

3,04

Billionen Bäume gibt es weltweit. Umgerechnet sind das **422 Bäume für jeden Menschen**.

4750

Jahre alt ist der wohl weltweit älteste Baum, eine langlebige Kiefer in den USA. Alte Bäume gibt es auch in der Schweiz: Im Emmental steht eine rund **1500-jährige Eibe**, im Wallis eine **800-jährige Lärche** und im Tessin bis **700 Jahre alte Kastanien**.

1,6

Mio Tonnen CO₂ speicherte der Schweizer Wald im Mittel jährlich zwischen 2008 und 2012 laut aktuellem Waldbericht (Bafu/WSL).

200 000

Quadratkilometer Wald – eine Fläche fast fünfmal so gross wie die Schweiz – **verschwindet jedes Jahr**, vor allem in Afrika und Südostasien. Das entspricht in etwa 15 Milliarden Bäumen.

1/3

der Schweiz ist von Wald bedeckt. Jährlich kommt eine Fläche von der **Grösse des Thunersees dazu**, vor allem in den Alpen und auf der Alpensüdseite.

20

Tonnen CO₂ kann ein Baum im Laufe seines Lebens speichern. Je **grösser und älter** ein Baum ist, desto mehr von dem Gas kann er aufnehmen.

43%

aller Bäume wachsen in den Tropen. Sie bilden die **flächenmässig grössten Wälder**.

2765

m ü. M.: Auf dieser Höhe befindet sich gemäss dem Landesforstinventar der **höchstgelegene Baum der Schweiz** – eine kleine, krumme Arve.



Wie man die Bäume wachsen hört

Das faszinierende Universum Wald bietet viele Geheimnisse: Seiner komplexen Natur sind Wissenschaftler nun auch mit Hörgeräten auf der Spur



Simone Kühn-Bühlmann (Text) und Martin Haake (Illustration)

Der Wald boomt – nicht nur als Naherholungsgebiet oder Ort der Kinderbetreuung, sondern auch auf dem Büchermarkt. Seit Monaten stehen «Das geheime Leben der Bäume» des deutschen Försters Peter Wohlleben sowie «Das verborgene Leben des Waldes» des US-Biologen David G. Haskell ganz oben auf den Bestsellerlisten.

Während Wohlleben Einblick gibt in die komplexe Natur der Bäume, beschreibt Haskell, was sich auf einem Quadratmeter Waldboden alles beobachten lässt. Nur mit Lupe und Notizblock ausgerüstet, hat Haskell ein Jahr lang immer wieder dasselbe kreisförmige Stück Wald in seiner Heimat Tennessee aufgesucht und das Leben und Treiben dort studiert.

Nach der Lektüre der beiden Bücher ist klar: Der Wald ist ein faszinierendes Universum, dessen Bewohner – Pflanzen wie Tiere – über die erstaunlichsten Eigenschaften verfügen und sich gegenseitig stark beeinflussen.

Trotzdem stehen aus wissenschaftlicher Sicht noch viele Fragen offen. Zum Beispiel, wie und wann ein Baum am besten wächst, wie er Wasser und Nährstoffe transportiert, wie er auf seine Umwelt reagiert.

Die meisten Baumarten wachsen nicht tagsüber, sondern nachts

Antworten auf solche Fragen sucht Roman Zweifel von der Eidgenössischen Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft (WSL). «Das Wissen über das Wachstum von Bäumen stützte sich bislang vor allem auf deren Jahrringe.» Da könne man nur allgemeine Zusammenhänge zwischen Wachstum

und Umweltbedingungen feststellen. Etwa, dass die meisten einheimischen Baumarten in warmen Jahren dickere Ringe bilden als in kalten. Oder dass neben der Kälte auch Trockenheit das Baumwachstum beeinträchtigen kann.

Zweifel möchte es genauer wissen. Für «Tree Net», eines seiner laufenden Forschungsprojekte, hat der Biologe rund 300 Bäume an insgesamt 28 Standorten in der Schweiz mit Dendrometern ausgerüstet. Diese erfassen Schwankungen im Baumdurchmesser auf den Mikrometer genau und liefern die Daten im Zehminutentakt direkt auf einen Server.

Die Datenflut veranschaulicht bereits jetzt, dass Bäume mitmichten so statisch sind, wie sie auf den ersten Blick erscheinen mögen. So hat etwa jede Baumart ein bestimmtes Temperaturoptimum, bei dem sie gut wächst. Eine Fichte in Davos legt beispielsweise

bei Temperaturen zwischen 10 und 12 Grad Celsius am meisten zu, eine Föhre in Visp bei 15 bis 17 Grad, eine Buche in Lausanne bei 12 bis 14 Grad.

Die meisten Bäume wachsen im Frühling und Sommer. Doch während die Buche ihr Wachstum erst mit dem Blattaustrieb und einsetzender Fotosynthese beginnt, zehrt die Eiche von Vorräten und bildet schon Holz, bevor die Blätter spriessen. Ausserdem wachsen die meisten Baumarten nicht tagsüber, sondern nachts und am frühen Morgen. Bei Frost wiederum kann ein Baum dramatisch schrumpfen – eine Folge der Gefrierprozesse im Stammesinnern.

Waldkiefern werden durch die robusteren Flaumeichen verdrängt

Durch das detaillierte Verständnis des Baumwachstums verspricht sich Zweifel bessere Vorhersagen darüber, wie die Schweizer Wälder auf Klimawandel

und Trockenheit reagieren und was das für deren Aufnahme von Kohlendioxid (CO₂) bedeutet. Nach Berechnungen der WSL von 2010 sind rund 520 Millionen Tonnen des Treibhausgases in Form von Kohlenstoff in unseren Waldpflanzen gebunden – 13-mal so viel, wie im Inland jährlich durch den Verbrauch von fossilen Brennstoffen freigesetzt wird.

Um den Wald als wichtigen CO₂-Speicher zu erhalten, braucht es gesunde Bäume. Doch gerade im Wallis, mittlerweile eine der trockensten Regionen Europas, sterben seit Jahrzehnten immer mehr Waldkiefern ab und werden von den robusteren Flaumeichen aus dem Mittelmeerraum verdrängt. Offenbar stossen die heimischen Föhren langsam an die Grenzen ihrer klimatischen Toleranz.

Was sich in einer solchen vom Trockenstress geplagten Föhre abspielt,

versuchte Zweifel in einem vor kurzem beendeten Projekt herauszufinden. Oberhalb von Salgesch, einem Dorf im Herzen des Wallis, schloss er vor

haben diese Geräusche zu einem grossen Teil mit der Zirkulation des Wassers innerhalb der Pflanze zu tun. Ökophysiologische Erklärungen für das Phänomen gibt es wenige. Nur die sogenannten Kavitationsereignisse sind relativ gut verstanden.

ein leises Flüstern, Knacken und Rauschen. In den 1980er-Jahren erfasste er die ersten Ultraschallemissionen.

Gemäss heutigem Wissensstand haben diese Geräusche zu einem grossen Teil mit der Zirkulation des Wassers innerhalb der Pflanze zu tun. Ökophysiologische Erklärungen für das Phänomen gibt es wenige. Nur die sogenannten Kavitationsereignisse sind relativ gut verstanden.

In der Baumsymphonie wird der Wald zum meditativen Klangteppich

Herrscht grosse Trockenheit, wird über Nadeln oder Blätter mehr Flüssigkeit verdunstet, als über die Wurzeln nachgeliefert werden kann. Durch den starken Sog reisst der Wasserfluss ab, das Vakuum füllt sich mit einer Luftblase. Dabei entstehen Ultraschallimpulse, die fürs menschliche Ohr unhörbar sind: Pflanzen, die Durst leiden, «flüs-

tern» quasi im hochfrequenten Audiobereich von 20 bis 1000 Kilohertz.

Wie französische Forscher unlängst feststellten, kommen beim Reissen der Wassersäule die Wände der Leitgefässe ins Schwingen und erzeugen so die Ultraschallwellen. Die Stärke der Wellen hänge mit der Grösse der Leitgefässe und dem Grad der Trockenheit zusammen, heisst es im «Journal of the Royal Society Interface».

Dazu passt, dass tagsüber am meisten Baumgeräusche detektierbar sind. Dann ist der Wassermangel jeweils am grössten, und entsprechend viele Wassersäulen bersten. Doch auch in der Nacht, wenn die Fotosynthese eingestellt ist und die Wurzeln mehr Wasser aus dem Boden aufnehmen, als durch die Blätter verdunstet wird, kehrt nicht absolute Ruhe ein im Baum. «Baumgeräusche lassen sich grundsätzlich immer feststellen, sogar im

Winter», sagt Zweifel. Der Ökophysiologe ist deshalb überzeugt, dass das Baumgeflüster nicht nur mit dem Wasserhaushalt zusammenhängt. Seine ganze Hoffnung liegt nun auf der angepflanzten Walliser Waldkiefer.

Diese avancierte in den vergangenen drei Jahren zu einem regelrechten Star. Klangkünstler Marcus Maeder von der Zürcher Hochschule der Künste hat nämlich die trockenen Messdaten der Föhre am Computer in Klänge übersetzt: Streicher für das Sonnenlicht, Sprudelgeräusche für die Luftfeuchtigkeit, tiefes Rauschen für den Wassergehalt im Boden. Dazwischen die typischen Baumgeräusche.

Die so entstandene Baumsymphonie, eine Art meditativer Klangteppich, begleitet von Videobildern der Waldkiefer, sorgte als Medienkunstinstallation «Trees: Pinus sylvestris» an diversen internationalen Ausstellungen für Fu-

re. Im Dezember war sie auf Einladung des französischen Staatspräsidenten François Hollande auch am Weltklimagipfel in Paris zu Gast.

Die Leute zu begeistern, war ein Ziel des unkonventionellen Projekts. ««Trees» hatte einen klar künstlichen Anspruch», sagt Zweifel. Wissenschaftlich interessant seien derweil die vielen aufgezeichneten Geräusche mit sich wiederholenden Mustern. Eine eindeutige Zuordnung zu einem klimatischen oder tageszeitlichen Ereignis sei zum jetzigen Zeitpunkt zwar noch nicht möglich. Doch irgendwann wolle man aufgrund der akustischen Signale verstehen, wie die Waldkiefer atme, wie sie auf Sonnenschein, Kälte, Trockenheit und weitere Einflüsse reagiere. «Im Prinzip möchten wir der-einst den Baum wachsen hören.»

www.treenet.info



«Das verborgene Leben des Waldes». Ein Jahr Naturbeobachtung von David G. Haskell, Kunstmann Verlag, 31.90 Fr.