



probos

● *Waterzuivering met wilgen*

Wilgenplantages worden internationaal niet alleen steeds meer benut voor de productie van duurzame biomassa. Ze zijn ook zeer geschikt voor het zuiveren van afvalwater. Dit Bosbericht gaat in op de mogelijkheden voor het combineren van biomassaproductie met waterzuivering in wilgenplantages.

Waterzuivering met wilgen

Wilgenplantages voor waterzuivering

Houtige biomassa is in Nederland momenteel een belangrijke bron voor het opwekken van hernieuwbare energie. De verwachting is dat de vraag naar houtige biomassa in de toekomst alleen maar zal stijgen met de opkomende *biobased economy*. Om te zorgen dat Nederland voor een deel zonder import aan de vraag naar houtige biomassa kan voorzien, werken Probos en InnovatieNetwerk aan diverse studies en pilots om wilgenplantages een plek en functie te geven in het Nederlandse landschap. Wilgenplantages worden internationaal immers gezien als efficiënte en duurzame biomassaproductanten. In eerdere Bosberichten is hier al uitvoerig bij stilgestaan¹.

Wilgenplantages zijn echter ook zeer geschikt als natuurlijke waterzuivering, waarmee een meervoudige functievervulling kan worden gerealiseerd. In Nederland zijn met name rietfilters (helofytenfilters) bekend als groene waterzuivering. Rietfilters werken weliswaar prima, maar leveren niet of nauwelijks nuttige biomassa op. In het buitenland (o.a. Denemarken, Zweden, Ierland en Frankrijk) zijn diverse succesvolle praktijkvoorbeelden te vinden van waterzuivering en biomassaproductie met wilgenplantages. Ter voorbereiding op de realisatie van praktijkpilots, heeft InnovatieNetwerk aan Bioniers en Probos opdracht gegeven om de (buitenlandse) kennis en ervaringen over waterzuivering met wilgen te verzamelen en te ontsluiten in een 'state-of-the-art' rapport. Hieronder wordt ingegaan op de belangrijkste resultaten.

Ervaringen uit het buitenland

De buitenlandse praktijkvoorbeelden tonen dat wilgenplantages kunnen worden ingezet voor het zuiveren van verschillende typen afvalwater. Het meest voorkomend is effluent van

rioolwaterzuiveringsinstallaties (rwzi's). Effluent is water dat door een rwzi is gezuiverd, maar nog een deel van de oorspronkelijke verontreiniging bevat. Ook zijn er voorbeelden waarbij water uit ontwatering van slibdepots of percolatiewater uit vuilstorten wordt gezuiverd. Daarnaast zijn er voorbeelden waarbij industrieel afvalwater uit bijvoorbeeld houtzagerijen (afkomstig van onder meer de beregening van boomstammen) en de voedingsmiddelenindustrie in wilgenplantages wordt geleid om te worden gezuiverd.

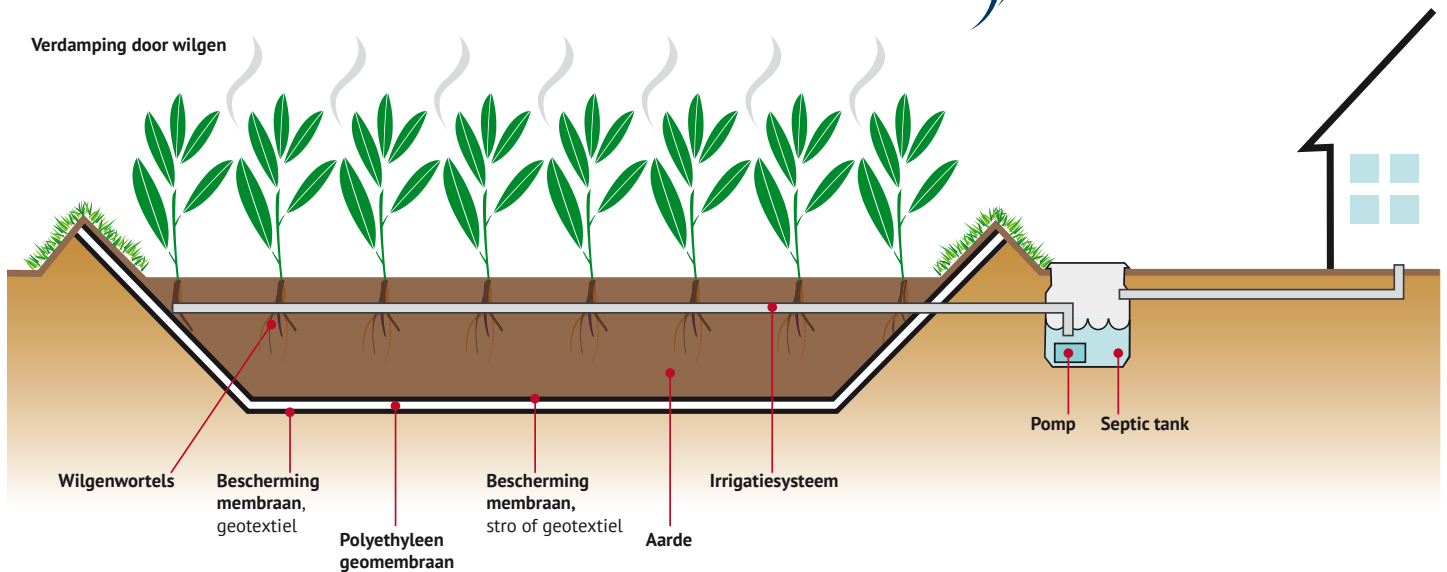
Werking wilgenzuivering

Afvalwater wordt meestal geloosd op het oppervlaktewater of afgevoerd via het riool. Lozen op oppervlaktewater betekent een verstoring van het aquatische ecosysteem. De mate van verstoring varieert met de mate van vervuiling en het debiet van de lozing ten opzichte van die van het ontvangende oppervlaktewater.

Wilgenplantages kunnen zo worden ingericht dat lozingen van afvalwater niet plaatsvindt, omdat al het ingelaten water wordt verdampt door de wilgen. Verreweg de meeste systemen in Zweden, Denemarken en de Verenigde Staten zijn systemen zonder lozing. De zuivering bestaat grotendeels uit het feit dat de wilgen nutriënten (onder andere stikstof en fosfaat) opnemen uit het water en benutten voor hun groei. Ook nemen zij verontreinigingen, zoals zware metalen, op die zij opslaan in hun biomassa. Tot slot worden organische verontreinigingen veelal afgebroken door bacteriologische activiteit in de bodem. Grootschalige wilgenzuiveringssystemen in het buitenland bestaan uit plantages die in het

groeiseizoen worden geïrrigeerd met afvalwater. Dit gebeurt via druppel- of sprinklerirrigatie (figuur 1). De hoeveelheid te behandelen water in het systeem wordt afgestemd op de verdamping, de infiltratiesnelheid en de hoeveelheid neerslag, zodanig dat er geen lozing op oppervlaktewater plaatsvindt. Irrigatie gebeurt uitsluitend in het zomerhalfjaar. Omdat er niet wordt geloosd, is geen lozingsvergunning nodig. Er vindt geen afwenteling van problemen plaats naar het oppervlaktewater en benedenstrooms gelegen gebieden. Bovendien hoeft het systeem niet in de nabijheid van oppervlaktewater aangelegd te worden. Een nadeel is dat, hoewel wilgen veel water verdampen, er een grotere oppervlakte nodig is in vergelijking met systemen die wel water lozen. Een ander nadeel is dat er alleen in het groeiseizoen irrigatie en daarmee waterzuivering mogelijk is. Moet er in het betreffende productieproces jaarrond water gezuiverd worden, dan moet er gedurende de wintermaanden een mogelijkheid zijn voor berging van het water. Kleinschalige systemen voor de zuivering van het afvalwater van een of enkele huishoudens, bestaan vaak ook uit een geïrrigeerd systeem zonder lozing. Ze kunnen echter ook bestaan uit een systeem waarbij het water door de wilgenplantage wordt geleid en daarna wordt geloosd op het oppervlaktewater. Dit is een zogenaamd verticaal doorstroomd systeem. Een groot deel van de zuivering vindt in dit geval plaats door de bodempassage en door bacteriën die in de bodem aanwezig zijn. Voordeel van dit systeem is dat het ook in de winter kan worden gebruikt. De grootte van het systeem en daarmee het zuiveringsrende-

¹ Boosten, M., J. Oldenburger & C. de Groot. 2014. Wilgenteelt op bedrijventerreinen. *Bosberichten*. 2014 nr. 1.
Boosten, M. & P. Jansen. 2013. Kosten en baten van wilgenenergieplantages. *Bosberichten*. 2013 nr. 1.
Jansen, P. & M. Boosten. 2012. Tijd rijp voor wilgenenergieplantages!. *Bosberichten*. 2012 nr. 1.



Figuur 1. Schematische weergave van een wilgenzuivering (illustratie Gebca Velema)

ment dienen te worden afgestemd op de lozings-eisen. Met andere woorden: hoeveel verontreiniging mag er na passage door de wilgenplantage nog in het water zitten dat op het oppervlaktewater wordt geloosd? De aanlegkosten van een dergelijk systeem zijn hoger dan de aanleg van een gesloten systeem (zonder lozing), aangezien er een drainagesysteem moet worden aangelegd. Dit drainage systeem is kwetsbaar bij berijding van de wilgenplantage met (oogst)machines.

Opname nutriënten en ophoping stoffen

In de literatuur worden grote verschillen gevonden in opname en verwijdering van nutriënten. Voor een groot deel is dit afhankelijk van de locatie en klimatologische omstandigheden. De opname van stikstof door wilgen ligt tussen 18 en 100 kg stikstof per ha/jaar en van fosfaat tussen 3 en 13 kg per ha/jaar. De totale verwijdering van nutriënten ligt hoger, omdat er naast opname door de wilgen ook nutriënten achterblijven in de bodem en worden afgebroken door bacteriën. Voor stikstof kan de totale verwijdering variëren van 75 tot 630 kg per ha/jaar en voor fosfaat van 5 tot 50 kg per ha/jaar. Nutriënten die de wilgen opnemen komen in wortelbiomassa, takbio-

massa en in bladbiomassa terecht. Nutriënten in de bladeren komen gedeeltelijk weer in het systeem terecht wanneer de bladeren in het najaar van de bomen vallen. Dit is slechts een klein percentage, omdat de wilgen de nutriëntengehalten in de bladeren sterk (met 40-70%) verminderen voordat zij de bladeren laten vallen. Niet afbreekbare stoffen, zoals zware metalen, zouden zich in een systeem zonder lozingen kunnen ophopen. Wilgen zijn echter goed in staat om metalen op te nemen en vertonen geen verminderde groei bij hoge concentraties. De metalen worden teruggevonden in de wortelbiomassa, in het hout en de bladeren. De verdeling van de metalen over de verschillende onderdelen van de planten varieert zowel per wilgensoort als per metaalsoort. De concentratie van metalen is vrijwel altijd het hoogst in de wortels, maar omdat de totale biomassa

van hout veel groter is dan die van de wortels, is bij sommige soorten en metalen de totale hoeveelheid metalen het hoogst in het hout. Met het oogsten van het hout wordt daarom een groot deel van de metalen afgevoerd.

Effect op de biomassa-productie

Behandeling van wilgenplantages met afvalwater fungeert niet alleen als waterzuivering, maar werkt tegelijkertijd ook als bemesting voor de wilgen. In reguliere wilgenplantages (zonder irrigatie met afvalwater) ligt de productie op gemiddeld 10 ton droge stof per ha/jaar. De ervaring in het buitenland is dat irrigatie met (nutriëntenrijk) afvalwater de productie verhoogt met 4 tot 8 ton droge stof per ha/jaar of 30-100% ten opzichte van niet-geïrrigeerde systemen. Deze vorm van bemesting kan dus een extra boost geven aan de biomassa-productie.

Behandeling van restwater in Enköping

De laatste twintig jaar zijn in Zweden veel wilgenplantages aangelegd om de stikstofbelasting van oppervlaktewater door afvalwater te verminderen. In Enköping is bijvoorbeeld een wilgenplantage van 76 hectare aangelegd die stikstofrijk restwater (zogenaamd rejectiewater) van een slibontwatering bij een rioolwaterzuivering (rwzi) ontvangt. Dit water bevat 800 mg stikstof (N) per liter. Dat is 25% van de totale hoeveelheid stikstof die uit de rwzi komt. In de zomer wordt de wilgenplantage met dit water bevoeid. In de winter wordt het water opgevangen in speciale opvangbekkens. Dit water wordt in de daaropvolgende zomer alsnog in de wilgenplantage geleid.



Tabel 1. Overzicht van het aantal rioolwaterzuiveringsinstallaties (rwzi's) in Nederland, de totale capaciteit (uitgedrukt in inwonerequivalenten) en de benodigde oppervlakte wilgenplantages voor verwerking van het effluent.

Capaciteitsklasse	Totale zuiveringscapaciteit uitgedrukt in inwonerequivalenten (i.e.)	Aantal rwzi's	Totale benodigde hectare wilgenplantages	ha/rwzi
tot 5 000 i.e.	63.000	20	130	6,5
5 000 tot 10 000 i.e.	293.000	40	603	15,1
10 000 tot 25 000 i.e.	1.176.000	73	2.422	33,2
25 000 tot 50 000 i.e.	2.747.000	76	5.657	74,4
50 000 tot 100 000 i.e.	4.732.000	67	9.744	145
100 000 tot 250 000 i.e.	7.845.000	51	16.155	317
meer dan 250 000 i.e.	7.425.000	18	15.290	849
Totaal	24.281.000	345	50.000	

Perspectieven in Nederland

Tabel 1 geeft een overzicht van het aantal rwzi's in Nederland, hun capaciteit en de benodigde oppervlakte wilgenplantage om het effluent te zuiveren met een wilgenplantage. Effluent bevat vaak nog hoge concentraties aan nutriënten. Om te kunnen voldoen aan de eisen van de Europese Kaderrichtlijn Water worden steeds strengere eisen gesteld aan de kwaliteit van het effluent dat op het oppervlaktewater mag worden geloosd. Door het effluent te behandelen in een wilgenplantage kan lozing van een overmaat aan nutriënten of andere verontreinigingen op het oppervlakte water worden voorkomen of verminderd. Grote rwzi's liggen meestal aan de rand van grote steden en de ruimte voor wilgenplantages is daar beperkt. Het behandelen van alle effluent uit rwzi's in een wilgenzuivering is daardoor niet mogelijk. Kleine rwzi's liggen meestal in het landelijk gebied en daar zou ruimte kunnen zijn voor wilgenplantages. De kleinste rwzi's (met een capaciteit tot 5.000 i.e.²) hebben gemiddeld een wilgenplantage nodig van 6,5 hectare. Rwzi's met een capaciteit tot 10.000 i.e. hebben een plantage van gemiddeld 15,1 hectare groot nodig om

dan de hoeveelheid afvalwater uit rwzi's (in totaal 24 miljoen i.e.). Met in totaal 28 hectare aan wilgenplantage zou al het afvalwater in Nederland gezuiverd kunnen worden. Gemiddeld is dat 1.300 m² per bedrijf.

Wilgenplantages voor waterzuivering zijn met name interessant voor waterschappen (de eigenaren van rwzi's) en bedrijven met een lozing. Vooral lozingen van water met veel nutriënten en eventueel organisch materiaal zijn interessant. Hierbij kan naast rwzi's worden geacht aan de voedselverwerkende industrie (bijvoorbeeld brouwerijen) of de glastuinbouw. Lozingen met veel toxische stoffen zoals zware metalen komen niet in aanmerking. De lozende bedrijven en waterschappen hoeven niet zelf de wilgenplantages te exploiteren. Zij kunnen dit uitbesteden aan een derde partij. Te denken valt aan agrariërs of loonbedrijven, maar ook natuurbeheerorganisaties zouden met 'wilgenzuivering' een nieuwe maatschappelijke groene dienst (verdienmodel) kunnen ontwikkelen.

Er kunnen extra interessante situaties ontstaan als de bedrijven of waterschappen zelf een energievraag hebben die (geheel of gedeelte-

hun effluent te zuiveren. In het landelijk gebied zijn zulke oppervlakten vaak wel te vinden. De hoeveelheid bedrijfsafvalwater (14.000 i.e.) is in Nederland veel kleiner

lijk) zou kunnen worden ingevuld met de biomassa uit de wilgenplantage. De biomassa wordt dan benut als brandstof voor duurzame warmteproductie (biomassaketel) of zelfs elektriciteitsopwekking (WKK-ketel). Voedselverwerkende bedrijven hebben meestal een warmtevraag, evenals de glastuinbouw. Ook waterschappen hebben energie nodig om de rwzi te laten draaien.

Tot slot

Op basis van deze studie kan worden geconcludeerd dat wilgenplantages in combinatie met waterzuivering in potentie interessante win-win situaties kunnen opleveren. Bovendien hoeven we hiervoor niet helemaal zelf het wiel opnieuw uit te vinden, omdat er een schat aan buitenlandse kennis en ervaring voorhanden is. Van alle tot nu toe gebruikte groene waterzuiveringssystemen (zoals bijvoorbeeld rietfilters) komt de wilgenzuivering als de meest financieel aantrekkelijke naar voren. De volgende stap is nu om in Nederland een of meerdere pilots te realiseren om de potenties in de praktijk aan te tonen. Geïnteresseerden kunnen zich hiervoor melden bij de auteurs.

Martijn Boosten, Stichting Probos

Adrie Otte, Bioniers

Marleen van den Ham, InnovatieNetwerk

De studie werd uitgevoerd in opdracht van InnovatieNetwerk.



Het rapport 'Nieuwe kansen voor duurzame biomassa: afvalwater zuiveren met wilgen' (Otte, A.J. & M. Boosten, 2014) kan binnenkort worden gedownload van www.probos.nl en www.innovatienetwerk.org.

2 i.e.: inwonerequivalenten. Dit is een eenheid om vervuiling in uit te drukken. Eén inwonerequivalent is de gemiddelde hoeveelheid vervuiling in het afvalwater, die een persoon in huis veroorzaakt.