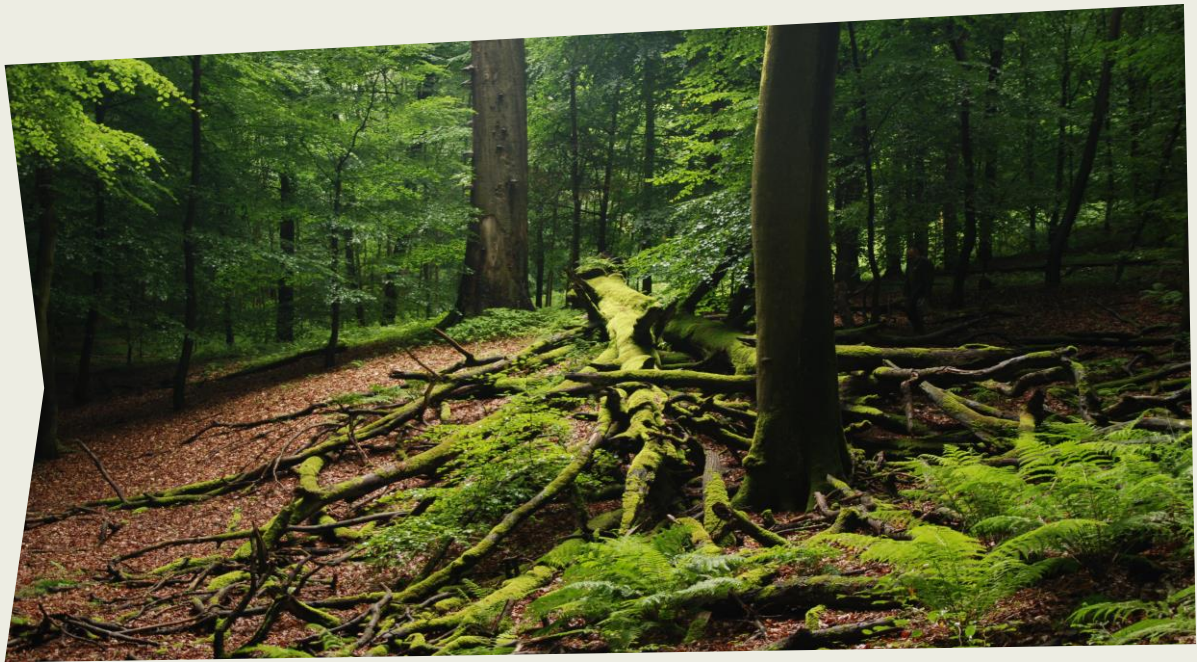


HEADING FOR A FALL? HET GROEIPATROON VAN LEVENDE EN WINDGEWORPEN BEUKEN VERTELT ONS MEER.

27 NOVEMBER 2023 door LOUIS VERSCHUREN, TOM DE MIL, KRISTOF HANECA, KRIS VANDEKERKHOVE, PIETER DE FRENNE, JORIS VAN ACKER, JAN VAN DEN BULCKE



Beuk (*Fagus sylvatica*) is een van de meest voorkomende loofboomsoorten in de Europese bossen en is van nature de dominante boomsoort in het grootste deel van België. Een honderdtal beukenbossen in 18 Europese landen (waaronder een deel van het Zoniënwoud) zijn beschermd als UNESCO-werelderfgoed omwille van hun unieke natuurwaarde en kolonisatiegeschiedenis in Europa sinds de laatste ijstijd.

Volgens sommige wetenschappers dreigt klimaatverandering echter de dominante positie van beuk onder druk te zetten (Allen et al., 2015; Reyer et al., 2013). Vele onderzoekers benadrukken bijvoorbeeld de droogtegevoeligheid van beuk (Brinkmann et al., 2019; Cavin & Jump, 2017; Köcher et al., 2009; Leuschner, 2020; Leuschner and Wedde, 2019; Scherrer et al., 2011). Andere bronnen benadrukken echter de veerkracht van beuk, of relativeren deze impact, en maken die sterk afhankelijk van het gevolgde klimaatscenario (Dyderski et al., 2018; Leuschner, 2020; Martinez del Castillo et al., 2022).

De klimaatmodellen voor België voorspellen naast hogere gemiddelde temperaturen ook een minder uniforme verdeling van regen met nattere winters en drogere zomers tot gevolg (Campioli et al., 2012; Termonia et al., 2018). Extreme klimatologische gebeurtenissen zoals droogtes en hittegolven zullen ook vaker voorkomen en intenser zijn. Deze voorspelde omstandigheden kunnen grote gevolgen hebben voor de vitaliteit en groei van beuk aangezien deze gevoelig is aan langdurige droogte, vooral in de lente en de zomer (Giagli et al., 2016; van der Werf et al., 2007). Dit vooral omdat de beuk een oppervlakkig wortelstelsel en groot bladoppervlak heeft, wat nadelig is tijdens periodes van lange droogte. Een oppervlakkig wortelstelsel kan minder putten uit diepere grondwatervoorraden. Een groot bladoppervlak betekend meer waterverdamping (transpiratie) en dus een hoger verbruik van water.

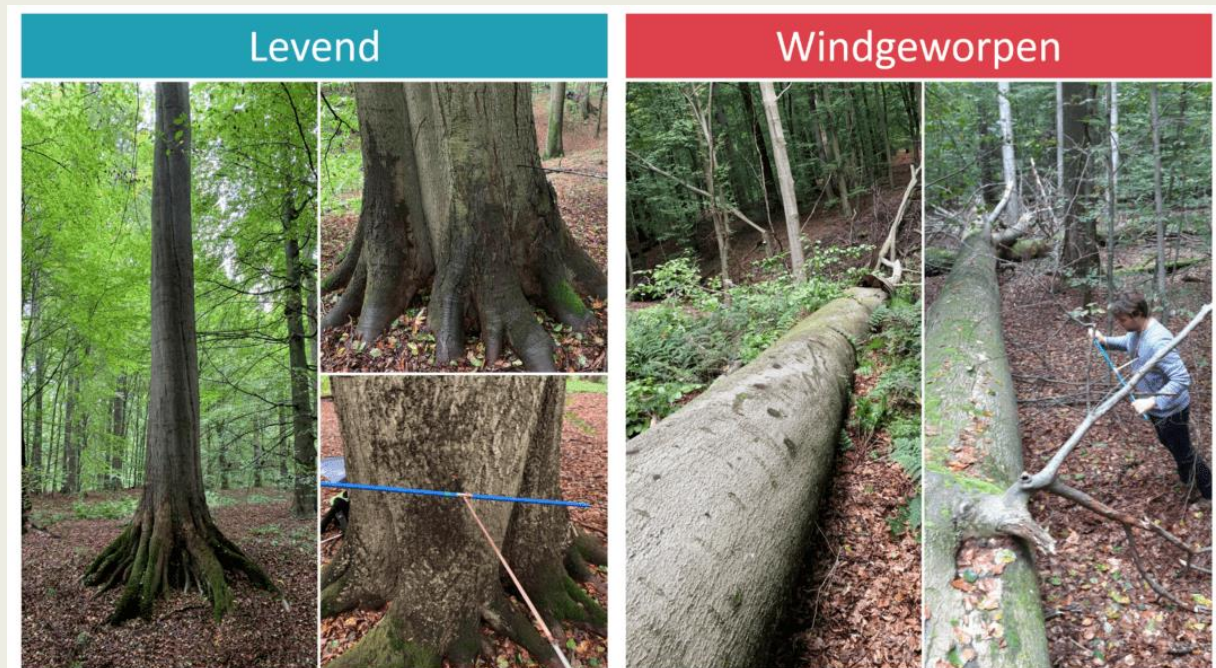
De grootste beuken ter wereld zijn in het Zoniënwoud te vinden (Vandekerkhove et al., 2018). De groei van de beuken op deze UNESCO-werelderfgoed site zijn het voorwerp van dit onderzoek. Hierbij wordt zowel gekeken naar levende bomen, als naar individuen die recent omgewaaid ('windgeworpen') zijn. Zo kunnen we een beeld vormen van de verschillen tussen beide groepen in hun groei en hun reactie op een veranderend klimaat. Aangezien beuk vaak oppervlakkig wortelt is het omwaaien van deze boom – een zogenaamde windworp – de belangrijkste doodsoorzaak bij oudere individuen. De hypothese is dat windgeworpen beuken een ander groeipatronen vertonen in de jaren voor hun val. We onderzoeken ook wat de impact van zaadproductie is op de groei (vaker voorkomen van mastjaren, jaren met exceptioneel hoge vruchtproductie).

MATERIALEN EN METHODEN

In dit onderzoek wordt de groei van oude beuken in het Zoniënwoud heel gedetailleerd in beeld gebracht aan de hand van jaarringanalyses. De onderzochte bomen bevinden zich in het onderzoeksbestand van het bosreservaat Joseph Zwaenepoel (zie coverfoto). Dit bestand is ongeveer 15 ha groot, werd aangeplant rond 1775, en is al sinds 1983 uit beheer genomen (Baeté et al., 2002). Het bestand valt op door zijn hoge dichtheid aan zeer grote beuken en grote volumes dood hout. De recordboom in dit bestand heeft zelfs een diameter van 167 cm en een volume van 59 m³. Deze boom is daarmee één van de grootste levende beuken (in volume) ter wereld (Demol et al., 2020).

In het kader van dit onderzoek werden 58 oude beuken aangeboord: 39 nog levende bomen en 16 recent omgewaaide bomen (zie Figuur 1). Uit de stam van de geselecteerde bomen werden telkens twee potloodvormige staafjes gehaald, met behulp van een lange aanwasboor (Presslerboor, zie Haneca (2017)). Op deze boorspanen zijn alle jaarringen van de bast tot in de kern te zien. Deze staalname is een zeer kleine ingreep en heeft geen impact op de gezondheid van de levende bomen (Haneca, 2017; Speer, 2010; Tsen et al., 2016). Aan de hand van hun jaarringen kan er onderzocht worden hoe deze bomen reageren op extreme klimatologische gebeurtenissen (zoals droogtes)

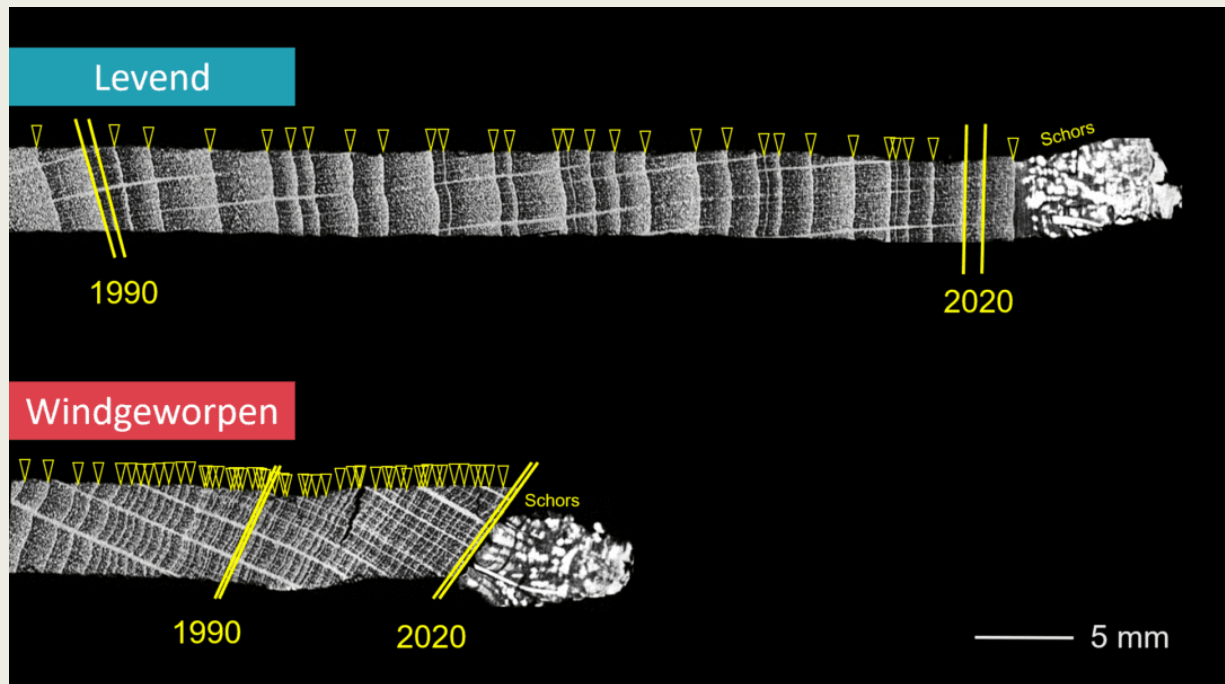
en of er een verschil in groei te vinden is tussen nog levende bomen en recent windgeworpen bomen in de jaren voor hun val.



Figuur 1: De twee bemonsterde groepen van beuken die tot 250 jaar oud zijn: nog levende bomen (links) en recent omgewaaide bomen (rechts). Op de foto's is ook de bemonstering met een presserboor te zien.

De gemaakte boorstalen werden gescand aan de hand van X-stralen microtomografie (De Mil et al., 2016; Van den Bulcke et al., 2019; Van den Bulcke et al., 2014). Deze techniek laat toe om in hoge resolutie digitale 3D beelden te maken waarop de dichtheid van het hout en dus de jaarringen goed te zien zijn. Op die manier kunnen we “in” de boorkern kijken zonder deze te moeten versnijden. Op figuur 2 zijn er 2D slices uit deze 3D beelden te zien.

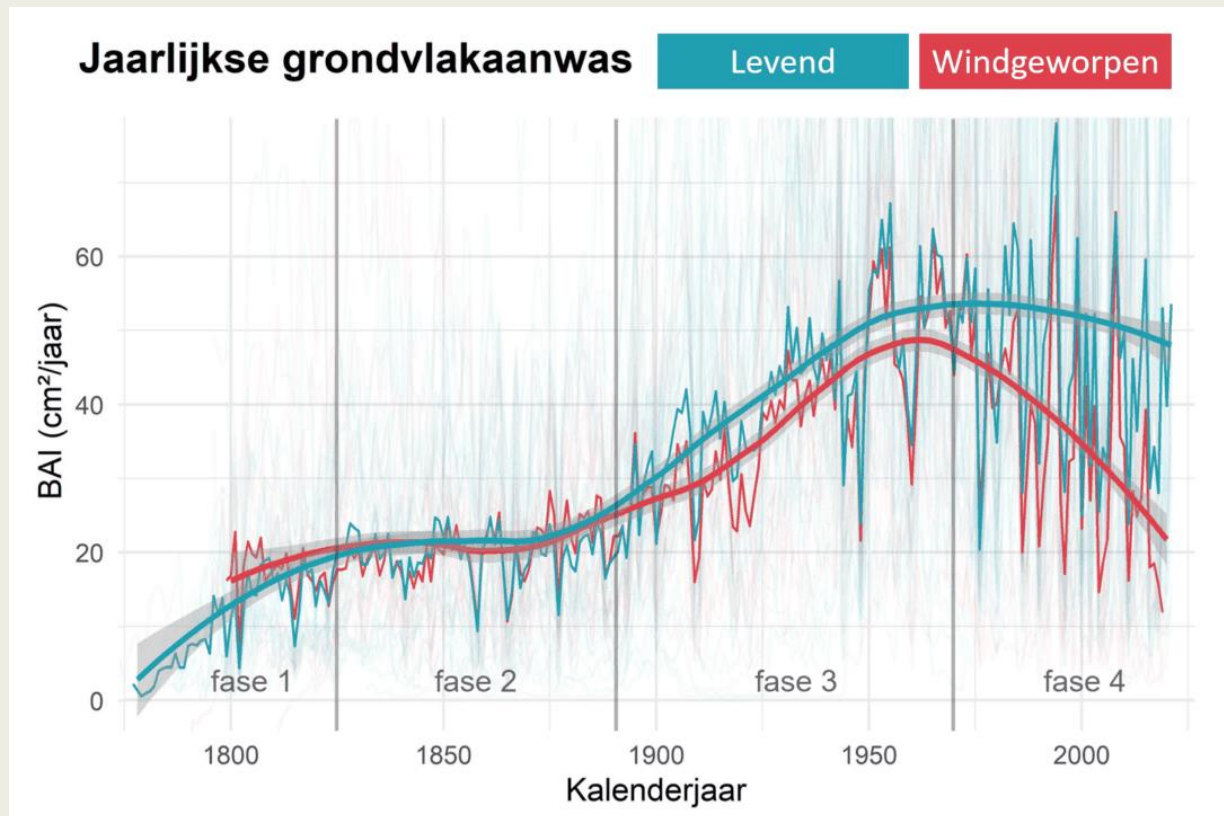
Vervolgens werden op de scans de jaarringgrenzen aangeduid. Een voorbeeld van dergelijke jaarringen is te zien in Figuur 2. In totaal werden voor dit onderzoek op de 116 gemaakte boorkernen meer dan 20.000 jaarringen opgemeten. Met deze jaarringdata kunnen dan zowel de groeitrends als de droogtegevoeligheid van deze bomen onderzocht worden.



Figuur 2: Een voorbeeld van twee langwerpige boorstalen uit dit onderzoek met beeldvorming aan de hand van X μ CT. Dit zijn 2D slices uit de gemaakte 3D beelden. De grijswaarden geven de densiteit weer van licht hout in het voorjaar (zwart) tot dens hout in het najaar (wit). De jaarringgrenzen op deze figuur zijn aangeduid met gele driehoekjes bovenaan elk staal. Er is een groot recent groeiverschil te zien tussen deze twee bomen (de schaal is dezelfde in beide foto's). In het bovenste staal zijn duidelijke afwisselingen van veel en weinig groei (grote en kleine ringen) te zien. In het onderste staal zijn de jaarringen overwegend smal, er was dus een trage groei.

GROEI DOORHEEN DE JAREN

De jaarlijkse groei wordt het best beschreven via de jaarlijkse aanwas van het grondvlak (de zogenaamde basal area increment, BAI). Dat is de jaarlijkse toename in oppervlakte van het grondvlak (stamoppervlak van de boom op 1,3 m hoogte). Deze maat houdt immers niet alleen rekening met de breedte van de groeiring, maar ook met de grootte van de boom. Het is een maat voor de groei waarbij de steeds toenemende diameter van de boom in rekening gebracht wordt (Goris, 2014). Een groeiring van 1 cm bij een jonge (en dus nog slanke) boom vertegenwoordigt immers veel minder biomassa dan eenzelfde groeiring van 1 cm bij een oude dikke boom. Het verloop van de BAI per boom is te zien in Figuur 3.



Figuur 3: De jaarlijkse grondvlakaanwas (BAI) van de twee onderzochte groepen doorheen de tijd. Zowel de ruwe data (in het bleek), het gemiddelde per jaar (volle rode en blauwe lijn), en de algemene trend (dikke rode en blauwe lijn) zijn geplott. (Figuur aangepast uit wetenschappelijk artikel, zie link onderaan)

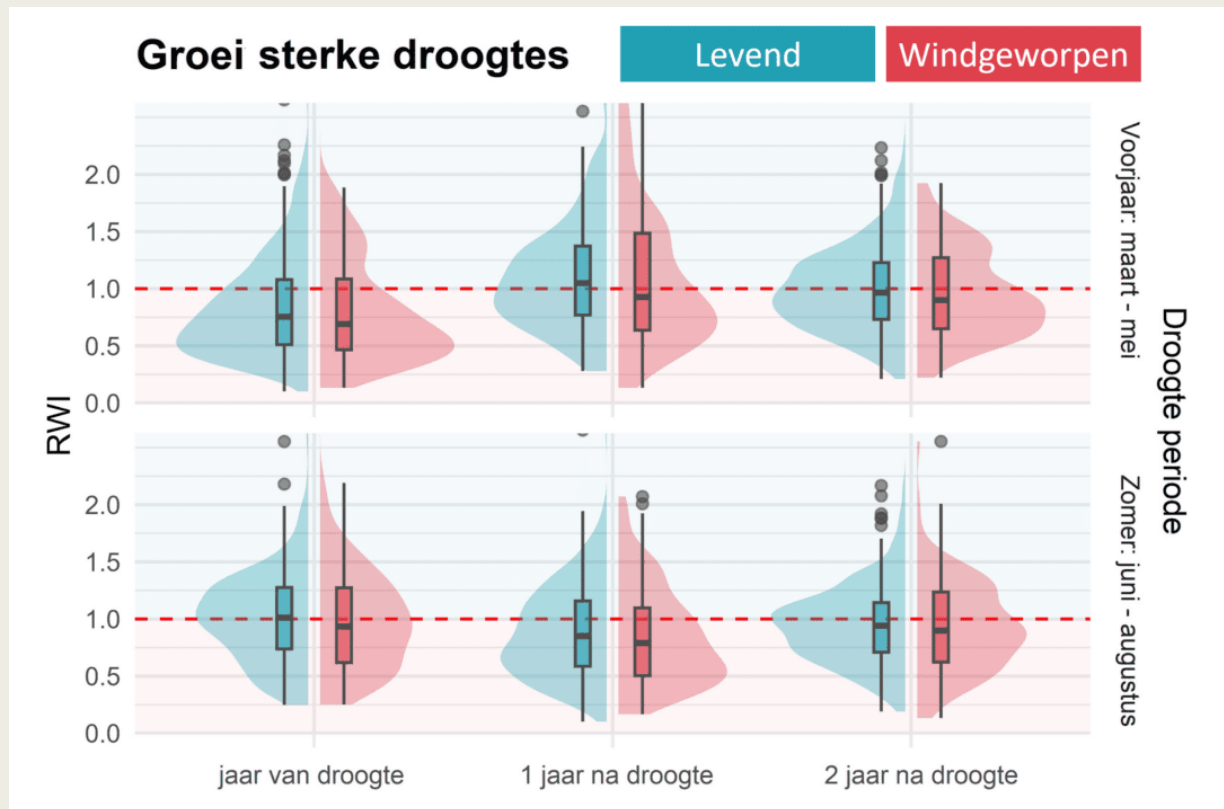
De groei van deze beuken kan opgedeeld worden in 4 fases:

- Fase 1 (1775 – 1825): de initiële groei met een stijgende trend in BAI van 0 naar 20 cm²/jaar
- Fase 2 (1825 – 1890): een afvlakking van de groei met vrij constante BAI rond 20 cm²/jaar
- Fase 3 (1890 – 1970): een sterke stijging van de groei waarbij de BAI steeg van 20 naar gemiddeld 55 cm²/jaar. Meer dan een verdubbeling van de groei dus.
- Fase 4 (1970 – 2021): bij de nog levende bomen een afvlakking tot lichte daling van 57 naar 52 cm²/jaar. Bij de recent windgeworpen bomen is dit echter een sterke groeidaling van 50 naar minder dan 25 cm²/jaar. Wat opvallend is: de afwijkende trend ten opzichte van de levende bomen zet zich al in vanaf de jaren 1970. Deze recent omgevallen beuken hadden het dus al ruim 40 jaar opvallend moeilijker dan de nu nog levende bomen die in diezelfde periode maar weinig in groeisnelheid gedaald zijn. Deze laatste fase wordt in beide groepen ook getypeerd door zeer grote schommelingen in de groei waarbij jaren met zeer brede jaarringen worden opgevolgd door jaren met zeer weinig groei (en dus heel smalle jaarringen).

GROEI IN TIJDEN VAN DROOGTE

Zoals eerder aangegeven kan droogte tijdens het groeiseizoen de groei en aanmaak van nieuw hout sterk beïnvloeden. De mate waarin de bomen hiervan herstellen in de daaropvolgende jaren is dan weer een aanwijzing voor hun herstelvermogen ('resilience'). Om dit te kwantificeren hebben we de groei tijdens de 10 droogste voorjaren (maart tot mei) en 10 droogste zomers (juni tot augustus) van afgelopen 50 jaar, en van de daaropvolgende twee jaren, uitgezet tegenover de gemiddelde groei rond die periode (zogenaamde Ring Width Index, RWI), zowel voor de nog levende als de windgeworpen bomen. Dit is weergegeven in Figuur 4. Een RWI van 1 (rode stippellijn) betekent dat de groei op een gemiddeld niveau zat tijdens dat jaar. Hoe lager de RWI, hoe sterker de groei negatief afweek van de gemiddelde groeitrend.

Een droogte tijdens het voorjaar had bij de nog levende bomen vooral het jaar zelf een negatieve impact: ze groeiden gemiddeld 15% minder dan de jaren ervoor. Het jaar na de droogte was de groei echter alweer hersteld tot op het niveau van voor de droogte. Een droogte tijdens de zomer had het jaar zelf geen impact op de groei van de nog levende bomen; deze bomen groeiden even goed als in de jaren ervoor. Het jaar na die zomerdroogte was er echter wel een negatief effect: de levende bomen groeiden dan 10% minder dan in de jaren voor de droogte. Belangrijk hierbij is dat deze bomen dus weldegelijk gevoelig zijn aan droogtes, maar dat ze opvallend snel herstellen na zo een moeilijk jaar. Deze bomen vertonen dus een opvallende veerkracht. Ook opmerkelijk: windgeworpen bomen reageerden niet significant slechter op extreme droogtes. Hoewel er dus een verschil was in algemene groeitrend, vinden we geen verschil in droogtegevoeligheid tussen levende en windgeworpen beuken.



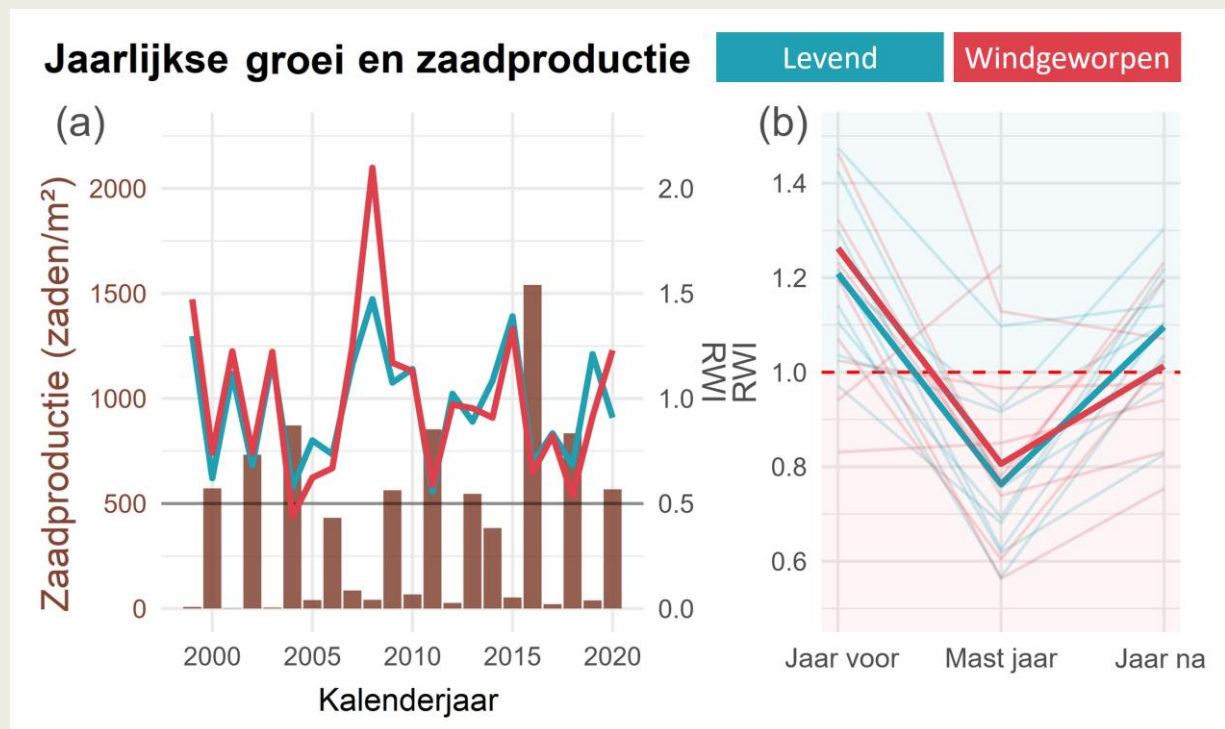
Figuur 4: (foto4.PNG) De groei tijdens en na een droogte in het voorjaar (boven) en in de zomer (onder). Het gaat telkens om de 10 droogste jaren van de laatste 50 jaar. De groei is hier uitgedrukt als RWI (Ring Width Index). Een RWI van 1 (rode stippellijn) betekent dat de groei op een gemiddeld niveau zat tijdens dat jaar. Hoe lager de RWI, hoe sterker de groei negatief afweek van de algemene groeitrend. (Figuur aangepast uit wetenschappelijk artikel, zie link onderaan)

VEEL VRUCHTEN, WEINIG HOUT

Hoge zomertemperaturen en veel zonnestraling kunnen bij beuk zorgen voor een mastjaar (jaar met zeer hoge productie van vruchten) in het daaropvolgende jaar (Hacket-Pain et al., 2015; Leuschner, 2020; Müller-Haubold, 2015). Tijdens een mastjaar kan één derde tot de helft van de suiker aangemaakt in de fotosynthese gebruikt worden voor het produceren van vruchten waardoor er minder energie over is om bij te dragen aan groei (Dittmar et al., 2003; Drobyshchev et al., 2010; Müller-Haubold et al., 2013). Mastjaren komen steeds vaker voor door de toegenomen frequentie van hittegolven en aanhoudende atmosferische depositie van stikstof (Drobyshchev et al., 2010; Latte et al., 2015; Müller-Haubold et al., 2015; Vacchiano et al., 2017; Vanhellemont et al., 2019).

De jaarlijks gevormde hoeveelheid beukenzaad wordt in het Zoniënwoud gemeten sinds 1999. Dit wordt gedaan binnen het ICP Forests Level II proefvlak, dat vlakbij de onderzoeksplot gelegen is. Deze zaadproductie wordt in figuur 5 weergegeven (als bruine balken, op de linker Y-as), samen met de jaarlijkse groei (RWI) van de onderzochte bomen (als gekleurde lijnen, op de

rechter Y-as). Er is bij beide groepen een duidelijke negatieve correlatie tussen groei en zaadproductie: zo was er tijdens mastjaren 35% minder groei dan in niet-mastjaren. Ook hier reageren windgeworpen bomen niet significant slechter op mastjaren dan nog levende bomen.



Figuur 5: (foto5.PNG) (a) De jaarlijkse groei (RWI) van de twee populaties doorheen de tijd (gekleurde lijnen) met eronder de jaarlijkse zaadproductie (bruine balken). De grens van wat wel of niet een mastjaar is staat op 500 zaden/m² (zwarte horizontale lijn). We zien dat bij mastjaren de groei sterk afneemt. (b) de gemiddelde groei (RWI) voor, tijdens, en na elk mastjaar tussen 1999 en 2020. De aparte jaren zijn aangegeven als lichte lijnen. (Figuur aangepast uit wetenschappelijk artikel, zie link onderaan)

DISCUSSIE

De sterke stijging van de groei tussen 1890 en 1970 waarbij de BAI meer dan verdubbelde (zie Figuur 3) kan naast beheer en leeftijdseffecten ook toegeschreven worden aan de stijging van stikstofdepositie in die periode. Bossen werden nutriënten-rijker en groeiden hierdoor sterker (Laubhann et al., 2009). De sterke schommeling van de groei vanaf 1970 (zie Figuur 3) is waarschijnlijk voornamelijk te wijten aan het voorkomen van meer en intensere droogteperiodes die elkaar sneller opvolgen in combinatie met vaker voorkomende mastjaren (Drobyshev et al., 2010; Latte, 2017; Latte & Claessens, 2015; Leuschner, 2020; Vacchiano et al., 2017; Vanhellemont et al., 2019).

De recent omgewaaide bomen hadden, in tegenstelling tot de nog levende bomen, een sterk dalende groeitrend sinds de jaren '70 (zie Figuur 3). Het verschil tussen de levende en windgeworpen bomen manifesteert zich dus al

heel lang, waarbij we kunnen stellen dat deze bomen al 30-40 jaar ‘aan het vallen’ zijn. Er werden echter geen significante verschillen in droogtegevoeligheid gevonden. De dalende groei bij omgewaaide beuken valt mogelijks te verklaren door verschillen in vitaliteit van het wortelstelsel. Door de steeds vaker voorkomende droogtes moeten deze bomen veel energie besteden aan het herstel van bladeren en kleine takken. Als daarbovenop om de twee jaar een grote hoeveelheid zaad geproduceerd moet worden, blijft er maar weinig energie over om, bijvoorbeeld, beschadigde wortels te herstellen. We veronderstellen dat de windgeworpen bomen een minder ontwikkeld wortelstelsel hadden, door bijvoorbeeld pathogenen of onderlinge concurrentie. Hierdoor ontstaat een vicieuze cirkel; de verzwakte bomen moeten steeds relatief meer energie steken in herstel dan de vitale bomen. De energiereserves van deze bomen worden jaar na jaar verder uitgeput door herstelkosten en productie van zaad, wat resulteert in de geobserveerde dalende groeitrend. Door het beschadigde wortelstelsel waaien de bomen ook gemakkelijker om tijdens een storm (Campioli et al., 2012; DeSoto et al., 2020; Dulamsuren et al., 2022; Kint Vincentand Aertsen, 2012; Leuschner, 2020).

De nog levende beuken herstelden zeer snel na een droogte (Figuur 4). Ook werd er bij de nog levende bomen slechts een zeer geringe algemene groeidaling gevonden (Figuur 3). Deze bevindingen zijn gelijkaardig aan een studie van beuken uit het Meerdaalwoud en Zoniënwood door Vannoppen et al. (2018). Dat beuken in het Zoniënwood het relatief vaak beter doen onder het veranderend klimaat in vergelijking met andere bossen is volgens ons te wijten aan twee factoren. Ten eerste is de bodem op deze site van uitzonderlijk hoge kwaliteit voor beuk: de diepe leembodem kan veel water opslaan dat vervolgens gebruikt kan worden tijdens een droogte. Ten tweede ligt dit bestand centraal in een groot boscomplex. Hierdoor wordt hitte en droogte tijdens hittegolven sterker gebufferd dan in kleine boscomplexen of aan de bosrand (De Frenne et al., 2021). Deze oude beuken doen het tot nu toe dus nog redelijk goed en zijn voorlopig behoorlijk opgewassen tegen de negatieve effecten van klimaatverandering.

In de toekomst kan een verdere uitval van droogtegevoelige individuen verwacht worden. Onze resultaten suggereren echter dat beuk niet snel uit het Zoniënwood zal verdwijnen, ook al zullen deze bomen vermoedelijk een verminderde groei vertonen naarmate droogte en hittegolven steeds vaker voorkomen.

TOT SLOT

Tot slot willen we de geïnteresseerde lezer graag verwijzen naar het wetenschappelijk artikel dat de basis vormt voor dit Bosrevue artikel (<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.166148>) en naar een artikel over dit onderzoek dat in de Standaard verscheen (https://www.standaard.be/cnt/dmf20230821_96026109).

Ook wil ik (Louis) graag deze kans nemen om prof. dr. ir. Jan Van den Bulcke, prof. dr. ir. Tom De Mil, dr. ir. Kristof Haneca en dr. ir. Kris Vandekerckhove te

bedanken voor hun begeleiding tijdens mijn thesis (waarop dit onderzoek gebaseerd is). Ook wil ik het hele boorteam bedanken voor de geleverde inspanningen, merci Jaime, Stijn, Toon, Laura en Ilié. Mijn dank gaat ook uit aan het ANB en het INBO voor jullie ondersteuning en toelating voor de staalnames.

Gelieve als volgt te citeren:

Louis Verschuren, Tom De Mil, Kristof Haneca, Kris Vandekerkhove, Pieter De Frenne, Joris Van Acker, Jan Van den Bulcke (2023) Heading for a fall? Het groeipatroon van levende en windgeworpen beuken vertelt ons meer.
Bosrevue 109a

ISSN 2565-6953 – Bosrevue 109a