

Ein Naturwald erzählt - Dendroökologische Forschung auf der Insel Vilm

TOBIAS SCHARNWEBER; MARIEKE VAN DER MAATEN-THEUNISSEN; ERNST VAN DER MAATEN; MARTIN WILMKING

Wie wirkt sich eine lange Nutzungsruhe auf die Stabilität eines Waldes gegenüber Klimaextremen aus? Wieviel Kohlenstoff bindet ein alter Wald oder nähert er sich der alten Theorie eines Gleichgewichtes aus Bindung und Zersetzung bzw. Veratmung an? Gibt es in Naturwäldern eine größerflächige Mosaik Zyklus Struktur oder ist die Dynamik auf Lücken von Einzelbaumgröße beschränkt? Wie dominant ist die Buche und kann sich der Bergahorn durchsetzen? Ist der Vilmwald überhaupt „ungestört“?

Dies alles sind Fragen, welche sich mittels dendrochronologischer und dendroökologischer Forschung beantworten lassen. Mit Hilfe der Jahrringmuster in Bohrkernen der Bestandesbäume lassen sich retrospektiv Aussagen über Waldentwicklung (Phasen von Auflichtung bzw. Bestandesschluss), Klimaextreme und ihre Auswirkungen oder, im Vergleich mit instrumentellen Klimadaten über allgemeine Klima-Wachstumszusammenhänge treffen. Der Vilmwald mit seiner Insellage und langen Nutzungsruhe - die letzte dokumentierte großflächige Holznutzung datiert auf den Beginn des 16. Jahrhunderts - bildet zur Beantwortung der anfangs aufgeworfenen, hochaktuellen Fragen ein für das nördliche in Mitteleuropa fast einmaliges Forschungsobjekt. Vor dem Hintergrund neuerer Ergebnisse langjähriger Monitoringreihen und Gasflussmessungen in alten Wäldern („old-growth forests“) zeigt sich zunehmend, dass einige ökologische Theorien wie die der Gleichgewichtstheorie nach ODUM (1969) einer Revision bedürfen. Unter anderem bedingt durch eine sehr hohe Lichtnutzungseffizienz der stark strukturierten Kronen alter Bäume und den damit verbundenen großen Zuwächsen auch in hohem Baum- bzw. Bestandesalter (STEPHENSON et al., 2014) zeigt sich, dass auch ungenutzte, gemäßigte Laubwälder über viele Jahrhunderte eine nennenswerte Kohlenstoffsенке bleiben (vgl. WIRTH et al., 2009). Darüber hinaus kann auf Grundlage der ökologischen Theorie wonach in Ökosystemen mit abnehmender Störungsintensität und Störungshäufigkeit die Anzahl der linearen Prozesse zu Gunsten von gepufferten Kreisläufen abnimmt (STEINHARD et al., 2005), vermutet werden, dass Naturwälder eine stärkere Klimaplastizität (Pufferung gegenüber Klimaextrema) besitzen. Jedoch auch das Gegenteil, verminderter Wasserstress in lichter bestockten, durchforsteten Beständen mit geringerer Konkurrenz ist denkbar (AUSSENAC & GRANIER, 1988; BRÉDA et al., 1995).

In enger Zusammenarbeit mit der Naturwaldforschung der Landesforstanstalt Mecklenburg-Vorpommern hat das Institut für Botanik und Landschaftsökologie der Universität Greifswald in 2013 begonnen, einigen der eingangs skizzierten Fragen nachzugehen. So wurden auf Vilm an einer Stichpunktprobe von je 15 Exemplaren der Arten Rotbuche (*Fagus sylvatica* L.), Stieleiche (*Quercus robur* L.) und Bergahorn (*Acer pseudoplatanus* L.) Bohrkern entnommen und jahrringanalytisch untersucht. Die erhaltenen Wachstumskurven geben Auskunft über Baumalter, Störungshistorie und können mittels einer Klima-Wachstumsanalyse retrospektiv auf ihre Empfindlichkeit gegenüber klimatischen Extrema bzw. auf generelle Zusammenhänge des artspezifischen Wachstums mit klimatischen Gegebenheiten untersucht werden. Zusätzlich wurde auf der Intensivmonitoringfläche der Naturwaldforschung der Landesforstanstalt begonnen, je fünf Bäume der genannten Arten mit Dendrometern und Saftflusssonden zu bestücken. In einem langjährigen, hochaufgelösten Prozessmonitoring soll entlang eines Nutzungsgradienten die Reaktion der Einzelbäume auf

klimatische Bedingungen bzw. Extreme verglichen werden. Der Wald auf Vilm bildet in diesem Gradienten den Referenzzustand ab und weist die längste ungestörte Entwicklung auf (vgl. Abb. 1).



Abb. 1: Instrumentierte Monitoringflächen entlang eines Gradienten zunehmender Nutzungsruhe

In dieser Monitoringreihe liefern Dendrometer Informationen über Baumwachstumsreaktionen auf (extreme) Witterungseinflüsse auf sehr kurzen Zeitskalen, z. B. innerhalb eines Tages (Abb. 2b). Über einen Taststift registrieren sie kontinuierlich die Radialveränderungen eines Baumes an einem Punkt des Stammes. Die hochaufgelösten Messsignale spiegeln aber nicht nur das Baumwachstum wider, sondern sind das Ergebnis zweier Prozesse. Einerseits gibt es reversible Dickenänderungen aufgrund eines variierenden Wasserstatus des Baumes, welche vor allem durch das Wasserpotenzial im Xylem beeinflusst werden. Andererseits gibt es irreversible Dimensionsänderungen welche auf Baumwachstum zurück zu führen sind. Um diese reversiblen und irreversiblen Signale voneinander zu trennen, sind in den Monitoringflächen außerdem Saftfluss-Messgeräte installiert worden. Diese Sensoren messen kontinuierlich den Wassertransport im Stamm und können daher genutzt werden, um das Dendrometersignal von reversiblen Radialveränderungen zu ‚bereinigen‘. Eine Wald-Klimastation liefert wichtige Umweltparameter für die Analysen wie z. B. Lufttemperatur, Sonneneinstrahlung und Bodenwasserverfügbarkeit. Angelegt ist das Monitoring auf mindestens fünf bis zehn Jahre, wobei der wissenschaftliche Wert solch hochaufgelöster Zeitreihen mit jedem Jahr wächst.

Bezüglich der Altersstruktur deuten die Ergebnisse der Stichprobe an, dass die aktuell dominanten Buchen bereits die zweite Generation nach der großen Holznutzung 1527 darstellen. Ihr Alter in Brusthöhe (für das tatsächliche Baumalter müssen ca. 5 -10 Jahre addiert werden) beträgt maximal 270 Jahre bei einem Stammdurchmesser von 112 cm und einer Höhe von 38 m. Etwas älter sind im Schnitt die Eichen, hier datiert der älteste Jahrring in Brusthöhe auf 1679 (siehe Kurve in Abb. 2a). Die beprobten Ahorne wiesen ein Maximalalter in Brusthöhe von 205 Jahren auf (ein umfangreiches Exemplar vom Kleinen Vilm), waren mehrheitlich aber etwa 120 Jahre alt. Hier erschweren fehlende Ringe und undeutliche Ringgrenzen die dendrochronologische Auswertung. In den Kurven der Einzelbäume ließen sich keine einheitlichen zeitlichen Phasen von sprunghaft zunehmenden Wachstumstrends finden, was als starkes Indiz auf eine mehr oder weniger ungestörte Waldentwicklung ohne großflächige Störungen gedeutet werden kann. Im Gegenteil, konnten die Vilmer Chronologien von Eiche und Buche genutzt werden, um den in vielen Beständen und Chronologien des Nordostens auftretenden positiven Wachstumstrend in den 1940er Jahren mit Kriegs- bzw. Reparationsnutzungen in einen eindeutigen Zusammenhang zu stellen. Dieser Trend fehlt auf Vilm vollständig und somit wird eine klimatische Ursache sehr unwahrscheinlich (siehe Vergleich in Abb. 4). Diese ersten Ergebnisse verdeutlichen den hohen wissenschaftlichen Wert des ungestörten Waldes auf Vilm als Referenz bezüglich der Trennung des anthropogenen vom klimatischen Einfluss in Jahrringchronologien, einer wichtigen Voraussetzung jeder Klimarekonstruktion.

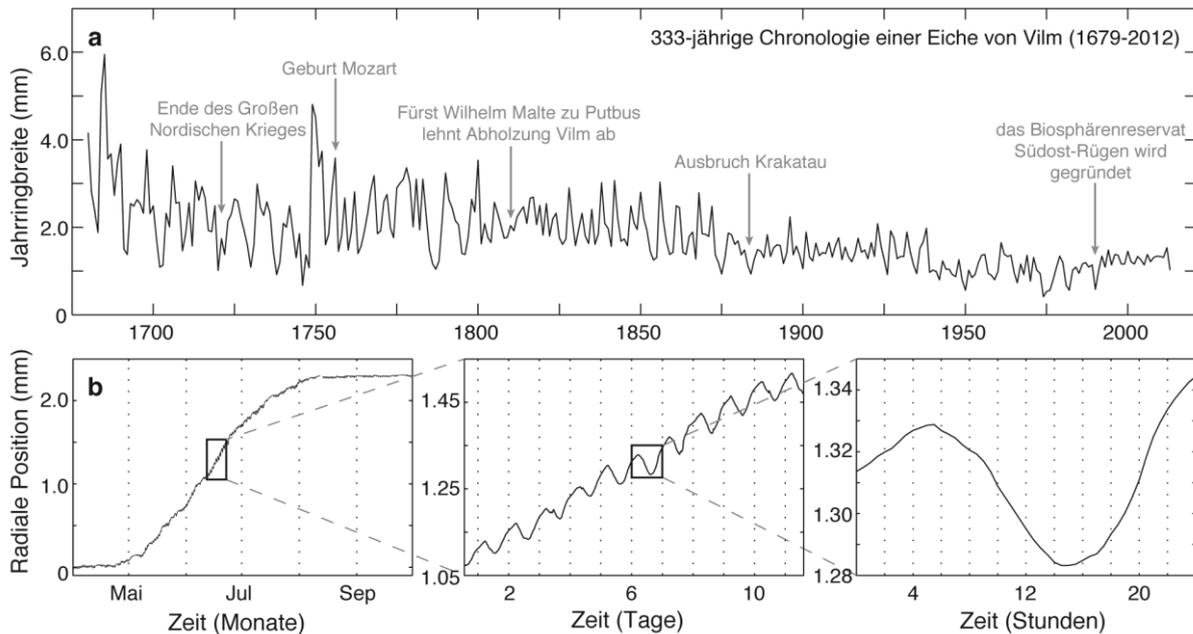


Abb. 2: Beispiel (a) einer Jahrringchronologie einer Eiche von Vilm, und (b) Dendrometerdaten einer Buche in verschiedenen zeitlichen Auflösungen

Über die „klassische“ dendrochronologische Auswertung hinaus wurde mit einer annuell aufgelöste Analyse der Holzchemie und Holzichten begonnen. Mit einem am Institut für Botanik und Landschaftsökologie verfügbaren ITRAX-Röntgenfluoreszenz-Analysator können in hoher zeitlicher Auflösung relative Elementkonzentrationen der wichtigsten Metalle in den Jahrringen der Bohrkerne gemessen werden. Eventuelle zeitliche Trends etwa in den Mangan, Kalzium, Magnesium oder Aluminium Konzentrationen im Holz ermöglichen dann potentiell Rückschlüsse auf Verfügbarkeit der Elemente in der Bodenlösungen und können als Proxiedaten etwa für pH-Verschiebungen auf Grund von Bodenversauerung, sei es durch natürliche Bodenentwicklungsdynamik oder verstärkt durch atmosphärischen Schwefel- oder Stickstoffeintrag dienen (KUANG et al., 2008; Abb. 5).

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass mehrere Jahrhunderte einer nahezu ungestörten Waldentwicklung auf Vilm einen für das nördliche Mitteleuropa sehr seltenen Referenzzustand eines natürlichen Waldökosystems abbilden. Erste dendrochronologische Ergebnisse bestätigen diese störungsfreie Entwicklung, erhellen aber auch eine deutlich jüngere Altersstruktur der sehr wüchsigen Alteichen und Altbuchen als erwartet. Hier muss angemerkt werden, dass die momentane Stichprobe von 45 Bäumen jedoch für eine generelle Aussage als zu gering anzusehen ist. Da jedoch gezielt umfangreiche Exemplare sowohl vom Kleinen- als auch vom Großen Vilm ausgewählt wurden, ist nicht mit deutlich älteren Bäumen zu rechnen. In der geschilderten Langzeit-Monitoringreihe entlang eines Gradienten menschlicher Nutzungsintensität sind, gerade auch in Verbindung mit Boden- und Strukturparametern aus der Intensivaufnahme durch die Landesforstanstalt, in den nächsten Jahren spannende Ergebnisse aus dem Referenzwald Vilm zu erwarten.



Abb. 3: Punkt-Dendrometer und Saftflusssensoren am Stamm einer 200jährigen Rotbuche auf dem großen Vilm. In hoher zeitlicher Auflösung werden Umfangsänderungen und Saftfluss im Xylem aufgezeichnet und die Daten drahtlos an einen Server übertragen

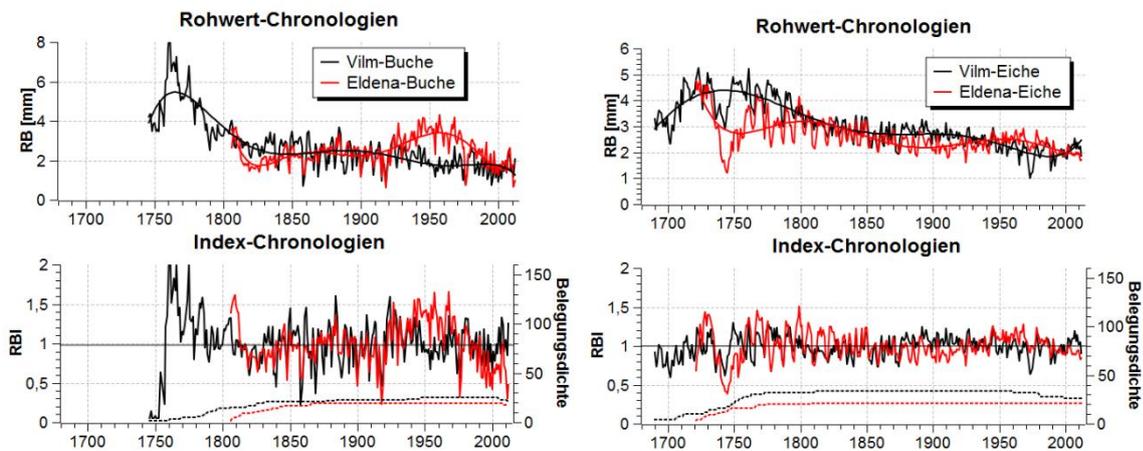


Abb. 4: Vergleich der Chronologien der gemessenen Ringbreiten (obere Kurven, mit Langzeittrend) und der trendbereinigten Index-Chronologien (untere Kurven) für Buche (links) und Eiche (rechts) zwischen dem Naturwald auf Vilm und der Naturwaldparzelle Eldena bei Greifswald. Steigende Zuwächse in den 40er und 50er Jahren des letzten Jahrhunderts in Eldena aber nicht in Vilm deuten auf menschliche Eingriffe (Reparationshiebe) in Eldena; RB...Ringbreite; RBI...Ringbreiten-Index

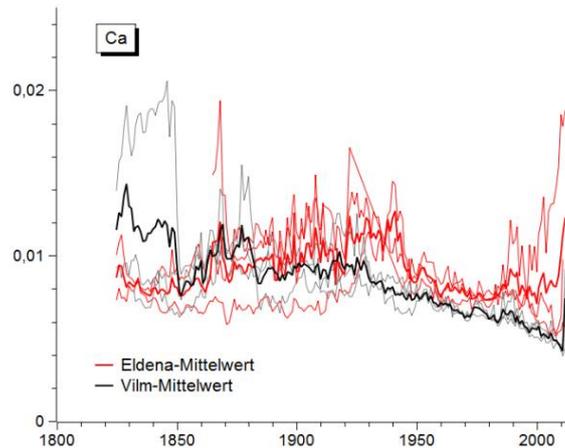


Abb. 5: Relative Kalzium-Konzentrationen im Holz von je drei Buchen aus Vilm und Eldena bei Greifswald; negative Trends seit etwa 1900 könnten auf zunehmende Bodenversauerung und damit verbundene geringere Verfügbarkeit von Kalzium im Boden deuten, stark erhöhte Konzentrationen im Splintholz der letzten Jahre sind möglicherweise methodischer Ursache (Randeffekt der Röntgenfluoreszenzanalyse) bzw. deuten auf höhere Konzentrationen im biologisch aktiven Splintholz

Literatur

- AUSSENAC, G. UND GRANIER, A. (1988): Effects of thinning on water stress and growth in Douglas –fir. Canadian Journal of Forest Research. NRC Research Press 18 (1), p.100-105
- BRÉDA, N., GRANIER, A. UND AUSSENAC, G. (1995): Effects of thinning on soil and tree water relations, transpiration and growth in an oak forest (*Quercus petraea* (Matt.) Liebl.). Tree physiology 15 (5), p. 295-306
- KUANG, YW., ZHOU, GY., CHU, GW., SUN, FF.,UND LI, J. (2008): Reconstruction of soil pH by dendrochemistry of Masson pine at two forested sites in the Pearl River delta, South China. Annals of forest science 65 (8), p. 1
- ODUM, EP. (1969): Strategy of ecosystem development. Science 164 (3877), p. 262-270
- STEPHENSON, NL., DAS AJ., CONDIT, R., RUSSO, SE., BAKER, PJ., BECKMANN, NG., ET. AL. (2014): rate of tree carbon accumulation increases continuously with tree size. Nature 507 (7490), p. 90-93

Adressen der Autoren

Tobias Scharnweber
 Mariëk van der Maaten-Theunissen
 Ernst van der Maaten
 Martin Wilmking

Ernst-Moritz-Arndt Universität Greifswald
 Institut für Botanik und Landschaftsökologie
 Soldmannstraße 15
 14487 Greifswald
Tobias.scharnweber@uni-greifswald.de