

Zeitschrift: Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen = Swiss forestry journal = Journal forestier suisse

Herausgeber: Schweizerischer Forstverein

Band: 143 (1992)

Heft: 5

Artikel: Vergleich der Holzeigenschaften gesunder und geschädigter Buchen (Fagus sylvatica L.) : physikalisch-mechanische Eigenschaften

Autor: Popper, Rudolf R. / Eberle, Gerhild

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-765811>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 17.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Vergleich der Holzeigenschaften gesunder und geschädigter Buchen (*Fagus sylvatica* L.): Physikalisch-mechanische Eigenschaften

Von Rudolf R. Popper und Gerhild Eberle

FDK 176.1 Fagus: 812

1. Einleitung

Im Rahmen des Buchenholzprojektes der Professur für Holzwissenschaften, Departement Wald- und Holzforschung der ETH Zürich, wurde in der vorliegenden Arbeit der Einfluss des Gesundheitszustandes, der Baumherkunft und der Position im Stammquerschnitt auf die ausgewählten physikalisch-mechanischen Eigenschaften des Buchenholzes (*Fagus sylvatica* L.) untersucht. Die Untersuchungen sollten zur Klärung der Frage beitragen, ob sich die äusserlich erkennbaren Schäden in der Krone der Buche auf die technologisch wichtigen Eigenschaften des Holzes auswirken.

Als besonders wichtiges Qualitätskriterium wurde die *Rohdichte* herangezogen, da die meisten technologisch wichtigen Eigenschaften wie die Festigkeit, die Härte, die Feuchteverformung, die Imprägnierbarkeit sowie die Bearbeitbarkeit von ihr mehr oder minder abhängig sind. Die *Feuchteverformung* von Holz bereitet bei den meisten Verwendungsarten erhebliche Schwierigkeiten, so dass diese Eigenschaft für die Beurteilung des Gebrauchswertes des Holzes von grosser Bedeutung ist. Die *Schlagbiegefestigkeit* wurde für die Beurteilung des Holzes benutzt, da sie Auskunft über den Widerstand des Holzes gegenüber schlagartig auftretenden Biegelasten (dynamische Belastung) gibt und als ein sehr empfindliches Merkmal bei der Entdeckung auch nur kleiner Gefügestörungen gilt.

2. Material und Methoden

Untersuchungsmaterial: Für die Untersuchung wurden insgesamt acht gesunde (Laubverlust 0 % bis 30 %) und acht geschädigte (Laubverlust 50 % bis 100 %) Buchen (*Fagus sylvatica* L.) aus zwei mittelländischen Standorten (Zürich und Basel) ausgewählt. Die Beschreibung der beiden Standorte

sowie die Einteilung der Versuchsbäume in Klassen, in Hinsicht auf den Gesundheitszustand und auf den Standort, sind der Arbeit von *Hans Peter Bucher* und *Ladislav J. Kučera* (1991) zu entnehmen.

Für die vorliegenden physikalisch-mechanischen Untersuchungen wurden je drei 40 cm dicke Stammscheiben aus 2 m Höhe entnommen und nach dem Einschlag innerhalb von 48 Stunden grob zugeschnitten und anschließend im Normalklima (*DIN 50 014*, 1965) vorkonditioniert.

Der Endzuschnitt wurde nach dem in *Abbildung 1* aufgeführten Schema vorgenommen. Dabei wurden aus jedem Baum 20 fehlerfreie Proben aus der Aussenregion und 20 fehlerfreie Proben aus der Innenregion des Stammes herausgeschnitten. Die Probenabmessungen betragen 20 mm in der Tangential-, 20 mm in der Radial- und 300 mm in der Axialrichtung, wobei auf den kantenparallelen Verlauf der tangentialen, radialen und axialen Richtung des Holzes besonders geachtet wurde. Diese Proben dienen in erster Linie für die Bestimmung der Schlagbiegearbeit. Nach durchgeführter Schlagbiegefestigkeitsprüfung wurden aus der Nähe der Bruchstelle Proben für die Feuchtegehaltsbestimmung verwendet und aus dem restlichen Teil der Probe wurde ein 100 mm langer Abschnitt für Rohdichte- und Feuchteverformungsbestimmung hergestellt.

Vor der eigentlichen Prüfung wurden die Versuchsproben im Normalklima bis zur Gewichtskonstanz konditioniert (*DIN 50 014*, 1965).

Darr- und Normalrohddichtebestimmung (DIN 52 182, 1976): Es wurde sowohl die Normal-Rohddichte als auch die Darr-Rohddichte an prismatischen Proben mit den Abmessungen 20 x 20 x 100 mm bestimmt, indem die Masse durch Wägung der normalklimatisierten (Temperatur 20 ± 1 °C, relative Luftfeuchtigkeit 65 ± 3 %) bzw. darrgetrockneten (Temperatur 103 ± 2 °C) Prüfkörper bis zur Gleichgewichtskonstanz und das Volumen durch genaues Ausmessen der normalklimatisierten bzw. darrgetrockneten Proben ermittelt wurden.

Bestimmung des maximalen linearen Quellmasses (DIN 52 184, 1979): Die Feuchteverformungsmessungen wurden an prismatischen Prüfkörpern mit den Abmessungen 20 x 20 x 100 mm durchgeführt, die bei Anwendung von Vakuum bis zur vollständigen Sättigung unter Wasser gelagert wurden. Die Ermittlung der Probenabmessungen erfolgte mit der Messuhr auf 0,1 mm genau. Nach Darrtrocknung bei 103 ± 2 °C und erneuter Vermessung wurde das maximale lineare Quellmass der Probe berechnet. Damit die für die praktische Holzverwertung befürchtete Querschnittverformung abgeschätzt werden konnte, wurde die Quellungsanisotropie ermittelt.

Bestimmung der Schlagbiegefestigkeit (DIN 52 189, 1981): Der Schlagbiegeversuch wurde an 300 mm langen Proben von quadratischem Querschnitt von 20 mm Seitenlänge mittels eines 10-kgm-Schlagwerkes (Auflagerentfernung 240 mm) durchgeführt, wobei der Pendelhammer gegen die Mitte der Probe tangential zu den Jahrringen aufschlug.

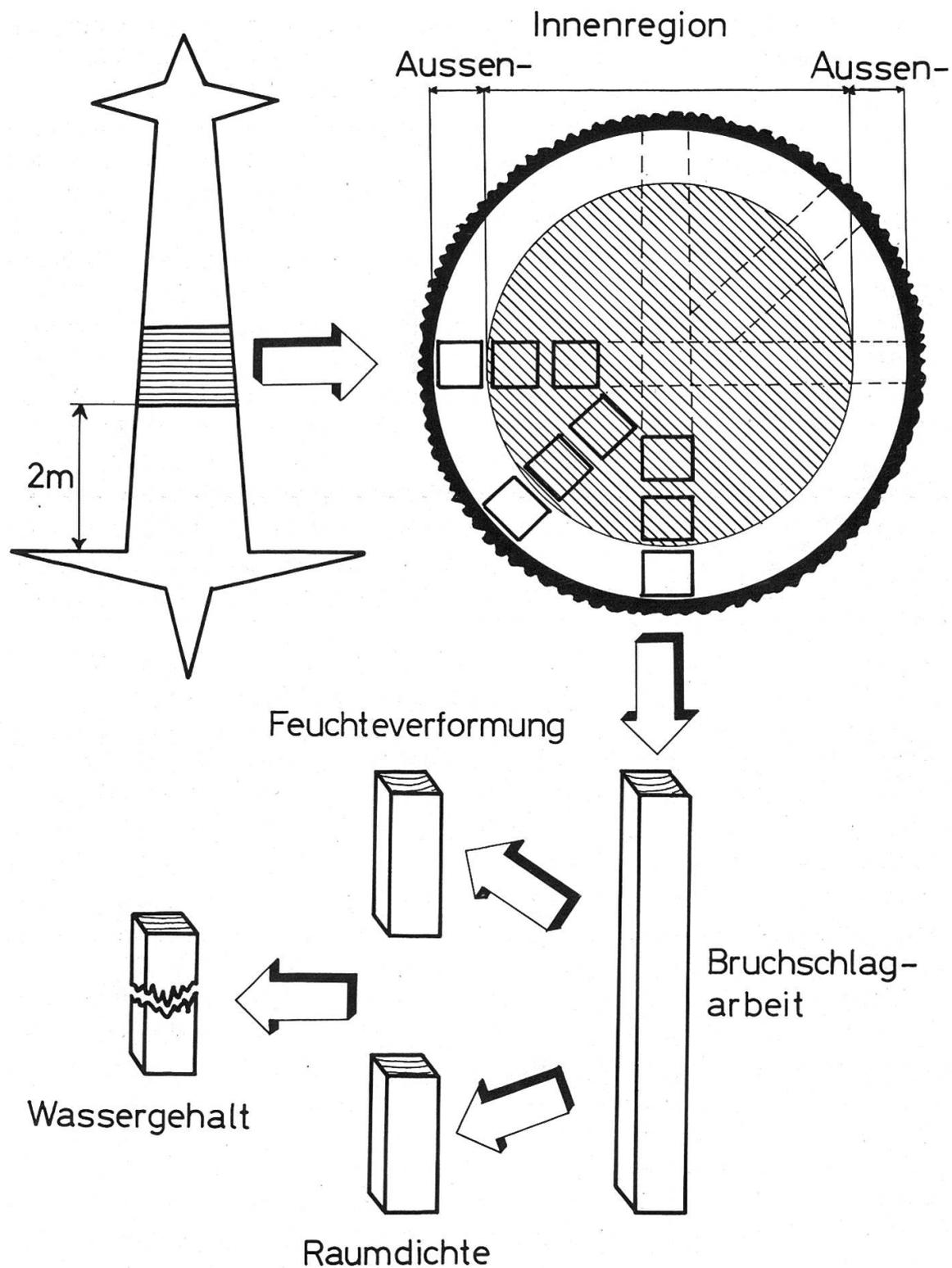


Abbildung 1. Schema der Probenentnahme.

Holzfeuchtebestimmung (DIN 52 183, 1977): Das Holz ist hygroskopisch. Vom hygroskopischen Verhalten sind die meisten Eigenschaften des Holzes abhängig. Bei den vorliegenden Untersuchungen wurde die Holzfeuchtigkeit

ausschliesslich als Kontrollgrösse bei der Konditionierung des Versuchsmaterials benutzt.

3. Resultate und Diskussion

Es wurde der Einfluss des Gesundheitszustandes (gesund bzw. krank), der Position im Stammquerschnitt (Aussen- bzw. Innenregion) und der Baumherkunft (je acht Bäume von zwei Standorten) auf die Rohdichte, Feuchteverformung und Schlagbiegefestigkeit untersucht. Alle Versuchsproben entsprachen der Normalverteilung. Die wichtigsten Werte der Datenanalyse sowie der beschreibenden Statistik sind in den *Tabellen 1* und *2* zusammengefasst.

Tabelle 1. Einfluss des Gesundheitszustands, der Position im Stammquerschnitt und der Baumherkunft auf die physikalisch-mechanischen Eigenschaften des Buchenholzes.

Untersuchte Variable	Abhängige Variable	Anzahl Werte	Mittelwert	Stand. Abw.	95% Vertrauensgrenze des Mittw.	
					min.	max.
1	2	3	4	5	6	7
Darr-Rohdichte kg/m ³	aussen	320	671,46	2,582	666,91	676,00
	innen	320	695,92	2,013	691,37	700,46
	Basel	320	692,58	2,539	687,94	697,22
	Zürich	320	674,79	2,171	663,67	672,51
	gesund	320	699,28	1,727	694,86	703,70
	krank	320	668,09	2,674	663,67	672,51
Normal-Rohdichte kg/m ³	aussen	320	706,99	2,567	702,46	711,52
	innen	320	731,64	2,009	727,12	736,17
	Basel	320	729,32	2,515	724,72	733,91
	Zürich	320	709,31	2,151	704,72	713,91
	gesund	320	733,56	1,711	729,10	738,01
	krank	320	705,08	2,716	700,62	709,54
Volumenquellung %	aussen	320	20,34	0,099	20,16	20,53
	innen	320	21,86	0,085	21,68	22,05
	Basel	320	20,96	0,110	20,76	21,15
	Zürich	320	21,25	0,092	21,05	21,45
	gesund	320	21,04	0,103	20,84	21,24
	krank	320	21,17	0,101	20,97	21,37
Schlagbiegearbeit kN/m	aussen	320	102,23	1,454	99,30	105,17
	innen	320	111,98	1,533	109,04	114,91
	Basel	320	105,32	1,730	102,34	108,30
	Zürich	320	108,89	1,364	105,92	111,87
	gesund	320	107,60	1,350	104,62	110,59
	krank	320	106,61	1,670	103,62	109,59

Der durchschnittliche Feuchtigkeitsgehalt der normalklimatisierten Proben betrug 13,3 %. Es ergab sich kein nennenswerter Unterschied zwischen dem Feuchtigkeitsgehalt der Innen- und der Aussenregion, was auf eine regelmässige Verteilung der Materialfeuchte über den ganzen Stammquerschnitt der klimatisierten Proben schliessen lässt.

Bezüglich der Position im Stammquerschnitt sind erwartungsgemäss alle geprüften Werte der Eigenschaften der Innenregion signifikant grösser als die der Aussenregion (siehe *Tabelle 1*).

Die Baumherkunft macht sich lediglich bei der Rohdichte bemerkbar, in dem die Versuchsproben aus Standort Basel eine höhere Rohdichte aufweisen als diejenigen aus Standort Zürich. Auf die maximale Volumenquellung sowie die Schlagbiegefestigkeit des Buchenholzes hat die Baumherkunft hingegen keinen Einfluss.

Die gesunden Bäume weisen den geschädigten gegenüber eine höhere Rohdichte (siehe *Tabelle 1*) und eine geringere Quellungsanisotropie auf. Auf die übrigen Eigenschaften wirkt sich der Gesundheitszustand (siehe *Tabelle 2*) der Buche aber nicht aus. Zieht man zusätzlich als weitere Variable noch die Baumherkunft in Betracht, so beschränkt sich diese Behauptung lediglich auf den Standort Basel. Daraus kann gefolgert werden, dass entweder der Gesundheitszustand der beiden Standorte diametral verschieden ist oder andere strukturelle Differenzen vorliegen.

Tabelle 2. Quellungsanisotropie des Buchenholzes.

Anzahl Werte	Gesundheits- zustand	Standort	Mittw.	Quellungsanisotropie		
				Stand. Abw.	95 % Vertrauens- grenze des Mittw.	
1	2	3	4	5	6 min.	7 max.
320	gesund		2,63	0,016	2,59	2,66
320	krank		2,50	0,019	2,47	2,54
320		Basel	2,54	0,019	2,51	2,58
320		Zürich	2,59	0,017	2,56	2,63
160	gesund	Basel	2,71	0,022	2,66	2,75
160	gesund	Zürich	2,55	0,022	2,51	2,59
160	krank	Basel	2,38	0,024	2,33	2,43
160	krank	Zürich	2,63	0,026	2,58	2,68

Der Gesundheitszustand der Bäume hat auf die untersuchten holztechnologischen Parameter keinen Einfluss, folglich besteht zwischen dem «kranken» und dem «gesunden» Buchenholz kein Qualitätsunterschied.

Résumé

Comparaison des propriétés du bois des hêtres sains et atteints (*Fagus sylvatica* L.): Propriétés physico-mécaniques

L'influence de l'état sanitaire (sain ou atteint), de la provenance de l'arbre (station Bâle et Zurich) et de la position dans la section transversale du tronc (zone extérieure ou intérieure) sur la densité, la déformation due à l'humidité et la résistance à la rupture a été étudiée.

En comparaison avec les arbres atteints, les arbres sains ont une densité supérieure et une anisotropie de la déformation due à l'humidité inférieure. Si l'on considère, en plus de l'état sanitaire de l'arbre, sa provenance, la densité supérieure n'est valable que pour la station de Bâle. Comme on pouvait s'y attendre, la zone intérieure de la section transversale du tronc présente une densité supérieure à celle de la zone extérieure.

En considération des paramètres technologiques étudiés, il n'existe aucune différence qualitative entre le bois des hêtres «sains» et celui des hêtres «atteints».

Traduction: *Stéphane Croptier*

Literatur

- Bucher, H. P., Kučera, L. J.* (1991): Vergleich der Holzeigenschaften gesunder und geschädigter Buchen (*Fagus sylvatica* L.). Feuchtegehalt und Feuchteverteilung, Vorkommen von Farbkernholz. Schweiz. Z. Forstwes. 142 (5): 415–426.
- DIN 50 014* (1965): Normalklima.
- DIN 52 182* (1976): Prüfung von Holz. Bestimmung der Rohdichte.
- DIN 52 183* (1977): Prüfung von Holz. Bestimmung des Feuchtigkeitsgehaltes.
- DIN 52 184* (1979): Prüfung von Holz. Bestimmung der Quellung und Schwindung.
- DIN 52 189* (1981): Prüfung von Holz. Schlagbiegeversuch. Bestimmung der Bruchschlagarbeit.

Verfasser: Rudolf R. Popper, dipl. Ing., und Gerhild Eberle, dipl. med. Laborantin, Departement Wald- und Holzforschung der ETHZ, Professur für Holztechnologie, ETH-Hönggerberg, CH-8093 Zürich.