



Wateren van hout

Literatuurstudie naar de effecten en toepassingen van
gewaterd inlands hout



Mark van Benthem & Sander Teeuwen

Wageningen, november 2018



Wateren van hout

Literatuurstudie naar de effecten en toepassingen van
gewaterd inlands hout

Mark van Benthem & Sander Teeuwen

Wageningen, november 2018

Colofon

© Stichting Probos, Wageningen, november 2018

Auteurs: Mark van Benthem & Sander Teeuwen

Titel: Wateren van hout
Literatuurstudie naar de effecten en toepassingen van gewaterd inlands hout

Uitgever: Stichting Probos
Postbus 253, 6700 AG Wageningen
tel. 0317-46 65 55
mail@probos.nl
www.probos.nl

Opdrachtgever(s):
Rijkswaterstaat

- Overname, verveelvoudiging of openbaarmaking van deze uitgave is toegestaan mits met duidelijke bronvermelding.
- Overname, verveelvoudiging of openbaarmaking is niet toegestaan voor die gedeelten van deze uitgave waarvan duidelijk is dat de auteursrechten liggen bij derden en/of zijn voorbehouden.
- Stichting Probos aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit het gebruik van de resultaten van dit onderzoek of de toepassing van de adviezen.

Inhoudsopgave

Inleiding	7
1 Wat is het wateren van hout?	8
2 Effecten van het wateren van hout	9
2.1 Uitloging van sappen	9
2.2 Permeabiliteit	10
2.3 Aantasting van hout	11
2.3.1 Aantasting van hout tijdens wateren	11
2.3.2 Aantasting van gewaterd hout in de toepassing	12
2.4 'Rustig' hout	12
2.5 Verkleuring	13
3 Eisen aan de waterplaats	14
3.1 Stroming	14
3.2 Waterkwaliteit	14
3.3 Afmetingen van de waterplaats	14
3.4 Logistiek	15
4 Impact van wateren op de waterkwaliteit	16
5 Eisen aan het te wateren hout en geschikte houtsoorten	18
5.1 Grenen (grove den)	18
5.2 Lariks	19
5.3 Douglas	19
5.4 Iep	19
5.5 Fruit- en notenbomen	20
5.6 Overige houtsoorten	20
6 Toepassingen van (inlands) gewaterd hout	22
7 Conclusies en aanbevelingen	23
8 Referenties	25

Inleiding

Rijkswaterstaat (RWS) heeft de ambitie om in 2030 circulair te handelen en in 2050 circulair te zijn. Hiermee draagt RWS bij aan de Rijksbrede ambities op het gebied van de transitie naar een Circulaire Economie (CE).

Jaarlijks komt er bij beheer en onderhoud van het areaal van RWS een hoeveelheid hout vrij. Dit hout vervalt veelal aan de aannemer. Hout is een hernieuwbare grondstof, kan tot hoogwaardige producten worden verwerkt en legt CO₂ vast. Vanwege deze eigenschappen kan hoogwaardige toepassing van hout een bijdrage leveren aan de circulaire ambities van RWS.

In de afgelopen jaren heeft RWS op verschillende aspecten rondom het wateren van hout en het toepassen van hout in de GWW al initiatieven genomen. De wens is nu om deze afzonderlijke informatie te bundelen, aan elkaar te koppelen en aan te vullen, om te zien of er een proces tot stand kan komen van het vrijkomen van hout tot hoogwaardige toepassing van hout. Dit kan mogelijk als boegbeeld van circulariteit binnen RWS functioneren.

Doel van deze literatuurstudie is in beeld te brengen wat de huidige kennis is omtrent het wateren van hout. RWS gebruikt deze kennis om te beoordelen in hoeverre het wateren van hout voor RWS interessant is en mogelijkheden biedt voor: 1) het beschikbaar stellen van waterplaatsen; 2) een deel van het hout dat vrijkomt uit beheer en onderhoud en 3) het toepassen van hout binnen het areaal van RWS.

Er zijn betrekkelijk recent twee literatuurstudies naar het wateren van hout uitgevoerd en sinds het verschijnen van die studies, geen nieuwe uitgevoerd. Daarom is besloten een vlotte scan op nieuwe en aanvullende literatuur uit te voeren en deze notitie vooral te baseren op de rapporten 'Het wateren van Hout' (Van Benthem en Massop, 1999) en 'Holland een waterrijk houtland' (Aalbers, 2017), aangevuld met meer recentere data en ervaringen.

Deze notitie vat de voor RWS belangrijkste informatie samen. Elk hoofdstuk begint met een kort kader dat de informatie samenvat. Geïnteresseerden kunnen vervolgens in het betreffende hoofdstuk lezen waar de conclusie op gebaseerd is.

1 Wat is het wateren van hout?

Het gedurende een langere tijd, gewoonlijk 9 tot 36 maanden, opslaan van verse, onverzaagde boomstammen in het water, waarbij getracht wordt de verwerkbaarheid en duurzaamheid van het hout te verbeteren.

De Van Dale definieert het wateren van hout als ‘het enige tijd in water laten liggen van vers hout om ongewenste stoffen eruit te laten trekken’. Echter, in de literatuur wordt het wateren van hout zelden gedefinieerd. Hier wordt vaak een omschrijving gegeven van de vermeende effecten. Vroeger werd het wateren van hout op grote schaal toegepast ten behoeve van zowel het transport van hout als conservering, levensverlenging, betere verwerkbaarheid en kwaliteitsverbetering. In 1999 werd nog door circa 25 bedrijven en organisaties op kleine schaal (2.500 m³) hout gewaterd (Van Benthem & Massop, 1999). Dit zijn de meest recente beschikbare cijfers.

De ondergrens van 9 maanden geldt veelal voor zachte houtsoorten. Hardere houtsoorten worden veelal een langere periode, tot de bovengrens van 36 maanden, gewaterd. De tijdsduur is onder andere afhankelijk van de structuur van het hout. Iedere houtsoort heeft dus een eigen optimale wateringsduur (Van Benthem & Massop, 1999). Er wordt gezegd dat ook de stroming een rol speelt bij de tijdsduur van het wateringsproces.

Door middel van het wateren wordt getracht de verwerkbaarheid en duurzaamheid van het hout te verbeteren, doordat suikers uit het spint logen en het hout tot rust komt (Klaassen, 2018).

2 Effecten van het wateren van hout

Allereerst heeft opslag van hout onder water het voordeel dat het niet aangetast wordt. Dit biedt ook kansen voor het reguleren van het aanbod van hout, zeker voor meer hoogwaardige soorten en kwaliteiten. Het wateren van hout zelf resulteert in een verhoogde permeabiliteit van het spinhout, wat het absorptievermogen van bijvoorbeeld verf zowel positief als negatief beïnvloedt. Voedingsstoffen als suikers, enzymen en zetmeel logen uit, wat de aantasting door schimmels, fungi en insecten tegengaat. Na wateren wordt er echter geen verhoging van de duurzaamheidsklasse geconstateerd. Gewaterd spinhout droogt sneller en de kans op waterophoping in de toepassing is lager, waardoor de kans op scheurvorming afneemt. Het wateren kan verkleuringen met zich meebrengen, die afhankelijk van de toepassing al dan niet wenselijk zijn.

Het voornaamste deel van de literatuur over het wateren van hout omschrijft de effecten in algemene zin. Dit wekt de indruk dat de omschreven effecten voor alle houtsoorten gelijk zijn. Dit is echter niet het geval, zo blijkt uit praktijkervaringen en wetenschappelijk onderzoek, dat voor Nederland beperkt is tot grenen en eik.

Hiernaast is het van belang te beseffen dat de beschreven effecten van het wateren van hout voornamelijk betrekking hebben op het spinhout. Tevens worden deze effecten niet gewogen ten opzichte van andere verduurzamings- of houtmodificatie technieken.

2.1 Uitloging van sappen

Door middel van het zuigende vermogen kan de stam van een vers gekapte boom tijdens het proces van wateren water opnemen en dit vervolgens weer afgeven, vermengd met sappen bestaande uit suikers, zetmeel en enzymen. De verhoogde permeabiliteit (zie paragraaf 2.2) bevordert het watertransport in de stam en faciliteert zo de uitloging. Langdurig wateren kan uitloging van hars tot gevolg hebben. Enerzijds verbetert dit de verfofopname, anderzijds zou dit echter kunnen leiden tot een verminderde duurzaamheid aangezien harsrijkdom duurzaamheid positief beïnvloedt (Van Benthem & Massop, 1999).

Het proces van uitloggen en afbraak van stippelmembranen, en hiermee dus het wateren van hout, beïnvloedt de kracht van het hout niet negatief (SHR, 2006; Klaassen & Gierveld, 2005).

Naast de uitloging van sappen, worden de reservestoffen die nog aanwezig zijn in de stam voor een groot deel omgezet in water. Deze omzetting is mogelijk

omdat de nog levende cellen in de stam, die de omzetting verzorgen, onder water niet snel afsterven (Van Benthem & Massop, 1999).

2.2 Permeabiliteit

Een eerste algemeen effect van het wateren van hout, dat zowel ondersteund wordt door wetenschappelijk onderzoek als door praktijkervaringen, is de verhoogde permeabiliteit van met name het spinhout van gewaterd hout ten opzichte van ongewaterd hout (Dunleavy & McQuire, 1970; Powell et al., 2000).

Permeabiliteit, ook wel doordring- of doorlaatbaarheid genoemd, is een materiaaleigenschap die de mate beschrijft waarin een vaste stof een andere stof doorlaat. In het geval van het wateren van hout heeft dit vooral betrekking op de doorlaatbaarheid van hout voor zowel vocht (water) als lucht.

Het tijdens het wateringsproces opgenomen water stimuleert bacteriële activiteit die zorgt voor het afbreken van de stippelmembranen in het hout, wat de permeabiliteit van het spinhout verhoogt (Powell et al., 2000). Met de verhoging van de permeabiliteit van het spinhout wordt het absorptie- én desorptievermogen van het hout bevorderd. Dit heeft tot gevolg dat het hout na verwerking sneller en gelijkmatiger droogt. In theorie zou dit de kans op aantasting door schimmels verminderen. Echter, de verminderde kans op aantasting door schimmels kent wetenschappelijk geen eenduidig bewijs (Jutte, 1971; Klaassen, 2008).

Een direct effect van de verhoogde permeabiliteit is een verminderd risico op lokale wateraccumulatie (Klaassen, 2018). Dit, in combinatie met 'rustiger' hout (hoofdstuk 2.4) vermindert de kans op scheurvorming. Dit verschijnsel wordt niet alleen beschreven door Liese & Karstedt (1971), maar komt ook in meer recent onderzoek (SHR, 2006) terug.

Minder scheuren resulteert in minder invloeden van buitenaf (SHR, 2006). Dit kan de levensduur van gewaterd hout verlengen, met name in de buitentoepassing. Praktijkervaringen uit de bouw tonen kozijnen van gewaterd grenen van tientallen jaren oud in perfecte staat (pers. med. Brand, 2017 (bedrijfsleider houtzagerij Twickel) en Boeve, 2017 (timmerwerken) in Aalbers, 2017).

Door de verhoogde permeabiliteit en meer open structuur is het gewaterde hout beter in staat om verf op te nemen (Singh et al, 1996, 1998; SHR, 2006), waardoor, door toepassing van geïmpregneerde verf, de resistentie tegen houtaantastende schimmels verder verhoogd kan worden (Suolahti, 1961). Stichting Hout Research (SHR) bevestigde dit in een onderzoek naar gewaterd grenen (SHR, 2006). Bij gebruik van een product op basis van lijnolie, wat ten opzichte van verf op andere basis in mindere mate gevoelig is voor uitloging, kan een afwerksysteem goed hechten. Dit opent mogelijkheden voor het gebruik

in buitentoepassingen van houtsoorten die hier onbewerkt ongeschikt voor worden geacht, zoals grenen (SHR, 2006).

Echter, er wordt ook een nadelig effect van gewaterd grenen vermeldt met betrekking tot de transparante afwerking. Doordat het hout plaatselijk een meer open structuur heeft, zal ook plaatselijk meer pigmentbevattende lak worden opgenomen, wat zal leiden tot vlekken in het afgewerkte hout (Jutte, 1971; SHR, 2006).

2.3 Aantasting van hout

Wateren van hout heeft effect op de mate waarin hout wordt aangetast, zowel tijdens het proces van wateren als ná het wateren in de toepassing zelf.

2.3.1 Aantasting van hout tijdens wateren

Als het hout voldoende onder water blijft tijdens het wateren, is het beschermd tegen aantasting door schimmels, fungi en insecten. Deze bescherming wordt gevormd door de buitenkant van de stam die, door de opname van water in de celholten, als het ware een 'watermantel' vormt (Van Benthem & Massop, 1999). Deze watermantel zorgt voor een laag zuurstofgehalte in de stam. Dit lage zuurstofgehalte, in combinatie met het hoge vochtgehalte van het hout en de lage temperatuur, vormt een ongeschikt leefmilieu voor de meeste fungi, bacteriën en insecten. Dit maakt water, vanuit een duurzaamheids- en kwaliteitsbehoudsperspectief, een betere opslagplaats ten opzichte van traditionele opslag op land. Dit blijkt ook uit onderzoek van SHR in samenwerking met een meubelmaker. In dit onderzoek naar gewaterd eiken blijkt dat het spinhout van de op land opgeslagen eikenstammen na 12 maanden bijna volledig is weggerot, waar het gewaterde eikenspinthout juist zeer bruikbaar geworden is (SHR in Aalbers, 2017). Men zou dus kunnen stellen dat het wateren van hout een grotere efficiëntie op het gebied van gebruik van stamhout met zich meebrengt, omdat het spint hoogwaardiger ingezet kan worden. Dit is met name een voordeel voor soorten met relatief veel spint, zoals grenen, jonger eiken, iep en noot.

Een bijkomend voordeel van de bescherming tegen aantasting tijdens het proces van wateren is de conserverende werking. De nagenoeg 'onbegrensde levensduur' van hout onder water geeft een verbeterde mogelijkheid tot het reguleren van het houtaanbod (Aalbers, 2017; Gibbs & Webber, 1996). Op deze manier kan er een houtvoorraad gecreëerd worden waarop een beroep gedaan kan worden indien de markt hierom vraagt. Tevens kunnen grote hoeveelheden hout die in een kort tijdsbestek vrijkomen (bijvoorbeeld als gevolg van calamiteiten als storm en essentaksterfte) zonder kwaliteitsverlies langdurig opgeslagen worden (Gibbs & Webber, 1996). Dit fenomeen wordt in landen als Duitsland en in Scandinavische landen veel gezien.

2.3.2 Aantasting van gewaterd hout in de toepassing

Door middel van de processen van uitloging van sappen en omzetting van voedingsstoffen, die plaatsvinden tijdens het wateren, bevatten gewaterde stammen minder voedingsstoffen voor schimmels, fungi en insecten. De studie van Powell et al. (2000) toont aan dat na een periode van 12 maanden wateren de hoeveelheid oplosbare koolhydraten is afgenomen tot circa 5 procent van de waarde direct na velling. Dit maakt gewaterd hout minder interessant voor schimmels, fungi en insecten en resulteert, onder andere wegens deze reden, in een verlaagde aantasting (Syme & Saucier, 1995).

De verminderde aantasting als gevolg van wateren vindt grote ondersteuning vanuit praktijkervaringen. Echter, wetenschappelijk onderzoek geeft hiervoor geen eenduidig bewijs. Een studie van SHR (2006) naar de aantasting van gewaterd grenen geeft weer dat er geen significant verschil in massaverlies bestaat tussen gewaterd en ongewaterd hout ten gevolge van aantasting door in de grond aanwezige aantasters en bovengrondse schimmels. Op basis hiervan concludeert SHR dat de duurzaamheid van grenenspint- en kernhout door het proces van wateren niet verandert. De resultaten van deze studie zijn gebaseerd op een eenmalige proef en beperken zich tot grenen. Hoe de duurzaamheid van andere houtsoorten met betrekking tot massaverlies als gevolg van schimmelaantasting wordt beïnvloed, is niet wetenschappelijk onderzocht.

Resultaten van SHR-onderzoek naar blauwgevoeligheid¹ van gewaterd grenen bevestigen de heersende praktijkervaringen dat gewaterd grenen, ten opzichte van ongewaterd grenen, minder (al dan niet minimaal) gevoelig is voor aantasting door blauwschimmel. Echter, het gewaterde spinhout is niet óngevoelig voor verblauwing, zo stelt SHR, maar mogelijk kan de weerstand verder vergroot worden door het proces van wateren (soortspecifiek) te optimaliseren. Aantasting door blauwschimmel is uitsluitend esthetisch; de celwand wordt niet of nauwelijks aangetast².

2.4 ‘Rustig’ hout

Het ‘rustiger’ worden van hout is een ander gunstig effect verbonden aan het wateren van hout. Hoewel wetenschappelijk onderzoek geen significante verschillen constateert in het zwel- en krimpgedrag van gewaterd en ongewaterd grenen(spint)hout, blijkt gewaterd hout stabielere te zijn na verwerking; er is minder spanning aanwezig in het hout. Dit maakt het hout tevens beter verzaagbaar en voorkomt kromtrekken (SHR, 2006; Klaassen & Gierveld, 2005); het hout ‘werkt’ en scheurt minder (Fraanje, 1999). Of dit effect

¹ De mate waarin een bepaalde houtsoort gevoelig is voor kolonisering van houtverkleurende schimmels.

² http://www.houtinfo.nl/sites/default/files/Hout_Houtaantastingen_deel1_dec2013.pdf, geraadpleegd 28 november 2018

echter direct is toe te schrijven aan het proces van wateren of dat dit een gevolg is van groeistress-relaxatie door opslagtijd staat ter discussie (Klaassen, 2010).

Onderzoek wijst uit dat het wateren van eikenhout een kleinere spreiding van het soortelijk gewicht van het kernhout tot gevolg heeft (SHR in Aalbers, 2017). Met andere woorden: het soortelijk gewicht, gezien over de gehele stam, wordt gelijkmatiger én berekenbaarder (Aalbers, 2017). Een kleine spreiding van het soortelijke gewicht is wenselijk voor toepassingen in de bouw aangezien veel gestelde kwaliteitseisen samenhangen met deze eigenschap.

2.5 Verkleuring

Bij het wateren van hout kan verkleuring optreden bij bepaalde soorten, waar bij andere soorten verkleuring juist tegengegaan wordt (Van Benthem & Massop, 1999; Gibbs & Webber 1996). Of deze verkleuring wenselijk is, is afhankelijk van de uiteindelijke toepassing van het hout. Voornamelijk looizuurhoudende soorten als eik, robinia en (tamme) kastanje dienen in schoon en stromend water gewaterd te worden ter voorkoming van ongewenste verkleuring (Van Benthem & Massop, 1999). Wetenschappelijk onderzoek naar grenen toont aan dat eventuele ongewenste verkleuring zeer oppervlakkig is en gebruik dus niet gehinderd wordt (Klaassen & Gierveld, 2005).

Geluiden uit de praktijk melden dat door het wateren van bijvoorbeeld iep of noot het verschil in kleur van het spint- en kernhout nivelleert, waardoor, in combinatie met de eerder vermelde verbetering van het spinthout, een verhoogd rendement van tot wel 15% behaald kan worden (Van Benthem & Massop; Beekman, 1955 & Pfeiffer, 1942). De nivellering, of juist het verschil in kleur tussen kern- en spinthout wordt vooral als decoratief voordeel gezien door bijvoorbeeld interieur- en meubelmakers.

3 Eisen aan de waterplaats

Stromend water in de waterplaats faciliteert uitloging en zorgt voor de afvoer van stoffen die hierbij vrijkomen. Het water in de waterplaats dient minimaal 0,5 m diep te zijn, schoon te zijn en stroming te bevatten om ongewenste verkleuring te voorkomen. De afmetingen van de waterplaats dienen in lijn te zijn met de te verwachten hoeveelheid te wateren hout. Eén kant van de oever van de waterplaats dient verstevigd te zijn, waarbij de aanwezigheid van een verhard terras gewenst is voor de logistiek.

Het wateren van hout stelt specifieke eisen aan de waterplaats. Deze eisen zijn onder te verdelen in: 1) de eisen aan de waterplaats zelf en; 2) eisen met betrekking tot de logistiek. Stroming, waterkwaliteit en afmetingen van de waterplaats vallen onder de eerste categorie, waar logistiek betrekking heeft op de tweede. Vanzelfsprekend mag het wateren van hout geen hinder opleveren voor de scheepvaart en eventueel aanwezige water(sport)recreatie.

3.1 Stroming

Een van de belangrijkste eisen die wordt gesteld aan de waterplaats is het verval van de waterverplaatsing. In andere woorden; de stroming. Stromend water faciliteert uitloging en voorkomt ongewenste verkleuring. Dit is voornamelijk gebaseerd op praktijkervaringen. In de Woolderbeek op landgoed Twickel, een van de grootste producenten van gewaterd hout in Nederland, wordt een verval van 6 m³ per uur, 150 m³ per dag toegepast. Stroming is eveneens belangrijk voor de afvoer van stoffen die vrijkomen als gevolg van uitloging (zie hoofdstuk 2.1). Echter, het wateren wordt ook toegepast in stilstaand water (vijvers en meren). Praktijkervaringen illustreren dat ook hier positieve resultaten worden behaald.

3.2 Waterkwaliteit

Het water in de waterplaats dient schoon te zijn. Verontreinigd water met zware metalen resulteert in ongewenste verkleuring in looizuurhoudende houtsoorten.

3.3 Afmetingen van de waterplaats

De afmetingen zijn afhankelijk van het volume te wateren hout. Zo dient de oppervlakte van de waterplaats, en hiermee de capaciteit, te voldoen aan de verwachte houtaanvoer. Hiertoe is ook de diepte van de waterplaats van belang. De vereiste diepte verschilt echter per opslagmethode en hoeveelheid te wateren hout. Er wordt gesteld dat de minimale vereiste diepte 0,5 meter is (Patzak &

Loffler, 1988). Dit hangt samen met het feit dat de stammen minimaal voor 2/3 onder het waterpeil dienen te liggen ter bevordering van het kritische vochtigheidspercentage. Dit kritische vochtigheidspercentage faciliteert de bescherming tegen aantasting. Houtsoorten met een soortelijk gewicht groter dan dat van water (1000 kg per m³) zullen zinken. Met dit gegeven in het achterhoofd kan de oppervlakte optimaal benut worden.

3.4 Logistiek

Voor de logistiek is een goede bereikbaarheid en korte afstand tot de locatie van oogst van belang. Dit beperkt de kosten en milieu-impact. Om het laden en lossen van zwaar vrachtverkeer mogelijk te maken op de locatie van de waterplaats dient minimaal één kant van de oever versterkt te zijn. Hiernaast is een verhard terras met een afmeting van 40 bij 15 meter gewenst bij vervoer per vrachtwagen (Van Benthem & Massop, 1999).

4 Impact van wateren op de waterkwaliteit

Het wateren van hout kan leiden tot een verkleuring en onaangename geurontwikkeling in het water op de waterplaats. Praktijkervaring schetsen echter dat dit alleen het geval is bij de afwezigheid van stromend water. De impact van verkleuring op de waterkwaliteit is niet wetenschappelijk vastgesteld. De impact van wateren op de zuurstofbeschikbaarheid in de waterplaats staat ter discussie. Wanneer de stroming, wateroppervlakte en het volume te wateren hout in balans zijn worden hier geen problemen voorzien.

Hoewel verschillende praktijkervaringen en -onderzoeken in het verleden hebben uitgewezen dat het opslaan van hout in water minimale gevolgen heeft voor de waterkwaliteit van de waterplaats, blijven er zorgen (Gibbs & Webber, 1996). De voornaamste bedreiging van de waterkwaliteit zou de uitloging van oplosbare organische verbindingen (o.a. suikers en tannine) uit het spinhout en de bast van het opgeslagen hout zijn. Dit zou vervolgens kunnen leiden tot een verhoogde koolstofbeschikbaarheid voor microbiële groei, resulterend in zowel een waterverkleuring als een verhoogde biologische zuurstofbehoefte en dus een zuurstofgebrek.

Ervaringen uit de praktijk schetsen dat er nauwelijks tot geen eutrofiëring plaatsvindt bij het wateren van hout, mits de waterplaats beschikt over stromend water. Metingen verricht naar uitgespoelde boomsappen aan zowel de boven- als onderstroom van de Woolderbeek, bij Landgoed Twickel, geven geen significante verschillen weer (pers. med. Brand, 2017 in Aalbers, 2017). Bij afwezigheid van stromend water, wordt er wel waterverkleuring, en tevens een onaangename geurontwikkeling, geconstateerd. Of deze verkleuring en geurontwikkeling zich ook uiten in een negatief effect op de waterkwaliteit is niet wetenschappelijk vastgesteld.

Het zuurstofgebrek dat wellicht zou ontstaan door een verhoogde koolstofbeschikbaarheid zou nog eens versterkt kunnen worden door de respiratie van een toenemend aantal bacteriën aan de onderzijde van de gewaterde stammen (Levy, 1990). Deze lokale deoxygenatie zou wellicht een gevaar voor de lokale visstand kunnen betekenen (Borga, 1994). Echter, onderzoek door Jager (1969) en Patzak & Loffler (1988) wijst uit dat het wateren van hout geen gevaar oplevert voor de visstand in de waterplaats bij natuurlijke open water condities (Gibbs & Webber 1996). Uit de praktijk blijken veel waterplaatsen ook rijk aan vis. Gibbs & Webber (1996) concluderen dat zelfs wanneer er grote hoeveelheden hout gewaterd worden en ondanks een mogelijke toename van kleinschalige verkleuring of biologische zuurstof behoefte, het wateren een verwaarloosbaar effect heeft op de waterkwaliteit van de waterplaats.

Daarentegen tonen laboratoriumstudies met afgesloten tanks een minimale toxiciteit voor zalmsoorten aan als gevolg van het wateren van relatief grote houtvolumes (Schaumburg, 1973; Sedell & Duval, 1985).

De tegenstelling tussen laboratoriumuitkomsten en de praktijk maken duidelijk dat de stroming en het volume te wateren hout met elkaar in balans moeten zijn (relatief ten opzichte van de oppervlakte van de waterplaats).

5 Eisen aan het te wateren hout en geschikte houtsoorten

Gezien de investeringen die gemaakt moeten worden om hout te wateren, dient in algemene zin het hout van hoogwaardige kwaliteit te zijn of het gaan om bijzondere soorten. Op basis van praktijkervaringen en beoogde toepassingen worden grenen, lariks, Douglas, iep, fruit- en notenbomen als meest geschikte houtsoorten aangewezen voor het proces van wateren.

Vanuit de literatuur is er relatief weinig bekend over de eisen die gesteld worden aan het te wateren hout en houtsoort. In het algemeen wordt er gesteld dat het hout van relatief hoge kwaliteit dient te zijn om in aanmerking te komen voor wateren, waarna het ook als hoogwaardig hout verwerkt wordt (Brand, 2017). Ditzelfde kan gelden voor bijzondere soorten als fruit- en notenbomen en iep. Ook kan het afhangen van wat ‘in de mode is’. Zo zijn momenteel massieve tafelbladen met een mooie tekening in het hout in de mode. Dat betekent dat stamdelen met takaanzetten meegenomen kunnen worden.

Op basis van praktijkervaringen kan een inventarisatie gemaakt worden van houtsoorten die geschikt worden bevonden voor het wateren van hout. Of een houtsoort wel of niet geschikt is, hangt voornamelijk af van de toegevoegde waarde van het proces van wateren voor die specifieke soort en de beoogde toepassing. Er is hoofdzakelijk gekeken naar inlandse houtsoorten die zich reeds bewezen hebben in beoogde toepassingen (hoofdstuk 6) en houtsoorten karakteristiek voor RWS-arealen.

5.1 Grenen (grove den)

Praktijkervaringen stellen dat gewaterd grenen minder werkt, sneller droogt, gemakkelijker bewerkt en beter te impregneren is (Van Benthem & Massop, 1999). Ook de kans op aantasting door blauwschimmel, waar grenen normaliter ernstig gevoelig voor is, neemt zowel tijdens als na het wateren af (SHR, 2006; Van Benthem & Massop, 1999). Het proces van wateren tast de buigzaamheid en kracht van het grenenhout niet aan, zo wordt beweerd (Klaassen, 2010; Van Benthem & Massop, 1999). Verder melden praktijkervaringen uit de bouw dat kozijnen vervaardigd van gewaterd grenen tot wel 8 maal langer meegaan dan ongewaterd grenen (Van Benthem & Massop, 1999; Aalbers, 2017). Men stelt zelfs dat gewaterd grenen haar toepassing zou kunnen vinden in buitenkozijnen (Fraanje, 1999), waar dat vroeger ook het geval was.

Ook zijn er positieve ervaringen opgedaan met gewaterd grenen toegepast als gevelbekleding (Klaassen, 2010; SHR, 2006). Tijdens het proces van wateren kan er bij grenenhout echter wel ongewenste verkleuring optreden. Hiernaast dient

grenen niet te lang gewaterd te worden om uitloging van hars te voorkomen. Een periode van 12-18 maanden lijkt te volstaan, al zijn de meningen hierover verdeeld (Van Benthem & Massop, 1999). Door het relatief hoge spintgehalte kan het wateren van grenen een grote toegevoegde waarde hebben.

5.2 Lariks

Uit de praktijk wordt gemeld dat larikshout door het proces van wateren 'rustiger' wordt, wat de kans op scheuren en vervormen vermindert (Van Benthem & Massop, 1999). Tevens beschermt het wateren het lariksspint tegen aantasting (Van Benthem & Massop, 1999). Lariks kent vele toepassingen. Zo wordt lariks gebruikt voor scheepsmasten, kozijnen en beschoeiingen. Sommigen beweren zelfs dat gewaterd lariks tropische of verduurzaamde houtsoorten zou kunnen vervangen in bepaalde toepassingen (Fraanje, 1999). Aangezien lariks een van de duurzaamste houtsoorten in Nederland is, kan het proces van wateren wellicht leiden tot nog hoogwaardigere toepassingen of verlenging van de levensduur. Echter, anderen zetten vraagtekens bij de effectiviteit van het wateren van lariks gezien het al van nature duurzaam is. De benodigde periode van wateren ligt voor lariks tussen de 12 en 36 maanden (Van Benthem & Massop, 1999).

5.3 Douglas

Douglas wordt gewaterd om de werking van het hout te verminderen en aantasting te voorkomen (Van Benthem & Massop, 1999; Fraanje, 1999). Tevens wordt de verwerkbaarheid beter. Zo kan er bijvoorbeeld direct na het zagen van het gewaterde hout geschaafd worden. Dit is bij bijna geen enkele soort mogelijk (Van Benthem & Massop, 1999). Echter, gewaterd Douglas dient wel binnen een korte periode nadat het uit het water gehaald is verzaagd te worden. Dit voorkomt scheuren bij verwerking (Van Benthem & Massop, 1999). Kernhout van Douglas kan door zijn hoge duurzaamheid en kwaliteit vaak buiten worden toegepast. Geluiden uit de praktijk melden dat het proces van wateren de kwaliteit van Douglas verder kan bevorderen. Voor Douglas is een minimale waterduur van 12 maanden vereist. In het algemeen wordt 12-18 maanden aangehouden.

5.4 Iep

Iep is wellicht de bekendste Nederlandse gewaterde houtsoort. Naast de reguliere redenen voor het wateren, wordt iep gewaterd ter preventie van de verspreiding van de iepenziekte. Na het wateren wordt er een hoger stamrendement behaald. Dit is toe te schrijven aan het nivelleren van de kleur van het kern- en spinhout. Door de uitloging van sappen in het spinhout zou ook de kwaliteit van het spinhout toenemen, zo wordt in de praktijk vaak

vermeld. Aangezien iep relatief veel spinhout bevat, levert dit een groot voordeel op. Het maakt gewaterd iepen een potentiële interessante houtsoort voor vele toepassingen waaronder de meubelindustrie. Voor iep geldt een minimale waterperiode van 2 jaar. Echter geluiden uit de praktijk stellen dat er na een periode van 3 tot 4 jaar de beste resultaten worden behaald (Van Benthem & Massop, 1999).

5.5 Fruit- en notenbomen

Praktijkervaringen schetsen bijna uitsluitend positieve effecten voor fruit- en notenbomen als gevolg van wateren. Het betreft een kleinere kans op aantasting en vervormingen en tevens wordt het stamrendement hoger doordat het spinhout bruikbaar wordt. De grotere bruikbaarheid van het spinhout is voornamelijk toe te schrijven aan esthetisch gewenste verkleuringen. Hierdoor is gewaterd hout van fruit- en notenboomsoorten als appel, peer, kers en walnoot gewild onder meubelmakers en houtdraaiers. Daarnaast vindt het toepassing als betimmering en muziek-instrumenten.

Specifieke vermelding verdient ook de Amerikaanse vogelkers. Deze soort wordt nog vaak gezien als een plaag, maar levert zeer mooi hout. Wanneer er een markt gecreëerd wordt voor dit (gewaterde) hout, stimuleert dit wellicht om de Amerikaanse vogelkers in terreinbeheer anders te beoordelen.

5.6 Overige houtsoorten

In deze sectie worden houtsoorten omschreven die niet in de selectie hierboven zijn opgenomen, maar wel (ongewaterd) toepassing vinden in de GWW en B&U. Tevens worden houtsoorten uitgelicht die karakteristiek zijn voor RWS arealen.

Vurenhout wordt hedendaags voornamelijk gewaterd als methode voor opslag (Van Benthem & Massop, 1999). Tevens wordt de verfoopname verbeterd. Echter, praktijkervaringen melden dat er ongewenste verkleuring op kan treden en er rekening gehouden dient te worden met minderwaardige sterkte-eigenschappen in de buitenste stamzone (Van Benthem & Massop, 1999).

Populier, een soort rijk aan spint, wordt ook omwille van opslag gewaterd. Tevens blijft het hout in water 'vers', wat bevorderlijk is wanneer het populierenhout als finer verhandeld wordt (Van Benthem & Massop, 1999). Dit geldt ook voor berk en beuk. Populier wordt hedendaags veelal laagwaardig toegepast als pallet- of vezelhout. Vroeger werd gewaterd populier ook toegepast als constructiehout binnen (Van Benthem & Massop, 1999).

Gewaterd eiken is vooral geliefd bij meubelmakers. Echter, de meningen over het wateren van eikenhout zijn verdeeld. Dit houdt verband met het aanwezige looizuur. Wanneer houtsoorten met looizuur gewaterd worden in niet schoon of

stilstaand water, kan er ongewenste verkleuring optreden. Wanneer eiken te lang gewaterd wordt kan bovendien het looizuur uitlogen wat ten koste zou gaan van de duurzaamheid. Wegens dezelfde redenen wordt ook (tamme) kastanje meestal niet gewaterd.

Robinia wordt niet geschikt geacht vanwege de geringe toevoeging van het wateren, aangezien robinia van zichzelf al een duurzame houtsoort is met weinig spint. Dit geldt over het algemeen ook voor eik en (tamme) kastanje. Het wateren van robinia kan overwogen worden wanneer er voor een toepassing 'rustig' hout gewenst is.

Elzenhout bevat relatief veel spinthout en wordt voornamelijk gewaterd om aantasting tegen te gaan. Tevens melden praktijkervaringen dat els tijdens het wateren aan hardheid zou winnen (Van Benthem & Massop, 1999).

Tenslotte dient wilg besproken te worden aangezien deze soort op grote schaal voorkomt in uiterwaarden en dus in arealen van RWS. Het enige wat echter bekend is over het wateren van wilg is dat de waterduur niet te lang mag zijn. Er wordt een periode van 9 tot 12 maanden gesteld.

Voor een uitgebreid overzicht van eisen, eigenschappen, toepassingen en effecten van wateren op specifieke houtsoorten, wordt verwezen naar Aalbers, 2017 en Van Benthem & Massop, 1999. Tevens wordt voor eisen betreffende specifieke toepassingen verwezen naar de congruente NEN- en GCW-normen.

6 Toepassingen van (inlands) gewaterd hout

Er kan geconcludeerd worden dat er een ruim scala aan mogelijkheden bestaat voor het gebruik van inlands gewaterd hout in verschillende toepassingen. De meest kansrijke toepassingen voor gewaterd hout zijn in de praktijk bewezen toepassingen als scheepsmasten, meubelhout, muziekinstrumenten en hout voor de renovatiesector (o.a. gevelbekleding, raamkozijnen, etc.). Ondanks de wens van RWS om gewaterd hout in eigen GWW-werken te willen toepassen, ligt dit minder voor de hand. In de GWW wordt vrijwel uitsluitend kernhout gebruikt, dat tevens dient te voldoen aan strenge normen en kwaliteitseisen. Aangezien het wateren van hout voornamelijk effect heeft op het spinhout, is de toegevoegde waarde van het wateren voor GWW toepassingen minder. Tevens is het volume hoogwaardig inlands hout beperkt.

7 Conclusies en aanbevelingen

Op basis van deze beknopte literatuurstudie kan geconcludeerd worden dat het wateren van hout verschillende effecten kent, voornamelijk op spinhout. Tijdens het wateren van hout logen voedingsstoffen uit, wat de aantasting door schimmels, fungi en insecten tegengaat. Tevens leidt het wateren van hout tot een verhoogde permeabiliteit van het spinhout, wat de verfopname beïnvloedt. Gewaterd (spint)hout droogt sneller en de kans op waterophoping in de toepassing is lager, waardoor de kans op scheurvorming afneemt. Ook stelt men dat gewaterd hout rustiger is. Deze effecten van het wateren kunnen eraan bijdragen dat gewaterd hout in de toepassing langer mee gaat. Echter, gewaterd hout kent geen hogere duurzaamheidsklasse. Het wateren kan verkleuringen met zich meebrengen, die afhankelijk van de toepassing al dan niet wenselijk zijn.

Tijdens het proces van wateren is het hout beschermd tegen aantasting door zowel schimmels als insecten, mits het hout gedurende het hele proces constant voldoende onder water blijft. Deze conserverende werking geeft mogelijkheden voor het aanleggen van een houtvoorraad bij calamiteiten of wanneer hoogwaardig hout niet als hoogwaardig vermarkt kan worden.

Het is van belang om de bovenstaande effecten van het wateren van hout in perspectief te plaatsen en te vergelijken met zowel onbehandeld hout als hout verduurzaamd met behulp van andere technieken. Het verdient aanbeveling dat er onderzoek verricht wordt naar de prestaties van gewaterd hout in verschillende toepassingen en hoe zich dit verhoudt tot ongewaterd hout. Tevens verdient het aanbeveling pilots te initiëren met zowel het wateren van hout zelf als toepassingen van gewaterd hout in de praktijk. Dit zal in belangrijke mate bijdragen aan een verbeterd inzicht in de effecten van het wateren van hout en de prestaties van gewaterd hout in de toepassing. Deze pilots dienen begeleid en gemonitord te worden door deskundigen en opgezet met referenties met ongewaterd hout.

Aangezien de ambitie van Rijkswaterstaat is om in 2030 circulair te handelen en in 2050 circulair te zijn, heeft het inzichtelijk maken van RWS-arealen met betrekking tot houtsoorten, volumes, diameterklasse, leeftijd en dergelijke een hoge prioriteit. Dit inzicht is er momenteel niet. Wanneer deze informatie verzameld wordt, geeft dit inzicht in wat RWS uit eigen arealen zelf kan benutten of in de markt kan zetten. Indien uit de inventarisatie van de houtvoorraad blijkt dat er substantieel soorten bij zitten die interessant zijn om te wateren en continue in de tijd geleverd kunnen worden, verdient het aanbeveling te onderzoeken wat de marktvraag (en prijzen) zijn van deze soorten om eventueel een solide businesscase te formuleren.

Toepassingsmogelijkheden van gewaterd hout liggen met name in bestaande, in de praktijk bewezen toepassingen in de meubel- en renovatiesector (o.a. gevelbekleding en kozijnhout), in muziekinstrumenten en scheepsmasten. Gezien de ambities van

RWS met betrekking tot circulariteit en het hoogwaardig toepassen van eigen grondstoffen, verdient het aanbeveling te verkennen of er kansen liggen voor de toepassing van gewaterd hout in de GWW.

Tevens verdient het aanbeveling dat RWS de vraag naar waterplaatsen onderzoekt en in hoeverre zij aan hieraan tegemoet kan komen. Met het beschikbaar stellen van waterplaatsen kan RWS een faciliterende rol spelen in de keten van het wateren van hout. Dit kan de bekendheid en het gebruik van inlands gewaterd hout stimuleren, wat mogelijk een impuls geeft aan de totale keten van gewaterd hout.

8 Referenties

Aalbers, V.J. 2017. Holland een waterrijk houtland. Rijkswaterstaat (intern rapport)

Benthem van, M., M. Massop. 1999. *Het wateren van hout. Naar een verbeterde kwaliteit van Nederlands hout*. Amsterdam, IVAM Environmental Research.

Beekman, W. 1955. *Hout in alle tijden – bossen, bomen en hout van thans, deel 5 & 6*. Deventer, Kluwer. In: Benthem van, M., M. Massop. 1999. *Het wateren van hout. Naar een verbeterde kwaliteit van Nederlands hout*. Amsterdam, IVAM Environmental Research.

Borga, P. 1994. Chemical and microbial interactions in environmental degradation processes. Uppsala, s.n.. In: Benthem van, M., M. Massop. 1999. *Het wateren van hout. Naar een verbeterde kwaliteit van Nederlands hout*. Amsterdam, IVAM Environmental Research.

Dunleavy, J.A., A.J. Mc Quire. 1970. The effects of water storage on the cell structure of Sitka spruce (*Picea sitchensis*) with reference to permeability and preservation. *Journal of the Institute of Wood Science*. 5: 20-30.

Fraanje, P.J. 1999. *Natuurlijk bouwen met hout*. Utrecht, Uitgeverij Jan van Arkel.

Gibbs, J., J. Webber. 1996. *Water storage of timber: experience in Britain*. London, HMSO.

Jutte S.M. 1971. *Wood structure in relation to excessive absorption, a literature survey*. Delft, Houtinstituut TNO.

Klaassen, R.K.W.M. 2008. Water flow through wooden foundation piles: A preliminary study. *International Biodeterioration & Biodegradation*. 61: 61-68.

Klaassen, R.K.W.M. 2010. *Effect of ponding on the wood quality of Scots pine*. Wageningen, SHR Hout Research.

Klaassen, R.K.W.M. 2018. *Houtvademecum*. Almere, Centrum Hout.

Klaassen R.K.W.M., H. Gierveld. 2005. *Gewaterd hout in de monumentenzorg*. Wageningen, SHR Hout Research.

Leek, N.A. 2003. *Houten innovaties langs de snelweg: marktonderzoek naar DWW houtinnovaties*. Wageningen, Stichting Probos.

Levy, D.A., I. Yesaki, B. Christensen. 1990. Impacts of log storage upon epilimnetic dissolved oxygen and juvenile sockeye salmon in Babine Lake, British Columbia. *Water Research* 24(3): 337-343.

Liese, W., P. Karstedt. 1971. *Erfahrungen mit der Wasserlagerung von Windwurfhölzern zur Qualitätserhaltung*. Hamburg-Lohbrügge, Bundesforschungsanstalt für Forst und Holzwirtschaft.

Patzak, W., H. Löffler 1988. Technik und Ökonomie der Langzeitlagerung von Stammholz und Schnittholz. Forstliche Forschungsberichte München. 88: 1-275. In: Peek, R.D. von. 1990. Holzeinlagerung nach Forstkalamitäten zur Qualitätserhaltung von Nadel- und Laubholz. *Holz-Zentralblatt*, 116: 653-658.

Powell, M.A., J.F. Webber, R. Eaton, 2000. Changes in moisture, soluble carbohydrates and bacterial numbers during water storage of pine. *Forest product journal*, 50(3) 74-80.

Schaumburg, F.D. 1973. The influence of log handling on water quality. Washington DC, US Environmental Protection Agency. In: Gibbs, J., J. Webber. 1996. Water storage of timber: experience in Britain. London, HMSO.

Sedell, J.R., W.S. Duval. 1985. Influence of forest and rangeland management on anadromous fish habitat in western North America 5: Water transportation and storage of logs. Oregon, USDA Forest Service In: Gibbs, J., J. Webber. 1996. Water storage of timber: experience in Britain. London, HMSO.

SHR, 2006. *Effect van wateren op de duurzaamheid en technologische eigenschappen van grenen*. Wageningen, SHR Hout Research,.

SHR, 2000. *Evaluatie project houten wegportalen*. Wageningen, SHR Hout Research.

Singh, A.P., Dawson, B.S., Schwitzer, M. & Singh, M. (1996) The effect of ponding on wood-coating interaction. In: Proceedings of the third pacific rim bio-based composites symposium (ed. Kajita & Tsundona). Kyoto, Japan.

Singh, A.P., Gallagher, S.S., Schmitt, U., Dawson, B.S. & Kim, Y.S. (1998) Ponding of Radiata pine (*Pinus radiata*) 2; the effects of ponding on coating penetration into wood. IRG/WP90-10249

SKH, -Publicatie 99-05 (2017), Goedgekeurde houtsoorten voor de toepassing in houten gevelementen (Kozijnen, Ramen, Deuren), SHK Stichting Keuringsbureau Hout, Wageningen.

Suolahti, O. 1961. The effect of wet storage on the impregnability of wood. *Mittgliederzeitschrift Deutsche Gesellschaft für Holzforschung*, 48: 89-92.

Syme, J.H., J.R. Saucier. 1995. Effects of long-term storage of Southern Pine sawlogs under water sprinklers. *Forest Products journal*, 45 (1): 47-50.