

QUELLE: VEGETATION HISTORY AND ARCHAEOBOTANY 26, 571–586 (2017)

Durch die Zeit reisen mit Blütenstaub

Klima und Mensch haben die Vegetation der Schweiz geprägt. Wie genau, wird seit hundert Jahren an der Universität Bern erforscht. VON LENA BUECHE (TEXT) UND ANJA LEMCKE (INFOGRAFIKEN)

Wer im Jahr 2060 in den Wäldern rund um Zürich spazieren geht, wird immer noch auf Bäume treffen. Aber es werden andere sein als heute. Der Klimawandel führt dazu, dass es in vierzig Jahren trockener und wärmer sein wird. Die wärmeliebende Eiche und die trockenheitsresistente Föhre verdrängen zwei typische Arten des Mittellandes, die Buche und die Fichte. Weil es in Zukunft weniger Frosttage gibt, breiten sich Kirschbäume und exotische Pflanzen wie die Robinie aus. Dieses Szenario ist nicht bloss Spekulation – es beruht auf statistischen Modellen, in die Daten der paläoökologischen Forschung eingeflossen sind.

Die Paläoökologie befasst sich mit ökologischen Vorgängen längst vergangener Zeiten – und ist gerade deshalb hochaktuell: Denn ähnlich, wie Pflanzen und Tiere auf frühere Veränderungen reagiert haben, werden sie auch auf den bevorstehenden klimatischen Wandel reagieren. Für Willy Tinner, seit 2008 Professor der Paläoökologie am Institut für Pflanzenwissenschaften der Universität Bern, macht das den Reiz seines Faches aus: «Paläoökologie ist wie eine Zeitmaschine. Wir reisen in die Vergangenheit, um zu sehen, was uns in Zukunft erwartet.»

Tinner beschäftigt sich in seiner Forschung mit dem jüngsten Erdzeitalter. Wie lückenlos die Vegetationsgeschichte eines Ortes rekonstruiert werden kann, hängt unter anderem von den Gegebenheiten des untersuchten Gebietes ab. Für viele Orte in der Schweiz reicht der Blick nur rund 20 000 Jahre zurück. Zu diesem Zeitpunkt erreichten die Gletscher letztmals ihre maximale Ausdehnung. Das Eis zerstörte alle älteren Ablagerungen in Seen und Mooren. Und in diesen Ablagerungen steckt, was die Forscher für ihre Rekonstruktionen benötigen: die Überreste von Pflanzen und Tieren.

Pollenanalyse als Kernmethode

Zu den wichtigsten Überresten zählt der Blütenstaub, auch Pollen genannt. Er wird jedes Jahr in grossen Mengen von Bäumen, Gräsern und Kräutern produziert und unterscheidet sich äusserlich von Art zu Art. Durch den Wind und die Schwerkraft verfrachtet, gelangt er in Seen und Moore, wo er sich absetzt. In den feuchten Böden bleibt der Pollen über Jahrtausende erhalten. Dadurch entstehen chronologisch geschichtete Ablagerungen, die wie ein

natürliches Archiv genutzt werden können. Aus diesem erschliessen die Forscher, wie häufig eine bestimmte Pflanzenart zu einem bestimmten Zeitpunkt war. Wenn sie diese Daten anschliessend mit Klimarekonstruktionen abgleichen, können die Forscher nachvollziehen, wie die Vegetation einst auf sich verändernde Temperaturen und Niederschläge reagierte.

Die Pollenanalyse ist eine Kernmethode der Paläoökologie. Ihre Wurzeln gehen auf das späte 19. Jahrhundert zurück. Als ihr eigentlicher Begründer gilt aber der Schwede Lennart von Post.¹ Mit seinen Moorstudien überzeugte er im Jahr 1916 die Teilnehmer einer skandinavischen Tagung vom Potenzial der Pollenanalyse. In der Folge breitete sich die neue Methode zuerst in Skandinavien, dann in ganz Europa aus.

Der erste Professor in Bern

Auch in der Schweiz wurden schon früh erste pollenanalytische Untersuchungen durchgeführt. Auch theoretische Überlegungen zur Methode wurden angestellt, etwa 1930 durch den Berner Botaniker Walther Rytz (siehe Kasten). Dieser interessierte sich für vegetationshistorische und ökologische Problemstellungen. In seiner 1911 eingereichten Habilitationsschrift «Geschichte der Flora des bernischen Hügellandes zwischen Alpen und Jura» befasste er sich mit der Frage, wie sich einheimische Pflanzengemeinschaften ab dem Ende der letzten Kaltzeit entwickelt hatten.

Nachdem Walther Rytz mehrere Jahre als Privatdozent tätig gewesen war, wurde er 1920 zum ausserordentlichen Professor für Systematik und Pflanzengeografie an der Universität Bern ernannt. Seither ist die paläoökologische Forschung – auch wenn sie vor hundert Jahren noch nicht unter dieser Bezeichnung lief – in der Schweiz akademisch verankert. Mit der Paläoökologie verwandte Forschungsfelder gibt es unterdessen auch an anderen Universitäten, etwa in Basel mit der Archäobotanik oder der Geoökologie.

Gegenwärtig arbeiten in Bern rund zwanzig Forscher in der Abteilung für Paläoökologie, die von Professor Tinner geleitet wird. Dieser sagt, es gebe auf diesem Fachgebiet weltweit nur wenige Institute mit einer derart langen und lückenlosen Forschungstradition. Dass die Lehr- und Forschungsaufträge immer erneuert worden seien,

habe mit der Leistung seiner Vorgänger sowie mit dem Klimawandel zu tun, erklärt er.

Der renommierte Paläoökologe John Birks bestätigt diese Einschätzung. Er ist emeritierter Professor der norwegischen Universität Bergen und beschäftigt sich schon länger mit der Geschichte des Faches. Die Abteilung in Bern habe sich als ein weltweit führendes Zentrum für die Paläoökologie des jüngsten Erdzeitalters etabliert, sagt er. Fünf Generationen von Forschungsleitern – angefangen mit Walther Rytz, darauf folgen Max Welten, Gerhard Lang, Brigitta Ammann und Willy Tinner – hätten mit ihren Studien das Fach entscheidend vorangebracht.

Im Lauf der letzten hundert Jahre erlebten und prägten sie wichtige Entwicklungen: Es wurden quantitative Methoden ausgearbeitet, neue ökologische Indikatoren kamen hinzu, und die zeitliche Auflösung der Rekonstruktionen verfeinerte sich, um nur drei zu nennen.

Szenarien für die Zukunft

Zu Beginn war die Paläoökologie noch eine rein beschreibende Wissenschaft. Rytz konnte aus den Pollenfunden ableiten, welche Pflanzen früher in einer bestimmten Gegend vorgekommen waren und in welcher zeitlichen Abfolge. Wie häufig die Pflanzen waren, konnte er aber nicht genau erfassen. Denn die Menge des Pollens im Boden hängt davon ab, wie viel Pollen eine Art produziert, wie weit der Pollen fliegt, wie schnell er auf den Wassergrund sinkt und wie lange er haltbar ist. So ist zum Beispiel die Hasel in fossilen Funden überrepräsentiert, weil sie als Windblütlerin sehr viel Blütenstaub produziert.

Max Welten, ein Schüler von Rytz, war einer der Ersten, die die Variablen der Pollenablagerung systematisch untersuchten. 1944 schlug er mit dem Mass des absoluten jährlichen Pollenniederschlags pro Fläche einen Korrekturfaktor vor. Seither sind neben weiteren Korrekturfaktoren zahlreiche numerische und statistische Verfahren hinzugekommen, mit denen die aus den Pollenfunden gewonnenen Daten quantitativ ausgewertet und interpretiert werden können. Neu kann computergestützt simuliert werden, wie einzelne Arten auf bestimmte Umweltfaktoren wie Temperatur oder Feuer reagieren. Die daraus gewonnenen Erkenntnisse erlauben es, Szenarien für die Zukunft zu modellieren.

Paläoökologen der ersten Stunde werteten vor allem pflanzliche Reste aus. Aber nebst Pollen, Nadeln und Samen sind im Boden der Moore und Seen noch ganz andere Organismen erhalten geblieben. Bereits Rytz verwendete in seinen Studien Kieselalgen als Indikatoren. Zum Durchbruch gelangte der Ansatz aber erst in den 1980er Jahren, als Forscher weltweit damit begannen, die gesamte Bandbreite der biologischen Vielfalt als Informationsquelle zu nutzen.

Wasserflöhe als Indikatoren

Auch bei dieser Entwicklung spielte Bern eine Vorreiterrolle. Früh wurden hier Pilzsporen, Wasserflöhe oder Zuckmücken in die Analysen einbezogen. Mit diesen Indikatoren («proxies») ist es heute möglich, Umweltfaktoren wie etwa den Nährstoffgehalt von Seen, die Wassertemperatur oder den pH-Wert zu rekonstruieren. Dank diesem sogenannten Multi-Proxy-Ansatz können Forscher Vegetationsveränderungen in einen grösseren ökologischen Zusammenhang setzen.

Rytz konnte die Bodenproben aus seiner Feldforschung der 1920er bis 1940er Jahre nicht genau datieren, sondern nur grob einer Epoche zuordnen, etwa anhand archäologischer Funde. Seit den 1950er Jahren steht Forschern mit der Radiokarbondatierung eine präzisere Methode zur Verfügung. Sie misst das Verhältnis der verschiedenen Kohlenstoffisotope, die in den organischen Überresten enthalten sind. Dieses verändert sich mit der Zeit, weil das radioaktive Kohlenstoffisotop ¹⁴C zerfällt. Mit dieser Methode kann das Alter der Überreste auf etwa dreissig Jahre genau bestimmt werden.

Eine besonders hohe zeitliche Genauigkeit lässt sich erzielen, wenn die Ablagerungen im Seeboden saisonal geschichtet sind, ähnlich den Jahresringen von Bäumen. Solche Ablagerungen sind in der Schweiz allerdings selten. Dank einer neuen Bohrtechnik ist es Berner Forschern jedoch kürzlich gelungen, aus dem Burgäschisee einen Bohrkern mit solchen Ablagerungen zu gewinnen.² Durch die Schichtung ist es möglich, Veränderungen der Vegetation auf zehn bis zwanzig Jahre genau zu rekonstruieren – und das über die letzten 7000 Jahre hinweg.

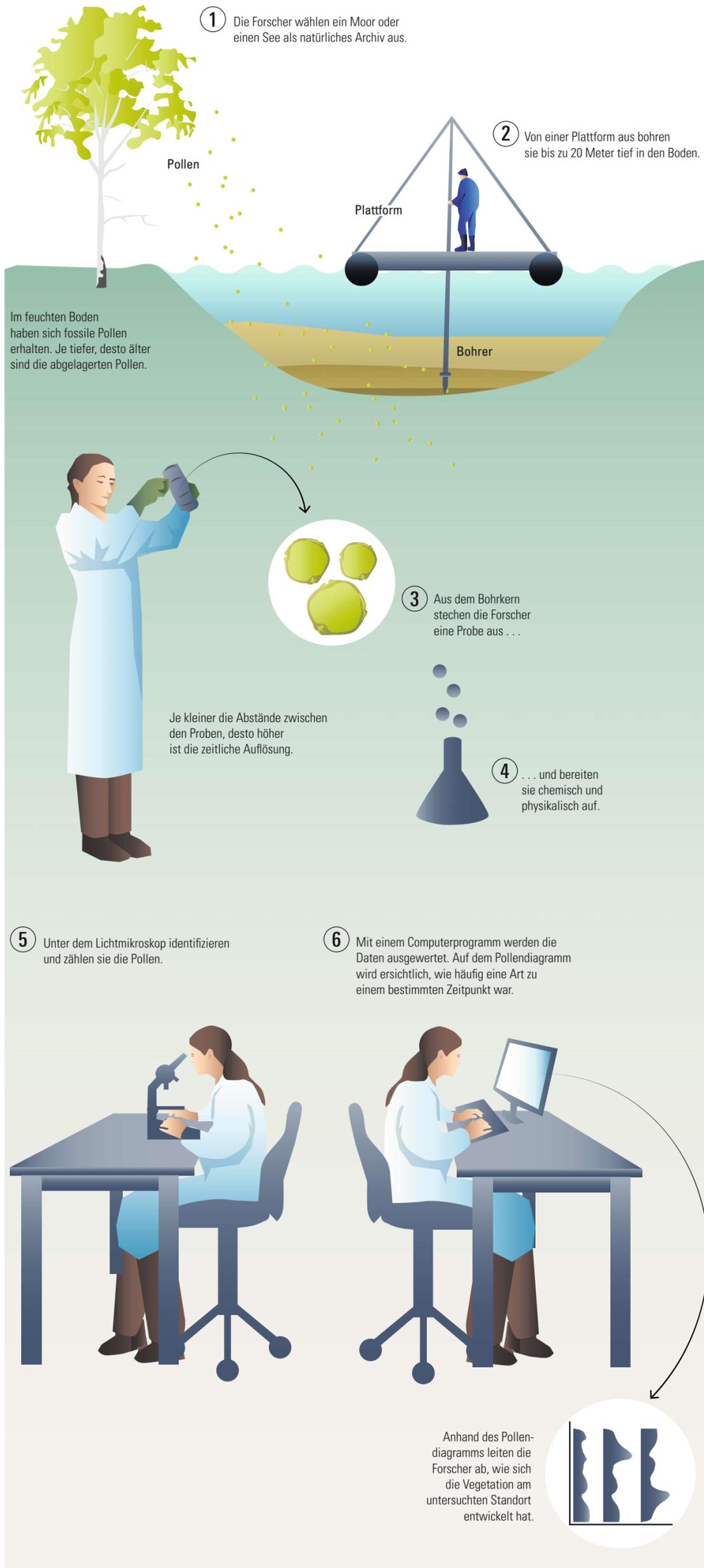
Pfahlbauten und Einbäume

Die Paläoökologie erforscht nicht nur, wie sich klimatische Veränderungen auf die Vegetation auswirken. Sie fragt auch danach, welchen Einfluss der Mensch auf die Umwelt hat. Rytz zum Beispiel untersuchte 1924 die Überreste jungsteinzeitlicher Pfahlbauten in Thun und rekonstruierte daraus die Siedlungsgeschichte des Ortes. Heute gehen die Berner Forscher noch einen Schritt weiter, indem sie sich auch mit den ökologischen Auswirkungen menschlicher Aktivitäten befassen. Eine intensive landwirtschaftliche Nutzung etwa äussert sich in häufig auftretenden Brandrodungen, einer verstärkten Bodenerosion und einer Veränderung der Artenzusammensetzung.

In ihrer Studie zum Burgäschisee lieferten die Forscher zum Beispiel eine Erklärung dafür, weshalb Einbäume in der Bronzezeit, also vor etwa 3500 Jahren, plötzlich nicht mehr aus weichem Linden-, sondern aus hartem Eichen-

Die Abteilung in Bern hat sich als ein weltweit führendes Zentrum für die Paläoökologie des jüngsten Erdzeitalters etabliert.

So läuft die Pollenanalyse ab



holz geschnitzt wurden: Wie Funde von verkohltem Holz nahelegen, nahm die Zahl der Brandrodungen in dieser Epoche massiv zu. Parallel dazu ging die Linde zurück – sie verträgt Feuer weniger gut als andere Baumarten, die sich nach Bränden rascher erholen. In der Folge verschwand die Linde nahezu aus dem Landschaftsbild. Dies sei ein frühes Beispiel für einen unangepassten Umgang des Menschen mit den natürlichen Ressourcen, schreiben die Autoren der Studie.

Um zu studieren, wie die Pflanzenwelt einst auf klimatische Veränderungen reagierte, ohne gleichzeitig menschlichen Einflüssen ausgesetzt gewesen zu sein, müssen die Forscher der Universität Bern noch weiter zurückblicken – in jene Zeit, bevor der moderne Mensch in Mitteleuropa heimisch wurde. Zu diesem Zweck befassen sie sich in einem laufenden Projekt mit der Epoche der letzten Warmzeit vor rund 125 000 Jahren. Sie erhoffen sich, daraus Erkenntnisse über den ursprünglichen Zustand der Vegetation zu gewinnen. Diese könnten für die Planung von Naturschutzmassnahmen wertvoll sein, die den zukünftigen klimatischen Bedingungen Rechnung tragen.

¹ Vegetation History and Archaeobotany 27, 271–309 (2018); ² Vegetation History and Archaeobotany 26, 571–586 (2017).

Es ist möglich, Veränderungen der Vegetation auf zehn bis zwanzig Jahre genau zu rekonstruieren – über die letzten 7000 Jahre hinweg.

Walther Rytz legte die Basis in Bern

Ibu. · Walther Rytz (1882–1966) wuchs in Bern auf, besuchte dort die Schule und studierte auch da. 1911 habilitierte er mit der Schrift «Geschichte der Flora des bernischen Hügellandes zwischen Alpen und Jura». 1920 wurde Rytz die neu geschaffene Professur für Systematik und Pflanzengeografie an der Universität Bern übertragen. Parallel dazu arbeitete er als Konservator am Botanischen Institut und war bei der Landesbibliothek angestellt, wo er die naturwissenschaftliche Literatur betreute.

Diese Mehrfachbelastung machte Rytz zu schaffen. So vermerkte er in einer undatierten autobiografischen Notiz:¹ «Mit meinen täglichen 9 Arbeitsstunden – 6 Stunden als Konservator, 2 Stunden durchschnittlich im Tage für die Landesbibliothek und dazu noch durchschnittlich 1 weitere Stunde pro Tag an Vorlesungen und Kursen – ist mein Tagespensum so stark belastet, dass es leicht zu verstehen ist, wenn meine private wissenschaftliche Tätigkeit daneben, speziell deren Niederschlag in umfangreichen Publikationen, nach denen die wissenschaftliche Befähigung sooft beurteilt wird, keine sehr weitgehende sein konnte.»

Nicht in diesem Zeitbudget eingerechnet sind die zahlreichen weiteren Verpflichtungen, denen Rytz nachging. Wie einem Nachruf zu entnehmen ist, war er gleichzeitig Präsident der Bernischen Botanischen Gesellschaft, Leiter des Alpinen Museums, Vizedirektor des Botanischen Gartens in Bern und eifriges Mitglied der Schweizerischen Botanischen Gesellschaft.

¹ Bürgerbibliothek Bern, FA Rytz 8 (6), Curriculum Vitae, S. 3 ff.