

SAISONALE ÄNDERUNGEN DER KAMBIUMAKTIVITÄT BEI DER BUCHE - VERGLEICHENDE HISTOLOGISCHE UNTERSUCHUNGEN AN ZWEI REGIONALEN FORSCHUNGSSTANDORTEN IN NORDRHEIN-WESTFALEN

Konstantin Schlagintweit, Jürgen Hagemeyer und Siegmар-Walter Breckle

ABSTRACT

Ecological indicator possibilities of water conducting systems of beech (*Fagus sylvatica*) have been investigated. Habitat differences were observed which may be attributable to elevation differences. It appears that the woodtissue differentiates in such a way that its conductive surface remains constant. Climate parameters during 1987 did not leave clearly discernible signals in the tree-ring.

keywords: *Fagus sylvatica*, cambium, xylem, forest decline

EINLEITUNG

Die Bildung des Holzgewebes durch das Kambium unterliegt einer Vielzahl innerer wie äußerer Einflüsse. Der offenkundigste Effekt dieser Beeinflussung ist - im gemäßigten Klima - die Ausprägung von Jahrringen. Daß diese überhaupt erkennbar sind, beruht auf strukturellen Unterschieden innerhalb des Jahrringes; bei zerstreutporigen Hölzern wie der Buche ist dies vor allem der allmähliche Übergang von großen Frühholz- zu englumigen Spätholzgefäßen. Ein deutlicher "Sprung" in den Gefäßweiten markiert die Jahrringgrenze. Der Aufbau des Jahrringes kann nun als Dokumentation der während einer Zuwachperiode wirksamen Faktoren betrachtet werden. Bestimmte Gewebeparameter können erfaßt und als Zeitreihen interpretiert werden. Die Hauptfragen der vorliegenden histometrischen Untersuchungen waren:

1. Gibt es beim Gefäßsystem der Buche standortbedingte Unterschiede im Grundmuster des Jahrringaufbaues als Folge unterschiedlicher Belastungssituationen?
2. Lassen sich klimatisch bedingte "Modulationen" über diesem Grundmuster als Zeichen eines raschen Reaktionsvermögens des Kambiums identifizieren?

MATERIAL/METHODE

Die Untersuchung erfolgte an je 5 vor- bzw. mitherrschenden Buchen von 90-120 Jahren aus geschlossenen, autochthonen Beständen zweier regionaler Forschungsstandorte Nordrhein-Westfalens:

	Schwaney	Glindfeld
Region	Eggegebirge	Rothaargebirge
Höhe	ca. 380 m ü.NN	ca. 610 m ü.NN
Untergrund	Muschelkalk	Oberdevon. Schiefer
Bodentyp	Terra fusca	Braunerde

Im Laufe der Vegetationsperiode 1987 wurden zur Erfassung der individuellen Zuwachsdynamik an 9 Terminen 2 Proben je Baum in Brusthöhe entnommen, die Rinde, Kambium und einige Xylemjahrringe enthielten. An mikroskopischen Querschnitten wurde die jeweils aktuelle Breite des wachsenden Jahrringes vermessen. Die eigentliche histometrische Analyse umfasste dagegen nur Proben mit vollendetem Jahrring (4/Baum) und erfolgte über ein PC-gekoppeltes Grafiktablett bei ca. 200facher Vergrößerung. Als Rohdaten wurden die Flächeninhalte sämtlicher im definierten Meßfeld vorhandenen Gefäße und deren Abstand von der Vorjahrringgrenze erfaßt. Rechnerisch wurde die Jahrringbreite in 10 gleiche Sektionen unterteilt, innerhalb derer folgende Parameter abgeleitet wurden:

- Mittlere Gefäßweite (= Gefäßdurchmesser in μm)
- Gefäßdichte (Anzahl pro mm^2)
- Gefäßanteil (Flächenanteil der Summe aller Einzelgefäßflächen an Gesamt-Querschnittsfläche in %)

Für die Erstellung einer saisonalen Chronologie der Kambiumaktivität am Standort Schwaney wurde eine feinere Unterteilung des Jahrringes gewählt (20 Sektionen), und anhand der zuvor ermittelten individuellen Zuwachsdynamik eine Datierung der Sektionen vorgenommen. Die Meßergebnisse konnten so als Zeitreihen aufgetragen und den entsprechenden Klimadaten gegenübergestellt werden (Mittlere Tagestemperatur und tägliche Niederschlagssummen der nächstgelegenen Station des Deutschen Wetterdienstes in Bad Driburg: ca. 7 km ostnordöstl. des Untersuchungsstandortes, 213 m ü.NN).

ERGEBNISSE

1. Gefäßsystem im Jahrring 1987, Standortvergleich (Abb. 1)

An beiden Standorten ist die für die Zerstreuporigkeit charakteristische allmähliche Abnahme der Gefäßgrößen zum Spätholz hin zu erkennen. Diesem Trend steht v.a. in Schwaney der gegensinnige Verlauf der Gefäßdichte gegenüber, die, nach einer leichten Abnahme im Frühholz, ihr Maximum in den letzten beiden Sektionen erreicht. Der Gefäßanteil, der ja aus den ersten beiden Parametern resultiert, spiegelt im Frühholz mehr den Verlauf der Gefäßdichte wider, im Spätholz dagegen eher den der Gefäßgröße. Standortunterschiede ergaben sich bei den beiden Parametern Gefäßgröße und -dichte in gegensinniger Weise: Einem etwas geringeren Gefäßdurchmesser der Glindfelder Bäume im ersten, vor allem aber im letzten Drittel des Jahrringes steht eine insgesamt um 20-30 % signifikant erhöhte Gefäßdichte gegenüber. Im Hinblick auf den Gefäßanteil werden Verluste infolge geringerer Gefäßweite durch eine erhöhte Dichte mehr als ausgeglichen. So liegt auch beim Gefäßanteil noch ein signifikanter Unterschied vor, der im Spätholz aber verschwindet.

2. Gefäßsystem im Individuenvergleich, Schwaney (Abb. 2)

Für die Gefäßweite (Abb. 2a) lassen sich mit Ausnahme von Baum 5 relativ ausgeglichene Verläufe auf unterschiedlichen Niveaus erkennen, die sich jedoch in den letzten Spätholzbereichen vereinen. Besonderheiten im Kurvenverlauf, die als Effekt standortabhängiger Einflüsse bei allen Individuen gemeinsam zu erwarten gewesen wären, sind kaum vorhanden. Auffällig mag allenfalls der ziemlich "synchrone" Abfall nach Sektion 8 sein. Unruhiger ist der Verlauf der Gefäßdichte (Abb. 2c) mit ebenfalls deutlich unterscheidbaren, individuellen Niveaus: Hier tritt in Sektion 2 eine vier Individuen gemeinsame Depression auf, die sofort im nächsten Abschnitt in ein Zwischenmaximum übertritt. Dieses Muster schlägt auch auf den Gefäßanteil (Abb. 2b) durch. Der Anstieg der Gefäßdichte im Spätholz kann den Abfall der Gefäßweite im 8. Abschnitt gerade noch auffangen, so daß der Gefäßanteil erst in Sektion 9 deutlich reduziert wird.

Wichtigstes Ergebnis bei der Analyse des Gefäßsystems ist der offensichtliche Antagonismus zwischen Gefäßweite und -dichte. Dieser hatte sich schon im Verlauf innerhalb des Jahrringes (s.o.) gezeigt und tritt nun besonders deutlich im Individuenvergleich in Erscheinung: Die Kurvenschichtung in Abb. 2c entspricht recht genau der Umkehrung der Schichtung in Abb. 2a. So bleiben beim Gefäßanteil die individuellen Unterschiede relativ gering (Abb. 2b).

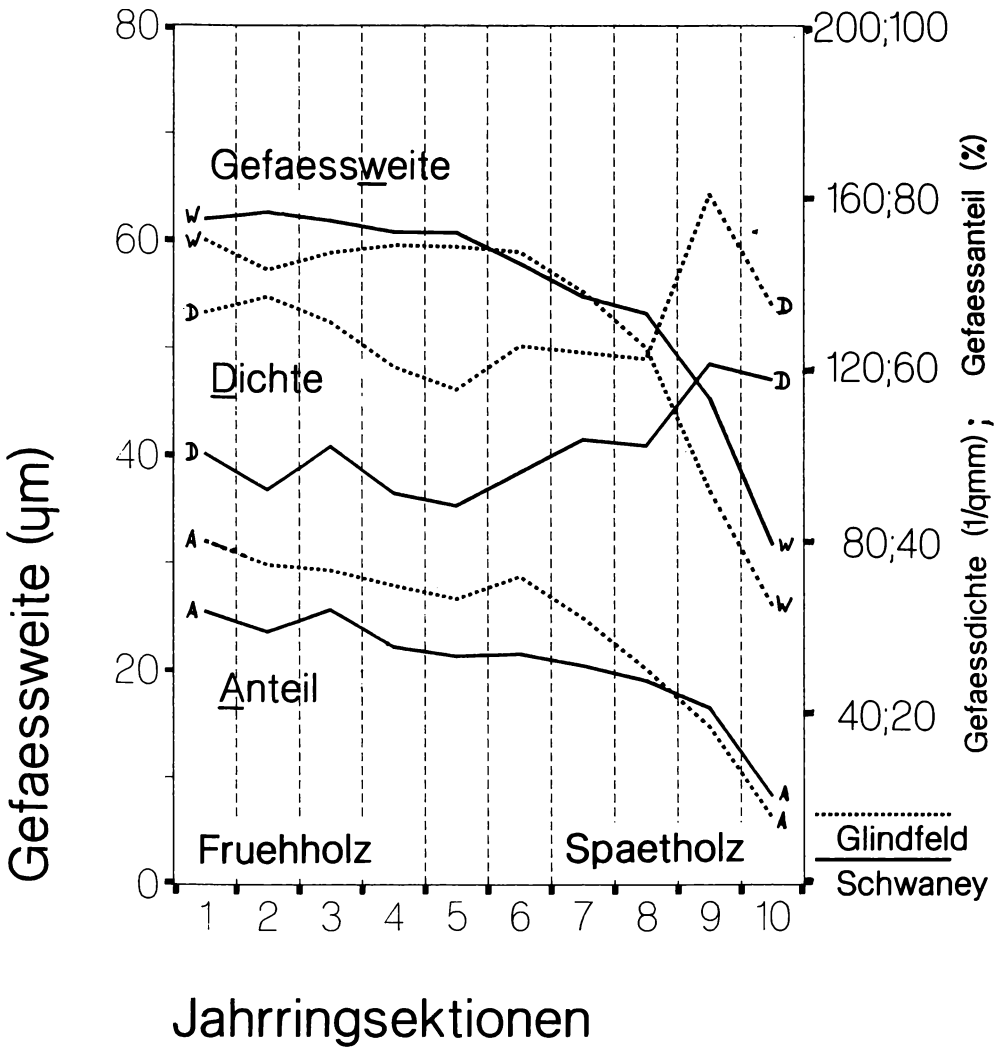


Abb.1.: Gefäßsystem im Jahrring 1987, Standortvergleich.

X-Achse: Jahrringbreite, in 10 Sektionen unterteilt; Probenumfang: 4 Proben je Baum, 5 Bäume je Standort. Basisberechnung der Gewebeparameter in jeder Sektion einzeln für jede Probe; Def. der Parameter: Gefäßweite = Mittlerer Durchmesser der Gefäße, Gefäßdichte = Anzahl der Gefäße pro Flächeneinheit des Meßfeldes; Gefäßanteil = Anteil der Summe der Einzelgefäßflächen an Querschnittsfläche; Anzahl der vermessenen Gefäße je Sektion: Schwaney ca. 50, Glindfeld ca. 30 (je nach vorhandener Jahrringbreite); Max. Standardabweichungen je Kurve:

	Gefäßweite (μm)	-dichte (1/mm ²)	-anteil (%)
Schw.	7.6	20.1	4.4
Glindf.	6.3	46.6	6.7

Diese Standardabweichungen gelten für die Streuung der Individuen-Werte.

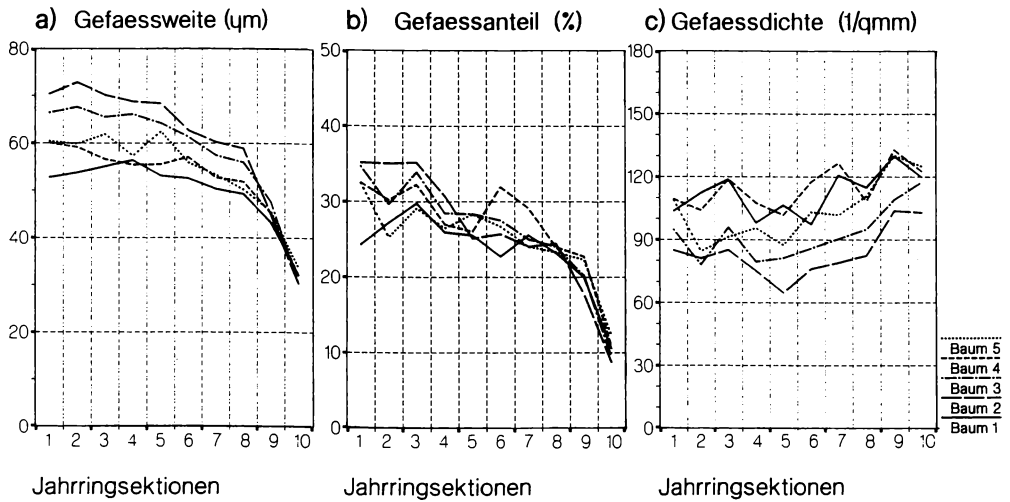


Abb.2.: Gefäßsystem im Jahrring 1987 bei 5 Individuen des Standortes Schwaney.

X-Achse: Jahrringbreite in 10 Sektionen unterteilt; Probenumfang: 4 Proben je Baum (d.h.: von jeder Stammseite); a) Gefäßweite, b) Gefäßanteil, c) Gefäßdichte; Def. der Parameter: wie bei Abb. 1; Anzahl der vermessenen Gefäße je Sektion: Schwaney ca. 50, Glindfeld ca. 30.

3. Saisonale Chronologie der Kambiumaktivität und Klima-Einfluß (Abb. 3)

Abb.3 zeigt die Verläufe von Gefäßweite und -dichte des im Zeitraum Juni/Juli gebildeten Holzes (entspricht ca. 80 % des Jahreszuwachses) als Zeitreihe im Vergleich mit Temperatur und Niederschlag. Das in Abb. 2c im Frühholz vermutete "Signal" im Verlauf der Gefäßdichte gewinnt zwar infolge der höheren Auflösung (20 Sektionen) in Abb. 3b an Form, doch konnte durch die individuelle Synchronisierung von Zuwachsverlauf und Jahrringsektionen keine bessere Deckung der Kurven erzielt werden. Im Klimaverlauf kommt einzig die relativ warme, trockene Periode der ersten beiden Juliwochen als Auslöser möglicher Kambiumreaktionen in Frage. Der für das Spätholz typische Anstieg der Gefäßdichte (Abb. 3b) setzt relativ zeitgleich mit dieser Periode ein, und auch die Gefäßweite (Abb. 3a) fällt kurz nach deren Beginn gemeinsam bei allen Bäumen ab.

DISKUSSION

Der beobachtete Antagonismus zwischen Gefäßweite und -dichte mit seiner ausgleichenden Wirkung auf die Variabilität des Gefäßanteiles läßt auf einen Regulationsmechanismus bei der Xylemdifferenzierung schliessen. Während bei der Gefäßgröße und der Gefäßdichte z.T. erhebliche Schwankungen auftreten, wird der leitende Querschnitt doch relativ konstant gehalten. Dies darf jedoch nicht unmittelbar mit der Leitungskapazität in Verbindung gebracht werden, da für diese noch einige andere anatomische Kriterien von Bedeutung sind, die nicht berücksichtigt werden konnten. So wird die Kapazität maßgeblich durch die Anzahl der an der Leitfunktion beteiligten Jahrringe bestimmt (LADEFOGED 1952). Bislang wenig beachtete Faktoren wie etwa die Neigung und Form der leiterförmigen Endplatten zwischen den Gefäßgliedern sind ebenfalls von erheblicher Bedeutung (BOLTON 1988). Die Ausprägung des einzelnen Jahrringes kann also im zerstreutporigen Holz kaum als wirkungsvoller Effektor für kurzzeitige Fitnessanpassungen angesehen werden.

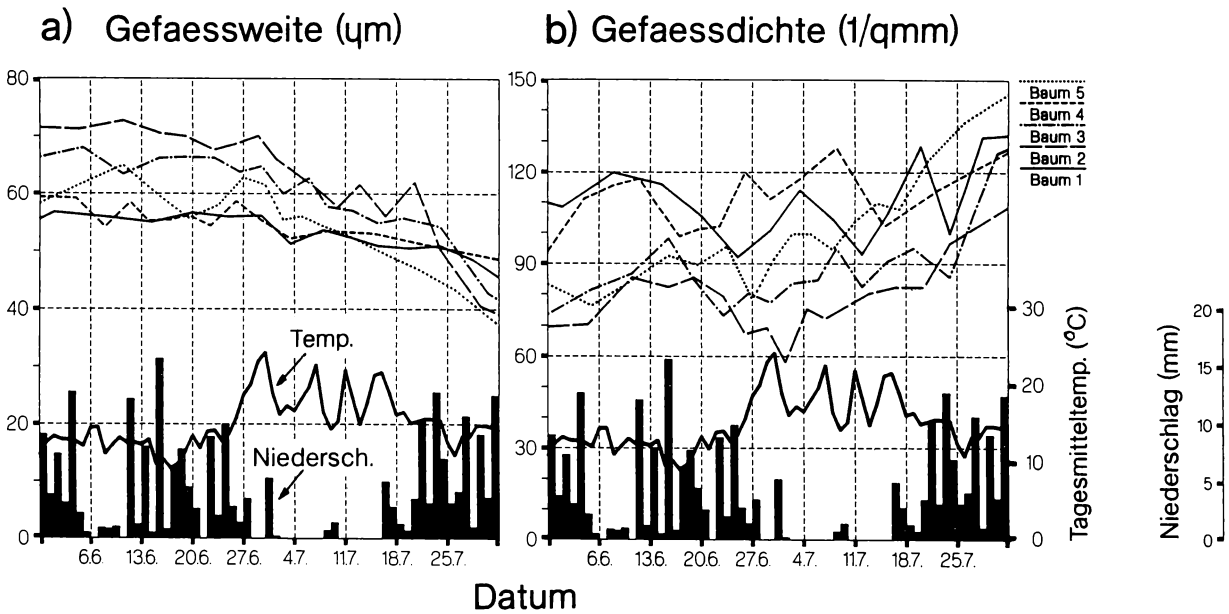


Abb.3.: Saisonale Chronologie der Gefäßbildung und Klima-Einfluß bei 5 Individuen des Standortes Schwaney.

Verlauf von Gefäßweite (a) und -dichte (b) im Zeitraum Juni/Juli. Zur feineren Auflösung hier statt 10 %- nur 5 %-Sektionen als Berechnungsgrundlage. Ergebnisse aus den 20 Sektionen entsprechend den individuellen Bildungszeiträumen auf der Zeitachse ausgerichtet.

Die vorhandene Variabilität im Holzaufbau aber ist doch, wenn auch physiologisch schwer deutbar, als gerichtete Reaktion des Kambiums auf wechselnde Konstellationen der einwirkenden Faktoren zu sehen. In verschiedenen Untersuchungen konnte bei "gestreßtem" Holz (Wassermangel, Schwermetalle, Salzstreß etc.) eine typische Verknüpfung von verminderter Jahrringbreite und Gefäßgröße, bei dennoch erhöhtem Gefäßanteil gefunden werden (KNIGGE und SCHULZ 1961; BARNER 1963; ECKSTEIN et al. 1977; PETERSEN et al. 1982; BARCELO et al. 1988). Dies entspricht den in Glindfeld vorgefundenen Verhältnissen. Bei geringer Immission und Bodenbelastung am Standort Glindfeld sind aber die Gründe für das gefundene "Streßmuster" in allgemein klimatischen Bedingungen zu suchen. Mit ca. 600 m ü NN ist hier schon die Nähe der höhengemäßen Verbreitungsgrenze der Buche erreicht. Auch die Ergebnisse der Waldschadenserhebung 1987 weisen den Bestand Glindfeld als stärker geschädigt aus (ca. 20-40 % Minderbelaubung gegenüber 15-30 % am Standort Schwaney)

Strukturelle Marken im Gewebe als Folge saisonal schwankender Umweltfaktoren zu identifizieren war nur sehr vage möglich. Zum einen fehlten wirklich "markante" klimatische Ereignisse in dem eher kühlfeuchten Sommer 1987; zum anderen war aus prinzipiellen methodischen Gründen die Transformation der Jahrringbreite in eine Zeitachse zu ungenau, um wirklich zuverlässige Zeitreihen zu erhalten.

Die Arbeiten wurden vom Ministerium für Umwelt, Raumordnung und Landwirtschaft des Landes Nordrhein-Westfalen gefördert.

LITERATUR

- BARCELO J. et al., 1988: Cadmium-induced structural and ultrastructural changes in the vascular system of bush bean stems. - *Botanica Acta* 101: 254-261.
- BARNER J., 1963: Jahrringhistometrische Ergebnisse als Kriterien für die Vitalität und Reaktion von Bäumen gegenüber ökologischen Einwirkungen. - Waldbauliches Institut der Universität sowie Baden-Württembergische Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt zu Freiburg im Breisgau.
- BOLTON A.J., ROBSON D.J., 1988: The effect of vessel element structure on element conductivity. - *Trees* 1988: 25-31.
- BOSSHARD H.H., 1984: *Holzkunde 2*. - Birkhäuser Verlag, Stuttgart.
- BOSSHARD H.H., BARISKA M., 1970: Statistische Gewebeanalyse, dargestellt an Buche (*Fagus sylvatica* L.). - *Holzforschung* 24: 1-4.
- ECKSTEIN D., FRISSE E., QUIEHL F., 1977: Holzanatomische Untersuchungen zum Nachweis anthropogener Einflüsse auf die Umweltbedingungen einer Rotbuche. - *Angewandte Botanik* 51: 47-56.
- KNIGGE W., SCHULZ H., 1961: Einfluß der Jahreswitterung 1959 auf Zellartenverteilung, Faserlänge und Gefäßweite verschiedener Holzarten. - *Holz als Roh- und Werkstoff* 19: 293-303.
- LADEFOGED K., 1952: The periodicity of wood formation. - *Det Kongelige Danske Videnskabernes Selskab Biologiske Skrifter*, bind 7, no.3.
- PETERSEN A., Eckstein D., Liese W., 1982: Holzbiologische Untersuchungen über den Einfluß von Auftausalz auf Hamburger Straßenbäume. - *Forstwissenschaftliches Centralblatt* 101: 353-365.

ADRESSE

Dipl. Biol. K. Schlagintweit
Dr. J. Hagemeyer
Prof. Dr. S.-W. Breckle
Universität Bielefeld
Fakultät Biologie/ Abteilung Ökologie
D-W-4800 Bielefeld 1

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Verhandlungen der Gesellschaft für Ökologie](#)

Jahr/Year: 1990

Band/Volume: [19_2_1990](#)

Autor(en)/Author(s): Breckle Siegmar-Walter, Schlagintweit Konstantin,
Hagemeyer Jürgen

Artikel/Article: [SAISONALE ÄNDERUNGEN DER KAMBIUMAKTIVITÄT
BEI DER BUCHE - VERGLEICHENDE HISTOLOGISCHE
UNTERSUCHUNGEN AN ZWEI REGIONALEN
FORSCHUNGSSTANDORTEN IN NORDRHEIN-WESTFALEN 76-81](#)