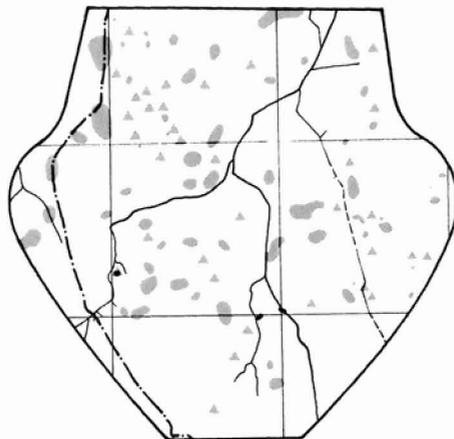


AUSGRABUNGEN
IM
NIEDERLAUSITZER
BRAUNKOHLLENREVIER
2011/2012



Holzanatomische Untersuchungen der hydraulischen Leitfähigkeit fossiler Birken und Kiefern der Jüngerer Dryas von Dissenchen 18

Dietrich Hertel und Bernhard Schuldt

1. Einführung

Bestimmte holzanatomischer Eigenschaften haben einen wichtigen Einfluss auf die Wasserleitfähigkeit des Baumes von den Wurzeln bis in die Baumkrone. Entscheidend für die Effizienz der Wasserleitung durch das Netz der wasserführenden Gefäße (genannt „Xylem“) in Wurzeln, Stamm und Zweigen ist dabei der Durchmesser dieser Gefäße (z.B. Tyree & Zimmermann 2003). Der Grund hierfür liegt in der Tatsache, dass die Wasserflussrate (F) in diesen Xylemgefäßen nach dem physikalischen „Hagen-Poiseuille-Gesetz“ gemäß der Formel

$$F = \pi \cdot r^4 / 8 \eta \cdot \delta \cdot \Psi \cdot p / l$$

erfolgt, in welcher der Gefäßradius der Leitungsbahnen wie oben gekennzeichnet in der vierten Potenz eingeht. Daraus lässt sich leicht ersehen, dass Gefäße mit größerem Durchmesser eine überproportional größere hydraulische Leitfähigkeit besitzen. Der Durchmesser der Xylemgefäße stellt damit eine wichtige physiologische Eigenschaft des Holzes von Bäumen dar, die unter anderem entscheidend für die ökologische Anpassung an unterschiedlich gut wasserversorgte Standorte ist. Aufgrund ihrer unterschiedlichen Entwicklungsgeschichte unterscheiden sich dabei Nadelgehölze und Laubgehölze prinzipiell in der Größe und der Struktur der Wasserleitgefäße des Holzgewebes: Während Nadelholzbäume ein dichtes Netz ausschließlich sehr kleiner Leitungsgefäße (sog. „Tracheiden“) aufweisen, besitzen Laubgehölze neben ähnlich kleinen Gefäßen v.a. auffallend großlumige

Leitungsgefäße (sog. „Tracheen“) und darum eine systematisch sehr viel höhere Wasserleitfähigkeit als Nadelgehölze (Abb. 1a, b). Ob sich neben diesen systematischen Unterschieden in der Gefäßgröße der beiden großen Gruppen der Nadel- und Laubgehölze die Gefäßdurchmesser innerhalb der-

Während Nadelholzbäume ein dichtes Netz ausschließlich sehr kleiner Leitungsgefäße (sog. „Tracheiden“) aufweisen, besitzen Laubgehölze neben ähnlich kleinen Gefäßen v.a. auffallend großlumige Leitungsgefäße (sog. „Tracheen“) und darum eine systematisch sehr viel höhere Wasserleitfähigkeit als Nadelgehölze.

selben Baumart auch zwischen zwei unterschiedlichen geologischen Epochen (so z.B. zwischen der Jüngerer Dryas und heutiger Zeit) unterscheiden, ist allerdings bislang kaum jemals systematisch untersucht worden (z.B. Voelker et al. 2012).

2. Ziele

Durch den Fund subfossilen Holzmaterials (Stämme und Äste von Kiefern – *Pinus sylvestris* – und Birken – *Betula pendula* und *pubescens*) aus der Jüngerer Dryaszeit in der Grabungsstelle Dissenchen 18 bei Cottbus ergab sich die einmalige Möglichkeit zu versuchen, einen Vergleich der

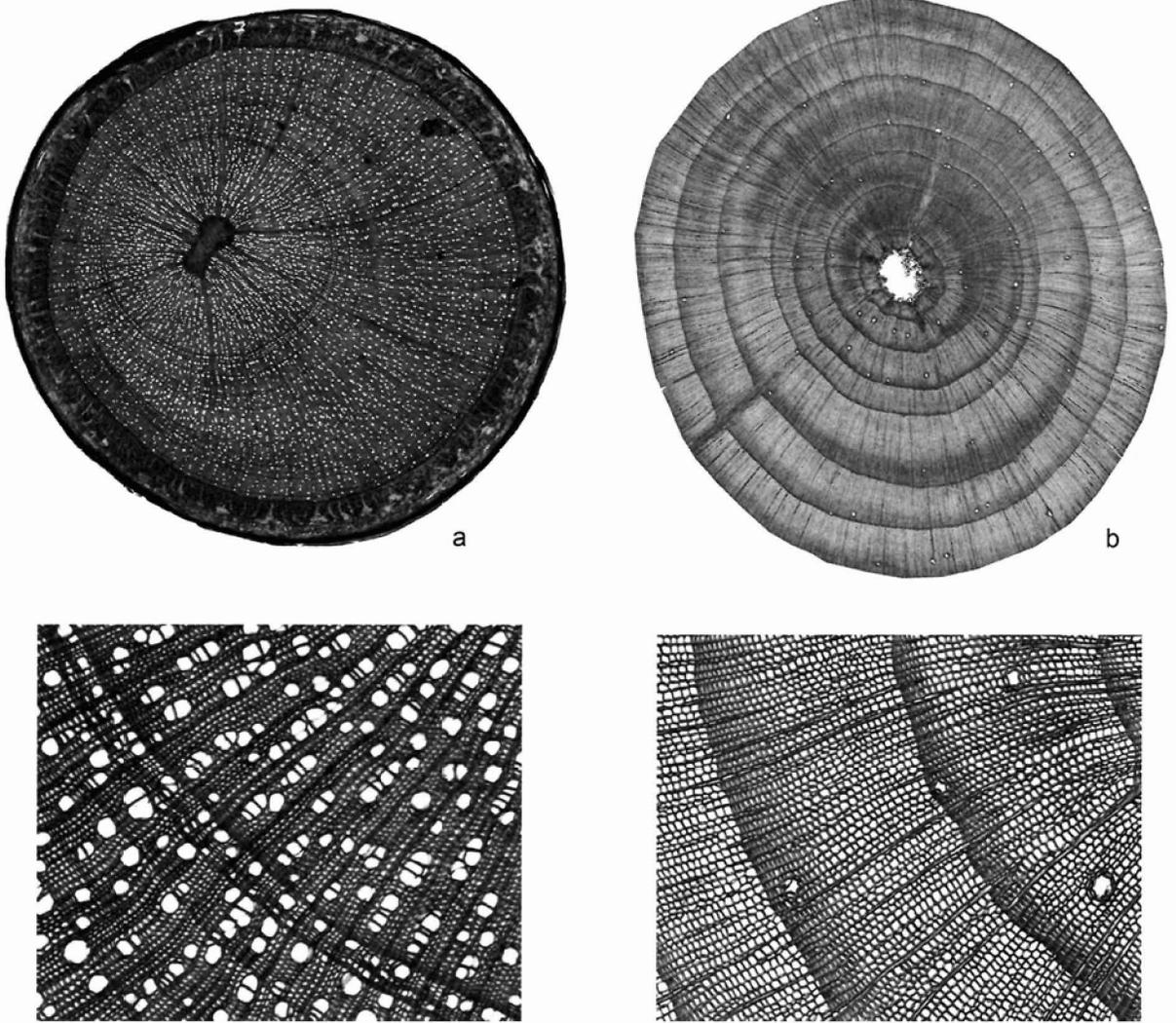


Abb. 1: Radialschnitt (oben komplett, unten Detailausschnitt) von rezentem Birkenholz (a) bzw. Kiefernholz (b) zur Veranschaulichung der prinzipiellen anatomischen Unterschiede der Wasserleitungsgefäße von Laub- und Nadelhölzern (Grafiken B. Schuldt, Uni Göttingen).

holzanatomischen Eigenschaften des Xylemgewebes dieser Baumarten aus der Dryas-Kaltzeit mit rezentem Holzmaterial der gleichen Arten von heutigen kalten Standorten im Bereich der alpinen Waldgrenze anzustellen. Dazu sollte eine Methode etabliert werden, mit der das in unterschiedlichem Umfang bereits degradierte subfossile Holzmaterial für mikroskopische Analysen so aufbereitet werden kann, um den Vergleich mit dem rezenten Material zu ermöglichen.

3. Methoden

Prinzipiell erfolgt die Untersuchung des Xylemgewebes von Bäumen zur Bestimmung der hydrau-

lischen Leitfähigkeit durch Mikrotomschnitte durch die radiale Achse von mit Safranin angefärbtem Holzmaterial. Die digitalen Bilder der Schnitte werden anschließend mit spezieller Computersoftware analysiert, in dem die Querschnittsflächen der einzelnen Wasserleitgefäße des Xylemgewebes bestimmt werden und deren Summe ins Verhältnis zur entsprechenden Holzquerschnittsfläche gesetzt wird (sog. „spezifische hydraulische Leitfähigkeit“). Das subfossile Kiefern- und Birkenholz aus der Grabungsstelle Dissenchen 18 erwies sich in seinem ursprünglichen Zustand als bereits zu sehr degradiert als dass es sich in gleicher Weise wie rezentem Holzmaterial mit dem Mikrotom hätte schneiden lassen können. Es wurde daher eine Methode gesucht, um den Härtegrad des Holzma-

terials zu erhöhen. Am besten geeignet erwiesen sich verschiedene Typen von kommerziellen Polymerisierungsharzen, mit denen die vorhandenen Hohlräume des subfossilen Holzgewebes aufgesättigt wurden. Doch selbst unter Verwendung desjenigen Harztyps, der die beste Härtungswirkung zeigte (Kulzer Technovit 7100), konnte die erforderliche Schnittqualität für eine anschließende holzanatomische Auswertung nicht erreicht werden. Leider hatten daher alle Versuche der nachträglichen Härtung des subfossilen Holzmaterials letztendlich nicht den gewünschten Effekt gebracht, das Probenmaterial aus der Grabungsstelle

Selbst unter Verwendung desjenigen Harztyps, der die beste Härtungswirkung zeigt, konnte die erforderliche Schnittqualität für eine anschließende holzanatomische Auswertung nicht erreicht werden.

Dissenchen 18 für die gewünschten Analysen verwenden zu können. Die Studie musste aus diesem Grunde an dieser Stelle abgebrochen werden bis ein besseres Verfahren zur zufriedenstellenden Materialaufbereitung gefunden ist.

Als rezentes Vergleichsmaterial von vergleichsweise kalten Waldstandorten standen uns für die Studie Holzmaterial von Birken nahe der alpinen Waldgrenze in Lappland (Kittelfjäll/Mittelschveden) zur Verfügung. Auf die Beprobung vergleichbarer Kiefernstandorte haben wir nach dem (momentanen) Abbruch der Untersuchungen des subfossilen Materials von Dissenchen 18 einstweilen verzichtet.

Literatur

Tyree, M.T., Zimmermann, M.H. (2003): Xylem Structure and the Ascent of Sap. Springer, Berlin, 283 S.
Voelker, S.L., Noirot-Cosson, P.E., Stambaugh, M.C., McMurry, E.R., Meinzer, F.C., Lachenbruch, B., Guyette, R.P.

4. Ergebnisse und Schlussfolgerungen

Leider konnten die beiden Ziele unserer Studie nicht erreicht werden: Es gelang (zumindest bislang) nicht, eine Methode zu etablieren, mit deren Hilfe das teilweise schon stark degradierte subfossile Birken- und Kiefernholzmaterial nachträglich so gehärtet werden konnte, um daran die gewünschten hoch aufgelösten anatomischen Mikrotomschnitte in erforderlicher Qualität anzufertigen, die für die vergleichende Analyse der hydraulischen Leitfähigkeit des Xylemgewebes notwendig gewesen wären. Somit konnte die eigentliche Fragestellung, ob sich die hydraulisch-anatomische Leitfähigkeit des Holzes von Birken und Kiefern aus der Dryas-Kaltzeit prinzipiell von derjenigen des Holzes der beiden Arten heutiger kalter Standorte unterscheidet, leider nicht beantwortet werden.

Im Falle einer jüngst veröffentlichten Studie mit einer verwandten Fragestellung wurde in den USA herausgefunden, dass die hydraulische Leitfähigkeit des Holzes subfossiler Eichenarten aus der Jüngeren Dryaszeit deutlich geringer war als von solchen an vermeintlich vergleichbaren, kalten Standorten der heutigen Zeit (Voelker et al. 2012). Im Vergleich zu Birken und Kiefernholz lässt sich jedoch Eichenholz mit seinen sehr großen Xylemgefäßen relativ einfach aufbereiten, so dass die von Voelker et al. (2012) angewandten Methoden für die vorliegende Untersuchung leider nicht angewandt werden konnten. Nach dem (vorläufigen) Scheitern unserer Untersuchung des subfossilen Holzmaterials von Birke und Kiefer der Jüngeren Dryas von Dissenchen 18 bleibt daher leider einstweilen offen, ob sich diese interessante Beobachtung aus den USA auch auf andere Baumarten und Regionen der Erde verallgemeinern lässt.

(2012): Spring temperature responses of oaks are synchronous with North Atlantic conditions during the last deglaciation. Ecological Monographs 82, 169–187.



Abb. 1: Arbeit am Torfprofil von Dissenchen 18 (Foto B. Renner, BLDAM).