

Das Holz der Buche und die Farbkernbildung

Autor(en): **Kucera, Ladislav J. / Pöhler, Evelyn**

Objektyp: **Article**

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

Band (Jahr): **149 (1998)**

Heft 12

PDF erstellt am: **22.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-766144>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Das Holz der Buche und die Farbkernbildung¹

Von Ladislav J. Kucera und Evelyn Pöhler

Keywords: Beech; *Fagus sylvatica* L.; wood structure; macroscopical description; chemical composition; mechanical properties; technological indicators. FDK 176.1 Fagus: 81 : 85

1. Einleitung

Das Buchenholz wurde bis zur Mitte des letzten Jahrhunderts in Europa traditionell fast ausschliesslich als Brennholz verwendet. Das hohe Eigengewicht, die schlechte Formstabilität und die geringe Dauerhaftigkeit machten es als Bauholz unattraktiv, und im Möbel- und Innenausbau fiel die unscheinbare Textur negativ ins Gewicht. Der Beginn der technischen Nutzung des Buchenholzes ist mit dem Namen des österreichischen Möbeltischlers Michael Thonet verbunden, der im Jahre 1837 das bis heute gültige Verfahren zum Biegen von dampfbehandelten Möbelkanteln erfand (Kucera, 1978). Die nahezu gleichzeitige Einführung der schützenden Kesseldrucktränkung durch J. Bethell im Jahre 1838 machte aus der Buche das wichtigste Schwellenholz (Bosshard, 1984). Für weitere technische Verwendungsgebiete kamen die Schäl furnier- und Sperrholzherstellung, die Produktion von Faser- und Spanplatten sowie die Zellstoffgewinnung hinzu. Der Nutzholzanteil des Buchenholzes betrug um die Jahrhundertwende etwa 20% und stieg je nach europäischem Land auf heute 60 bis 85%. Diese Entwicklung wurde durch einen riesigen Forschungsaufwand ermöglicht. Eine vierteilige Literaturzusammenstellung (Kollmann und Klietsch, 1966; Liese et al., 1967; Stolley, 1969; Mantel und Möbius, 1971) umfasste bereits vor rund 30 Jahren 2532 Titel von Schriftstücken (Büchern, Zeitschriftenaufsätzen usw.), die sich mit dem Buchenholz

¹Nach einem Referat, gehalten am 12. Januar 1998 im Rahmen der Montagskolloquien der Abteilung für Forstwissenschaften der ETH Zürich.

befassten (*Kucera*, 1978). Heute lässt sich die Literatur über das Buchenholz auf Grund von Recherchen bei elektronischen Datenbanken auf weit über 10'000 Schriftstücke schätzen. Zusammenfassende Beschreibungen und zahlenmässige Angaben über das Buchenholz findet man z. B. bei *Bärner* (1962), *Begemann* (1963), *Guggenheim* (1963), *Bosshard* (1982), *Sell* (1989), *Kucera* und *Gfeller* (1994) sowie *Wagenführ* (1996). Ziel der nachfolgenden Darstellung ist es, auf die positiven und negativen Eigenschaften des Buchenholzes einzugehen und daraus Perspektiven für die künftige Buchenholzverwendung aufzuzeigen.

Ausgehend von einer qualitativ-makroskopischen Beschreibung des Buchenholzes werden auf Grund von Vergleichen mit zwei anderen Holzarten die Vorzüge und die Nachteile dieser Holzart dargelegt. Hierbei werden die Holzeigenschaften in die folgenden vier Kategorien eingeteilt:

- struktureller Aufbau,
- chemische Zusammensetzung,
- physikalisch-mechanische Eigenschaften und
- technologische Indikatoren.

2. Makroskopische Beschreibung

2.1 Der Baum

Die Buche ist mit einem Anteil von 19% an Anzahl Stämmen zahlenmässig etwa gleichbedeutend wie alle übrigen Laubholzarten (20%). Mit einem Anteil von 16% am Holzvorrat im Schweizer Wald übertrifft sie die Gesamtheit der übrigen Laubbäume (10%) deutlich (*Brändli*, 1996). Buchen in einem lockeren Bestand und ganz speziell freigestellte Bäume zeichnen sich gelegentlich im Stammbereich durch Grobastigkeit und Abholzigkeit aus. Dagegen findet man bei den schlanken Hochwald-Buchen häufiger Drehwuchs und Wachstumsspannungen, die zur Rissbildung führen.

2.2 Die Rinde

Die Buche ist eine Baumart mit einem andauernden Oberflächenperiderm. Eine eigentliche Borkenbildung fehlt oder beschränkt sich auf die Wurzelanläufe. Daher ist die Buchenrinde extrem dünn und schützt das Kambium gegen Temperatureinflüsse und mechanische Schäden nur ungenügend. Der Sonnenbrand (*Abbildung 1*) ist eine schwere Schädigung des Kambiums mit Folgeschäden im Holzkörper. Die sogenannte T-Krankheit wird durch kleine Frostrisse in der Rinde verursacht. Frostrisse und Frostleisten kommen gelegentlich vor. Jedoch erlaubt die dünne Rinde die defektoskopische Erkennung



Abbildung 1. Sonnenbrand am Stammfuss einer Altbuche mit abblättrender Rindenschicht.

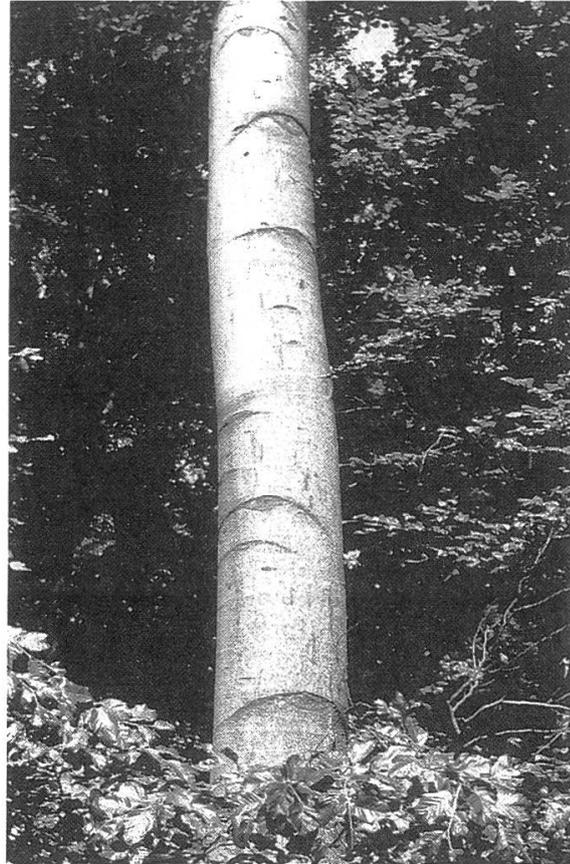


Abbildung 2. «Chinesenbärte» und «Stempel» an der Rindenoberfläche einer Buche.

überwallter und eingewachsener Totäste auf Grund von Rindenmerkmalen wie «Chinesenbärte» und «Stempel». Aus der Form und Grösse dieser Merkmale ist es möglich, Astdurchmesser, Astwinkel und Lage des eingewachsenen Astes im Holzkörper abzuleiten (König, 1957) (Abbildung 2). Diese Rinde ist nicht nur dünn, sondern auch sehr spröde, was durch einen ausserordentlich hohen Anteil von Kalziumoxalat-Kristallen und Sklereiden verursacht wird. Die breiten Buchenmarkstrahlen enthalten im Bastbereich Sklereidenkeile, durch die die Buchenrinde gewissermassen an den Holzkörper «angenietet ist»; man spricht von einem «Keilwuchs» (Bosshard, 1982). Diese dünne, spröde und örtlich fixierte Rinde ist in höchstem Masse empfindlich gegen Schläge (z. B. Hagelschlag, Steinschlag, Schlagverletzungen bei der Holzernte).

2.3 Das Splintholz

Buchenholz ist blass, gelblich oder rötlich, ohne besondere Texturmerkmale. Die Jahrringgrenzen sind wenig ausgeprägt. Die breiten Markstrahlen fallen makroskopisch nur im Spiegelschnitt deutlich auf. Als Folge von Keilwuchs und weiteren anatomischen Eigentümlichkeiten sind die Markstrahlen



Abbildung 3. Buchenkantholz nach mehrmonatiger Wetterbeanspruchung. Die breiten Markstrahlen ragen mehrere mm aus dem Holzkörper hervor.

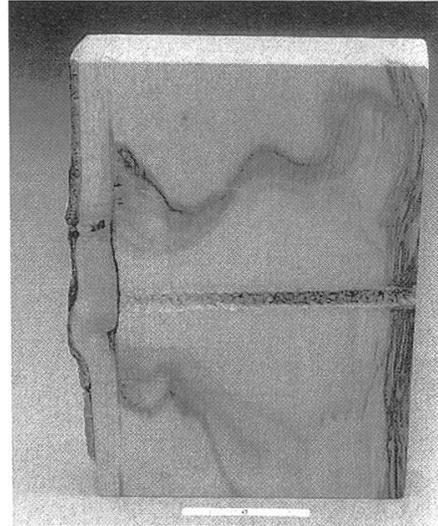


Abbildung 4. Holzzersetzung durch Weissfäulepilze als Folge der Bohrkernentnahme bei einer Buche. Weisser Kartonstreifen = 5 cm.

ausserordentlich schlecht im Holzkörper verankert. Bei einer längeren Bewitterung schaffen sie sich aus dem Holzkörper heraus und zerstören dabei eine allfällige Lack- oder Lasurschicht (*Abbildung 3*). Wachstumsspannungen, gepaart mit undeutlichen Jahrringgrenzen und dominierenden Markstrahlen begünstigen die Bildung radialer Risse, die ganze Stämme entwerten können (*Kucera, 1991*). Die Sicherung der Stirnflächen mit den sogenannten S-Hacken schafft dabei nur bedingt Abhilfe. Das Buchenholz ist wenig dauerhaft und selbst kleine Verletzungen wie eine Bohrspanentnahme führen regelmässig zum ausgedehnten Befall durch Weissfäulepilze (*Abbildung 4*). Schlecht gelagertes Buchenholz tendiert, besonders während der warmen Jahreszeit, zum Ersticken und Verstocken, wodurch das Holz in unseren Breiten zum Brennholz entwertet wird. Dass aus derartigem Holz dennoch Möbel gemacht werden können, zeigt *Abbildung 5*. Das Waldsterben hat sich bei der Buche durch unregelmässige Verfärbungen im Holzkörper bemerkbar gemacht (*Kucera, 1989*).

2.4 Das Kernholz

Die Buche bildet ein fakultatives Farbkernholz mit einer deutlich rotbraunen Farbe, bei dem die phenolischen Kernholzsubstanzen nicht in der Zellwand – wie beispielsweise bei der Eiche-, sondern in den Zellumina abgelagert sind und somit dem wenig dauerhaften Buchenholz keinen Schutz gewähren. Da die Gefässe verthyllt sind, ist eine schützende Imprägnierung fast unmöglich. Buchenschwellen aus nicht verkerntem Holz sind voll durchtränkt mit Teeröl, während solche mit Kernholz nur unvollständig imprägniert sind. Sol-



Abbildung 5. Holzhocker aus ausländischer Produktion mit deutlichem Anteil an verfärbtem (ersticktem und verstocktem), aber noch nagelfestem Holz.

che Schwellen werden vorzeitig durch Pilze zerstört (*Kucera, 1991*). Das Kernholz der Buche entsteht durch exogene Einflüsse wie Frost oder Verletzungen und ist oft entsprechend unregelmässig in Farbe und Verlauf, weshalb rotkerbiges Buchenholz im einheimischen Möbelbau – zu unrecht – generell nicht toleriert wird. Viele Buchenkerne gehen von abgestorbenen Grobästen aus und haben einen «ruhigeren» Farbton; hier wäre eine Nutzung im Möbelbau durchaus denkbar. Nasskerne sind bakteriell besiedelt und gehen meistens von den Wurzeln aus. Man erkennt sie am typischen schwarzen Rand und der besonders unregelmässigen Verfärbung (*Abbildung 6*).

3. Struktureller Aufbau

Das Holz der Buche wirkt im mikroskopischen Bild ausgesprochen porös. Die Gefässe sind klein und ihre Anordnung ist zerstreut- bis halbringporig. Die Jahrringgrenze ist wenig deutlich, und das Bild wird von den breiten Markstrahlen dominiert (*Abbildung 7*). Um das Buchenholz positionieren zu können, erscheint ein Vergleich mit zwei deutlich verschiedenen Holzarten als zweckmässig. Die ringporige Eiche besitzt sowohl deutliche Jahrringgrenzen als auch breite Markstrahlen, während das zerstreutporige Pappelholz noch homogener als das Buchenholz wirkt.

Tabelle 1 zeigt einige holzanatomische Kennzahlen der drei Holzarten. Bemerkenswert ist der hohe Gefässanteil bei der Buche, was eine gute Trocknung und Imprägnierung sicherstellt. Die Eiche besitzt den höchsten Anteil an



Abbildung 6. Zusammengesetzter Rotkern mit hohem Feuchtigkeitsgehalt (Nasskern) im unteren Stammbereich einer Buche.

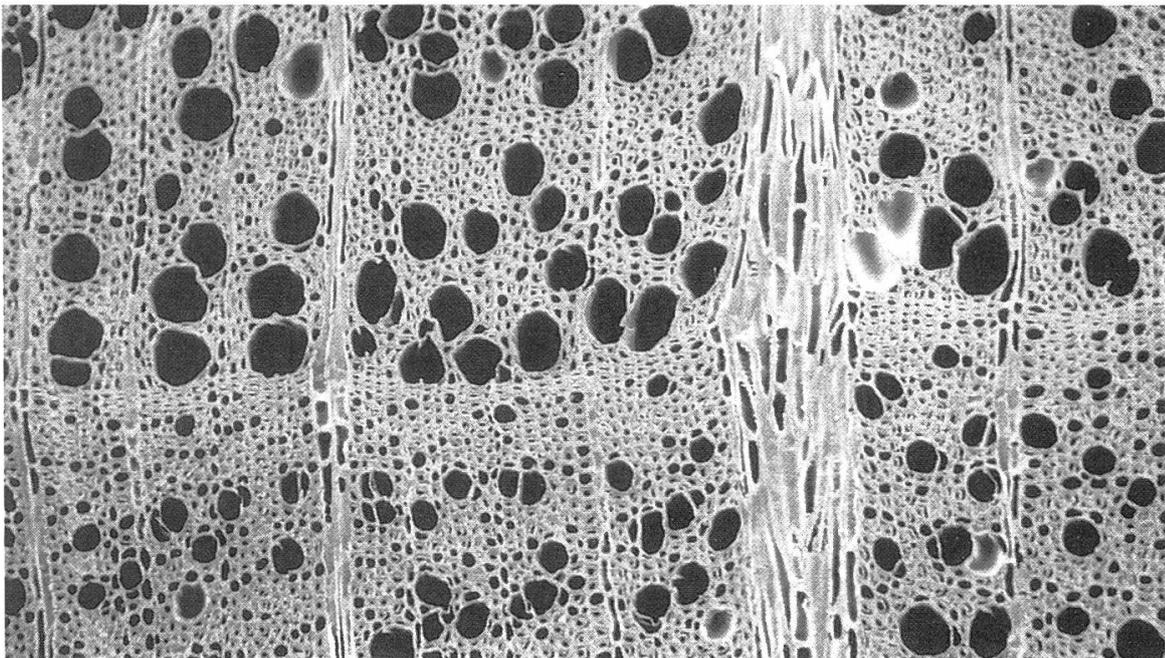


Abbildung 7. Buche, *Fagus sylvatica* L., Querschnitt, rasterelektronenmikroskopische Aufnahme, Vergrößerung 125x, Aufnahme Alice Hirzel.

Markstrahlen unter den drei Holzarten. Es sind diese «Riesenmarkstrahlen», die im Spiegelschnitt zur Schönheit von Eichenmöbeln wesentlich beitragen. Das Pappelholz hat zwar einen hohen Faseranteil, es handelt sich aber um dünnwandige Fasern mit einer Wandigkeit von nur 0,39, während Buche wie Eiche dickwandige Fasern besitzen (Wandigkeit 1,0).

Tabelle 1. Durchschnittswerte ausgewählter holzanatomischer Kennzahlen von Buche, Eiche und Pappel nach *Wagenführ* (1996), leicht angepasst.

<i>Strukturelles Merkmal</i>	<i>Buche</i>	<i>Holzart Eiche</i>	<i>Pappel</i>
Gefäße			
Anteil %	38,5	23,6	34,0
Durchmesser µm	45	250	70
Anordnung im Jahrring	zerstreutporig	ringporig	zerstreutporig
Markstrahlen			
Anteil %	15,7	22,7	12,0
Höhe in Zellen	bis 100	bis 500	bis 38
Holzfasern			
Anteil %	39,6	56,2	59,5
Länge µm	950	1530	1300
Wandigkeit (2W:L)	1,00	1,00	0,39
Strangparenchym			
Anteil %	5,2	4,9	fehlt

4. Chemische Zusammensetzung

Tabelle 2 enthält ausgewählte chemische Kennzahlen der Buche, Eiche und Pappel. Zunächst zeigt sich, dass der Zellulosegehalt dieser Holzarten wie auch der Anteil an mineralischen Substanzen im Holz (Aschegehalt) recht ausgeglichen ist. Hingegen zeichnet sich die Buche durch einen ausserordentlich geringen Anteil an Substanzen, extrahierbar mit Benzol-Äthanol sowie durch eine sehr niedrige Wasserlöslichkeit aus. Auch der Ligninanteil ist niedrig. Eichenholz weist diesbezüglich wesentlich höhere Werte auf und sogar die Pappel übertrifft leicht die Buche. Man darf davon ausgehen, dass die geringe natürliche Dauerhaftigkeit des Buchenholzes (Widerstandsfähigkeit gegen Pilz- und Insektenbefall) mit diesem niedrigen Anteil an sogenannten Inkrusten und Adkrusten im Zusammenhang steht.

Tabelle 2. Durchschnittswerte ausgewählter chemischer Kennzahlen von Buche, Eiche und Pappel nach *Wagenführ* (1996), leicht angepasst.

<i>Chemisches Merkmal</i>	<i>Buche</i>	<i>Holzart Eiche</i>	<i>Pappel</i>
Benzol-äthanol-Extrakt %	1,7	3,3	2,7
Wasserlöslichkeit			
kalt %	1,9	5,1	2,1
heiss %	1,9	8,8	2,0
Ligningehalt %	17,2	29,6	19,2
Zellulosegehalt %	40,1	40,2	45,5
Aschegehalt %	0,8	0,5	0,5

5. Physikalisch-mechanische Eigenschaften

Die physikalisch-mechanischen Eigenschaften des Holzes gehören zu den bestuntersuchten. Die Praxistauglichkeit der einschlägigen Kennwerte ist allerdings etwas eingeschränkt durch die Tatsache, dass ihre Erhebung normgemäss an sogenannten kleinen fehlerfreien Körpern erfolgt. In der *Tabelle 3* findet man die wichtigsten physikalisch-mechanischen Kennzahlen der drei Holzarten. Die Buche ist eine der schwersten einheimischen Laubholzarten. Bedauerlicherweise hat sie sehr hohe Schwindmasse, die eine schlechte Formstabilität von Erzeugnissen aus Buchenholz signalisieren. Die statischen Bruchfestigkeitswerte des Buchenholzes sind ansehnlich; sie übertreffen jene der Eiche leicht und diejenigen des Pappelholzes ganz deutlich. Hervorragend ist das Buchenholz bezüglich der Biegeelastizität und besonders der Bruchschlagarbeit. Das Biegeelastizitätsmodul ist ein Mass der erforderlichen Verformungsenergie, die Bruchschlagarbeit – auch Schlagbiege Zähigkeit genannt – ist die einzige dynamische Festigkeit des Holzes. Danach lässt sich Buchenholz nur sehr schwer verformen, und es kann extremen dynamischen (Schlag-)Belastungen standhalten. Dennoch ist das Biegen des Buchenholzes, gerade wegen der schon erwähnten Homogenität, unter geeigneten hydrothermischen Bedingungen ausgesprochen leicht. Auch die Härte des Buchenholzes ist sehr hoch; eine Eigenschaft, die das Buchenholz als Bodenbelag oder Maschinenteil sehr geeignet macht.

Zur Abrundung dieser Aussagen wurden einige physikalisch-mechanische Kennzahlen des Buchenholzes mit jenen der einheimischen und der wichtigsten fremdländischen Nadel- und Laubholzarten in Beziehung gesetzt. Dabei zeigt *Abbildung 8* die Zug- und Druckfestigkeiten und belegt eine durch-

Tabelle 3. Durchschnittswerte ausgewählter physikalisch-mechanischer Kennzahlen von Buche, Eiche und Pappel nach *Sell* (1989) und *Wagenführ* (1996), leicht angepasst.

Physikalisch-mechanische Kennzahl	Holzart		
	Buche	Eiche	Pappel
Darrdichte g/cm ³	0,68	0,64	0,41
Schwindmass %			
Längs-	0,3	0,4	0,3
Radial-	5,8	4,3	4,3
Tangential-	11,8	8,9	8,5
Volumen-	17,9	14,1	12,5
Bruchfestigkeit längs zur Faser N/mm ²			
bei Druck	58	58	33
bei Zug	118	99	73
bei Biegung	108	98	65
Biege-E-Modul längs zur Faser N/mm ²	14350	12500	8850
Bruchschlagarbeit Nm/cm ²	10,0	6,2	4,5
Brinell-Härte längs zur Faser N/mm ²	71	58	29

schnittliche Positionierung des Buchenholzes im oberen Drittel der ausgewählten Holzarten. Der *Abbildung 9* sind die relativ hohe Rohdichte und das sehr hohe Biege-E-Modul dieser Holzart zu entnehmen. Eine einsame Stellung nehmen hier zwei Tropenhölzer – Azobé und Greenheart – ein. Schliesslich zeigt *Abbildung 10* die exzellente Härte und Biegeschlagfestigkeit des Buchenholzes. Unter den einheimischen Holzarten sind nur die Robinie deutlich härter und die Eibe deutlich zäher. Dieses Bild belegt die intuitive Erkennung der Holzeigenschaften bereits durch den im Ötztal gefundenen vorgeschichtlichen Jäger, der den Stiel seiner Axt aus Eibenholz angefertigt hat (*Schoch, 1998*).

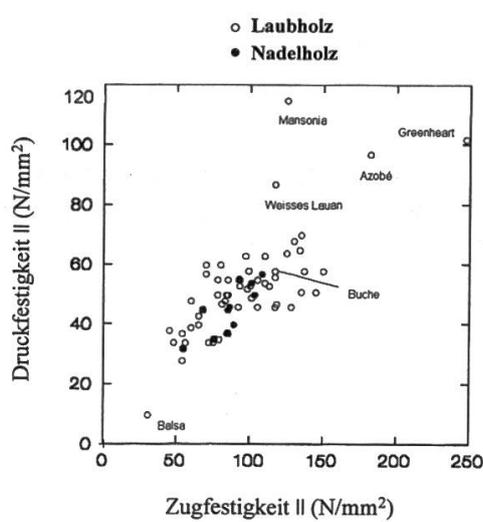


Abbildung 8. Darstellung der Zug- und der Druckfestigkeit ausgewählter Holzarten (Angaben aus *Sell, 1989*).

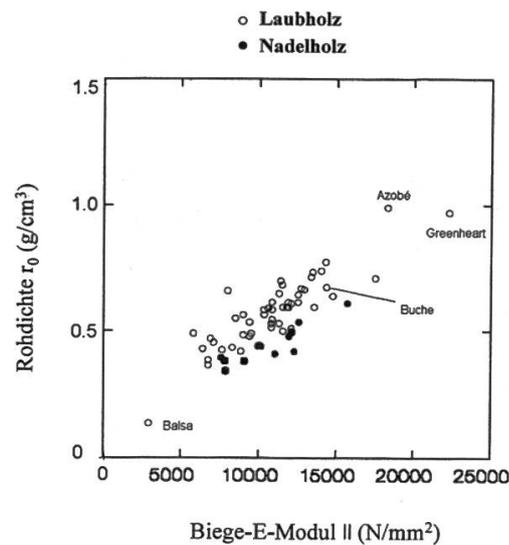


Abbildung 9. Darstellung des E-Moduls und der Rohdichte ausgewählter Holzarten (Angaben aus *Sell, 1989*).

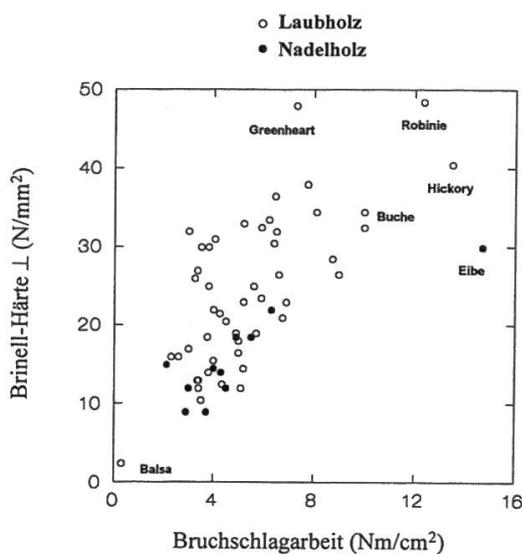


Abbildung 10. Darstellung der Bruchschlagarbeit und der Härte ausgewählter Holzarten (Angaben aus *Sell, 1989*).

6. Technologische Kennzahlen

Die technologischen Indikatoren sind qualitative bis semiquantitative Grössen, weil ihre Festlegung mangels geeigneter Normen nur auf Erfahrungswerten beruht. Dennoch sind diese Indikatoren aussagekräftig und deuten die potentielle Anwendung einer Holzart in praxisnaher Weise an. *Tabelle 4* enthält diese Indikatoren, bezogen wiederum auf die Holzarten Buche, Eiche und Pappel. Positiv fällt bei der Buche dabei die Tränkbarkeit des Splintholzes, die Oberflächenbehandlung und die Verleimung – alles «sehr gut» – auf. Hier ist die Buche der Eiche und Pappel überlegen. Hinsichtlich Trocknung und mechanischer Bearbeitung bestehen zwischen diesen Holzarten nur graduelle Unterschiede. Hingegen sind die geringe bis sehr geringe natürliche Dauerhaftigkeit sowie die geringe Formstabilität gravierende Nachteile des Buchenholzes.

Tabelle 4. Ausgewählte technologische Indikatoren Buche, Eiche und Pappel nach *Sell* (1989) und *Wagenführ* (1996), leicht angepasst.

<i>Technologischer Indikator</i>	<i>Buche</i>	<i>Holzart Eiche</i>	<i>Pappel</i>
Widerstandsfähigkeit des Kernholzes			
gegen Pilze	sehr gering	gross	gering
gegen Insekten	gering	gross	gering
Tränkbarkeit mit Holzschutzmitteln			
Splintholz	sehr gut	gut	gut
Kernholz	schlecht	schlecht	schlecht
Trocknung	gut (werfen)	mittel	gut
Dimensionsstabilität und Formstabilität	gering	mittel	mittel
Mechanische Bearbeitung	gut	gut	gut
Oberflächenbehandlung	sehr gut	gut	mittel
Verleimung	sehr gut	mittel	gut

Zusammenfassung

Im vorliegenden Bericht sind makroskopische Merkmale, struktureller Aufbau, chemische Zusammensetzung, physikalisch-mechanische Eigenschaften und technologische Indikatoren des Buchenholzes zusammengestellt und mit zwei ausgewählten Laubholzarten verglichen. Die wichtigsten Merkmale der Rinde und des Holzes der Buche sind in *Tabelle 5* tabellarisch zusammengefasst.

Résumé

Le bois du hêtre et le cœur rouge

Cette publication présente les caractéristiques macroscopiques du hêtre, la structure de son bois, la composition chimique, les propriétés physico-mécaniques ainsi que les indicateurs technologiques, en comparaison avec deux autres essences feuillues. Les caractéristiques et qualités les plus importantes de l'écorce et du bois sont résumées dans la *table numéro 5*.

Traduction: *Nicolas Kucera*

Summary

Beech Wood and Heartwood Formation

In this report, macroscopic features, anatomical structure, chemical composition, physical-mechanical properties and technological characteristics of beech wood are qualified, and compared with those of two other selected hardwood species. The most important features and properties of beech bark and beech wood are summarised in *Table 5*.

Tabelle 5. Die wichtigsten Merkmale von Rinde, Splintholz und Kernholz der Buche und ihre praktische Bedeutung.

<i>positive Auswirkungen</i>	<i>Gewebe Eigenschaften</i>	<i>negative Auswirkungen</i>
	<i>Rinde</i> borkenfrei, sklereidenhaltig, dünn, glatt, spröd	
geringer Rindenanteil, geringe Blitzgefährdung, Defektoskopie der Astigkeit		ungenügender Schutz des Holz- körpers (temperatur- und schlag- empfindlich)
	<i>Splintholz</i> homogen, hoher Gefässanteil, dicke Faserzellen, undeutliche Jahrringgrenzen, breite Mark- strahlen, wenig Inhaltsstoffe, niedriger Ligningehalt	
gute bis sehr gute mechanische Eigenschaften, gute Spaltbar- keit, gute bis sehr gute Trock- nung, Imprägnierung, Bearbei- tung, Verleimung und Ober- flächenbehandlung		hohes Schwindmass, geringe Formstabilität, Tendenz zum Werfen und Reissen, Wachs- tumsspannungen, geringe natürliche Dauerhaftigkeit
	<i>Farbkernholz</i> fakultativ, trocken oder nass	
???		schlechte Imprägnierbarkeit, unregelmässiges Aussehen

Literatur

- Bärner, J.* (1962): Die Nutzhölzer der Welt. Band 1. Verlag von J. Cramer, Weinheim. Neudruck. 687 S.
- Begemann, H. F.* (1963): Lexikon der Nutzhölzer. Band 2. Verlag und Fachbuchdienst Emmi Kitzel, Mering. 588 S.
- Bosshard, H. H.* (1982): Holzkunde. Band 1: Mikroskopie und Makroskopie des Holzes. 2. Auflage. Birkhäuser Verlag, Basel-Boston-Stuttgart. 224 S.
- Bosshard, H. H.* (1984): Holzkunde. Band 3: Aspekte der Holzbearbeitung und Holzverwertung. 2. Auflage. Birkhäuser Verlag, Basel-Boston-Stuttgart. 286 S.

- Brändli, U.-B.* (1996): Die häufigsten Waldbäume der Schweiz. Berichte der Eidgenössischen Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft 342. WSL Birmensdorf. 278 S.
- Guggenheim, P.* (1963): Unsere einheimischen Nutzhölzer. Verlag J. Neumann-Neudamm, Mel-
sungen. 406 S.
- Kollmann, F.; Klietsch, A.* (1966): Buchenholz-Dokumentation. Teil III: Physikalische und
mechanisch-technologische Eigenschaften, Verwendung und Vergütung von Rotbuchenholz.
Institut für Holzforschung und Holztechnik der Universität München. 222 S.
- König, E.* (1957): Fehler des Holzes. Holz-Zentralblatt Verlags-GmbH, Stuttgart. 256 S.
- Kucera, L. J.* (1978): Buchenholz. SAH-Bulletin 6 (1): 2–32.
- Kucera, L. J.* (1989): Neue Erkenntnisse zur Qualitätsveränderung bei der Buche. In: *Wasser, B.*
(Hrsg.). Buchen-Tagung, Sanasilva-Teilprogramm Nr. 11, p. 23–39.
- Kucera, L. J.* (1991): Die Buche und ihr Holz – eine Einführung in die Problematik. Schweizeri-
sche Zeitschrift für Forstwesen 142 (5): 363–373.
- Kucera, L. J.; Gfeller, B.* (Hrsg.) (1994): Einheimische und fremdländische Nutzholzarten. SISH
Biel. 144 S.
- Liese, W; Höster, H. R.; Richter, J.* (1967): Buchenholz-Dokumentation. Teil 1: Biologische Eigen-
schaften, Pathologie und Holzschutz. Mitteilungen der Bundesforschungsanstalt für Forst-
und Holzwirtschaft, Nr. 66, Reinbek bei Hamburg. 96 S.
- Mantel, K.; Möbius, K.* (1971): Buchenholz-Dokumentation. Teil IV: Holzmarktforschung. Insti-
tut für Forst- und Holzwirtschaftspolitik der Universität Freiburg i.Br. 50 S.
- Schoch, W.* (1998): Labor für quartäre Hölzer. Werbeschrift. Tobelhof 13, 8134 Adliswil.
- Sell, J.* (1989): Eigenschaften und Kenngrößen von Holzarten. Baufachverlag, Dietikon. 3. Auf-
lage. 80 S.
- Stolley, I.* (1969): Buchenholz-Dokumentation. Teil 2: Chemie und chemische Technologie. Wil-
helm-Klauditz- Institut für Holzforschung, Braunschweig. 153 S.
- Wagenführ, R.* (1996): Holzatlas. Fachbuchverlag, Leipzig. 4. Auflage. 688 S.

Verfasser:

Prof. Dr. Dr. h.c. Ladislav J. Kucera und dipl. Holzwirtin Evelyn Pöhler, Professur Holzwissen-
schaften, Departement Wald- und Holzforschung, ETH-Zentrum, CH-8092 Zürich.