
Das Holz der Eiche – Eigenschaften und Verwendung

Gabriele Ehmcke und Dietger Grosser

Schlüsselwörter: Traubeneiche (*Quercus petraea* (Mattuschka) Liebl.), Stieleiche (*Quercus robur* L.), Fagaceae, Holzbeschreibung, Holzeigenschaften, Holzverwendung

Zusammenfassung: Beschrieben werden das Holzbild sowie die Eigenschaften und Verwendungsbereiche der beiden einheimischen Eichenarten. Holzanatomisch lassen sich *Quercus petraea* (Matt.) Liebl. und *Quercus robur* L. nur in wenigen Fällen voneinander unterscheiden. Das Eichenholz zeichnet sich, neben den sehr guten mechanisch-technologischen Kennwerten, in erster Linie durch die markante Textur und die warmen gelbbraunen Farbtöne aus. Die Holzeigenschaften der Eiche ermöglichen ein breites Anwendungsspektrum: vom Dach bis zum Keller, vom Bootsbau bis zum Kunsthandwerk und vom Brettschichtholz bis hin zum wenige Millimeter dünnen Furnierblatt. Die Eichenholzverwendung hat eine Jahrtausend alte Tradition, verbunden mit reichlich Wissen um die Eigenschaften; und doch ist Eichenholz auch heute Gegenstand verschiedener Forschungsvorhaben und trifft noch immer den Nerv der Zeit.

Allgemeine Hinweise

Die beiden einheimischen Eichenarten, botanisch *Quercus petraea* (Mattuschka) Liebl., Syn. *Q. sessiliflora* (Traubeneiche) und *Quercus robur* L., Syn. *Q. pendunculata* (Stieleiche) aus der Familie der Buchengewächse (Fagaceae), werden unter dem Namen Eiche zusammengefasst. Weitere Bezeichnungen für die Traubeneiche sind: Wintereiche, Heideeiche, Steineiche; wohingegen die Stieleiche auch unter dem Namen Sommereiche bekannt ist. Beide Arten sind über weite Teile Europas verbreitet, unterscheiden sich jedoch deutlich in ihren Standortansprüchen. Als ein Baum des Tieflandes und der Vorberge weist die Stieleiche ein deutlich größeres Verbreitungsgebiet auf als die Traubeneiche. Die Stieleiche ist zudem winterhärter und trockenresistenter als die Traubeneiche. Diese besiedelt das Hügel- und Bergland der Mittelgebirge Europas und Westasiens (Philips 1992).



Abbildung 1: Eichenstämmе

Foto: Elaborados y Fabricados Gámiz, S.A. (EYF Gámiz)

Besonders bekannt sind die bemerkenswerten Traubeneichenbestände im Spessart und in Mittelfranken sowie im Pfälzerwald, im Rhein-Mosel-Gebiet und in einigen Gebieten Niedersachsens (z. B. in der Göhrde). Die Eiche bildet mit der Buche (*Fagus sylvatica*) den Hauptbestandteil unserer Laub- und Laubmischwälder. Nach der zweiten Bundeswaldinventur ist neben der Buche mit circa 15 % die Eiche mit etwa 10 % an der Gesamtwaldfläche Deutschlands (BMVEL 2004) beteiligt.

Aufgrund der Tatsache, dass beide Eichenarten zur Hybridisierung und zur Ausbildung morphologisch intermediärer Typen (Aas 1991, 1998) in der Lage sind, wird über die Zuordnung zu verschiedenen Arten oder Unterarten gegenwärtig intensiv diskutiert. Basierend auf der Artdefinition unterstützt beispielsweise Roloff (2014) die Einteilung von *Quercus petraea* (Matt.) Liebl. und *Q. robur* L. in Unterarten, wohingegen Neophytou et al. (2010) und Höltken et al. (2012) die Ansicht unterstützen, dass die Einflüsse der Hybridisierung begrenzt sind.

Holzbeschreibung

Die Eiche zählt zu den Bäumen mit regelmäßiger Farbkernbildung (Kernholzbaum) und einem mehr oder minder deutlichen Farbunterschied zwischen Splint- und Kernholz. Der Splint ist von gelblich weißer bis hellgrauer Farbe und zumeist schmal, vielfach 2,5 bis 5 cm breit (Abbildung 1). Das Kernholz weist eine hell- oder honiggelbe, graugelbe bis hellbraune Farbe auf. Unter Lichteinfluss dunkelt es zu einem gelb- bis dunkelbraunen Farbton nach (Grosser und Teetz 1998).

Frisch geschlagenes Eichenholz hat einen säuerlichen Geruch, der auf den hohen Anteil an vegetabilen Gerbstoffen von durchschnittlich 6 % im Holz und 10 % in der Rinde zurückzuführen ist (Roffael 1997). Der pH-Wert von Eichenholz liegt im sauren Bereich bei etwa 3,9 (Wagenführ 2006).

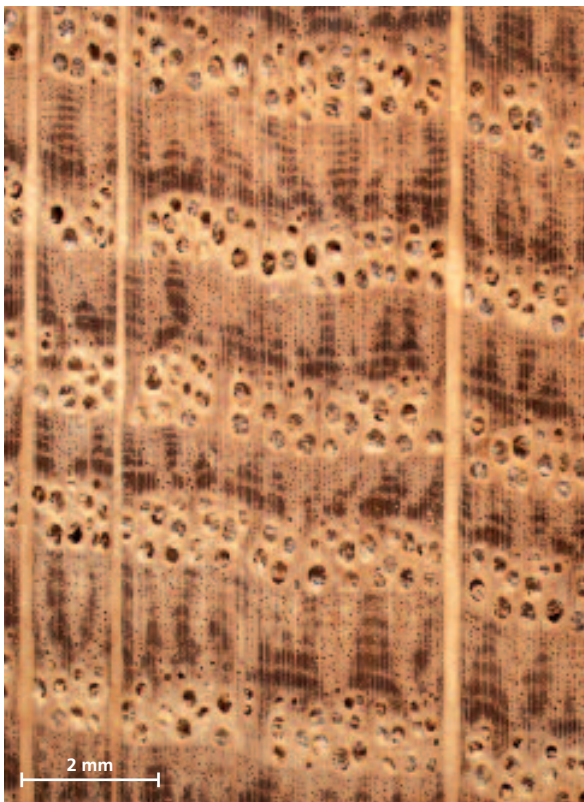


Abbildung 2: Eiche, Querschnitt, makroskopische Aufnahme
Foto: Holzforschung München

Anatomisch betrachtet zählt das Holz der Trauben- und Stieleiche zu den ringporigen Holzarten. Dies zeigt sich nicht nur auf dem Querschnitt mit einem geschlossenen Frühholzporenkreis, sondern auch auf den Längsflächen als ausgeprägte Fladerung

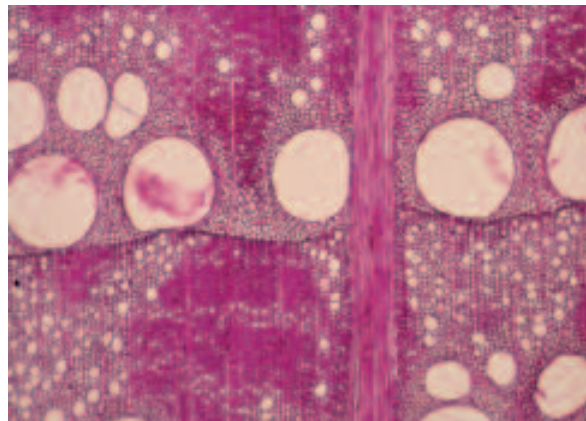


Abbildung 3: Eiche, Querschnitt, mikroskopische Aufnahme
25:1, Safraninfärbung Foto: Holzforschung München

(tangential) bzw. Streifen (radial). Mit dem Fingernagel sind dort die großen Poren (Gefäße) des Frühholzes, die mit bloßem Auge gut erkennbar sind, deutlich als »Nadelrisse« zu spüren, ganz im Gegensatz zu den Gefäßen des Spätholzes. Diese sind auffallend kleiner, kaum als Einzelzelle wahrnehmbar und auf dem Querschnitt in kleinen, hellen, radialen Feldern (Flammenzeichnung) angeordnet (Abbildung 2 und 3). Im Kernholz sind die Frühholzporen im Zuge des Verkernungsprozesses weitgehend mit Thyllen verstopft (Abbildung 4). Daraus ergibt sich einerseits eine schlechte Tränkbarkeit des Kernholzes, andererseits ist es bei der Fassherstellung für Flüssigkeiten, wie z. B. Wein und Whisky, kaum durchlässig.

Weder makroskopisch noch mikroskopisch gibt es kein zuverlässiges, für jeden Einzelfall gültiges Unterscheidungsmerkmal zwischen den beiden Eichenarten (Grosser 1977).

Die mikroskopischen Strukturmerkmale der Eiche lassen sich mit dem Durchlichtmikroskop gut identifizieren (Abbildung 3 und 4). Der Querschnitt zeigt neben den Gefäßen des Früh- und Spätholzes dickwandiges Fasergrundgewebe sowie das diffus und diffus-zonierte, in kurzen tangentialen Bändchen angeordnete Axialparenchym. Die Zellbreite der Holzstrahlen wird eindrucksvoll auf dem Tangentialschnitt deutlich, die in zwei verschiedenen Größen vorhanden sind. Der Radialschnitt zeigt Gefäße mit einfachen Gefäßdurchbrechungen, Thyllen und die wechselständige Anordnung der Gefäßstüpfel.

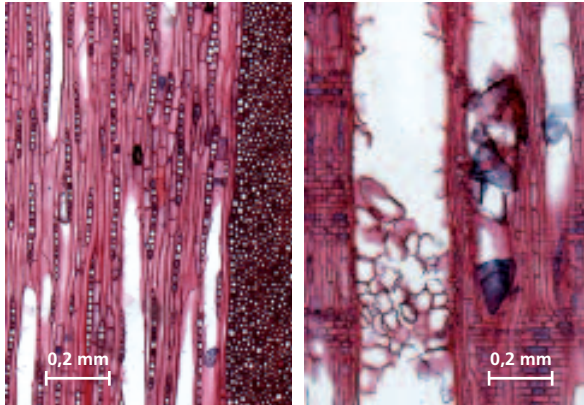


Abbildung 4: Eiche, mikroskopische Aufnahmen: Tangentialschnitt (li) und Radialschnitt (re), Safraninfärbung Foto: Holzforschung München

Die unregelmäßige Anordnung von sehr breiten und einer großen Anzahl von schmalen, einreihigen Holzstrahlen ist auf den Längsflächen bildbestimmend (Abbildung 5 und 7). Die breiten Holzstrahlen verleihen besonders dem Radialschnitt sein auffälliges Aussehen und sind als glatte und glänzende Bänder deutlich zu erkennen. Das so erzeugte Holzbild ist ein anschauliches Beispiel für die Ableitung der Be-



Abbildung 5: Holz der Eiche, Spiegelschnitt, Radialschnitt Foto: Holzforschung München



Abbildung 6: Holz der Eiche, Stamm-scheibe, Querschnitt Foto: Holzforschung München

zeichnung »Spiegelschnitt« (Abbildung 5). Die Abbildungen 5, 6 und 7 zeigen den Farbunterschied zwischen dem Splint- und Kernholz der Eiche.

Gesamtcharakter

- Dekoratives, ringporiges Laubholz von graugelber bis hellbrauner Holzfarbe
- Im Gebrauch bis dunkel-gelbbraun nachdunkelnd
- Jahringgrenzen scharf voneinander abgegrenzt, mit dem grobporigen Frühholzporing auf den Längsflächen als prägnante Fladern bzw. Streifen sichtbar



Abbildung 7: Holz der Eiche, Fladerschnitt, Tangentialschnitt Foto: Holzforschung München



Abbildung 8: Eichenholz furnier Foto: F. Kohl

Eigenschaften

Mit einer mittleren Rohdichte von $0,71 \text{ g/cm}^3$ (bezogen auf 12 bis 15 % Holzfeuchte) ist das Eichenholz ebenso wie auch das der Buche und Esche ein sehr hartes und schweres Laubholz (Tabelle 1).

Holzarten	Rohdichte (rN) in $[\text{g/cm}^3]$	
	Mittelwert	Grenzwerte
Laubhölzer		
Eiche (QCXE)	0,71	0,43 – 0,96
Buche (FASY)	0,71	0,54 – 0,91
Esche (FXEX)	0,7	0,45 – 0,86
Ahorn (ACPS, ACPL)	0,63	0,53 – 0,79; 0,56 – 0,81
Edelkastanie (CTST)	0,59	0,57 – 0,66
Nadelhölzer		
Fichte (PCAB)	0,46	0,33 – 0,68
Kiefer (PNSY)	0,52	0,33 – 0,89

Tabelle 1: Rohdichte der Eiche im Vergleich zu ausgewählten einheimischen Nutzhölzern. Nomenklatur nach DIN EN 13556 (Ausgabe 10.2003); Werte nach DIN 68364 (Ausgabe 05.2003); Grosser und Teetz (1998); Grosser und Zimmer (1998).

Aus der hohen Rohdichte und den holzanatomischen Strukturen leiten sich für die Eiche ausgezeichnete Festigkeitseigenschaften und ein hoher Abnutzungswiderstand ab (Tabelle 2).

Mit 95 N/mm^2 liegt die Biegefestigkeit der Eiche zwar unter den Werten der Esche mit 105 N/mm^2 und der Buche mit 120 N/mm^2 , aber auf gleichem Niveau mit dem Ahorn (DIN 68364; Grosser und Teetz 1998; Grosser und Zimmer 1998).

Verglichen mit dem ebenfalls ringporigen und makroskopisch sehr ähnlichen Holz der Edelkastanie, besitzt das Eichenholz höhere elastische Eigenschaften und liefert bessere Kennwerte für die Druck- und Biegefestigkeit. Eichenholz zählt zu den wichtigsten Parketthölzern. Die Oberflächenhärte nach Brinell längs zur Faserrichtung ist für Eiche mit $50\text{--}65 \text{ N/mm}^2$ angegeben und liegt damit im Bereich von Eschen- und Buchenholz (Sell 1997). Im Gegensatz zu zerstreutporigen Laubhölzern hat die Jahrringbreite ringporiger Laubhölzer Einfluss auf die mechanisch-technologischen Holzeigenschaften. Mit zunehmender Jahrringbreite nimmt der prozentuale Spätholzanteil und damit die Rohdichte zu (Knigge und Schulz 1966).

In der Praxis werden häufig die Begriffe »mild« und »hart« als Qualitätsmerkmal für Eichenholz herangezogen. »Mildes« Eichenholz zeichnet sich durch eine helle, gleichmäßige Farbe und einen hohen Anteil an schmalen Jahrringen aus. Es ist ein feines, langsam gewachsenes Holz. Handelt es sich um ein grobes, rasch gewachsenes Eichenholz mit breiten Jahrringen, so wird es als »hart« bezeichnet. Tendenziell neigt die Traubeneiche eher zu »milderem« Holz als die Stieleiche (Grosser und Teetz 1998).

In allen Anwendungsbereichen steht der Werkstoff Holz unter dem Einfluss seiner Umgebung. Zu den besonders zu beachtenden physikalischen Holzeigenschaften zählt das Quell- und Schwindverhalten. Als hygroskopisches Material ist Holz in der Lage, sich den Feuchteveränderungen seiner Umgebung anzupassen. Bedingt durch den chemischen und anatomischen Aufbau quillt und schwindet es holzartenspezifisch und zeigt ein deutlich unterschiedliches Verhalten in Radial- und Tangentialrichtung (Kollmann 1951). Die Kenntnis über das anisotrope (richtungsabhängige) und hygroskopische Verhalten ist für eine fachgerechte Verwendung von Holz von essenzieller Bedeutung. Je nach Sorptionsrichtung

Holzarten	Elastizitätsmodul aus Biegeversuch E [N/mm ²]	Zugfestigkeit längs σ_{ZB} [N/mm ²]	Druckfestigkeit längs σ_{DB} [N/mm ²]	Biegefestigkeit σ_{BB} [N/mm ²]	Bruchschlagarbeit ω [kJ/m ²]	Härte nach Brinell [N/mm ²]	
						längs	quer
Laubhölzer							
Eiche (QCXE)	13.000	110	52	95	60 – 75	50 – 65	23 – 42
Buche (FASY)	14.000	135	60	120	100	70	28 – 40
Esche (FXEX)	13.000	130	50	105	68	64	28 – 40
Ahorn (ACPS, ACPL)	10.500	120	50	95	62 – 68	48 – 61	26 – 34
Edelkastanie (CTST)	9.000	135	49	80	55 – 59	32 – 39	15 – 23
Nadelhölzer							
Fichte (PCAB)	11.000	95	45	80	46 – 50	32	12
Kiefer (PNSY)	11.000	100	47	85	40 – 70	40	19

Tabelle 2: Elastizität, Festigkeit und Härte der Eiche im Vergleich zu ausgewählten einheimischen Nutzhölzern. Nomenklatur nach DIN EN 13556 (Ausgabe 10.2003); Werte nach DIN 68364 (Ausgabe 05.2003); Grosser und Teetz (1998); Grosser und Zimmer (1998); Sell (1997).

(Aufnahme oder Abgabe) wird die hygrische Dilatation / Kontraktion durch Quell- oder Schwindmaße der jeweiligen holzanatomischen Richtung ausgedrückt (DIN 68100; Tabelle 3). Für die Praxis sind besonders die Kennwerte für das differentielle Schwind- bzw. Quellmaß von Bedeutung. Eiche hat in radialer Richtung ein Quellmaß von 0,16 % je 1 % Holzfeuchteänderung und liegt damit unterhalb der Werte für Buche, Esche sowie den wichtigen Nadelhölzern Fichte und Kiefer. Die Kennzahl für das Verhältnis von tangentialer zu radialer Quellung bzw. Schwindung von Eichenholz ist größer und somit als ungünstiger gegenüber den verglichenen Holzarten

zu bewerten. Allgemein betrachtet weist das Eichenholz ein gutes Stehvermögen auf. Je enger die Jahresringe, desto besser das Schwindverhalten (Grosser und Teetz 1998).

Die technische Trocknung muss äußerst schonend und langsam durchgeführt werden, da Eiche nicht nur zum Reißen und Werfen neigt, sondern auch zu unschönen Verfärbungen. Einlaufverfärbungen, wie Vergrauen und Braunstreifigkeit, wirken sich wertmindernd aus. Frisch geschlagenes Eichenholz wird deshalb in der Regel mit einem diffusionshemmenden Anstrich an den Hirnflächen geschützt.

Holzarten	Schwindmaß vom frischen bis zum gedarrten Zustand bezogen auf die Abmessungen im frischen Zustand [%]				Differentielles Schwind- / Quellmaß [%] je 1 % Holzfeuchteänderung im Bereich von u=5% bis u=20 %		
	β_l	β_r	β_t	β_v	radial	tangential	t/r
Laubhölzer							
Eiche (QCXE)	0,4	4,0 – 4,6	7,8 – 10,0	12,6 – 15,6	0,16	0,36	2,2
Buche (FASY)	0,3	5,8	11,8	17,5 – 17,9	0,2	0,41	2,1
Esche (FXEX)	0,2	5	8	13,2 – 13,6	0,21	0,38	1,8
Ahorn (ACPS)	0,4 – 0,5	3,0 – 4,4	8,0 – 8,5	11,5 – 12,8	0,10 – 0,20	0,22 – 0,30	≈ 1,8
Edelkastanie (CTST)	0,6	4,3	6,4	11,3 – 11,6	0,14	0,21 – 0,26	≈ 1,7
Nadelhölzer							
Fichte (PCAB)	0,3	3,6	7,8	11,9 – 12,0	0,19	0,39	2,1
Kiefer (PNSY)	0,4	4	7,7	12,1 – 12,4	0,19	0,36	1,9

Tabelle 3: Schwindmaße der Eiche im Vergleich zu ausgewählten einheimischen Nutzhölzern. Werte nach DIN 68100 (Ausgabe 09.2008); Nomenklatur nach DIN EN 13556 (Ausgabe 10.2003); Grosser und Teetz (1998); Grosser und Zimmer (1998).

Die Bearbeitung von Eichenholz gestaltet sich mit allen Hand- und Maschinenwerkzeugen leicht und sauber, wobei das »milde« Eichenholz besser zu bearbeiten ist. Oberflächenbehandlungen lassen sich problemlos durchführen. Mit Ammoniak gebeiztes Eichenholz wird als Räuhereiche bezeichnet. Durch chemische Einkomponentenbeizen (Säure-Basen-Reaktion) lassen sich Farbvarianten von hellem Naturbraun bis Schwarzbraun in allen Schattierungen erreichen (Willeitner 2003). Wurde in früheren Zeiten das Räuchern von Holz zum Schutz gegen den Abbau von Pilzen und Insekten angewendet, so ist es heute aus ästhetischen Gründen gefragt. Weitere Oberflächeneffekte werden durch Mattieren oder Kalken erzeugt.

Für die Verwendung von Holz im Außenbereich wird die natürliche Dauerhaftigkeit des Kernholzes als wichtiges Qualitätsmerkmal herangezogen. Das Kernholz der Eiche hat eine hohe natürliche Dauerhaftigkeit und wird nach DIN EN 350-2 in die Dauerhaftigkeitsklasse (DHK) 2 (»dauerhaft«) eingestuft. Dies wird allerdings seit langem kontrovers diskutiert. Ergebnisse aus verschiedenen Abbaubersuchen lassen eine geringere Dauerhaftigkeit vermuten. Brischke et al. (2009) beispielsweise führten verschiedene Studien zur Dauerhaftigkeit von Stieleichen- und Traubeneichenholz durch. Die Versuchsreihen führten zu unterschiedlichen Klassifizierungen. Beide Eichenarten wurden als DHK 5 (»nicht dauerhaft«) in Labor- und Freiland-Erdeingrabeversuchen und in DHK 4 (»wenig dauerhaft«) im Freiland ohne Erdkontakt eingestuft. Die Laborversuche mit Basidiomyceten-Reinkulturen führten hingegen teilweise zu einer besseren Einschätzung (DHK 1 bis 3,



Abbildung 9: Eiche, die zur Mooreiche wurde; die grauschwärzliche bis dunkelbraune Färbung des Holzes ist nicht gleichmäßig über den gesamten Querschnitt ausgeprägt.

Foto: F. Kohl

»sehr dauerhaft« bis »mäßig dauerhaft«). Unter Wasser und anaeroben Bedingungen gilt Eichenkernholz als nahezu unbegrenzt haltbar, was die Pfahlgründungen der Städte wie Venedig, Amsterdam und auch der Speicherstadt in Hamburg sowie die beim Stapellauf in Stockholm gesunkene, schwedische Galeone »Vasa« eindrucksvoll belegen.

In Verbindung mit Feuchtigkeit und unter Anwesenheit von Sauerstoff wirkt Eiche korrodierend auf Eisenmetalle (Sandermann und Rothkamm 1959). Umgekehrt verursacht die Reaktion von Eisen mit den im Eichenholz enthaltenen Gerbstoffen und zum Teil auch mit anderen phenolischen Holzinhaltstoffen blaugraue bis schwarze Verfärbungen (Eisen-Gerbstoff-Reaktion). Oberflächliche Verfärbungen lassen sich mit einer 5 bis 10%igen Oxalsäure- oder Klee-salz-Lösung gut behandeln und weitgehend entfernen (Willeitner 2003).

Die beschriebene Eisen-Gerbstoff-Reaktion ist auch bei Mooreichen zu beobachten. In den in Flussbetten verschütteten oder in Mooren versunkenen Eichenstämmen wird die Reaktion durch die im Boden und Grundwasser befindlichen Eisenionen initiiert. Untersuchungen an subfossilem Eichenholz von Kránitz et al. (2012) haben eindrucksvoll gezeigt, dass eine Lagerzeit im Boden von 7.100 Jahren zu keinen wesentlichen Veränderungen der mechanischen Eigenschaften und des Sorptionsverhaltens geführt haben. Auch bei der Verarbeitung sind keine Schwierigkeiten zu verzeichnen. Mooreiche lässt sich noch gut sägen, hobeln, fräsen, bohren, schleifen, dreheln und zu Furnieren verarbeiten (Wagenführ und Scheiber 1976; Abbildung 9).

Verwendungsbereiche

Eiche wird als Rundholz, Schnittholz und Furnier gehandelt. Aufgrund der guten Festigkeitseigenschaften einerseits sowie des dekorativen Aussehens andererseits lässt sich Eichenholz sehr vielseitig verwenden.

Eine lange Tradition hat Eiche als Bautischlerholz bzw. dekoratives Ausbau- und Ausstattungsholz. Eiche eignet sich hervorragend für Rahmenwerke, Türen und Tore sowie für Parkett- und Dielenböden (Abbildung 10).



Abbildung 10: Eichen-Fischgrätparkett
Foto: Holzforschung München



Abbildung 11:
Fensterprofil aus Eichenholz
Foto: Holzforschung München

Weiterhin werden Fenster und Treppen (Abbildung 11 und 12), Decken- und Wandbekleidungen sowie Einbauten aus Eichenholz gefertigt.

Zu den klassischen Verwendungen zählt die Möbelfertigung, insbesondere die Verarbeitung des Eichenholzes zu Tischen und Stühlen verschiedenster Stilrichtungen. Dabei kommen Furniere (Abbildung 8) wie auch Massivholz zum Einsatz. Traditionell wird Eichenholz auch zur Herstellung von hochwertigen Särgen genutzt.

Als Bau- und Konstruktionsholz bietet sich Eiche vor allem für hochbeanspruchte Konstruktionen an – im Außenbereich für den Erd-, Brücken- und Wasserbau. In Tabelle 2 sind die für die Eiche wichtigen Kennwerte nach DIN 68364 (Kennwerte von Holzarten – Rohdichte, Elastizitätsmodul und Festigkeiten) dargestellt. Neben dem Boots- und Schiffsbau gehört der Fahrzeug-, Waggon- und Containerbau zu den zahlreichen Verwendungsmöglichkeiten des sehr

harten und groben Eichenholzes. Auch für Spezialanwendungen wie Silo- und Mühlenbau sowie Maschinenbau wird Eichenholz eingesetzt. Im Garten- und Landschaftsbau gehört Eiche ebenfalls zu den bevorzugten Holzarten und wird für Zäune, Terrassendecks, Holzpflaster, Palisaden und Fußgängerbrücken verwendet.

Die Eiche liefert nicht nur wertvolles Holz, Rinde zur Tanningewinnung oder für Färbezwecke, sondern auch Eicheln, die noch heute als Tierfutter dienen. Getreu dem Motto: »Auf den Eichen wachsen die besten Schinken...« werden in agro-forstlicher Haltung alter Schweinerassen wohlschmeckende Fleisch- und Wurstwaren produziert (Huss et al. 2010).

Ferner darf in diesem Zusammenhang der Stellenwert des Eichenholzes als hervorragendes Brennholz nicht unerwähnt bleiben. Mit einem Heizwert von 2.100 kWh/rm bei etwa 15 % relativer Holzfeuchte (Heizwerttabelle, Belzner 2013) hat Eichenholz eine lange Brenndauer und verbrennt mit einer Glut und einer eher kleinen Flamme.

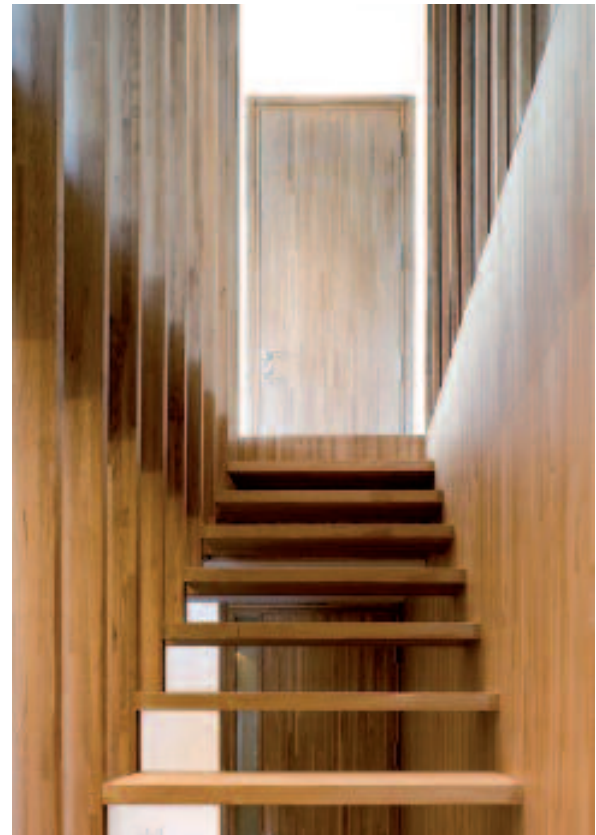


Abbildung 12: Eichenholztreppe aus Eichenleimholzplatten
Foto: Elaborados y Fabricados Gámiz, S.A.



Abbildung 13: Brüggemann Altar im Schleswiger Dom; eines der umfangreichsten Altarretabel Nordeuropas mit etwa 400 geschnitzten Figuren und einer Größe von 12,6 m in der Höhe und 7 m in der Breite. Foto: A. Voss

»Mildes« Eichenholz wird besonders von der Furnierindustrie (Abbildung 8) und dem Kunsthandwerk geschätzt. Seit Jahrhunderten wurden Skulpturen und imposante Altäre, wie der Passions-Altar von Meister Hans Brüggemann im Schleswiger Dom (Abbildung 13), aus Eichenholz gefertigt. Niederländische Maler wie Rubens oder Rembrandt gehörten ebenfalls zu den Verwendern von Eichenholz und schufen ihre Gemälde auf Eichentafeln (Eckstein und Wrobel 2006). Mit Hilfe der Eichendendrochronologie, als ein Verfahren der Echtheitsprüfung, können Experten eine Datierung von Eichenholzbildtafeln vornehmen. Zusammen mit Kunsthistorikern sind sie somit in der Lage, eine Aussage über die Echtheit des untersuchten Kunstwerkes zu machen (Bauch 1970; Klein 1991).

Neben der Edelkastanie erfüllt besonders die Eiche die hohen Anforderungen der Böttcherei und wird zu Fässern und anderen Behältern für Flüssigkeiten verarbeitet. Eine Studie zum Fassholz aus Rheinland-Pfalz zeigte, dass sich nur im Eichenholz, jedoch nicht im Holz der Edelkastanie, Whiskylactone nachweisen lassen (Seegmüller et al. 2013). Neben Ellagtan-



Abbildung 14: Pfeife gefertigt aus Mooreiche.
Foto: J. Prammer

ninen kommt den Whiskylactonen große Bedeutung bei der holzbedingten Weinreifung zu. Sie gehören zu den wichtigsten Aromastoffen des Eichenholzes (Garde-Cerdán und Ancín-Azpilicueta 2006). Während sie in den Stieleichen weitgehend fehlen, sind sie ein Kennzeichen für die Traubeneiche (Mosedale und Savill 1996). Je nach Herkunft variieren die Anteile an Whiskylactone deutlich (Seegmüller et al. 2013).

In der Massivholzverarbeitung wie auch in der Furnierherstellung haben Sortimente mit dem Namen »Wildecke« Einzug gehalten – es werden besonders astige Eichen mit Farbunterschieden verarbeitet. Ein besonderes Sortiment stellt außerdem die Moorei-



Abbildung 15: Modell Eichenbrettschichtholz.
Foto: Holzforschung München

Festigkeitsklasse									
Nadelhölzer	C18	C24	C30	C35	C40	C45			
Laubhölzer			D30	D35	D40		D50	D60	D70
Biegefestigkeit [%]	60	80	100	116	133		166		
E-Modul [%]									
Nadelhölzer	75	92	100	108	117				
Laubhölzer			92	100	108		117		
Sortierklassen (visuelle Sortierung)									
Fichte und Kiefer	S7	S10	S13						
Buche				LS10+	LS12				
Eiche			LS10						
Esche					LS10+		LS13*		

Tabelle 4: Vergleich der Festigkeit und Steifigkeit von Laub- und Nadelhölzern (Schmidt et al. 2012). Festigkeitsklassen auf der Grundlage von Hochkantbiegeprüfungen. DIN EN 338 (Ausgabe 09.2013), DIN 4074-1(Ausgabe 06.2012), 4074-5 (Ausgabe 12.2008); *voraussichtlich mögliche Einstufung

che dar (Abbildung 9). Mit unverändert guten Holzeigenschaften ist Mooreiche für nahezu alle genannten Anwendungen geeignet und durch ihre Exklusivität besonders attraktiv für hochwertige Sonderanwendungen. Handgefertigte Unikate wie Pfeifen sind ein Beispiel für die Verarbeitung (Abbildung 14).

In früheren Zeiten wurden Fachwerkhäuser traditionell aus Eiche gebaut, bis Architektur und Eichenholz dem Wandel der Zeit unterlagen. Eiche geriet als Konstruktionsholz in Vergessenheit. Mit der Entwicklung und Bereitstellung von Normen für den Holzbau wurde dem Bedarf an einheitlichen und berechenbaren Baustoffen im Zuge der bautechnischen Entwicklung Rechnung getragen. Diese Regelwerke konzentrieren sich zumeist jedoch auf das holzanatomisch homogenere und kostengünstigere Nadelholz.

Die heutige Technologie (Holzbearbeitungsmaschinen, Verklebungstechnologie, etc.) ermöglicht die Verwendung von Laubholz in unterschiedlichen Dimensionen. Es können unter Ausnutzung der höheren Festigkeitseigenschaften schlankere und architektonisch anspruchsvollere Konstruktionen realisiert werden. Neue Bauprodukte wie Brettschichtholzträger aus Eiche erfüllen ästhetische wie auch architektonische Anforderungen (Abbildung 15).

Die gültigen Normen werden jedoch dem hohen Festigkeitspotential von Laubholz nicht gerecht. Die Verwendung von Bauholz für tragende Zwecke unterliegt der visuellen Holzsortierung (DIN 4074-1 für

Nadelholz (S) und DIN 4074-5 für Laubholz (LS)) in die Sortierklassen (L)S7, (L)S10 und (L)S13 und deren Zuordnung nach DIN EN 1912 in entsprechende Festigkeitsklassen (EN 338). Die Festigkeitsklasse D35 steht demnach für Laubschnittholz mit einer Biege-



Abbildung 16: Eichen-Pfosten-Riegel

Foto: EYF Gámiz, S.A. – © Seufert-Niklaus GmbH



Abbildung 17 und 19: Produktionshalle aus Eichenbrettschichtholz, Weingut Vega Sicilia (Spanien)

Foto: EYF Gámiz, S.A. – © TRC Estructuras de madera

festigkeit von 35 N/mm². Dieser Festigkeitsklasse sind die einheimischen Laubhölzer der Sortierklasse LS10 und besser zugeordnet (DIN EN 1912; Tabelle 4). Der Vergleich von Festigkeit und Steifigkeit von Laub- und Nadelholz in Tabelle 4 (Schmidt et al. 2012) zeigt das hohe Festigkeitspotential von Laubholz auf. Beispielsweise kann Buchenschnittholz der Sortierung LS13 der Festigkeitsklasse D40 zugeordnet werden, wäh-



Abbildung 19



Abbildung 18: Eichenbrettschichtholz im modernen Einfamilienhausbau in Frankreich. Foto: EYF Gámiz, S.A. - © SIMONIN S.A.S.

rend Fichten- und Kiefernholz maximal die Festigkeitsklasse C30 erreicht. Derzeit ist eine besser differenzierte Einstufung von Eichenholz aufgrund von zu geringem Versuchsdatenumfang nicht möglich. Forschungsvorhaben und Untersuchungen sollen diese Lücken schließen. Aicher und Stapf führten 2007 Untersuchungen zu verklebten Vollholzprodukten aus Eiche im Außenbereich durch und lieferten Vorschläge zur Umsetzung der Ergebnisse in der Baupraxis. Bei den normativen Regelwerken besteht Nachholbedarf. Die Herstellung und Verwendung geklebter Bauprodukte aus Laubholz wird bisher nicht abgedeckt (Schmidt et al. 2012). Allgemeine bauaufsichtliche Zulassungen (abZ) ermöglichen aber schon heute die Verbauung von verklebten Vollholzprodukten aus Laubholz. Für Fenster und Riegel aus Eichenbrettschichtholz gibt es seit Mai 2012 eine Zulassung (abZ: Z-9.1-704; Abbildung 16).

Die Abbildungen 17 bis 20 zeigen eindrucksvoll weitere Anwendungsmöglichkeiten auf und weisen auf den bestehenden Forschungsbedarf hin.



Abbildung 20: Rundgefrästes Eichenbrettschichtholz stützt die moderne Konstruktion in der Kathedrale Santa Maria in Viktoria (15. Jhd., Spanien) Foto: EYF Gámiz, S.A.

Keywords: Sessile oak (*Quercus petraea* (Mattuschka) Liebl.), English oak (*Quercus robur* L.), Fagaceae, wood structure, wood properties, wood applications

Summary: This article gives a detailed description of the wood structure, properties and applications of Sessile and English oak. The distinction between *Quercus petraea* (Matt.) Liebl. and *Quercus robur* L. is restricted on a wood anatomical level and only in a few cases successful. Oak wood is characterized on the one hand by very good mechanical-technological values and on the other hand by a conspicuous texture and warm yellow-brown colour. The wood properties enable a wide application ranging from the roof top to the ground, from boatbuilding to arts and crafts and from glue laminated timber to very thin veneer. The use of oak wood has a tradition of thousands of years linked with enormous knowledge of wood properties, but today there are still knowledge gaps. Oak wood is still in fashion and catches the spirit of the times.

Literatur

- DIN 4074-1: Sortierung von Holz nach der Tragfähigkeit –Teil 1: Nadelschnittholz. Beuth Verlag GmbH, Berlin (2012–06), 23 S.
- DIN 4074-5: Sortierung von Holz nach der Tragfähigkeit –Teil 5: Laubschnittholz. Beuth Verlag GmbH, Berlin (2008–12), 19 S.
- DIN 13556: Nomenklatur der in Europa verwendeten Handelshölzer. Beuth Verlag GmbH, Berlin (2003–10), 74 S.
- DIN 68100: Toleranzgrenzen für Holzbe- und -verarbeitung – Begriffe, Toleranzreihen, Schwind- und Quellmaße. Beuth Verlag GmbH, Berlin (2010–07), 26 S.
- DIN 68364: Kennwerte von Holzarten. Beuth Verlag GmbH, Berlin (2003–05), 8 S.
- DIN 68800-1: Holzschutz . Teil 1: Allgemeines. Beuth Verlag GmbH, Berlin (2011–10), 34 S.
- DIN EN 338: Bauholz für tragende Zwecke – Festigkeitsklassen. Beuth Verlag GmbH, Berlin (2013–09), 11 S.
- DIN EN 350-2: Dauerhaftigkeit von Holz und Holzprodukten – Natürliche Dauerhaftigkeit von Vollholz – Teil 2: Leitfaden für die natürliche Dauerhaftigkeit und Tränkbarkeit von ausgewählten Holzarten von besonderer Bedeutung in Europa. Beuth Verlag GmbH, Berlin (1994–10), 26 S.

- DIN EN 1912: Bauholz für tragende Zwecke – Festigkeitsklassen – Zuordnung von visuellen Sortierklassen und Holzarten. Beuth Verlag GmbH, Berlin (2013–10), 18 S.
- Aas, G. (1991): Kreuzungsversuche mit Stiel- und Traubeneichen (*Quercus robur* L. und *Q. petraea* (Matt.) Liebl.). Allg. Forst- und J.-Ztg. 162: S.141-145
- Aas, G. (1998): Morphologische und ökologische Variation mitteleuropäischer *Quercus*-Arten. Ein Beitrag zum Verständnis der Biodiversität. München: IHW Verlag, 211 S.
- Aicher, S.; Stapf, G. (2007): Verklebte Vollholzprodukte aus Eiche im Außenbereich. Schlussbericht zum Forschungsvorhaben, Auftragsnummer: 5355701; MPA Stuttgart, Otto-Graf-Institut; Holzabsatzfonds – Absatzförderungsfonds der deutschen Forstwirtschaft, Bonn
- BMVEL – Bundesministerium für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft (2004): Die zweite Bundeswaldinventur – Das Wichtigste in Kürze. Hrsg. Bundesministerium für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft, 87 S.
- Bauch, J.; Eckstein, D. (1970): Dendrochronological dating of oak panels of Dutch seventeenth century paintings. *Studies in Conservation* 15: S.45–50
- Belzner, E. (2013): Heizwerttabelle. Kaminkehrermeister, Zentralinnungsverband (ZIV) Bayern
- Brischke et al. (2009): Comparative studies on the in-ground and above-ground durability of European oak heartwood (*Quercus petraea* Liebl. and *Quercus robur* L.). *Eur. J. Wood Prod.* 67: S.329–338
- Eckstein, D.; Wrobel, S. (2006): Dendrochronological proof of origin of historic timber – retrospect and perspectives. *TRACCE – Tree Rings in Archaeology, Climatology and Ecology*, Vol. 5: Proceedings of the dendrosymposium: S.8–20
- Garde-Cerdán, T.; Ancín-Azpilicueta, C. (2006): Review of quality factors on wine ageing in oak barrels. *Trends in Food Science & Technology* 17: S.438–447
- Grosser, D. (1977): Die Hölzer Mitteleuropas. Springer-Verlag, 208 S.
- Grosser, D.; Teetz, W. (1998): Loseblattsammlung: Einheimische Nutzhölzer – Vorkommen, Baum- und Stammform, Holzbeschreibung, Eigenschaften, Verwendung. Blatt 8: Eiche. Hrsg: Holzabsatzfonds – Absatzförderungsfonds der deutschen Forstwirtschaft, Bonn
- Grosser, D.; Zimmer, B. (1998): Einheimische Nutzhölzer und ihre Verwendungsmöglichkeiten. Informationsdienst Holz, Schriftenreihe »hobz bau handbuch«, Reihe 4, Teil 2. Arbeitsgemeinschaft Holz e.V., Düsseldorf; Bund Deutscher Zimmermeister, Bonn; Entwicklungsgemeinschaft Holzbau in der Deutschen Gesellschaft für Holzforschung e.V., München
- Höltken, A. M. et al. (2012): Die Artintegrität unserer heimischen Eichen *Quercus robur* L., *Q. petraea* (Matt.) Liebl. Und *Q. pubescens* Willd. Aus genetischer Sicht. Allg. Forst- u. J.-Ztg., 183. Jg., 5/6: S. 100–110
- Huss, H.-H.; Stimm, B.; Mosandl, R. (2010): Eichelmast mit Schweinen. BMELV – BLE – Projekt 05BM014; 33 S.
- Knigge, W.; Schulz, H. (1966): Grundriss der Forstbenutzung: Entstehung, Eigenschaften, Verwertung und Verwendung des Holzes und anderer Forstprodukte. Verlag Paul Parey, Hamburg–Berlin, 584 S.
- Kollmann, F. (1951): Technologie des Holzes und der Holzwerkstoffe. Erster Band. Springer Verlag Berlin, Heidelberg, u.a. 1050 S.
- Kránítz, K. et al. (2012): Untersuchungen zu Eigenschaften von Mooreiche. *Holztechnologie*, 53, 1: S. 11–17.
- Mosedale, J.; Savill, P. (1996): Variation of heartwood phenolics and oak lactones between the species and phenological types of *Quercus petraea* and *Quercus robur*. *Forestry* 69: S. 47–55
- Neophytou, C. (2010): Detecting interspecific and geographic differentiation patterns in two interfertile oak species (*Quercus petraea* (Matt.) Liebl. and *Q. robur* L.) using small sets of microsatellite markers. *Forest Ecology and Management* 259: S. 2026–2035
- Niemz, P. (1993): Physik des Holzes und der Holzwerkstoffe. DRW-Verlag, 243 S.
- Philips, R. (1992): Kosmos-Atlas Bäume. 5. Auflage, Franckh-Kosmos Verlags-GmbH., 223 S.
- Roffael, E. (1997): Bindemittel aus nachwachsenden Rohstoffen – Ein Übersicht. In: J. Klein, R. Marutzky (Hrsg.) *Klebstoffe für Holzwerkstoffe und Faserformteile: neue Entwicklungen, Applikationen und Analysetechniken*. WKI-Bericht Nr. 32
- Sandermann, W.; Rothkamm, M. (1959): Über die Bestimmung der pH-Werte von Handelshölzern und deren Bedeutung für die Praxis. *Holz Roh-Werkst.* 17: S.433–440
- Seegmüller, S. et al. (2013): Fassholz aus Rheinland-Pfalz. Zentralstelle der Forstverwaltung Forschungsanstalt für Waldökologie und Forstwirtschaft Rheinland-Pfalz
- Sell, J. (1997): Eigenschaften und Kenngrößen von Holzarten. Baufachverlag, 87 S.
- Schmidt, M.; Torno, S.; Knorz, M. (2012): Laubholz im Bauwesen – ein aktueller Überblick. *Bauen mit Holz* 12/2012: S.34–38
- Wagenführ, R. (2006): Holzatlas. 6. Auflage, Fachbuchverlag Leipzig im Carl Hanser Verlag, 816 S.
- Wagenführ, R.; Scheiber (1976): Subfossiles Eichenrundholz. Aufkommen, Eigenschaften und Verwendung in der DDR. *Holztechnologie*, 17,3: S. 133–139
- Willeitner, H. et al. (2003): Holzlexikon. DRW-Verlag Weinbrenner GmbH & Co., Leinfelden-Echterdingen, 1240 S.