

Dood hout, levend water?

De effecten van dood hout op de ecologische waterkwaliteit van een laaglandbeekstelsel

Dries Landuyt, Pieter Boets, Lotte De Bock, Jari Vandendriessche, Peter Goethals & Kris Verheyen

De laatste decennia werden inspanningen geleverd om de ecologische waterkwaliteit in Vlaanderen te verbeteren. Toch behaalt slechts 1% van de Vlaamse oppervlaktewaterlichamen een goede ecologische waterkwaliteit volgens de Europese Kaderrichtlijn Water. De ecologische waterkwaliteit wordt bepaald door een samenspel van de hydromorfologische (structuur), fysicochemische en biologische condities. Terwijl de fysicochemische kwaliteit er sterk op vooruit ging, hinkt de biologische kwaliteit - een maat voor de diversiteit aan fauna en flora aanwezig in onze oppervlaktewaterlichamen - nog steeds achterop. Een verbetering van de structuurkenmerken van een waterloop wordt regelmatig naar voor geschoven als één van de mogelijke wegen naar een verdere verbetering van zowel de biologische en dus ook de ecologische waterkwaliteit in Vlaanderen. In deze bijdrage kijken we specifiek naar de mogelijkheden van natuurlijk geaccumuleerd dood hout en het actief inbrengen van dood hout om de structurele kwaliteit, en daarmee ook de biologische kwaliteit, van onze beeksystemen te verhogen.

Kort en bondig

- Er is nood aan kosten-efficiënte maatregelen die de waterkwaliteit in Vlaanderen kunnen verbeteren.
- Dood hout inbrengen wordt gezien als zo een maatregel met positieve effecten op de structuur en biologie van een waterloop.
- Hier onderzoeken we de effecten van artificieel ingebracht dood hout en vergelijken deze met de effecten van natuurlijk geaccumuleerd dood hout.
- Natuurlijk geaccumuleerd dood hout zorgt voor een hogere variatie aan watersnelheden en een rijkere macroinvertebratengemeenschap. Deze effecten werden (nog) niet gevonden bij het ingebracht dood hout.
- Ruimingsacties moeten positieve effecten van dood hout op de hydromorfologie en biologie in rekening brengen.

De ecologische waterkwaliteit in Vlaanderen

De kwaliteit van het merendeel van de Vlaamse oppervlaktewaterlichamen kan nog steeds als ontoereikend beschouwd worden, ondanks de Europese Kaderrichtlijn Water (2000/60/EG) die als doelstelling had tegen 2015 een goede waterkwaliteit te behalen voor al de waterlichamen in Europa (Vlaamse milieumaatschappij, 2020). Zoals reeds aangehaald in de juni editie van dit tijdschrift, werd deze doelstelling in Vlaanderen niet

gehaald en werd de beoogde termijn voor Vlaanderen verlengd tot 2027. De huidige knelpunten voor het bereiken van een goede waterkwaliteit zijn voornamelijk te wijten aan een ontoereikende chemische, hydromorfologische en biologische kwaliteit (zie Box 1), waarbij voornamelijk de vispopulaties achterop hinken (Deflem et al., 2021). Naast het wegwerken van migratieknelpunten, wordt het verbeteren van de hydromorfologie of de structuurkwaliteit van de waterloop (Osté et al., 2013), zoals het verwijderen van artificiële oeeververstevigingen, of het opnieuw aansluiten van afgesloten meanders, vaak naar voor

Box 1. Ecologische toestand van een waterloop

De **ecologische waterkwaliteit** of ecologische toestand van een waterloop wordt gekarakteriseerd aan de hand van drie deelmaten: de fysicochemische waterkwaliteit, de hydromorfologische waterkwaliteit en de biologische waterkwaliteit. De laagst scorende van deze deelmaten wordt finaal gebruikt om de ecologische toestand van een waterloop te definiëren.

De **fysicochemische waterkwaliteit** duidt op de fysische eigenschappen van het water, zoals temperatuur, en de aanwezige stoffen in het water, gaande van nutriënten zoals stikstof en fosfor, tot concentraties aan opgeloste zuurstof en sediment in de waterkolom. Voor vele van deze stoffen werd een maximaal toelaatbare hoeveelheid vooropgesteld, die niet mag overschreden worden om een goede chemische waterkwaliteit te bereiken.

De **hydromorfologische waterkwaliteit** duidt op de structuur van de waterloop en meer bepaald op de variatie aan structurele elementen binnen deze waterloop waarbij hoofdzakelijk gekeken wordt naar de loop van de rivier, de aanwezige substraattypes en de oevertvorm.

De **biologische waterkwaliteit** is een maat voor de diversiteit aan fauna en flora in een waterloop. Vaak wordt er gefocust op specifieke groepen, zoals macroinvertebraten, vissen, macrofyten, fyto benthos en fytoplankton waarvan de diversiteit samengevat wordt in bepaalde indices. De slechts scorende van deze indices wordt gehanteerd als maat voor de biologische waterkwaliteit.

geschoven als één van de belangrijkste maatregelen om de diversiteit aan vissen - en met uitbreiding ook macroinvertebraten - verder te verhogen. Wanneer ook de fysicochemische kwaliteit nog ontoereikend is, dient deze uiteraard eveneens aangepakt te worden (MIRA, 2021).

De huidige hydromorfologie van de Vlaamse waterlopen staat spijtig genoeg ver van de beoogde natuurlijke toestand, een gevolg van het jarenlang rechte trekken van waterlopen om zo de waterafvoer te garanderen, maar ook om de dynamiek van een waterloop te beperken. Het natuurlijk meanderen van een waterloop kan er namelijk voor zorgen dat de perceelsgrenzen van beekbegeleidende percelen verlegd worden doorheen de jaren en kan zo aanleiding geven tot eigendomsgeschillen. Het herstel van de natuurlijke hydromorfologische toestand is daarom vaak nog steeds niet aan de orde en vaak ook verbonden aan disproportioneel hoge kosten. Wel kan er gestreefd worden naar een meer natuurlijke toestand zodat de habitatgeschiktheid toereikend wordt voor een groter aantal vissoorten en macroinvertebraten. Een voordehand liggende '*natuurgebaseerde oplossing*' die binnen deze context naar voor geschoven wordt, is het actief inbrengen van dood hout of het overschakelen naar een selectiever, en dus lokaal ook passiever, ruimingsbeleid.

Dood hout voor een hogere structuurvariatie in beken en rivieren

De gerapporteerde effecten van dood hout in beken en rivieren zijn erg uiteenlopend, maar overwegend positief wanneer het gaat om het verhogen van de structuurvariatie binnen een waterloop (Roni et al., 2015). Dood hout zorgt namelijk voor veranderingen in de stroomsnelheid, met een verlaging van de stroomsnelheid op plaatsen waar dood hout zorgt voor een verruwing van de bedding en een verhoging van de stroomsnelheid langs het dood hout, door de creatie van vernauwingen in de waterloop (Thomas en Nisbet, 2012; Mutz, 2000). Dit veranderende stromingspatroon zorgt op zijn beurt voor een rijkere variatie aan substraattypes door sedimentatie en retentie van organisch materiaal in zones met een lage snelheid en erosie op plaatsen waar de watersnelheid verhoogt (Didderen et al., 2008; Benke and Wallace, 2010). Deze processen kunnen uiteindelijk zelfs leiden tot het hermeanderen van de waterloop. Bij vorming van kleine barrières door de ophoping van dood hout, takken en bladeren kan er eveneens een verhoging van het waterniveau en een afname van de watersnelheid stroomopwaarts van het dood hout optreden. Stroomafwaarts van deze dammen kunnen dan weer kuilen gecreëerd worden door het vallende water (Benke and Wallace, 2010). Al deze hydromorfologische effecten zijn echter zeer contextafhankelijk, waarbij voornamelijk de hoeveelheid geaccumuleerd dood hout een rol speelt (Gerhard en Reich, 2000). Verder worden deze effecten ook beïnvloed door de grootteorde van de waterloop, het substraatype, de heersende stromingspatronen, de sedimentconcentraties, de ecologische toestand waarin de waterloop zich reeds verkeert, en de input van organisch materiaal in de waterloop waar dood hout accumuleert (Verdonschot et al., 2021).

Effecten van dood hout op de biologische waterkwaliteit variëren sterk

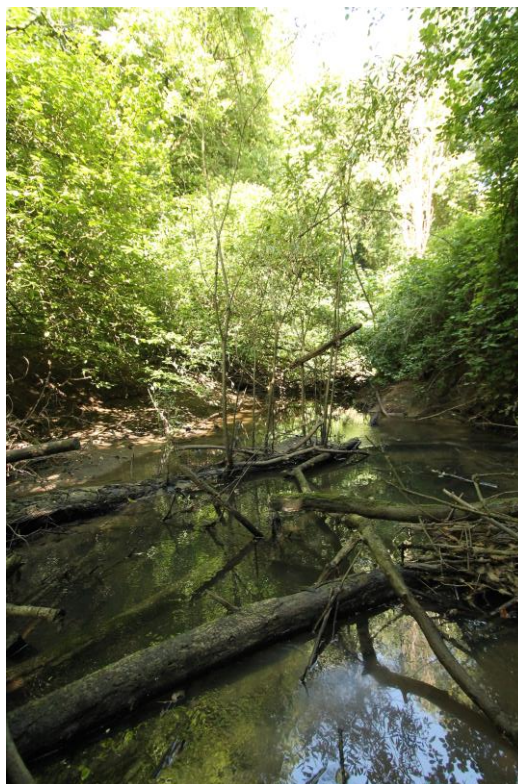
Naast deze hydromorfologische effecten kan dood hout ook de biologische waterkwaliteit van de waterloop beïnvloeden. Dood hout zorgt rechtstreeks voor een toename aan microhabitats, refugia en voedsel. Maar ook onrechtstreeks kunnen dood hout-gerelateerde wijzigingen in de hydromorfologie aanleiding geven tot geschiktere habitats en voedselbronnen voor planten, macroinvertebraten en vissen. De in de literatuur gerapporteerde biologische effecten, die vaak focussen op macroinvertebraten en vissen, zijn echter minder eenduidig aangezien context-afhankelijkheid hier nog een grotere rol kan spelen (Roni et al., 2015; Verdonschot et al., 2021; Al-Zankana et al., 2021; Thompson et al., 2018). Wanneer bijvoorbeeld de fysicochemische waterkwaliteit ontoereikend is of migratieknelpunten alomtegenwoordig zijn, zullen de effecten van dood hout op biologisch vlak eerder gering zijn. Het wegwerken van migratieknelpunten en verontreinigingsbronnen kan dus gezien worden als een randvoorwaarde wanneer doodhouteffecten op macro-invertebraten en vissen beoogd worden. Ten slotte kan dood hout ook de chemische waterkwaliteit beïnvloeden, al zijn deze effecten eerder gering en/of van tijdelijke aard (Collier en Bowman, 2003). Aangezien dood hout ook afgebroken wordt in de waterloop, kan dit lokaal zorgen voor tekorten aan zuurstof, vooral wanneer het gaat over snel afbreekbaar klein dood hout (zoals twijgjes en houtschilfers) of wanneer grote hoeveelheden fijn organisch materiaal worden gecapteerd door het dood hout.

(Neven)effecten op waterberging en overstromingspreventie

De effecten van dood hout reiken verder dan de lokale effecten op waterkwaliteit. Op landschapsniveau kan dood hout water ophouden en zo lokale overstromingen, op plaatsen waar dood hout accumuleert, in de hand werken (Sear et al., 2010). Deze lokale stijgingen van het waterpeil kunnen echter stroomafwaarts het risico op overstromingen verlagen door piekdebieten te vertragen en/of te verlagen. Geaccumuleerd dood hout kan zo lagergelegen gebieden, waar het risico op overstromingen typisch hoger ligt, beschermen (Thomas & Nisbet, 2012). Daarnaast kan dood hout lokaal ook water vasthouden bij extreem lage debieten en zo omliggende gebieden bufferen tegen langdurige droogte. Afhankelijk van welke gebieden het gevoeligst zijn voor overstromingen en droogte, kan dood hout dus positieve dan wel negatieve effecten hebben. De grootte van deze effecten wordt echter sterk bepaald door de hoeveelheid, het type en de oriëntatie van het geaccumuleerd dood hout (Muhawenimana et al., 2021). Een houtige dam dwars op de stroomrichting houdt typisch meer water op dan één enkele stam of houtpakket georiënteerd in de richting van de stroming. Aangezien waterafvoer nog steeds één van de primaire functies is van de waterlopen in Vlaanderen wordt dit tweede type dood hout vaak als enige mogelijke optie beschouwd om de structuurkwaliteit van de waterloop te verbeteren.

Ecologische effecten van natuurlijk versus artificieel ingebracht dood hout

In deze studie onderzochten we specifiek wat de ecologische effecten zijn van het inbrengen van dood hout op een manier die de waterafvoerfunctie van de waterloop niet in het gedrang brengt (figuur 2). Daarnaast vergeleken we deze effecten met de effecten van natuurlijk geaccumuleerd dood hout in een benedenstroomse sectie van de waterloop (figuur 1). In beide delen van het onderzoek vergeleken we telkens vier zones met dood hout (doodhoutzones) met vier zones zonder dood hout (controlezones). Bij het ingebracht dood hout werd de waterkwaliteitsdata telkens paarsgewijs vergeleken met een controlezone stroomopwaarts van het ingebracht dood hout. Bij het natuurlijk geaccumuleerd dood hout werd de gemiddelde waterkwaliteit over de vier doodhoutzones heen telkens vergeleken met de gemiddelde waterkwaliteit over de vier controlezones heen. Als gevalstudie werd de Molenbeek gelegen op het grondgebied van de gemeentes Oosterzele, Melle en Merelbeke onderzocht, een onbevaarbare waterloop (2^e categorie) van het type



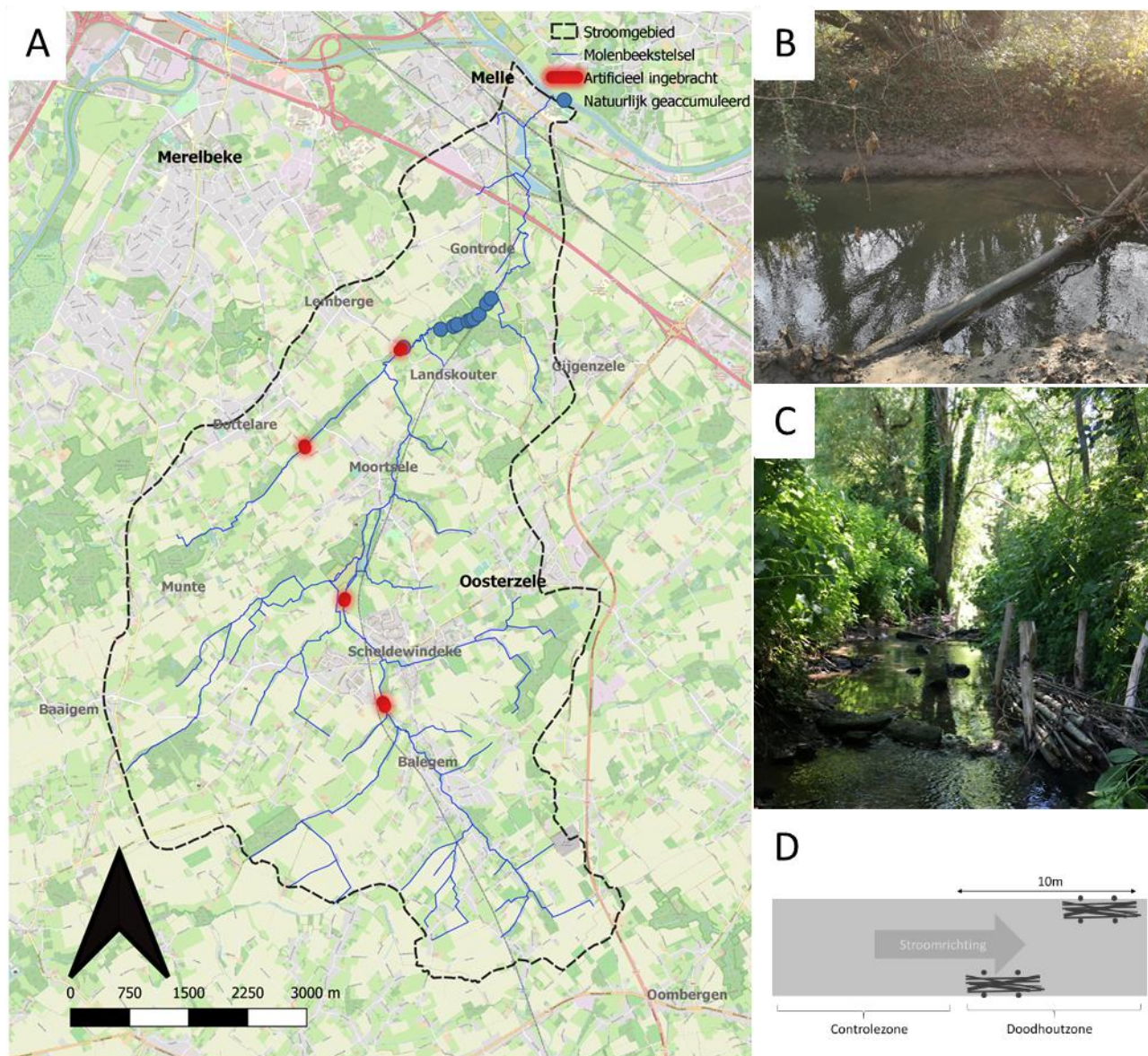
Figuur 1. Zone met natuurlijk geaccumuleerd dood hout in de Molenbeek, ter hoogte van het Aelmoeseneiebos in Melle.



Figuur 2. Het inbrengen van dood hout in de Molenbeek ter hoogte van de Landkouterseseenweg in Merelbeke, in juni 2021.

‘Kleine Beek’ gelegen in een overwegend agrarisch landschap met op enkele plaatsen beekbegeleidende houtkanten en bossen, karakteristiek voor een Vlaamse context. Monitoring van de fysicochemische, biologische en hydromorfologische waterkwaliteit vond plaats in 2020-2021 voor de studie naar de effecten van natuurlijk geaccumuleerd dood hout en in 2021-2022 voor de studie naar de effecten van artificieel ingebracht dood hout. De bemonstering werd telkens verschillende malen herhaald, met een eerste meting aan het einde van de zomer en een laatste meting aan het einde van de winter om zo seizoenale effecten in rekening te brengen. In beide deelstudies werden er telkens vier zones met dood hout en vier controlezones zonder dood hout bemonsterd. Het artificieel ingebracht dood hout, ingebracht in juni 2021, bestond telkens uit twee takkenbundels van ongeveer 2 meter lang met

takdiameters variërend tussen 1 en 10 cm. Elke bundel nam ongeveer 1/3 van de breedte van de waterloop in beslag en bevatte een mix aan houtsoorten, waaronder ruwe berk, hazelaar, Amerikaanse eik, zoete kers en beuk. Zones met natuurlijk geaccumuleerd dood hout waren meer variabel en werden gekarakteriseerd door één of meerdere stammen die in de waterloop terecht kwamen of door een opstapeling van kleiner houtig materiaal. De volledige opzet en situering van beide studies wordt weergegeven in Figuur 3. De periodieke bemonstering van de verschillende locaties focuste op het opmeten van de fysicochemische waterkwaliteit, de variatie in watersnelheid en de diversiteit aan macro-invertebraten en vissen. De fysicochemische kwaliteit werd bemonsterd aan de hand van één waterstaal per locatie dewelke deels in-situ en deels in het labo geanalyseerd werden. De variatie aan oppervlaktewatersnelheid werd op elke locatie opgemeten overheen 3 dwarsdoorsneden, en per dwarsdoorsnede op 3 locaties: in het midden, aan de rechteroever en aan de linkeroever, resulterend in 9 metingen per locatie. De macroinvertebratengemeenschap werd bemonsterd aan de hand van een handnetstaal waarbij telkens gedurende een periode van 5 minuten, evenredig verdeeld overheen de verschillende microhabitats binnen een bepaalde locatie (oevervegetatie, midden van de waterloop, dood hout zone, ...), macroinvertebraten gevangen werden aan de hand van de ‘kick-sampling’ techniek. De visgemeenschap, ten slotte, werd enkel bemonsterd in de studie rond artificieel ingebracht dood hout, waarbij de visgemeenschap aan de hand van een elektrische afvissing in juni 2021, voor de inbreng van dood hout, en in maart 2022, 8 maanden na de inbreng van dood hout, gekarakteriseerd werd.



Figuur 3. Situering van het stroomgebied van de Molenbeek op het grondgebied van de gemeentes Melle, Oosterzele en Merelbeke (A). In het noordelijk gelegen benedenstroomse gedeelte van de Molenbeek, gelegen in het Aelmoeseneiebos, werden de effecten van natuurlijk geaccumuleerd dood hout (B) onderzocht, terwijl in het bovenstroomse gedeelte van het stroomgebied de effecten van ingebracht dood hout (C) onderzocht werden.

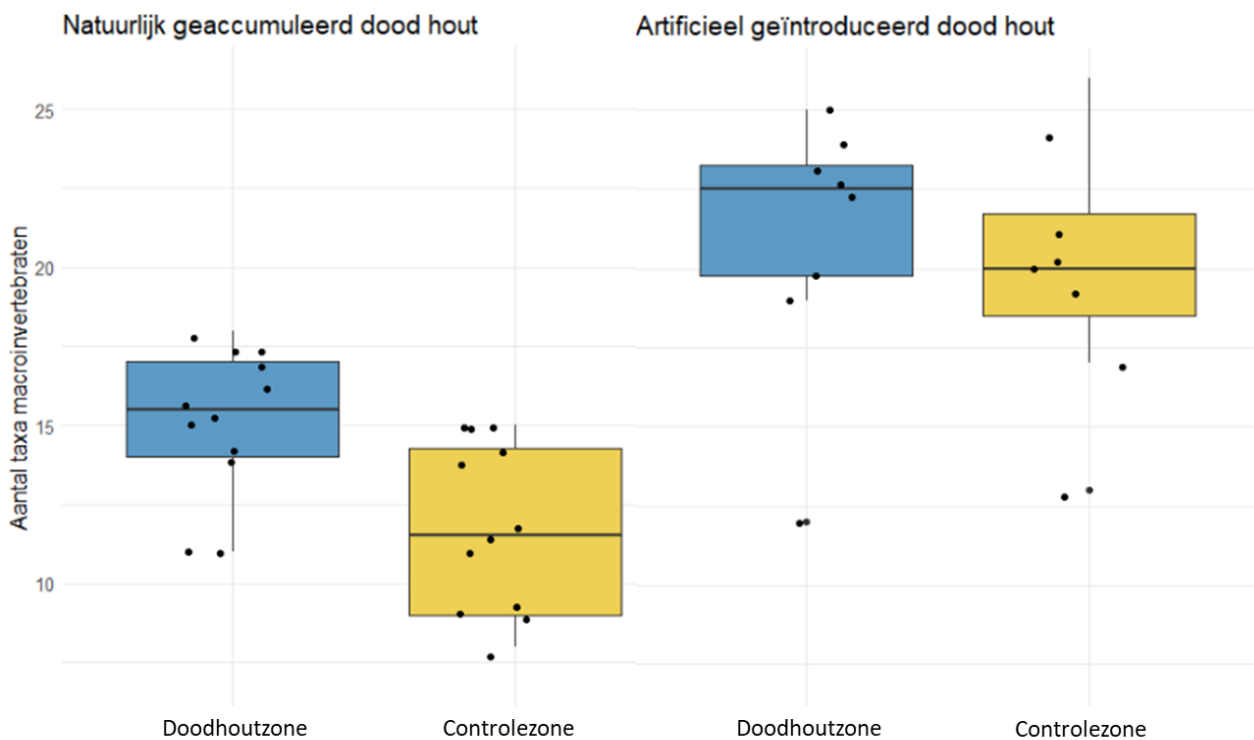
Op vlak van chemische waterkwaliteit - met een focus op zuurstofgehalte, zuurtegraad, nutriëntenconcentratie en sedimentgehalte - werd zoals verwacht geen verschil gevonden tussen zones met dood hout en zones zonder dood hout. Ook in de literatuur werden dergelijke effecten bij kleine hoeveelheden dood hout niet of slechts tijdelijk (kort na de inbreng van dood hout) waargenomen (Yurtseven et al., 2017; Collier and Bowman, 2003). Een hoge mengingsgraad van het water en de eerder korte afstand tussen zones met dood hout en controlezones kunnen eveneens aan de basis liggen van het ontbreken van deze patronen in onze studie. De chemische analyses van de waterstalen toonden echter wel aan dat de

chemische waterkwaliteit van de Molenbeek eerder matig is, waarbij vooral op vlak van conductiviteit (een maat om de totale hoeveelheid opgeloste zouten in het water - en dus de graad van vervuiling - in te schatten) en orthofosfaatgehalte zowel in de periode 2020-2021 als in de periode 2021-2022 de milieunorm overschreden werd. Op vlak van hydromorfologie werden wel verschillen gevonden, met een hogere variatie van de oppervlakte watersnelheid in zones met natuurlijk geaccumuleerd hout, waarbij zowel stilstaand water als stroomsnelheden tot 0.6 m/s opgemeten werden. Deze hogere variatie in watersnelheden werd echter niet aangetoond in de studie rond artificieel ingebracht hout, waar de gemeten oppervlaktewatersnelheden over het algemeen ook een stuk lager lagen (gemiddeld 0.1 m/s). Eenzelfde trend werd waargenomen voor de macroinvertebratengemeenschap, waarbij in zones met natuurlijk geaccumuleerd dood hout tot 3 taxa meer werden gevangen ten opzichte van de controlezones zonder dood hout (figuur 5). Deze hogere soortenrijkdom gaf eveneens aanleiding tot een lichte stijging in de Shannon-Wiener diversiteitsindex (+0.4) en de MMIF (+0.1) in zones met dood hout, twee veelgebruikte indices om respectievelijk de diversiteit van de macroinvertebratengemeenschap en de biologische waterkwaliteit in te schatten. Deze verschillen in soortenrijkdom vertaalden zich echter niet in verschillen in soortensamenstelling. In zones met dood hout werd doorgaans een gelijkaardig gemeenschap bemonsterd als in zones zonder dood hout, wat te verwachten valt door de relatief kleine schaal van dit onderzoek waardoor telkens eenzelfde macroinvertebratengemeenschap bemonsterd werd. Door drift en actieve migratie is het zeer waarschijnlijk dat individuen zich voortdurend tussen zones met en zones zonder dood hout verplaatsen (Benke and Wallace, 2010; de Brouwer et al., 2020). Sommige soorten waren echter wel duidelijk talrijker aanwezig in zones met dood hout, zoals de kokerjuffers (larve van de schietmot, Limnephilidae, figuur 4), welke afhankelijk zijn van organisch materiaal als voedsel en voor de vorming van hun beschermende 'kokertje' (De Moor and Ivanov, 2007; Holzenthal et al., 2015). De abundantie van deze soort lag met een factor 16 hoger in zones met dood hout. In de studie rond artificieel ingebracht dood hout werden op vlak van de diversiteit aan macroinvertebraten geen duidelijke verschillen opgemerkt ten opzichte van de controlezones. Wanneer we de macroinvertebratengemeenschappen overheen beide studies vergeleken, vonden we verrassend genoeg wel een hogere diversiteit aan taxa in zowel de controle als de doodhoutzones in de studie rond artificieel ingebracht dood hout, wat resulteerde in een gemiddelde MMIF rond de 0.58 ten opzichte van 0.4 in de studie rond natuurlijk geaccumuleerd dood hout. Beide studies werden echter op een verschillende locatie en in een verschillend jaar uitgevoerd, wat



Figuur 4. Een kokerjuffer of larve van de schietmot (Limnephilidae) in één van de uitsorteerbakken tijdens de determinatie van de stalen.

eveneens deze verschillen zou kunnen verklaren. Op vlak van de visgemeenschap ten slotte – die enkel bemonsterd werd in de studie rond artificieel ingebracht hout- werden opnieuw geen duidelijke verschillen aangetoond op vlak van aantal gevangen individuen, biomassa en soortenrijkdom ten opzichte van de afvangst voor de inbreng van het dood hout. De visgemeenschap was eerder arm aan soorten, gedomineerd door riviergrondel ($n = 249$) en driedoornige stekelbaars ($n = 180$) aangevuld met sporadische vangsten van blauwbandgrondel ($n = 4$) en paling ($n = 2$; met n het totaal aantal gevangen individuen overheen de 4 riviersegmenten, die telkens voor en na de inbreng van dood hout afgevisd werden).



Figuur 5. Effecten van natuurlijk geaccumuleerd (links) en artificieel ingebracht (rechts) dood hout op de macroinvertebratengemeenschap. De figuur toont het aantal gevonden soorten macroinvertebraten per staalname met het handnet in zones met dood hout versus controlezones zonder dood hout. Statistisch duidelijke verschillen werden enkel gedetecteerd in de studie rond natuurlijk geaccumuleerd dood hout, met lagere aantallen soorten in de controlezones. Data op basis van 24 (8 locaties X 3 herhalingen doorheen de tijd) en 18 staalnames (4 locaties x 2 herhalingen doorheen de tijd) in de studie rond natuurlijk geaccumuleerd en artificieel geïntroduceerd dood hout, respectievelijk.

Effecten van artificieel ingebracht dood hout zijn te verwaarlozen?

Wanneer we de resultaten van beide studies vergelijken, zien we dat de effecten op vlak van hydromorfologie en macroinvertebratengemeenschap veel kleiner - en zelfs onbestaande – zijn in de studie rond artificieel dood hout wanneer we deze vergelijken met de effecten van natuurlijk geaccumuleerd dood hout. Beide studies zijn echter moeilijk rechtstreeks te vergelijken omwille van methodologische aspecten. Enerzijds speelt hier het tijdsaspect. Kolonisatie van soorten is een traag proces wat ervoor kan zorgen dat de effecten van het ingebracht dood hout op waterfauna mogelijks nog niet zichtbaar zijn na 1 jaar monitoring (Al-Zankana et al., 2021). Het merendeel van het natuurlijk dood hout ligt al enkele jaren in het

water waardoor een aantal soorten al de kans kregen te koloniseren. Anderzijds zijn er grote verschillen in het type dood hout. Het natuurlijk geaccumuleerd dood hout bestond voornamelijk uit individuele stammen die ook kleiner hout ophielden en vaak dwars op de stroomrichting lagen, terwijl het ingebracht hout uit compact gestapelde takkenbussels – en dus kleiner hout – bestond die met de stroomrichting mee ingebracht werden. Deze eerder beperkte inbreng van dood hout wordt momenteel echter als één van de enige enigszins controleerbare en dus toelaatbare methodes aanzien door de waterbeheerder in het stroomgebied. Verschillende meta-analyses hebben reeds aangetoond dat effecten op waterkwaliteit vaak gedreven worden door het type en volume aan dood hout in de waterloop, zeker op vlak van hydromorfologie (Verdonschot et al., 2021; Gerhard en Reich, 2000). Ten slotte kunnen ook de verschillen in oevervegetatie en beschaduwing de resultaten vertekenen. In de studie rond natuurlijk geaccumuleerd dood hout, werd voornamelijk in een boscontext bemonsterd, terwijl de studie rond artificieel ingebracht dood hout voornamelijk in een meer open landbouwlandschap plaatsvond. Mogelijks zijn er in een dergelijk landbouwlandschap minder soorten aanwezig die sterk geassocieerd zijn met dood hout (Hoffmann en Hering, 2000). Dit suggereert opnieuw dat effecten van ingebracht dood hout mogelijks pas na enkele jaren zichtbaar worden, wanneer deze soorten deze nieuwe habitat opnieuw gekoloniseerd hebben. Ten slotte kan ook de matige chemische waterkwaliteit een oorzaak zijn van de afwezigheid van een biodiversiteitsrespons bij het ingebracht dood hout en de eerder beperkte biodiversiteitsrespons bij het natuurlijk geaccumuleerd dood hout. Mogelijks moet dan ook eerst deze *bottleneck* weggewerkt worden om een hogere biologische waterkwaliteit te bekomen door de inbreng van dood hout. We kunnen dus concluderen dat de effecten van ingebracht dood hout tijdens het eerste jaar na inbreng eerder beperkt zijn, maar dus ook zeker niet negatief zijn. Onderzoek op lange termijn moet verder inzicht verschaffen in de verdere dynamiek van de hydromorfologie en de verschillende biotische gemeenschappen na inbrengen van dood hout.

Dood hout: een win-win voor bos- en waterbeheerders

Dit onderzoek toont aan dat dood hout wel degelijk de waterkwaliteit positief kan beïnvloeden. Het inbrengen van dood hout op een zeer gecontroleerde wijze had duidelijk minder effect, al moeten effecten op langere termijn nog onderzocht worden. Deze bevindingen duiden op een mogelijke win-win tussen bos- en waterbeheer. In de Vlaamse bossen is dood hout al enkele jaren aan een opmars bezig. Enerzijds groeide het besef bij de bosbeheerders dat zowel liggend als staand dood hout een positieve invloed kan hebben op de biodiversiteit en de nutriëntenhuishouding in bossen (Van den Ouden, 2010). Anderzijds nam ook boomsterfte toe door meer frequente stormen en droogte (Neumann et al., 2017). De Bosinventaris toonde dan ook aan dat de gemiddelde voorraad dood hout in de Vlaamse bossen op ongeveer 10 jaar tijd gestegen is van 13.6 tot 19.2 m³/ha (Agentschap voor Natuur en Bos, 1997-1999, 2009-2019). Door dit veranderende

bosbeheer is ook een stijging van het volume dood hout dat in beken en rivieren terecht komt te verwachten. Het merendeel van dit hout wordt geruimd om de waterafvoer niet in het gedrang te brengen. Onze resultaten tonen echter aan dat met dit hout ook gewerkt kan worden met het oog op het behalen van de doelstellingen van de Europese Kaderrichtlijn Water. Meer specifiek lijkt het ons opportuun om in zones waar het risico op overstromingen beperkt is of de schade bij lokale overstromingen beperkt is - zoals in bestaande overstromingsgebieden, maar ook in andere ecosystemen waar sediment en/of vervuild water bij overstromingen slechts een beperkte negatieve invloed hebben – dood hout minder te ruimen waardoor de structuurkwaliteit als ook de biologische kwaliteit van de waterloop kan verhogen. Daarnaast biedt dood hout de mogelijkheid op dergelijke plaatsen water op te houden en zo de overstromingsgevoeligheid van het stroomafwaartse watersysteem te reduceren.

Evenwicht tussen waterafvoer, waterretentie, structuurvariatie en biodiversiteit zoeken

De grootste uitdaging aan het omgaan met dood hout in waterlopen is het zoeken naar een evenwicht tussen voldoende waterafvoer tijdens piekdebieten, voldoende waterophouding tijdens droogte en, tegelijkertijd, voldoende structuurvariatie behouden waardoor ook waterfauna en -flora meer kansen krijgen. Het grootste nadeel aan natuurlijk geaccumuleerd dood hout is de oncontroleerbaarheid waardoor de effecten op ongewenste overstromingen moeilijk in te schatten zijn (Gippel et al., 1995). Hierdoor wordt dood hout vaak uit voorzorg geruimd, hoewel dit dood hout in sommige gevallen niet voor problemen zorgt en enkel de structuurvariatie ten goede komt. Een selectiever ruimingsbeleid, waarbij steeds de verschillende functies van het dood hout afgewogen worden, kan mogelijks soelaas bieden. Het huidige beheer gaat reeds in die richting, maar cruciale kennis ontbreekt vaak nog om steeds de juiste beslissingen te kunnen maken. Naast het onderzoek naar de effecten van dood hout op de hydromorfologie en diversiteit aan fauna, is ook meer onderzoek nodig naar het vermogen van dood hout om water op te houden. Het inzetten van een dicht netwerk van *realtime* waterhoogtemeters, zoals momenteel reeds gedaan wordt op verschillende plaatsen in Vlaanderen, is een eerste stap in de juiste richting en zal enerzijds interessante data aanleveren die kan helpen om de effecten van dood hout op de waterhuishouding te kwantificeren, maar zal de waterbeheerder ook de mogelijkheid geven selectiever te werk te gaan wanneer dood hout op een bepaalde plaats voor waterafvoer problemen zorgt.

Summary

Landuyt et al. (2022) Dead wood, lively water - The effects of dead wood accumulation on the ecological status of a lowland brook system. Natuurfocus xx(xx): xx-xx. [In Dutch]

The majority of surface waters in Flanders remains in a poor ecological status, despite European targets that aim for a good ecological status in all water bodies across Europe. Although investments in wastewater treatment and reductions in pollution sources have led to a better chemical water quality across Flanders, biological communities do not yet respond in the same way. One of reasons for this lacking response might be the poor structural state of the majority of water courses in Flanders. Dead wood accumulation in streams, a natural process when river banks are wooded, can potentially help to increase the structural quality of surface waters and, in turn, the diversity of water fauna. In this study, we investigate the effects of naturally accumulated dead wood versus effects of artificially introduced dead wood on the physicochemical quality, the structural characteristics, and the biological communities in a typical lowland brook system in Flanders. We found that dead wood, especially when naturally accumulated, can increase the variation in flow patterns and the diversity of the macroinvertebrate community. Although effects were generally small, dead wood was found to positively affect the ecological status of the investigated lowland brook. Long-term research will be needed to investigate whether these patterns become more clear or fade away in time.

Dankwoord

Graag zouden we Marie-Paule De Poorter en Ine Roels (Dienst Integraal Waterbeleid van de provincie Oost-Vlaanderen) willen bedanken voor het mogelijk maken van deze studie en hun hulp bij de selectie van geschikte locaties voor dit onderzoek. Daarnaast willen we ook Kris Ceunen, Nancy De Saeyer en Niels de Troyer bedanken voor de praktische ondersteuning van het veldwerk. Verder willen we het Provinciaal Centrum voor Milieuonderzoek (PCM) bedanken voor de chemische analyses van de waterstalen en het ANB voor de financiering van een deel van deze analyses in het kader van de samenwerkingsovereenkomst 'wetenschappelijk begeleid praktijkgericht onderzoek'. Ten slotte willen we ook Sofie van Brussel en de andere partners van het Rodeland project bedanken voor hun interesse in dit onderzoek en het faciliteren van deze samenwerking tussen de provincie Oost-Vlaanderen en de Universiteit Gent.

Auteurs

Dries Landuyt is postdoctoraal onderzoeker aan het Labo voor Bos en Natuur (ForNaLab) aan de Universiteit Gent en begeleidde in 2021 en 2022 het masterthesisonderzoek van Lotte De Bock en Jari Vandendriessche rond de effecten van dood hout op de ecologische waterkwaliteit van de Molenbeek, wat de basis vormde voor deze publicatie. Jari Vandendriessche is momenteel doctoraatsstudent aan het Labo voor Bos en Natuur. Lotte De Bock is projectingenieur waterbeheer werkzaam bij Arcadis. Pieter Boets is senior onderzoeker bij het Provinciaal Centrum voor Milieuonderzoek (PCM) en was eveneens betrokken bij het masterthesisonderzoek van Lotte en Jari, respectievelijk als jurylid en begeleider. Kris Verheyen en Peter Goethals zijn beide professor verbonden aan de Universiteit Gent en respectievelijk hoofd van het Labo voor Bos & Natuur en de onderzoeksgroep Aquatische Ecologie.

Contact

Dries Landuyt – dries.landuyt@ugent.be

Referenties

Agentschap voor Natuur en Bos (1997-199, 2009-2019). Vlaamse bosinventaris – resultaten. Online beschikbaar op: <https://www.natuurenbos.be/beleid-wetgeving/natuurbeheer/bosinventaris/resultaten>.

Al-Zankana, A., Matheson, T., & Harper, D. (2021). Adding large woody material into a headwater stream has immediate benefits for macroinvertebrate community structure and function. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 31, p. 930-947.

Benke, A. & Wallace, J. B. (2010). Influence of wood on invertebrate communities in streams and rivers. In: Gregory, SV; Boyer, KL; Gurnell, AM (eds.). *The ecology and management of wood in world rivers*. American Fisheries Society, Symposium 37: Bethesda, Maryland. p. 149-177.

Collier, K. J. & Bowman, E. J. (2003). Role of wood in pumice-bed streams: I: impacts of post-harvest management on water quality, habitat and benthic invertebrates. *Forest Ecology and Management*, 177(1-3), p. 243-259.

de Brouwer, J. H., Verdonschot, P. F., Eekhout, J. P., & Verdonschot, R. C. (2020). Macroinvertebrate taxonomic and trait-based responses to large-wood reintroduction in lowland streams. *Freshwater Science*, 39(4), 000-000.

- Deflem I., Bennetsen E., Van Thuyne G., Volckaert F., & Raeymaekers J. Work on the (fish)slate: more severe measures for a good ecological quality of Flemish water courses. *Natuurfocus* 21(2), p. 70-76. [in Dutch]
- Den Ouden, J., Muys, B., Mohren, G., & Verheyen, K. (2010). *Bosecologie en bosbeheer* (1e ed). Acco, Leuven.
- De Moor, F. & Ivanov, V. (2007). Global diversity of caddisflies (Trichoptera: Insecta) in freshwater. In *Freshwater Animal Diversity Assessment* (pp. 393-407). Springer.
- Didderen, K., Verdonschot, R.C.M., & Verdonschot, P.F.M. *Herstel jufferbeek door houtinbreng*. Wageningen University & Research. Wageningen, 70 blz.
- Gerhard, M. & Reich, M. (2000). Restoration of streams with large wood: effects of accumulated and built-in wood on channel morphology, habitat diversity and aquatic fauna. *International Review of Hydrobiology: A Journal Covering all Aspects of Limnology and Marine Biology*, 85(1), p. 123-137.
- Gippel, C.J. (1995). Environmental hydraulics of large woody debris in streams and rivers. *Journal of Environmental Engineering*, 121(5), p. 388.
- Hoffmann, A. & Hering, D. (2000). Wood-associated macroinvertebrate fauna in Central European streams. *International Review of Hydrobiology: A Journal Covering all Aspects of Limnology and Marine Biology*, 85(1), p. 25-48.
- Holzenthal, R. W., Thomson, R. E., & Rios-Touma, B. (2015). Order Trichoptera. In Thorp and Covich's *Freshwater Invertebrates* (pp. 965-1002). Elsevier.
- Kail, J., Brabec, K., Poppe, M., & Januschke, K. (2015). The effect of river restoration on fish, macroinvertebrates and aquatic macrophytes: A meta-analysis. *Ecological Indicators*, 58, p. 311-321.
- Milieurapport Vlaanderen (MIRA) (2021). Ecologische toestand. Online beschikbaar op: <https://www.milieurapport.be/milieuthemas/waterkwaliteit/ecologisch-toestand/ecologische-toestand>.
- Mutz, M. (2000). Influences of woody debris on flow patterns and channel morphology in a low energy, sand-bed stream reach. *International Review of Hydrobiology: A Journal Covering all Aspects of Limnology and Marine Biology*, 85(1), p. 107-121.
- Muhawenimana, V., Wilson C.A.M.E., Nefjodova, J., & Cable, J. (2021). Flood Attenuation Hydraulics of Channel-Spanning Leaky Barriers. *Journal of Hydrology*, 596, p. 125731.
- Neumann, M, Mues, V, Moreno, A, Hasenauer, H, & Seidl, R. (2017). Climate variability drives recent tree mortality in Europe. *Global Change Biology*, 23, p. 4788–4797.
- Osté, A.J., De Groot, B., & van Dam, O. (2013) *Handboek hydromorfologie 2.0*. Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat. Online beschikbaar op: <https://www.helpdeskwater.nl/onderwerpen/monitoring/hydromorfologie/>.

Roni, P., T. Beechie, G. Pess, & Hanson, K. (2015). Wood placement in river restoration: Fact, fiction, and future direction. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 72, p. 466–478.

Sear, D., Millington, C., Kitts, D., & Jeffries, R. (2010). Logjam controls on channel: floodplain interactions in wooded catchments and their role in the formation of multichannel patterns. *Geomorphology*, 116(3-4), p. 305-319.

Thomas, H. & Nisbet, T. (2012). Modelling the hydraulic impact of reintroducing large woody debris into watercourses. *Journal of Flood Risk Management*, 5(2), p. 164-174.

Thompson, M. S., Brooks, S. J., Sayer, C. D., Woodward, G., Axmacher, J. C., Perkins, D. M., & Gray, C. (2018). Large woody debris 'rewilding' rapidly restores biodiversity in riverine food webs. *Journal of Applied Ecology*, 55(2), p. 895-904.

Verdonschot, R., E. Penning, K. Berends, J. Schoelynck, R. Reitsema, & P. Verdonschot, 2021. Aangepast beheer en onderhoud en kleinschalige maatregelen beken. Rapport nummer 2021/OBN243-BE, VBNE, Driebergen.

Vlaamse Milieumaatschappij 2020. Fysisch-chemische kwaliteit oppervlaktewater 2019.

Yurtseven, I., Gökbülak, F., Serengil, Y., Erdogan, B. U., Özçelik, M. S., Sengönül, K., & Özhan, S. (2017). Response of selected water chemical quality parameters to slight thinning in a mature oak-beech forest ecosystem under sub-humid climate conditions. *European Journal of Forest Research*, 136(4), 653-664.