

Der Jahrring-Forscher

Klimaverhältnisse, Verletzungen oder Schädlingsbefall beeinflussen das Baumwachstum und hinterlassen ihre Spuren im Holz – genauer gesagt in den Jahrringen. Der Biologe Georg von Arx erforscht diese natürlichen Archive mit einer von ihm entwickelten Bildanalyse-Software. Dadurch lassen sich die Jahrringe genauer untersuchen.

«Das Labor für Dendrochronologie an der Eidgenössischen Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft (WSL) in Birmensdorf wurde vor über 40 Jahren von Professor Fritz Schweingruber aufgebaut und berühmt gemacht», erklärt Georg von Arx gleich zu Beginn des Gesprächs und fügt hinzu: «Das Jahrringlabor ist nicht zuletzt dank Schweingrubers Forschung das zweitgrösste der Welt und das grösste Europas geworden.»

Georg von Arx ist seit 2017 Leiter der Forschungsgruppe Dendrowissenschaften an der WSL. Sein beruflicher Werdegang hatte anfangs gar nichts mit Holz und Wald zu tun. Ab 1999 studierte er an der ETH Zürich Biologie und Ökologie und erforschte im Rahmen seiner Dissertation Jahrring-Strukturen in krautigen Pflanzen, so zum Beispiel im Wiesenklees. Von Arx merkte damals schnell, dass man bei krautigen Pflanzen auf Zellebene gehen muss und entwickelte eine Bildanalyse-Software, um Xylem-Zellen – das sind die Wasser leitenden Zellen – zu vermessen. Auch während seiner Postdoc-Zeit an der Universität Arizona arbeitete er mit krautigen Pflanzen. Vor rund 14 Jahren kam der erste Kontakt mit einem WSL-Kollegen zustande und der längere Zeithorizont bei Bäumen begann von Arx zu faszinieren.

Nach seiner Rückkehr aus den USA in die Schweiz fokussierte er auf Bäume und forscht nun seit 2010 an der WSL. Dazwischen arbeitete er zudem während gut zwei Jahren im administrativen Management der Schweizerischen Akademie für Technische Wissenschaften. «Feste Stellen in der Forschung sind leider Mangelware», sagt der Vater zweier Kinder.

Vor zwei Jahren konnte er eine dieser begehrten Stellen antreten: Der heute 43-Jährige wurde Leiter der Forschungsgruppe Dendrowissenschaften an



Seit 2017 leitet der Biologe Georg von Arx die Forschungsgruppe Dendrowissenschaften an der WSL.

der WSL. Gegenwärtig arbeiten fünf Wissenschaftler und drei Techniker fest im Team, etwa zwanzig weitere Leute temporär. Aufgrund des hohen Renommées der WSL-Dendrochronologie kommen auch immer viele Gastforscher und -forscherinnen nach Birmensdorf.

Jahrringe speichern Umwelt-Einflüsse

Bei der Jahrringforschung geht es längst um viel mehr als Baumringe zählen und das Alter von Holz bestimmen. Bäume reagieren auf ihre Umwelt und spiegeln deren Einflüsse in ihrem Wachstum wider. Anhand der Breite der Jahrringe lassen sich zum Beispiel Einflüsse des Klimas nachvollziehen. Die Breite und Holzdichte variieren aber auch innerhalb eines Jahrrings. Im so genannten Frühholz, das zu Beginn der Vegetationsperiode gebildet wird, sind

die Zellen gross und dünnwandig, im Spätholz hingegen sind sie klein und dickwandig.

Fritz Schweingruber erkannte bereits früh, dass Jahrringbreite und maximale Spätholzdichte eine Art indirektes Thermometer sind und eine wichtige Datengrundlage für Klimarekonstruktionen darstellen. Beide Parameter werden an der WSL seit den 1970er Jahren erhoben. Schweingruber fokussierte sich auf Bäume, bei denen primär ein einzelner Klimafaktor das Wachstum begrenzt, meistens die Temperatur. Über Jahrzehnte sammelte er zusammen mit verschiedenen Forschungskoperationen Tausende von Holzproben an der oberen und nördlichen Baumgrenze auf der gesamten Nordhalbkugel.

Zur Untersuchung der Jahrringe entnimmt man den Bäumen mit speziellen Zuwachsbohrern einen Bohrkern, der möglichst das Zentrum trifft (s. Bild unten). Dieser Eingriff stellt für den Baum lediglich eine kleine Störung dar. Das fünf bis höchstens zehn Millimeter grosse Bohrloch kann von einem gesunden Baum problemlos wieder verschlossen werden. Bei Holzproben, die seit Jahrtausenden im Lehm, Moor oder in Seen konserviert wurden, können die Forscher mit der Motorsäge auch ganze Scheiben entnehmen.



Dieser Bohrkern wurde mit einem Zuwachsbohrer einem Baum entnommen.

Im Labor werden die Oberflächen jeder Probe zuerst mit einem Schleifgerät oder Mikrotom glatt präpariert. Danach wird die Breite der einzelnen Jahrringe mit Hilfe eines Binokulars gemessen. Die Dichte des Spätholzes wird anhand von Röntgenbildern, wie sie auch aus der Medizin bekannt sind, bestimmt. Jahrringe mit dichtem Spätholz deuten auf hohe Sommertemperaturen hin.

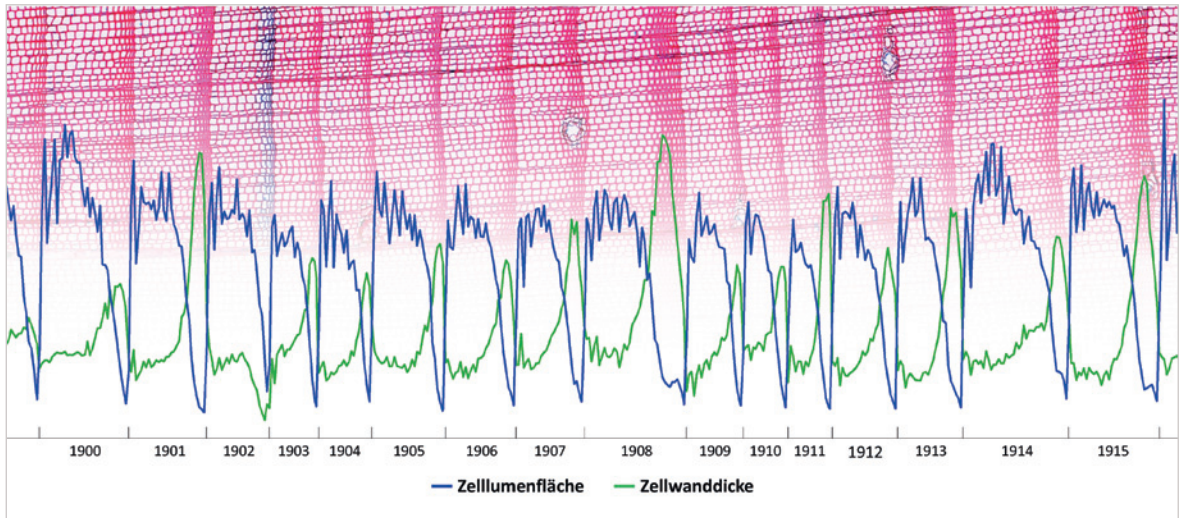
Jahrringe noch genauer lesen

Forschende der WSL haben in den vergangenen Jahren verschiedene Mikrotome weiterentwickelt, um sehr dünne mikroskopische Präparate für die anatomische Analyse von Holzzellen herstellen zu können. Die Dicke der Holzschnitte liegt im Durchschnitt bei 15 Mikrometern, sie sind damit etwa vier Mal dünner als ein Haar. Da das Fach Anatomie bis vor wenigen Jahren als rein deskriptiv und veraltet galt, sank das Angebot an erschwinglichen Qualitäts-Mikrotomen. Gerade auch deshalb sind solche hauseigenen Weiterentwicklungen dringend nötig. Mit der von Georg von Arx entwickelten Bildanalyse-Software namens Roxas können die Dendrochronologen alle Zellen in den Holzdünnschnitten automatisch vermessen.

Das Quantifizieren von Holzzellen ist denn auch von Arxs Spezialgebiet. Vorher mussten die Jahrring-Forscher die Holzzellen manuell messen. Dank Roxas können viel mehr Holzzellen und -proben ausgewertet werden, und es lassen sich detailliertere Aussagen zu früheren saisonalen Schwankungen der Umweltbedingungen wie Temperatur oder Niederschlag machen.

Während das Frühholz für den Wassertransport zuständig ist, sorgt das Spätholz für die mechanische Stabilität eines Baumes. Beim Spätholz werden die letzten Zellen bei Bäumen an der oberen und nördlichen Baumgrenze bereits im Juli/August gebildet. Dieser frühe Zeitpunkt ist wichtig, weil die Zellen erst funktional sind, wenn sie vollständig ausgebildet sind, was bis zu zwei Monate dauern kann. «Dies sollte auch nach einem schlechten Sommer möglich sein, deshalb wird das Ende der Spätholz-Zellbildung von den Bäumen so früh terminiert», erklärt Georg von Arx.

Meist funktioniert dies gut. Das Beispiel eines Dünnschnitts einer Föhre aus Finnland zeigt aber, dass zum Beispiel Ende 1902 die Spätholzdichte sehr gering war. Die ungewöhnlich dünnwandigen, unvollständig ausgebildeten Spätholzzellen deuten auf



Dünnschnitt einer Föhre aus Finnland. Die blaue Linie zeigt die Fläche der Hohlräume (Zelllumen), die grüne Linie die Zellwanddicke. Ende 1902 bricht letztere ein. Die ungewöhnlich dünnwandigen Spätholzzellen deuten auf einen frühen Kälteeinbruch hin, der zu einem abrupten Wachstumsstopp führte. (Bild: WSL)

einen frühen Kälteeinbruch hin, der das Wachstum der Föhre abrupt stoppte (s. Abbildung oben).

Mit den Jahringkurven von Bäumen, die vor langer Zeit gewachsen sind und deren Stämme zum Beispiel in historischen Gebäuden verbaut oder in Seen eingeschlossen sind, können Forschende Rückschlüsse über Umweltverhältnisse der letzten Jahrtausende ziehen. Dafür suchen sie nach gleichen Wachstumsmustern in Jahringen aus verschiedenen Holzproben und gleichen die einzelnen Muster gegeneinander ab. So konnten Jahringchronologien erstellt werden, die rund 11 000 Jahre zurückreichen.

Das Holz von subfossilen Föhren aus der letzten Eiszeit, die ein WSL-Mitarbeiter 2013 zufälligerweise im Lehm einer Baugrube am Fusse des Üetlibergs in der Zürcher Binz entdeckt hatte, war ein riesiger Glücksfund. Erstmals konnte nun die Zeit vor 14 000 bis 12 000 Jahren mittels Jahringen erfasst werden.

Isotope geben wichtige Hinweise

Die Forschenden gewinnen aber nicht nur von Jahringbreite, maximaler Spätholzdichte und Holzzelleigenschaften jahrgenaue Informationen, sondern auch durch das Verhältnis von stabilen Isotopen bei Kohlenstoff (C) und Sauerstoff (O). Die Analyse von C- und O-Isotopen im den Jahringen erlauben Rückschlüsse auf die Wasseraufnahme durch die Wurzeln und die Aufnahme von CO₂ durch die Blätter und Nadeln. So gibt beispielsweise das Verhältnis der beiden stabilen Kohlenstoff-Isotope 13 und 12 in einem

Jahring Auskunft über die Trockenheit im betreffenden Jahr.

Früher haben die WSL-Dendrochronologen diese Forschung in Zusammenarbeit mit dem Paul Scherrer Institut (PSI) in Villigen durchgeführt, seit wenigen Jahren können die Isotopenmessungen nun an der WSL durchgeführt werden.

Georg von Arx ist überzeugt, dass das Wissen, das die Jahringforscher aus der Vergangenheit gewinnen, auch für das Waldmanagement der Zukunft wichtig ist. «Wenn wir verstehen, wie verschiedene Baumarten auf extreme Ereignisse wie zum Beispiel den heissen und trockenen Sommer 2018 reagierten, dann lässt sich genauer abschätzen, welche heute gepflanzten Baumarten mit den prognostizierten Bedingungen in 50 bis 100 Jahren am besten zurecht kommen werden», sagt er.

Das Gespräch mit dem Dendrochronologen endet in der Ausstellung «Baumgeschichten» im Empfangsbereich der WSL. Seit April 2019 kann man hier inmitten von eindrücklichen Baumscheiben und anderen Exponaten interaktiv und anschaulich die Sprache der Jahringe verstehen und dabei viel entdecken, sei es über das vergangene Klima oder die Ereignisse in der Lebenszeit der Bäume.

Susanne Haller-Brem

Die Autorin ist Biologin und arbeitet als Wissenschaftsjournalistin.

Informationen zur erwähnten Ausstellung im Empfangsbereich der WSL finden sich unter: <https://dendro-expo.wsl.ch/de.html>