäldern. Schriftenreihe des Deutschen Rates für Landespflege. 79; 74-80.
- CARMEN. 2011. *Waldhackschnitzelpreise (WG 35) in €/t*. Geraadpleegd 12 mei 2011 via www.carmen-ev.de.
- 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.
- Cunningham, M.B., J.D. Bishop, H.V. McKay & R.B. Sage. 2004. *Arbre monitoring – Ecology of short rotation coppice. Four year study involving wildlife monitoring of commercial SRC plantations planted on arable land and arable control plots. s.l., The Game Conservancy Trust*.
- Dawson, M. 2007. *Short rotation coppice willow best practice guidelines. s.l., Omagh College*.
- De Somviele, B. 2007. Groene energie uit houtbiomassa. Eerste houtoogst in het project houtachtige biomassateelten in Vlaanderen. *Silva Belgica*. 114; 3, 10-13.

- De Somviele, B., L. Meiresonne & P. Verdonckt. 2009. *Van wilg tot warmte. Potenties van Korteomloophout in Vlaanderen*. Gontrode, Vereniging voor Bos in Vlaanderen, INBO & PROCLAM.
- Dijcker, R., W. Hendriks, B.J. Groenenberg & B. Lacroix. 2009. Groene bodemsanering. Bosaanleg op verontreinigde grond. *Milieu Magazine*. september 2009, pag. 26-27.
- Dimitriou, I. & P. Aronsson. 2005. Willows for energy and phytoremediation in Sweden. *Unasylva*. 56; 221, 47-50.
- 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.
- Gigler, J.K., M.J.G. Meeusen-van Onna & E. Annevelink (Red.). 1999. *Kansen voor energie uit biomassa! Resultaten van een 4-jarig DLO-onderzoekprogramma*. Wageningen, Dienst Landbouwkundig Onderzoek (DLO).
- IJzerman, J., G. Boosten & W. de Fijter. 2010. *Energy farming on the Dutch mountains, Onderzoek naar de geschiktheid van gesloten stortplaatsen voor energieteelt*. Heerenveen, Oranjewoud.
- Jans, R. & L. Kuiper. 2001. *Eindrapport Project Flevo Energiehout 2000*. Wageningen, Stichting Bos en Hout.
- Jansen, P., M. Boosten, A. Winterink & M. van Benthem. 2009. *De aanleg van nieuwe bossen*. Utrecht, Matrijs.
- Karssemeijer, P.L. & L.R.M. de Poorter. 1997. *Directe toepassing van baggerspecie. Deel 2, Raamwerk monitoringsplan toepassen van baggerspecie: functie natuur en bosbouw*. Delft, Projectbureau Hergebruik Baggerspecie.
- 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.
- Kuiper, L. 1998. *Evaluatie van een experiment met wilgenmatten op een baggerdepot bij Axel*. Wageningen, Stichting Bos en Hout.
- Kuiper, L. 2000. *Potproef met wilgen op baggerspecie*. Utrecht, , Novem.
- 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.
- Kuiper, L.C. & H.W. Kolster. 1996. Twenty Years of Research on Poplar Biomass Production in the Netherlands. Pp. 96-102. In: P. Chartier, G.L Ferrero, U.M Henius, S Hultberg, J. Sachau & M Wiinblad (Eds.). *Biomass for Energy and the Environment. Proceedings of the 9th European Bioenergy Conference. Copenhagen, Denmark 24-27 June 1996*. Pergamon/Elsevier Publishers.
- Liebhard, P. 2007. *Energieholz im Kurzumtrieb. Rohstoff der Zukunft*. Graz, Leopold Stocker Verlag.
- LNV. z.j. *Buiten aan het werk? Houd tijdig rekening met beschermde dieren en planten!*. Den Haag, Ministerie van LNV.
- LNV. 2010. *Groot project Ecologische Hoofdstructuur. Derde voortgangsrapportage. Rapportagejaar 2009*. Den Haag, Ministerie van LNV.
- Londo, H.M. 2002. *Energy farming in multiple land use. An opportunity for energy crop introduction in the Netherlands*. Meppel, Krips.

- Maeyer, E.A.A. de & C. Sonneveld. 1995. *Salix; aanleg van 10 ha wilg als energiegewas. IMAG rapport V 95-19. Wageningen, IMAG-DLO.*
- 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. Methodology report.* Hamburg, University of Hamburg – Centre of Wood Science.
- Máthé-Gáspár, G. & A. Anton. 2005. Study of phytoremediation by use of willow and rape. *Acta Biologica Szegediensis.* 49; 73-74.
- Meeusen, M.J.G., H.H.W.J.M. Sengers, L.C. Kuiper & P.A.G. Jansen. 2000. *Energieteelt in bufferzones. Een eerste inventarisatie van de mogelijkheden.* Den Haag, LEI.
- Meiresonne, L., B. De Somviele, S. van Slycken, P. Verdonckt, E. Van Houtte & B. Vandekerckhove. 2009. Biomassa van korteomloophout: ook iets voor Vlaanderen. *Silva Belgica.* 116; 1, 36-42.
- Mühlhausen, C. 2010. Agrarholz: kein Buch mit sieben Siegeln mehr. Sinkende Preise für traditionelle Feldfrüchte und positive Absatzprognosen für Feldholz sorgen bei Bauern für mehr Interesse. *Holz-Zentralblatt.* 136; 14, 361.
- Mulder, A.J. 1999. *Gebiedsgericht hergebruik. Proefproject met Salimatten op baggerspecie.* Delft, Dienst Weg- en Waterbouwkunde.
- Nijland, R. 2009. 'Bedrijventerrein kan bijdragen aan behoud biodiversiteit'. *De Levende Natuur.* 110; 2, 71-72.
- Olden, H. 2010. *Uit voorraad leverbaar. De overgewaardeerde rol van bouwrijpe grond als vestigingsfactor bij de planning van bedrijventerreinen. Proefschrift.* Utrecht, GeoMedia, Faculteit Geowetenschappen, Universiteit Utrecht.
- Perttu, K.L. & P.J. Kowalik. 1997. Salix vegetation filters for purification waters and soils. *Biomass and Bioenergy.* 12; 1, 9-19.
- Poorter, L.R.M. de, J. Harmsen & J. van Peperstraten. 2001. *Landfarming: van verontreinigde baggerspecie naar bruikbare grond. RIZA rapport 2001.011/AKWA rapport 01.001.* Lelystad, RIZA.
- Provincie Overijssel. 2011. *Ontwikkelingsmogelijkheden op voormalige stortplaatsen.* Zwolle, Provincie Overijssel.
- Probos. 2011. *Persbericht. 7poorter griend: de eerste wilgenenergieplantage op braakliggend bedrijventerrein!* Stichting Probos, april 2011.
- Reker, J. & W. Braakhekke. 2007. *Tijdelijke natuur, Concept voor een beleidslijn.* Nijmegen, Bureau Stroming.
- Sage, R., M. Cunningham & N. Boatman. 2006. Birds in willow short-rotation coppice compared to other arable crops in central England and a review of bird census data from energy crops in the UK. *Ibis.* 148; 184-197.
- Schepers, J.A.M., A.A.M. van Hasperen & J.L. van der Jagt (Red.). 1992. *Grienden: hakken of laten groeien. Inventarisatie van het hakgriendenareaal en mogelijkheden voor ontwikkeling. Werkdocument IKC-NBLF Nr. 18.* Utrecht, Informatie- en KennisCentrum Natuur, Bos, Landschap en Fauna (IKC-NBLF).
- Sival, F.P. & W.J. Chardon. 2002. *Natuurontwikkeling op voormalige landbouwgronden in relatie tot de beschikbaarheid van fosfaat.* Gouda, SKB.
- Sival, F.P. & W.J. Chardon. 2003. Fosfaat: sleutelfactor bij natuurontwikkeling op voormalige landbouwgronden?. *Vakblad Natuurbeheer.*, Nr. 1, 2003, pag. 10-11.
- Snep, R.P.H. 2009. *Biodiversity conservation at business sites – options and opportunities. PhD thesis.* Wageningen, Alterra.
- Spijker, J. & M. Boosten. 2010. *Inzet van hout voor energie in de provincie Gelderland.* Wageningen, Stichting Probos.
- Tack, F.M.G., P. Vervaeke, E. Meers & B. Vandecasteele. 2005. Phytoremediation/stabilisation of dredged sediment derived soils with willow. *Geophysical Research Abstracts.* vol. 7.

- Timmermans, B., N. van Eekeren, E. Finke & F. Smeding. 2010. *Evenwichtige vershraling van natuurpercelen. Eindverslag 2007-2009*. Driebergen, Louis Bolk Instituut.
- Tuinzing, W.D.J. 1938. *Verslag over het rijksgriendproefveld te Langbroek en de andere griendproefvelden van 1931 tot 1938*. 's-Gravenhage, Directie van den Landbouw
- Unsel, R., A. Möndel, B. Textor, F. Seidl, K. Steinfatt, S. Kaiser, M. Thiel, N. Karopka & M. Nahm. 2010. *Anlage und Bewirtschaftung von Kurzumtriebsflächen in Baden-Württemberg. Eine praxisorientierte Handreichung*. Rheinstetten-Forchheim, Landwirtschaftliches Technologiezentrum Augustenberg.
- Vermeulen, G.D., J.F.M. Huijsmans, J. Harmsen, & C. Sonneveld. 2004. *Wilgenteelt op baggerspecie; Energiewinning uit afval en biomassa (EWAB)*. Wageningen, Agrotechnology & Food Innovation B.V.
- Vermeulen, G.D., J. Harmsen & A. Ursem. 2005. Baggerreiniging en wilgenteelt. *Bodem*. 15; 2, 66-68.
- Vervaeke, P., S. Luysaert, J. Mertens, E. Meers, F.M.G.. Tack & N. Lust. 2003. Phytoremediation prospects of willow stands on contaminated sediment: a field trial. *Environmental Pollution*. 126; 275-282.
- Visser, B. 2009. *Bomen en wet*. Utrecht, Bomenstichting.
- Vlam, M. 2009. *Biomassa uit natuur, bos, landschap en de houtketen. Een inventarisatie van belemmerende wet- & regelgeving aangaande de doelstellingen in het Convenant Schone en Zuinige Agrosectoren*. Den Haag, s.n.
- Vonk, M. 2008. Energiehout biodiverser dan gedacht. *Vakblad Natuur Bos Landschap*. 5; 1, 9-11.
- VROM/RIVM. 2010. *Jaarverslag bodemsanering over 2009 - Een rapportage van de bevoegde overheden bodemsanering*. Den Haag/Bilthoven, Ministerie van VROM/RIVM.
- Vos, C.C., J.M. Baveco & M. van der Veen. 2005. *Robuuste verbindingen; een nadere onderbouwing van de ontwerpregels*. Wageningen, Alterra.
- Witters, N., S. Van Slycken, A. Ruttens, K. Andriaensen, E. Meers, L. Meiresonne, F.M.G. Tack, T. Verwys, E. Laes & J. Vangronsveld. 2009. Short-Rotation Coppice of Willow for Phytoremediation of a Metal-Contaminated Agricultural Area: A Sustainability Assessment. *Bioenergy Research*. 2; 144-152.
- Witvliet, M. & L. Kuiper. 2000. *CO₂-vastlegging in energieplantages*. Wageningen, Stichting Bos en Hout.

Websites

- Bodemrichtlijn. Geraadpleegd 8 maart 2011 via www.bodemrichtlijn.nl.
- CBS. Geraadpleegd 12 april 2011 en 11 mei 2011 via <http://statline.cbs.nl>.
- Compendium voor de Leefomgeving. Aantal locaties bodemverontreiniging, inventarisatie 2009. Geraadpleegd 6 april 2011 via www.compendiumvoordeleefomgeving.nl.
- ECN. Geraadpleegd 11 mei 2011 via www.ecn.nl.
- Energiepflanzen. Geraadpleegd 12 april 2011 via www.energiepflanzen.at.
- Energiewereld. Geraadpleegd 11 mei 2011 via www.energiwereld.nl.
- Enerpedia. Geraadpleegd 9 mei 2011 via www.enerpedia.be.
- Heizung-direct. Geraadpleegd 11 mei 2011 via www.heizung-direkt.de.
- InnovatieNetwerk. Geraadpleegd 12 maart 2011 via www.innovatienetwerk.org.
- LNV Loket. Geraadpleegd 12 maart 2011 via www.hetlnvloket.nl.
- Prijs-Informatie Desk LEI. Geraadpleegd 11 mei 2011 via www.lei.wur.nl.
- Project VerKOht. Geraadpleegd 10 mei 2011 via www.energiehout.be.
- Rijksoverheid. Aanpak bodemverontreiniging. Geraadpleegd 6 april 2011 via www.rijksoverheid.nl.
- Waterschap de Dommel. Waterpark Groote Beerze. Geraadpleegd 14 april 2011 via www.dedommel.nl.

Informanten

Arnold van Kreveld, Bureau Stoming



Stichting Probos Postbus 253 6700 AG Wageningen
tel. +31(0)317-466555 fax +31(0)317-410247 mail@probos.nl www.probos.nl