

Dem Wachstum auf der Spur

Um Wissen über das Wachstum von Bäumen zu gewinnen, stützt man sich bisher vor allem auf deren Jahrringe. Zeitlich höher aufgelöste Daten sollen nun mehr Details verraten.



Genaue Arbeit: Forscher Roman Zweifel montiert für das Projekt «Tree Net» einen reparierten Datenlogger an einer Buche in einem Wald bei Lausanne.

von Martina Huber (Text und Bilder)

Der Wald ist sein Labor, ausgewachsene Bäume sind die Versuchsobjekte, deren Geheimnisse Roman Zweifel seit fünfzehn Jahren zu lüften versucht. «Es ist erstaunlich, wie wenig wir noch immer darüber wissen, wie und wann genau ein Baum wächst», sagt der Ökophysiologe, der an der Eidgenössischen Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft (WSL) tätig ist. «Bisher stützen wir unser Wissen über den Wachstum vor allem auf die Jahrringe von Bäumen». Das sei viel zu ungenau, da sie nur einen Wert pro Jahr liefern. «Da kann man nur allgemeine Zusammenhänge zwischen Wachstum und Umweltbedingungen feststellen», sagt Zweifel. Etwa, dass die meisten einheimischen Baumarten in warmen Jahren dickere Ringe bilden als in kalten, oder dass neben Kälte auch grosse Trockenheit das Baumwachstum negativ beeinflussen kann. Zweifel möchte diese Prozesse viel detaillierter verstehen: Zu welcher Jahres- und Tageszeit wächst ein Baum wie viel? Wie warm muss es sein, damit ein Baum wächst – und kann es zu warm sein? Antworten auf solche Fragen soll das Forschungsprojekt «Tree Net» liefern, das ihn heute einmal mehr in den Wald führt.

Signale von Buche und Fichte direkt auf dem Rechner

Acht Kilometer nördlich von Lausanne, auf 810 Metern über Meer, stehen sechs mächtige Versuchsbäume in einem Laubmischwald: Drei Buchen und drei Fichten hat Zweifel im Jahr 2011 mit sogenannten Dendrometern ausgerüstet, die seither Schwankungen im Baumdurchmesser erfassen, auf den Mikrometer genau. Tagesschwankungen geben Aufschluss über den Wasserhaushalt: Während des Tages, wenn die Blätter Fotosynthese betreiben und Wasser verdunsten, entsteht ein Unterdruck, der Wasser in die Baumkrone saugt, der Stamm wird dadurch minim dünner. In der Nacht wird er wieder dicker, weil das Wasser in den Baum zurückfliesst. Langfristig verrät die Kurve des Baumdurchmessers, wann ein Baum um wie viel wächst. Ein Datenlogger an einem der Bäume zeichnet die Messwerte auf und übermittelt sie

drahtlos an einen Server – alle zehn Minuten, Tag und Nacht, das ganze Jahr durch. «So kann ich vom Büro aus fast in Echtzeit beobachten, was meine Bäume gerade machen», sagt Zweifel. Zumindest normalerweise. Denn zurzeit senden die Bäume im Lausanner Wald keine Signale mehr. Bereits vor ein paar Wochen war Zweifel aufgefallen, dass etwas nicht in Ordnung war, da die Messwerte, die er bekam, überhaupt nicht in der üblichen Grössenordnung lagen und schliesslich ganz abbrechen. Als er herkam und den Datenlogger aufschraubte, war dieser gefüllt mit Wasser, die Elektronik defekt. Zweifel nahm ihn mit zur Reparatur.

Zielstrebig geht er auf eine mächtige, moosbewachsene Buche zu, an deren Fuss ein Bündel mit Kabeln liegt. Eines davon führt in den Boden, wo ein Sensor Temperatur und Feuchtigkeit misst, fünf laufen dem Waldboden entlang zu den anderen Versuchsbäumen, eines führt zum Dendrometer am Baum selbst: einem gut handgrossen Rahmen aus Karbonfasern, mit

«Der Wald bei Lausanne ist ein üppiger Standort, hier wachsen die Bäume schnell.»

Roman Zweifel
Ökophysiologe und WSL-Forscher

drei Gewindestangen fest am Baum verankert, in der Mitte eine Art beweglicher Messfühler. Der geht vom Rahmen aus bis zur Oberfläche des Baumes und bewegt sich jedes Mal mit, wenn sich diese hebt oder senkt. Nach einem prüfenden Blick erklärt Zweifel: «Damit ist alles in Ordnung – das Problem war nur die elektronische Aufzeichnung und Übermittlung der Messwerte.»

Er stellt den Rucksack ab, entnimmt ihm Werkzeug und eine graue Box – den reparierten Datenlogger mit Funk-

modul – und befestigt sie mit Klettverschluss am Baumstamm. Dann schraubt er sie auf und beginnt, die Kabel zu sortieren und eines nach dem anderen wieder anzuschliessen.

300 Bäume an 28 Standorten

Zweifel hat diesen Wald bei Lausanne nicht zufällig ausgewählt: «Es ist ein üppiger Standort, hier wachsen die Bäume schnell.» Mit anderen Wäldern des Schweizer Mittelland gehöre er europaweit zu den Wäldern mit dem grössten Biomasse-Zuwachs. «Hier sehen wir, wie Bäume unter guten Bedingungen wachsen». Für das Forschungsprojekt «Tree Net» hat Zweifel auch an 27 weiteren Standorten Fichten, Föhren, Weisstannen, Buchen, Eichen, Flaumeichen und Eschen mit Dendrometern ausgerüstet: Von rund 300 Bäumen verteilt über die ganze Schweiz gehen auf seinem Server ein. Die längsten Datenreihen hat er für den Standort Davos, wo er seit seiner Doktorarbeit 1998 die Schwankungen des Baumradius mehrerer Fichten erfasst.

An allen «Tree Net»-Standorten erheben die WSL, die ETH oder das Institut für Angewandte Pflanzenbiologie für andere Forschungsprojekte fortwährend Niederschlag, Temperatur, Sonneneinstrahlung, Stickstoffgehalt der Luft und weitere Umweltdaten, die Zweifel beiziehen kann, um seine Baum-Wachstumskurven zu interpretieren.

Bäume wachsen in der Nacht

Fernziel des Projektes ist, durch ein genaueres Verständnis des Baumwachstums besser vorherzusagen, wie die Schweizer Wälder auf Klimawandel und Trockenheit reagieren, und wie viel CO₂ sie tatsächlich im Holz einlagern. «Wir sind mit der Auswertung am Anfang und müssen erst noch viele grundlegende Prozesse verstehen», sagt er. Dennoch kann Zweifel aus seinem Datenberg bereits Zusammenhänge herauslesen. So ist etwa wärmer nicht immer gleich besser fürs Wachstum. Vielmehr hat jede Baumart ein bestimmtes Temperaturoptimum, bei dem sie gut wächst. Eine Fichte in Davos legt beispielsweise bei Temperaturen zwischen zehn und zwölf Grad Celsius am meisten zu, eine Föhre in Visp bei 15 bis 17 Grad. In Lausanne beträgt die optimale Temperatur fürs Wachs-

tum bei den Buchen 14 bis 16, bei den Fichten zwölf bis 14 Grad.

Wie erwartet wachsen die meisten Bäume am stärksten im Frühling und Sommer – doch auch da gibt es Unterschiede. So beginnt etwa die Buche ihr Wachstum erst, nachdem sie Blätter ausgetrieben hat und Fotosynthese betreiben kann. Die Eiche hingegen bildet Holz, bevor sie Blätter austreibt – und zehrt dabei von den Vorräten, die sie im letzten Jahr angelegt hat.

Auch innerhalb der gleichen Baumart gibt es Unterschiede: So wächst etwa eine Fichte in Lausanne vorwiegend zwischen Mitte April und Anfang August, im Seehornwald bei Davos auf 1650 Metern über Meer wächst sie von Anfang Juni bis Ende August. Und während die Lausanner Fichte im Jahresdurchschnitt über fünf Millimeter zulegt, ist es bei derjenigen in Davos nicht einmal ein Millimeter.

Und schliesslich wachsen die meisten Baumarten nicht tagsüber, sondern nachts und am frühen Morgen: So legen etwa Buche, Esche und Fichte an der Lägeren kurz nach Mitternacht am meisten zu, während Fichten in Davos und Föhren im Wallis vor allem in den frühen Morgenstunden wachsen.

Schrumpfen als Frostschutz

Überrascht war Zweifel über die Winter-Daten: «Da schrumpft ein Baum manchmal innerhalb von zwölf Stunden mehr, als er während des ganzen Jahres gewachsen ist. Anfangs dachte ich: Das muss ein Messfehler sein, jetzt spukt mein Sensor», sagt er. Doch er stellte fest, dass das Muster immer wieder auftritt – und zwar im Zusammenhang mit Frost. Heute sieht er die Erklärung darin, dass Bäume bei Frost zuerst im Kern gefrieren und dabei ein Grossteil des Wassers aus der äusseren, lebendigen Schicht ins Innere gezogen wird. So nimmt diese keinen oder weniger Schaden, wenn sie auch gefriert.

Nachdem Zweifel alle Kabel angeschlossen hat, zückt er sein Smartphone, loggt sich in die Datenbank ein und stellt fest: Seine Bäume senden wieder. Er schraubt den Datenlogger zu und hofft, dass er erst in einem Jahr wieder herkommen muss, um die Batterien auszuwechseln.

Mehr Informationen zum Projekt «Tree Net»: www.treenet.info.



Den Wald erforschen: Mit dem sogenannten Dendrometer werden die Schwankungen des Baumradius gemessen.