

---

# Das Holz der Rotbuche: Eigenschaften und Verwendung

Stefan Torno

**Schlüsselwörter:** Holznutzung, Holzeigenschaften, Holzverwendung, Stoffliche Nutzung, Neue Nutzungsmöglichkeiten, Bauprodukte, Furnierschichtholz, Brettschichtholz, Bioökonomie, Viskose, Plattformchemikalien

**Zusammenfassung:** Die Rotbuche ist die bedeutsamste Laubholzart in Bayern und weist mittel- bis langfristig ein hohes Nutzungspotenzial auf. Während das Holz in der Vergangenheit äußerst vielfältig verwendet wurde, hat sich – bei einer Erhöhung des Holzaufkommens insgesamt – die Nutzung zunehmend zugunsten der energetischen Verwendung verschoben, während insbesondere die Nutzung als Stammholz konstant geblieben bzw. sogar gesunken ist. Doch der Klimawandel, die Verknappung von Ressourcen und gesellschaftliche Veränderungen bedingen ein Umdenken und damit die Entwicklung neuer Anwendungsmöglichkeiten, vor allem im stofflichen Bereich. Mengenmäßig bedeutsam sowie klimawirksam ist hier vor allem der Holzbau. Doch auch die Entwicklung der Bioökonomie, die das bisher auf u. a. fossilen Ressourcen begründete Wirtschaftssystem ablösen soll, bietet neue Chancen für eine »alte« Holzart.

---

## Holznutzung der Rotbuche

Für die Einschätzung des Holzaufkommens der Rotbuche sowie der Nutzung / des Holzeinschlags stehen als Quellen die Bundeswaldinventur (BWI) sowie die Holzeinschlagstatistik (HES) zur Verfügung. Bedingt durch das Erhebungsverfahren (Stichprobeninventur »auf der Fläche«), sind die Werte für Fläche, Vorrat und die durchschnittliche (zurückliegende) Nutzung aus der BWI sehr genau. Die Werte für die Holznutzung aus der HES liegen – bedingt durch die Methodik der Erhebung (zum Großteil stichprobenartige Befragung von Forstbetrieben) – unterhalb der Werte der BWI.

Der Anteil der Rotbuche an der bayerischen Waldfläche (2.606.000 ha) beträgt gemäß der 3. BWI (Stichjahr 2012) 14 % bzw. 388.000 ha, der Vorrat liegt bei 132 Mio. Vfm m. R. bzw. 106 Mio. Efm o. R. (LWF 2014). Die durchschnittliche jährliche Holznutzung der Rotbuche lag laut BWI im Zeitraum 2002–2012 bei 2,2 Mio. Vfm

m. R. (LWF 2014) bzw. rund 1,76 Mio. Efm o. R. Dies entspricht rund 60 % des Zuwachses im gleichen Zeitraum.

Eine Zuordnung der eingeschlagenen Holzmenge zu Sortimenten liefert die HES – sie unterscheidet in Stammholz (unterteilt in Rotbuche und Sonstiges Laubholz), Industrieholz, Energieholz und Nichtverwertetes Holz. Diese Aufteilung ist hilfreich, da sich daraus mögliche Verwendungsbereiche abschätzen lassen. Für Stammholz wird seit 2006 innerhalb der Baumartengruppe (BAG) »Buche und sonstiges Laubholz« (s. u.) nochmals zwischen Rotbuche und den sonstigen Laubhölzern unterschieden, so dass für erstere eigene Zahlen vorliegen.

Zu beachten ist, dass die Holzarten bei der BWI und der HES unterschiedlich zusammengefasst werden. Die BWI weist die Rotbuche in der Holzgruppe (HAG) »Buche« aus, während die HES in der Baumartengruppe (BAG) »Buche und sonstiges Laubholz« die Rotbuche sowie Buntlaubholz außer Eiche und Rot-eiche zusammenfasst. Um die Daten beider Gruppen miteinander vergleichen zu können, werden der HAG »Buche« der BWI die »Anderen Laubhölzer mit hoher Lebensdauer (ALH)« und die »Anderen Laubhölzer mit niedriger Lebensdauer (ALN)« zugeschlagen. Es ergeben sich somit die »neue« HAG Buche und die »bestehende« BAG Buche, die im Folgenden verwendet werden. Alle Mengen (fm) beziehen sich auf Efm o. R.

Im Zeitraum 2002–2012 wurden laut BWI in der HAG Buche jährlich rund 2,77 Mio. fm genutzt, während die HES eine Nutzung von rund 1,76 Mio. fm in der BAG Buche ausweist. D. h., über letztere wurden nur rund 64 % der tatsächlich genutzten Menge erfasst. Dieser Wert wird auch für die Betrachtung der erweiterten Auswertungs-Periode (2006–2020) verwendet, da für die BWI ab 2013 keine aktuelleren Daten vorliegen.

Da die HES die Holzmengen nach Nutzungsarten darstellt (s. o.), ist der durch sie nicht erfasste Teil (1,01 Mio. fm) auf die einzelnen Rohholz-Sortimente aufzuteilen. Knauf und Frühwald (2020) gehen hierfür davon aus, dass der überwiegende Teil (90 %) dem Energieholz zugeordnet werden kann, während nur jeweils

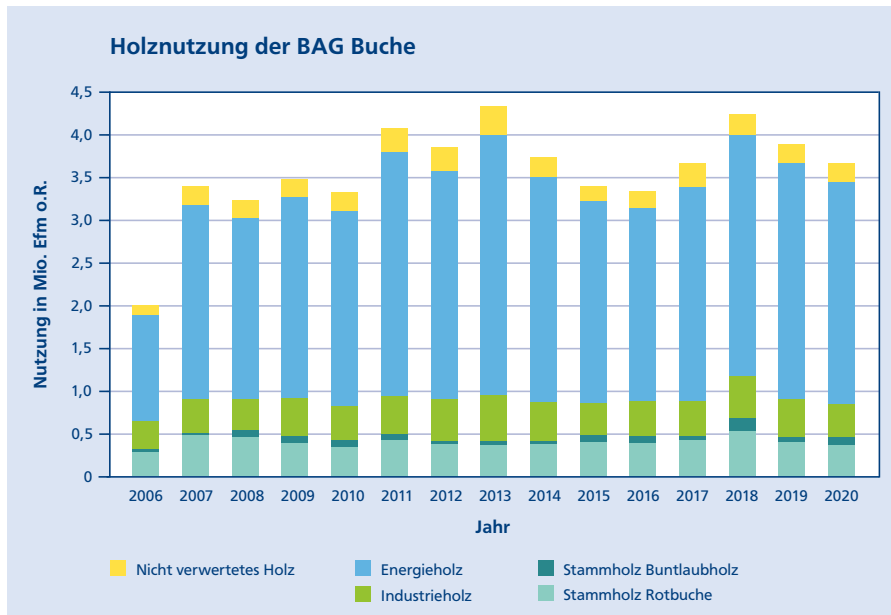


Abbildung 1: Berechnete Holznutzung der BAG Buche in Bayern im Zeitraum 2002–2020.

Datengrundlage: BWI<sup>3</sup> (LWF 2014), Holzmarktbericht (BMELV 2008–2013/ BMEL 2014), HES (Destatis 2015–2021); eigene Berechnung

weitere 5% dem Stammholz und dem Industrieholz zugeordnet werden können.

Während nach der HES die Menge des Stammholzes explizit der Rotbuche beziffert werden kann, ist eine Anteils-Berechnung bezogen auf die Gesamtnutzung dieser Holzart nicht möglich, da die anderen Sortimente nicht zwischen Rotbuche und den sonstigen Laubhölzern unterschieden werden. Näherungsweise wird daher der Wert verwendet, welcher dem Stammholzanteil der Rotbuche, bezogen auf die insgesamt in der BAG Buche genutzte Holzmenge, entspricht.

In Abbildung 1 ist die korrigierte Nutzung auf der Basis der HES, getrennt nach Sortimenten, im Zeitraum 2006–2020 dargestellt. Erläuterungen zum Vorgehen finden sich in den folgenden Abschnitten.

### Stammholz

Stammholz wird üblicherweise in der 1. Absatzstufe in der Sägeindustrie verwendet. Typische Produkte sind Schnittholz, welches unbearbeitet oder bearbeitet (getrocknet, gehobelt, besäumt etc.) weiterverkauft wird, sowie Furniere. Je nach Bearbeitungsgrad wird bereits hier eine hohe Wertschöpfung erreicht, weshalb im Folgenden ausführlicher auf dieses Sortiment eingegangen wird.

Die Stammholzmenge der BAG Buche lag nach HES im Zeitraum 2006–2012 in Bayern bei jährlich durchschnittlich 342.000 fm bzw. in der Periode 2006–2020 bei 344.000 fm. Korrigiert auf das Niveau der BWI sowie nach Knauf und Frühwald (2020) belaufen sich

die Werte auf 401.000 fm bzw. 408.000 fm, was einem Stammholzanteil von 13% bzw. 12% entspricht.

Die durchschnittlich jährlich als Stammholz genutzte Menge der Rotbuche beträgt nach HES 292.000 fm (2006–2012) bzw. 286.000 fm (2006–2020). Dies entspricht einem Anteil am Stammholzaufkommen der BAG Buche von 85% bzw. 83%. Damit lassen sich auch die Stammholzmengen berechnen – sie betragen 342.000 fm bzw. 339.000 fm.

Der Stammholzanteil der BAG Buche – bzw. gemäß der weiter oben gemachten Annahme derjenige der Rotbuche – lag nach HES auf Bundesebene bei jährlich durchschnittlich 27% (2002–2012) bzw. 26% (2002–2020), während der Wert für Bayern nur bei 17% (2006–2012) bzw. 16% (2006–2020) lag und – korrigiert – sogar nur 13% bzw. 12% betrug. D.h., der Stammholzanteil ist weitgehend konstant geblieben, liegt in Bayern aber sehr viel niedriger als im bundesdeutschen Durchschnitt. Betrachtet man den Stammholzanteil in Bayern nach den einzelnen Waldbesitzarten fällt auf, dass diese im Landeswald und Körperschaftswald wesentlich höher sind (2006–2012: 20% bzw. 25%; 2006–2020: 19% bzw. 25%) als im Bundeswald und Privatwald (2006–2012: 9% bzw. 13%; 2006–2020: 9% bzw. 12%).

### Industrieholz und Energieholz

Unter Berücksichtigung der oben gemachten Annahmen (Zusammenfassung Holzarten, Mengenkorrektur, Verteilung) wurden in der BAG Buche in Bayern jährlich durchschnittlich 406.000 fm (2006–2012) bzw. 421.000 fm (2006–2020) als Industrieholz genutzt. Die Mengen

bzw. Anteile (13% bzw. 12%) liegen damit in etwa im Bereich des Stammholzes. In den gleichen Zeiträumen wurden 2,26 Mio. fm (2006–2012) bzw. 2,46 Mio. fm (2006–2020) energetisch genutzt. Dies entspricht 68% bzw. 70% des eingeschlagenen Holzes. Es besteht demnach vor allem beim Energieholz ein sehr hohes Potenzial für eine mögliche stoffliche Nutzung, vor allem dort, wo geringwertigere Holzsortimente ausreichend sind (Holzwerkstoffindustrie, Bioökonomie), wenn die Energieerzeugung anderweitig realisiert werden kann.

### Holzeigenschaften der Rotbuche

Das Holz der Rotbuche ist durch die im Folgenden beschriebenen Eigenschaften und technologischen Kennwerte charakterisiert. Es ist zu beachten, dass für letztere häufig Angaben zu finden sind, die anhand kleinformatiger Holzproben ermittelt wurden, welche frei von spezifischen Merkmalen, z. B. Äste und Faserabweichung, sind. Für bestimmte Anwendungen, z. B. im Bauwesen, sind diese Werte jedoch nicht geeignet und werden daher an Proben ermittelt, die den dort

üblichen Abmessungen entsprechen und mit charakteristischen Holzmerkmalen behaftet sind. Allgemein kann man grob festhalten, dass mit einer Zerkleinerung des Holzes und anschließendem Zusammenfügen ein »Homogenisierungs-Effekt« entsteht, welcher bei einigen Produkten und bis zu einer gewissen Grenze dazu führt, dass bestimmte Eigenschaften des Vollholzes übertroffen werden. Im Bereich Bauprodukte gilt das z. B. für Furnierschichtholz im Vergleich zu einem Vollholz-Balken.

Die Holzeigenschaften der Rotbuche sind unter Bezug auf Grosser und Teetz (1998) im Steckbrief zusammengefasst (Tabelle 1).

Aufgrund der homogenen Struktur lässt sich Buchenholz händisch und maschinell mit allen Arbeitsverfahren (Schneiden, Schälen, Messern, Fräsen, Bohren, Hobeln, Schleifen) problemlos bearbeiten (Grosser und Teetz 1998). Insbesondere bei neuen Produkten, z. B. für das Bauwesen, ist jedoch eine gewisse Anpassung der Bearbeitungs-Werkzeuge (z. B. Schneiden), der Bearbeitungsmethoden (z. B. Reduzierung von


Rotbuche ( <i>Fagus sylvatica</i> L.)		
<b>Charakteristik:</b> Hart und schwer		
<b>Rohdichte:</b> 540...720...910 kg/m <sup>3</sup> bei 12–15 % Holzfeuchte		
<b>Farbe:</b> Splint- und Kernholz einheitlich blaß-gelb bis rötlich-weiß, gedämpft rötlich bis rötlich-braun (Name!)		
<b>Fakultativer Farbkern:</b> In Intensität der Färbung, Form und Ausmaß stark variierender, auf dem Stamm-Querschnitt mehrzoniger, wolkig abgestufter rotbrauner Farbkern (Rotkern), z. T. auch sternartig-spitz ausgebildet (Spritzkern). Die holztechnologischen Eigenschaften werden durch den Farbkern nicht beeinträchtigt (Koch et al. 2001).		
		
<b>Querschnitt</b> mit teilweise welligen Jahrringen, dunklerem, Spätholz, Frühholz mit zahlreichen, feinen und zerstreutporig angeordneten Gefäßen sowie breiten Holzstrahlen	<b>Radialschnitt</b> mit charakteristischen, mehrere Millimeter hohen rötlichen Spindeln (quer angeschnittene Holzstrahlen)	<b>Tangentialschnitt</b> mit charakteristischen mehrere Millimeter hohen Spiegeln (längs angeschnittene Holzstrahlen)

Tabelle 1: Steckbrief Holzeigenschaften Rotbuche



Abbildung 2a: Brettschichtholz ohne und mit Rotkern.

Foto: R. Rosin



Abbildung 2b: Furnierschichtholz als Platte und als Träger (Brettschichtholz aus Furnierschichtholz). Foto: R. Rosin

Vorschub und Drehzahl) sowie der verwendeten Hilfsmittel (z. B. Schrauben, Klebstoffe) erforderlich. Nachteilig für die Schnittholzqualität und -ausbeute können sich die häufiger vorkommenden Wuchsspannungen auswirken, die im Vergleich zu anderen Holzarten die Tendenz zum Reißen und Verwerfen des Schnittholzes bei der technischen Trocknung erhöhen. Diese können jedoch durch das Dämpfen des Holzes herabgesetzt werden. Gleichzeitig werden damit eine Homogenisierung der Holzfärbung sowie die für die Furnierherstellung und das Biegen wichtige Plastifizierung des Holzes erreicht (Grosser und Teetz 1998).

Wie die meisten einheimischen Laubhölzer (mit Ausnahme von Eiche und Edelkastanie) ist die Buche der Dauerhaftigkeitsklasse 4 (wenig dauerhaft) bzw. 5 (nicht dauerhaft) zuzuordnen (Merz et al. 2020). Dies bedeutet, dass eine Verwendung im Außenbereich (Nutzungsklasse 3), bei der das Holz frei bewittert oder dem Erdkontakt ausgesetzt ist, nicht möglich ist. In der Praxis bieten sich dennoch ausreichend Anwendungsmöglichkeiten. Dies gilt auch für das Bauwesen, wenn durch die Konstruktionsweise und bauliche Holzschutzmaßnahmen eine Bewitterung ausgeschlossen ist – auf einen chemischen Holzschutz kann und sollte daher verzichtet werden.

Zu beachten ist das vergleichsweise höhere Quellen und Schwinden (»Arbeiten«) des Buchenholzes. Dies bedeutet, dass rasche und massive Erhöhungen der Holzfeuchte, z. B. durch direkten Kontakt mit Wasser, Beregnung (Bauprodukte während der Transport- und Konstruktionsphase) oder hohe Umgebungsluftfeuchten (Wasserabgabe von Fußbodenestrich auf Baustellen) und auch Absenkungen der Holzfeuchte (starkes Aufheizen von Innenräumen) vermieden werden sollten bzw. müssen.

Insgesamt ist die Buche, insbesondere bei Beachtung dieser wenigen Punkte, für sehr viele Anwendungszwecke problemlos geeignet, zumal sämtliche Produkte i. d. R. mit einer an die spätere Nutzung angepasste Holzgleichsfeuchte hergestellt werden.

### Holzverwendung

Die Rotbuche liefert das wohl am vielfältigsten nutzbare einheimische Holz. Die mehr als 250 bekannten Verwendungsmöglichkeiten (Grosser und Teetz, 1998) haben sich in den letzten Jahrzehnten jedoch z. T. stark gewandelt. Einige Anwendungsbereiche sind durch die Entwicklung innovativer (und kostengünstigerer) Werkstoffe (mit oder ohne Holz) weggefallen – z. B. für Polstermöbel-Gestelle –, während andere sich neu etabliert haben bzw. noch dabei sind, sich zu etablieren – z. B. für Bauprodukte, Textilien oder Plattform-Chemikalien. Im Folgenden können nicht alle Anwendungsmöglichkeiten und Produkte berücksichtigt werden, sondern es wird auf die nach aktuellem Stand bedeutsamsten eingegangen.

### Bauprodukte

#### Konstruktive Bauprodukte

Ein vielversprechendes, sowie mengenmäßig bedeutendes Anwendungsfeld sind Bauprodukte aus Rotbuche (bzw. auch aus anderen Laubhölzern). Vor allem bei der Verwendung in der primären Tragstruktur können diese ihr volles Potenzial ausspielen. Laubholz erlaubt bei gleicher Leistungsfähigkeit die Reduzierung der Bauteilquerschnitte. Dies führt zu architektonisch interessanteren Konstruktionen und ermöglicht z. B. größere Raumhöhen oder mehr Geschosse bei

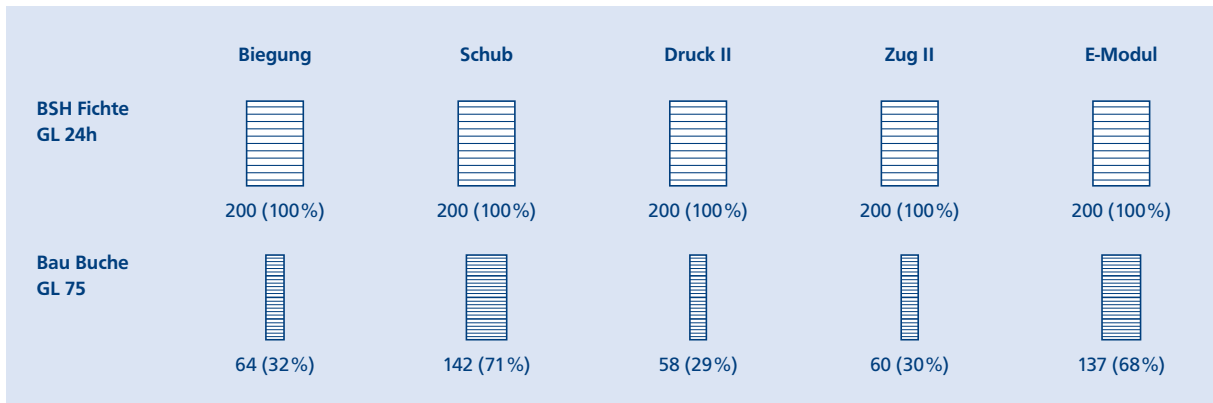


Abbildung 3: Vergleich von Querschnitten gleicher Tragfähigkeit, bei denen jeweils unterschiedliche Beanspruchungen maßgeblich werden; Annahmen: Nutzungsklasse 1,  $h = 300 \text{ mm}$ ,  $k_{\text{mod}} = 0,8$ ,  $\alpha_M = 1,3$ . Quelle: Merz et al. 2020

gleichbleibender Gebäudehöhe. Bei gleichen Bauteilquerschnitten sind Konstruktionen mit höherer Leistungsfähigkeit realisierbar, also z. B. Überspannungen größerer Flächen oder die Erhöhung der Gesamtzahl der Geschosse – interessant insbesondere für urbane Ballungsräume, in denen die Baufläche knapp ist.

Bei Buche kommen aus technologischen Gründen vorrangig geklebte Produkte zum Einsatz, obwohl der Einsatz von Vollholz (nicht keilgezinkt) baurechtlich zulässig ist. Ausgangsmaterial für geklebte Produkte sind entweder Bretter bzw. Lamellen oder Furniere. Erstere lassen sich zu Brettschichtholz (BSH) und Brettsperrholz (BSP oder CLT) verarbeiten, letztere zur Furnierschichtholz (FSH oder LVL) (Abb. 2). Bislang bauaufsichtlich geregelt und damit zugelassen in Europa sind BSH und FSH. Das vom Nadelholz bekannte und in den letzten Jahren vor allem im mehrgeschossigen Holzbau zunehmend verwendete BSP ist noch nicht am Markt verfügbar, Forschungsarbeiten dazu laufen jedoch bereits. BSH und FSH können als stabförmige Bauteile für Stützen, Träger und Schwellen eingesetzt werden, FSH zusätzlich als gleichzeitig tragendes und aussteifendes plattenförmiges Bauteil für z. B. Wand- und Deckenscheiben.

Wichtige Parameter für den Einsatz als Baumaterial sind die Festigkeit und die Steifigkeit. Die Biegefestigkeit ist bei geklebten Produkten aus Buche im Vergleich zu Fichte (Standard-BSH GL24) zweimal (BSH) bis dreimal (FSH) so hoch – das Potenzial zur Materialeinsparung ist vorhanden (Abb. 3). Weitere, noch signifikantere Vorteile ergeben sich bei Anwendungen, bei denen die Zug- und Druckfestigkeit maßgeblich wird. Dies kann auch zusätzlich genutzt werden, um Nadelholz-Bauteile in stark belasteten Zonen (Ober- und Untergurte von Biegeträgern, Anschluss- und Auflagerbereiche von Bauteilen) gezielt zu verstärken. So entstehen optimierte und ressourcenschonende

Hybrid-Bauteile, z. B. BSH aus Buche und Fichte. Bei der Steifigkeit liegen die Werte zwischen 15 % (BSH) und 40 % (FSH) höher – das heißt bei Verwendungen, bei welchen es auf die Verformung (Durchbiegung) ankommt, ist das Potenzial zur Materialeinsparung vergleichsweise gering (Merz et al. 2020).

Ein weiteres Produkt ist Sperrholz aus Buche, welches für tragende und aussteifende Zwecke eingesetzt werden kann.

In Tabelle 2 sind Produkte aus Rotbuche für den konstruktiven Holzbau sowie einige ihrer Eigenschaften aufgeführt.

#### Innenausbau, Fußböden und Möbel

Aufgrund der hohen Härte und Abriebfestigkeit wird Rotbuchenholz häufig für Treppen und Fußböden verwendet. Bei Letzteren ist die Nachfrage nach massiven, großformatigen Produkten wie Parkett oder Dielen, rückläufig. Aufgrund des Verhaltens des Buchenholzes bei Feuchteänderung (s. o.) erfordern sie einen fachgerechten Einbau und sind anspruchsvoller in der Pflege. Aus diesem Grund wird Buche eher in schichtförmig aufgebauten Werkstoffen (Lamine) verwendet.

Zu den Haupteinsatzbereichen von Buchen-Schnittholz und -Furnieren zählt die Möbelherstellung: Schränke, Tische, Stühle, Betten, Gestelle für Polstermöbel (rückläufig) – entweder vollständig oder zumindest teilweise. Zum Einsatz kommt dabei Massivholz in Form von Schnittholz, aber auch Holzwerkstoffe wie Sperrholz und Schichtholz, welche entweder zweidimensional für ebene Flächen oder als Formsperrholz und Formschichtholz für mehrdimensionale Teile Verwendung finden – das bekannteste Beispiel dürften hier die Sitzschalen von Stühlen sein. Ein weiteres bekanntes Produkt sind die aus gebogenem Buchenholz hergestellten »Kaffeehaus« oder »Thonet-Stühle«. Vorteilhaft erweisen sich bei der Verwendung als Möbel-

Hersteller / Zulassungsinhaber	Studiengemeinschaft Holzleimbau e. V.	Pollmeier Furnierwerkstoffe GmbH
Produkt	Brettschichtholz aus Buche und Brettschichtholz-Buche-Hybridträger	Brettschichtholz aus Buchen-Furnierschichtholz
Regel / Zulassung	abZ/ aBG Z-9.1-679	ETA 14 / 0354
Holzart 1	Buche	Buche
Holzart 2	Fichte, Kiefer, Tanne	-
<b>Träger-Aufbau</b>		
Aufbau	homogen o. kombiniert symmetrisch/ Hybrid	homogen
Höhe [mm]	≤ 600 / ≤ 900	≤ 600
Breite [mm]	≤ 160	50 – 300
Länge [m]	-	≤ 35
<b>Festigkeit [N/mm<sup>2</sup>]</b>		
Biegung $f_{m,k}$	28,0 – 48,0 <sup>(1)</sup>	75,0
Zug		
parallel $f_{t,0,k}$	21,0	55
rechtwinkl. $f_{t,90,k}$	0,5	1,2
Druck		
parallel $f_{c,0,k}$	25,0	49,5
rechtwinkl. $f_{c,90,k}$	8,4	8,3
Schub $f_{v,k}$	3,4 / 2,5	4,0
<b>Steifigkeit [N/mm<sup>2</sup>]</b>		
$E_{0,mean}$	13.500 – 15.100 / 13.20014.700 <sup>(1)</sup>	16.700
$G_{mean}$	1.000	850
<b>Rohdichte [kg/m<sup>3</sup>]</b>		
$\rho_k$	650 / 350	680

Tabelle 2: Eigenschaften von Brettschichtholz und Brettschichtholz aus Furnierschichtholz aus Rotbuche

<sup>(1)</sup> Niedrigste und höchste Klasse

holz wiederum die hohe Abriebfestigkeit und Robustheit des Holzes, was insbesondere in Bereichen, in denen das Mobiliar starker Beanspruchung ausgesetzt ist (z. B. öffentliche Einrichtungen, Schulen, Krankenhäuser, Veranstaltungsräume), wichtig ist (Grosser und Teetz 1998).

Bei Produkten mit »gestalterischem Charakter« bietet Buche den besonderen Vorteil, dass sie sich durch Beizen oder Lackieren optisch an andere Holzarten, so z. B. auch Tropenhölzer, anpassen lässt. Damit ist den Verarbeitern eine Reaktion auf »Trends« gut möglich.

### Verpackung, Transport, Maschinenbau

Der Verpackungs- und Transportsektor stellt eine weitere typische Anwendung von Rotbuchenholz dar. Massiv oder in Form von Sperrholz dient es insbesondere zur Herstellung von Schwerlast-Paletten und Kisten/Behältern aller Art. Transport-Container sowie -Fahrzeuge (LKW, Güterwagen) besitzen oft Böden und/oder Seitenwände aus (beschichteten) Sperrholz- oder Multiplexplatten aus Rotbuche. Im Maschi-

nen- und Anlagenbau wird überall dort, wo Holz zum Einsatz kommt, dasjenige der Rotbuche verwendet (Grosser und Teetz 1998).

### Bahnschwellen

Die wohl bekannteste Nutzung, in der Rotbuche (ergänzt durch Eiche) eine »exklusive Nische« besetzt, sind Bahnschwellen. Aufgrund der Notwendigkeit zur Imprägnierung (s. o.) ist diese Anwendung jedoch stark zurückgegangen bzw. zukünftig ungewiss. Die Anwendung des Imprägniermittels Kreosot, ein Destillat aus Steinkohlenteeröl mit einer Mischung zahlreicher Verbindungen mit polyzyklischen, aromatischen Kohlenwasserstoffen als Hauptanteil, ist mit Einführung der Biozidprodukteverordnung in der EU stark beschränkt (Pfabigan 2015). Holzschwellen wurden bzw. werden in dem Zusammenhang durch solche aus Stahl oder Beton ersetzt, die jedoch nicht für alle »Einsatzbereiche« (z. B. Weichen, alte und enge Tunnel, Verschiebepfeiler, in engen Bogenradien) gleichermaßen gut geeignet sind wie Holzschwellen (Pfabigan 2022). Die

ÖBB hat derzeit einen Jahresbedarf von 40.000 Stück Gleisschwellen aus Buche (Reiterer 2022), im Netz der Deutschen Bahn liegt er bei 30.000–40.000 Stück, Tendenz abnehmend (Suhren 2022). Die Entwicklung umweltverträglicher Lösungen für die Imprägnierung ist bereits vielversprechend, Langzeiterfahrungen aus dem Praxis-Einsatz liegen derzeit jedoch noch nicht vor (Pfabigan 2022).

### Gebrauchs- und Alltagsgegenstände

Bei genauerem Hinsehen wird man immer wieder feststellen, dass viele Gegenstände des täglichen Bedarfs und Gebrauchs vollständig oder anteilig aus Rotbuchenholz bestehen. Zu nennen sind hier z. B. Spielzeug, Küchenhelfer, Sportgeräte sowie Werkzeug- und Gerätestiele (Grosser und Teetz 1998). Diese Gegenstände sind zwar zumeist von geringer Größe und das verwendete Holzvolumen ist vergleichsweise klein, allerdings lassen sich so insbesondere auch Seitenware und Resthölzer aus der Sägeindustrie noch wertschöpfend verarbeiten bzw. haben sich einige Produkte durchaus feste »Nischen« erobert.

### Bioökonomie

Ein weiteres Anwendungsfeld, welches erst in Teilen erschlossen ist, bietet die Verwendung von Rotbuchenholz als Rohstoff in der Bioökonomie (Bauer et al. 2020). In der Definition der Bundesregierung umfasst die Bioökonomie die Erzeugung, Erschließung und Nutzung biologischer Ressourcen, Prozesse und Systeme, um Produkte, Verfahren und Dienstleistungen in allen wirtschaftlichen Sektoren im Rahmen eines zukunftsfähigen Wirtschaftssystems bereitzustellen (BMBF 2020). Insofern lässt sich behaupten, dass die Nutzung des Rohstoffs Holz bereits sehr lange der Bioökonomie zuzuordnen ist. Die »moderne« Bioökonomie, wie diese Definition zu sehen ist, umfasst jedoch auch die Anwendung neuester Technologien. Dies bedeutet, dass der »alte« Rohstoff Holz weitaus vielfältiger genutzt werden kann und neben der Entwicklung von neuen Produkten auch fossile Rohstoffe in bereits bestehenden Produkten ersetzt werden können.

Ein wesentlicher Bestandteil der Nutzungsstrategie ist die umfassende und weitgehend vollständige Nutzung des Rohstoffs Holz, welche nur eine möglichst geringe Menge tatsächlicher »Abfälle« zurücklässt, die entweder thermisch verwertet werden können oder

deponiert werden müssen. In diesem Zusammenhang wurde der umfassendere Begriff »Bioproduktwerke« (Lehner 2019) geprägt. Der geläufigere Begriff »Bioraffinerie« zielt spezifischer auf die Verwendung qualitativ geringwertiger (Rund)Holzsortimente und/oder von Reststoffen und Nebenprodukten der Holzverarbeitung ab, bei welcher die ursprüngliche Holzstruktur bereits teilweise aufgelöst wurde.

Grundsätzlich können in der Bioökonomie viele Holzarten verwendet werden. Auch hier gibt es jedoch Unterschiede, welche bestimmte Hölzer für unterschiedliche Produkte und Einsatzbereiche qualifizieren, z. B. das Verhältnis von Cellulose zu Lignin, Art und Menge der Holzinhaltsstoffe oder auch die Morphologie der Holzfasern. Dies wiederum bedingt die Auswahl der zur Verfügung stehenden Verfahren, welche für die Be- und Verarbeitung genutzt werden können, z. B. bei der Herstellung von Zellstoff.

Ein »Vorteil« der Rotbuche liegt bereits ganz am Anfang der Nutzungskette: Sie ist die mit Abstand häufigste Laubholzart in Bayern und im Vergleich zu Nadelholz fallen bei Pflege und Durchforstung in größerem Umfang Rohholz-Sortimente an, die aus technologischer Sicht nicht oder nur bedingt sägefähig bzw. durch geringe Ausbeuten unwirtschaftlich zu verarbeiten sind. In Bioraffinerien können daraus anstelle einer direkten energetischen Nutzung zunächst innovative Produkte mit hoher Wertschöpfung und Klimaschutz-Leistung erzeugt werden (Abb. 4).

### Cellulose

Aus Rotbuchen-Zellstoff (Cellulose) lassen sich Viskose oder Lyocell herstellen. Viskose- und Lyocell-Fasern sind vielfältig für Textilien (Ersatz von Baumwolle), Fließstoffe für Kosmetik- und Hygiene-Artikel und industrielle Anwendungen, z. B. Verpackungen, einsetzbar. Im Vergleich zur Produktion von Baumwollstoffen wird für die Faserproduktion nur ein Bruchteil des Wassers verwendet. Zudem vermeidet die Verwendung von Holz den Einsatz von Düngemitteln und Pestiziden sowie künstlicher Bewässerung. Mit der auf ionischen Lösungen basierten HighPercell-Technologie lassen sich Cellulose-Fasern herstellen, die aufgrund ihrer Charakteristik auch für technische Anwendungen interessant sind, z. B. als Armierung in Spannbeton.

Durch thermisch-mechanische Prozesse entstehen aus Cellulose Nanocellulosen. Deren Anwendungspotenzial ist enorm und bei weitem noch nicht abschließend erforscht. Mikrofibrillierte Cellulose (MFC)



Abbildung 4: Produkte, die mit der Entwicklung der Bioökonomie neue Verwendungsmöglichkeiten für die Rotbuche schaffen:

Oben: Für die Herstellung von Viskose wird der Buchen-Zellstoff (Cellulose) zunächst gelöst und dann in einem Spinnbad zu einem Faden ausgefällt;

Mitte: Vanillin, hergestellt aus Lignin;

Unten: Bio-Carbonfasern aus Cellulose und bald auch aus Lignin.

Quelle: Technikum Laubholz GmbH (oben und Mitte), Deutsche Institute für Textil- und Faserforschung Denkendorf (unten)

und nanokristalline Cellulose (NCC) können für Werkstoffe, elektrische Isolationen, Verpackungen, Beschichtungen und Barrieren, transparente Filme und Folien, Medizin- und Kosmetikprodukte, Filter und Absorptionsmaterialien, Farben und Bauprodukte sowie als Zusatzstoff für Lebensmittel eingesetzt werden. Spaltet man Cellulose in ihre einzelnen Zucker-Bausteine (Glucose), lassen sich diese weiter zu Ethanol (Biotreibstoff) oder Chemikalien weiterverarbeiten, welche auf fossilen Rohstoffen basierende Chemikalien eins zu eins ersetzen können. Beispiele hierfür sind Ethylen (Folgeprodukt Polyethylen PET), Propylen (Folgeprodukt Polypropylen PP), Ethylen- und Propylen glycol (Textilien, Verpackungen, Enteisungsmittel, Verbundwerkstoffe, Arzneimittel, Kosmetika).

### Hemicellulose

Hemicellulose bzw. Hemicellulosen – ein Gemisch unterschiedlicher Zucker – könnten industriell sehr bedeutsam werden. Xylane z. B. dienen der Gewinnung von Xylose als Basis für Xylit (Zuckeraustauschstoff) und Furfural, einer bedeutsamen Plattformchemikalie für die Herstellung von Arzneimitteln und Lösungsmitteln für die chemische Industrie. Weitere Einsatzmöglichkeiten sind Biotenside, biologische Weichmacher, Hydrogele und Folien für Verpackungen.

### Lignin

Lignin wird derzeit noch häufig zur Energieerzeugung in den Zellstoffwerken verwendet, Lignosulfonate darüber hinaus auch als unspezifische Dispergier- (z. B. Baustoff und Textilindustrie) und Bindemittel (z. B. Holzwerkstoffindustrie). Doch durch »Reinigung« und Weiterverarbeitung kann eine Vielzahl spezifischer Produkte hergestellt werden. Dazu gehören Aromastoffe (z. B. Vanillin), Lösungsmittel, Synthesegas, Ethen, Benzol oder Acetylen. Neueste Entwicklungen sind der Einsatz in Redox-Flow-Batterien zur Energiespeicherung sowie als Vorstufe für Bio-Carbonfasern.

### Potenziale für die stoffliche Verwendung

Eine Studie zum Marktpotenzial von Laubholzprodukten (Knauf und Frühwald 2020) zeigt auf, dass für Laubhölzer bzw. für die Rotbuche, die größten quantitativen Potenziale in der Verwendung preiswerter Holzsortimente (Industrieholz bzw. Energieholz) in der Holzwerkstoff- und der Verpackungsindustrie bestehen – dies jedoch mit dem Zusatz, dass das bislang hauptsächlich dafür eingesetztes Nadelholz weniger verfügbar bzw. teurer wird. Zudem müssten entspre-



chende Mengen »umgeleitet« werden. Höherwertigen Holzsortimenten werden zusätzliche Potenziale im Innenausbau (Massivparkett, Treppen, Massivholzplatten für den Möbelbau) attestiert, wobei Anwendungen im konstruktiven Bereich eher hinterfragt werden. Insgesamt müssen diese Anwendungen jedoch durch geeignete Maßnahmen »wiederbelebt« und ausgebaut werden.

Experten sehen große Chancen für die Verwendung der Rotbuche in der holzbasierten Bioökonomie – allerdings sollten auch hier hochwertige und/oder langlebige Produkte im Fokus stehen.

## Holzenergie

Rotbuchenholz wird, wie auch andere Laubholzarten, derzeit zu großen Teilen direkt zur Erzeugung von Wärmeenergie für Gebäude verwendet (s. o.). Insbesondere regional ist eine »moderne« Holzenergie ein wichtiger Baustein der Energiewende, da hierbei kein fossiler Kohlenstoff freigesetzt wird. Dennoch sollte aus Gründen der Klimapolitik, der Nachhaltigkeit und der Ressourceneffizienz zukünftig eine stärkere Kaskadennutzung angestrebt werden, das Holz also vor der Verbrennung über mehrere Stufen insgesamt möglichst lange stofflich genutzt werden.

## Literatur

Bauer, J.; Rahm, J.; Torno, S. (2020): Holzbasierte Bioökonomie. Potenziale und aktuelle Entwicklungen. Cluster-Initiative Forst und Holz in Bayern gGmbH, 1. Auflage Februar 2020, Freising, 23 S.

Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft (LWF) (2014): Nachhaltig und naturnah. Wald und Forstwirtschaft in Bayern. Ergebnisse der dritten Bundeswaldinventur. 33 S.

Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) (2020): Nationale Bioökonomiestrategie. März 2020, Berlin, 65 S.

Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) (2014): Holzmarktbericht 2013. Abschlussergebnisse für die Forst- und Holzwirtschaft des Wirtschaftsjahres 2013. Bonn

Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV) (2008–2013): Holzmarktbericht 2007–2012. Abschlussergebnisse für die Forst- und Holzwirtschaft des Wirtschaftsjahres 2007–2012. Bonn

Grosser, D.; Teetz, W. (1998): Einheimische Nutzhölzer (Loseblattsammlung) Nr. 7: Buche. CMA, Bonn. Hrsg.: HOLZABSATZFONDS – Absatzförderungsfonds der deutschen Forstwirtschaft, Bonn 1998, 5 S.

Knauf, M.; Frühwald, A. (2020): Marktpotenziale von Laubholzprodukten aus technisch-wirtschaftlicher und marktstruktureller Sicht (LaubholzProduktmärkte). Februar 2020, Bielefeld, Reinbek. 224 S.

Koch, G.; Bauch, J.; Puls, J.; Welling, J. (2001): Ursachen und wirtschaftliche Bedeutung von Holzverfärbungen. Interdisziplinäre Forschung am Beispiel der Rotbuche. Forschungsreport Verbraucherschutz, Ernährung, Landwirtschaft 02/2001. Braunschweig 2001. Senat. S. 30-33

Lehner, L. (2019): Bioproduktewerke. Schlüssel zur biologischen Transformation industrieller Fertigung. Fachveranstaltung »Holz in der Bioökonomie = Bioraffinerie?«, Straubing, 24.10.2019

Merz, K.; Niemann, A.; Torno, S. (2020): Bauen mit Laubholz. DETAIL Praxis, DETAIL Business Information GmbH, München, 111 S.

Pfabigan, N. (2015): Alternative Imprägniermittel für Bahnschwellen aus Holz. Eine technische, ökonomische und ökologische Herausforderung. Wiener Holzschutztag 2015, S. 89-94

Pfabigan, N. (2022): Mündliche Mitteilung

Reiterer, H. (2022): Mündliche Mitteilung

Statistisches Bundesamt (Destatis) (2015–2021): Fachserie 3, Reihe 3.3.1. Land- und Forstwirtschaft, Fischerei. Forstliche Bodennutzung. Holzeinschlagstatistik 2014–2020. Wiesbaden

**Keywords:** wood consumption, wood properties, wood utilization, material utilization, new utilization opportunities, building products, laminated veneer lumber, glulam, bioeconomy, viscose, platform chemicals

---

**Summary:** Beech is the most important hardwood species in Bavaria and has a high utilisation potential in the medium to long term. While the wood was used in many different ways in the past, its use has increasingly shifted in favour of energy use - with an increase in the overall volume of wood - while its use as stemwood in particular has remained constant or even declined. However, climate change, resource scarcity and social changes require rethinking and thus the development of new applications, especially in the material sector. In terms of volume, timber construction is particularly important and has a positive impact on the climate. However, the development of the bioeconomy, which is intended to replace the economic system based on fossil resources also offers new opportunities for an »old fashioned« wood species.

---



# Die Buche

## *Fagus sylvatica* L.



Die einhäusigen Blüten erscheinen mit dem Laube an den jungen Trieben, und zwar die weiblichen an den Spitzen derselben, die männlichen aus den Blattwinkeln. Die männlichen Blüten haben einen ziemlich gleichförmigen fünf- bis sechsspaltigen außen behaarten Kelch und 10–15 Staubgefäße mit ziemlich langen sehr dünnen Staubfäden (2.). Sie bilden ungefähr zu 8–10 dicht zusammengedrängt ein fast kugeliges langgestieltes Kätzchen (1.). Die weibliche Blüthe besteht aus einem dreikantigen Fruchtknoten, welcher von einer behaarten viertheiligen Hülle (Perigon) gekrönt ist, zwischen welcher 3 behaarte fadenförmige gekrümmte Narben stehen (5.). Fruchtknoten dreifächerig, in jedem Fach mit 2 Samenknospen (7.). Solcher höchst einfach ausgebildeten Blüten stehen stets je 2 in einer mit behaarten, Anfangs weichen Stachelborsten bedeckten viertheiligen gemeinsamen, äußerlich von mehreren schmal lanzettlichen Deckblättchen umstandenen Hülle (4.), welche bei der Frucht reife dick und hart wird und in 4 Klappen aufspringt (8.).

Die Frucht ist demnach eine falsche vierklappige Klap- sel, in der bei dem Aufspringen die 2 kaffebraunen, scharf dreikantigen Samen, die „Bucheckern“ oder „Bucheln“ sichtbar werden (8.), welche mit einer flachen dreieckigen Grundfläche, dem Nabel, im Grunde der Hülle fest sitzen, sich nach erfolgter Reife ablösen und abfallen,

meist zugleich mit der weit aufklaffenden, mit einem dicken rauh behaarten Stiele versehenen Hülle. Auf dem Querschnitt des Samens sieht man die großen regelmäßig in einander gewundenen Samenlappen (10.); der Keim liegt in der Spitze des Samens.

Das Blatt der Buche ist breit eiförmig mit wenig ausgezogener Spitze, am Rande sehr unbestimmt, meist den Enden der Seitenrippen entsprechend, seicht und unregelmäßig gezähnt, jedoch nur an der oberen Hälfte, und im Bereiche der Zähnelung etwas welligkraus. Es ist in der Hauptsache auf beiden Seiten kahl, nur der Rand ist fein und seidenartig gewimpert und die Mittel- so wie die Seitenrippen mit anliegenden Härchen bedeckt. Die Seitenrippen, durchschnittlich 6–9 auf jeder Seite, stehen deutlich abwechselnd und treten nach dem Blatt- rande hin etwas auseinander, laufen also nicht parallel. Die Blattmasse ist derb und lederartig, die Farbe unten merklich heller als oben. Der 3 bis 4 Linien lange Blattstiel ist behaart und an ihm tritt die eine Seite des Blattes stets etwas tiefer herab als auf der andern, das Blatt ist also etwas ungleichseitig. Neben dem noch jungen Blatte stehen 2 lange zungenförmige röthliche Nebenblättchen, welche aber bald abfallen.

Aus: Rothmähler, Emil Adolf: Der Wald. Leipzig u. a., 1863 (S. 367–369)

# Praxishilfe für Baumartenwahl im Klimawandel

Der Klimawandel stellt die Waldbesitzer vor große Herausforderungen. Welche Baumarten können bei den sich ändernden Umweltbedingungen heute und in Zukunft bestehen? Die LWF stellt in zwei Bänden aktuelles Wissen zu 32 Baumarten kompakt zur Verfügung.

In den bayerischen Wäldern zeichnen sich durch die trocken-heißen Sommer und Stürme der letzten Jahre weitreichende Folgen für den Wald ab. Forstleute und Waldbesitzende müssen daher eine aktive und rasche Anpassung der Wälder an den Klimawandel vornehmen. Eine entscheidende Frage beim Waldumbau ist der Wissensstand zur Baumarteneignung. Dieses Wissen hat die LWF im Jahr 2019 in übersichtlicher Form in der Praxishilfe »Klima – Boden – Baumartenwahl« mit 16 Baumarten veröffentlicht. Jetzt ist ein zweiter

Band mit zehn seltenen heimischen und sechs alternativen Baumarten erschienen.

## Forstliche Beratung noch besser machen

Innerhalb der letzten Jahre hat die Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft (LWF) neues, umfangreiches Wissen zu den Standortansprüchen der Baumarten erarbeitet. Mit dem Waldatlas und dem Bayerischen Standortinformationssystem (BaSIS) im Bayerischen Waldinformationssystem (BayWIS) wurde dieses Wissen der Forstverwaltung zur Verfügung gestellt. Zusätzlich wurden 2019 mit dem ersten Band der »Praxishilfe Klima – Boden – Baumartenwahl«, im Folgenden kurz »Praxishilfe« genannt, verständliche

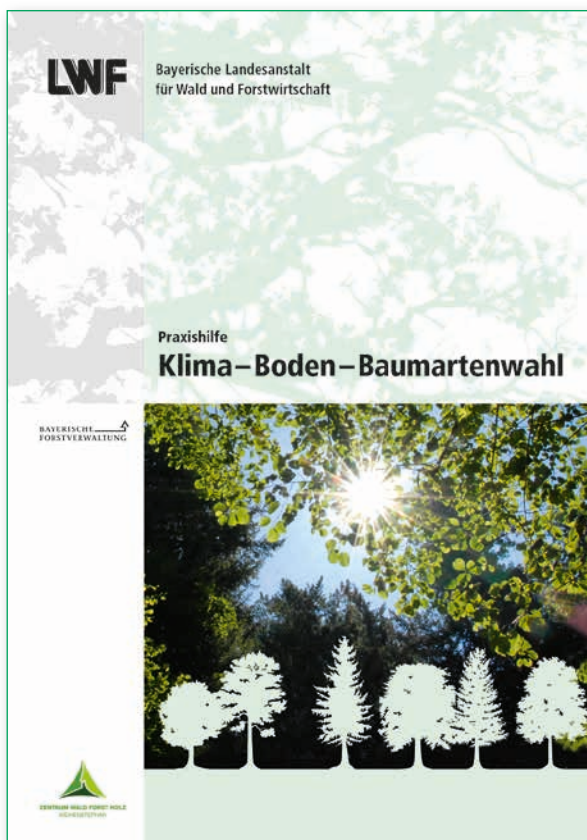


Abbildung 1: Die Praxishilfe Band I beschreibt 16 häufigere Baumarten.

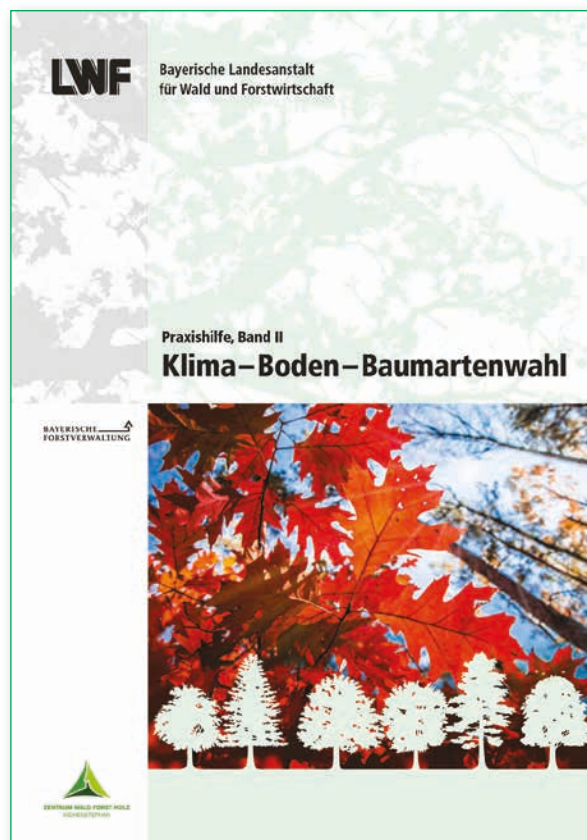


Abbildung 2: In Band II der Praxishilfe werden 16 seltene und nicht-heimische Baumarten beschrieben.

und nachvollziehbare Erläuterungen für 16 Baumarten (Fichte, Weißtanne, Waldkiefer, Europäische Lärche, Douglasie, Buche, Stieleiche, Traubeneiche, Bergahorn, Spitzahorn, Feldahorn, Esche, Winterlinde, Schwarzerle und Sandbirke) erstellt.

Für diese Praxishilfe wurden sowohl Informationen aus der Literatur, aktuelle Ergebnisse verschiedener vorangegangener Projekte als auch Expertenwissen genutzt. Die Praxishilfe ergänzt die Informationen aus dem Bereich der Standortansprüche mit kurzen Beiträgen zu den Themen Leistung, Holzverwendung, Waldschutz, Artenvielfalt sowie Waldbau, um mit einem möglichst breiten Überblick die Baumartenwahl zu unterstützen.

### Praxishilfe jetzt ergänzt

Im August 2020 ist der zweite Band der Praxishilfe mit weiteren 16 Baumarten (Küstentanne, Schwarzkiefer, Japanische Lärche, Roteiche, Zerleiche, Flaumeiche, Französischer Ahorn, Sommerlinde, Bergulme, Elsbeere, Speierling, Vogelbeere, Wildbirne, Vogelkirsche, Edelkastanie und Robinie) erschienen. Wie der erste Band ist auch diese Praxishilfe als Ergänzung zu BaSIS zu sehen und eng damit verknüpft. Auch bei diesem Band wurden sowohl aktuelle Ergebnisse verschiedener vorangegangener Projekte, Informationen aus der Literatur als auch Expertenwissen genutzt. Die Praxishilfen ergänzen die Informationen aus dem Bereich der Standortansprüche und Herkunft mit kurzen Beiträgen zu weiteren entscheidungsrelevanten Themen, um mit einem möglichst breiten Überblick die Baumartenwahl zu unterstützen.

### Steckbriefe für den übersichtlichen Vergleich

Die Praxishilfen bestehen aus jeweils zwei Teilen. Im ersten Teil werden Grundlagen zu den in BaSIS und in den Steckbriefen enthaltenen Informationen erläutert. Der zweite Teil besteht aus vierseitigen Baumartensteckbriefen.


Die Grundlagen erläutern die Hintergründe, die zum besseren Verständnis und dem Umgang mit den Steckbriefen beitragen. Zum jeweiligen Thema werden Methoden und Modelle zu den abgeleiteten Schwellenwerten dargestellt sowie Übersichtstabellen präsentiert. Ergänzungen zu den Fachthemen Verbreitung, Holzverwendung, Waldschutz, Artenvielfalt und Waldbau vervollständigen diesen Teil.

Die vierseitigen Steckbriefe behandeln wesentliche ökologische Ansprüche der Baumarten, um das in BaSIS dargestellte Anbaurisiko zu ergänzen und nachvollziehbar zu machen. Von der Verbreitung der Arten und Herkunftsinformationen wird über ökologische Toleranzen, Klimahüllen und Bodenansprüche die Breite der Aspekte dargestellt, die letztlich den Anbaurisiko-Karten zu Grunde liegen. Ergänzt werden die Steckbriefe um die weiteren Fachthemen Leistung, Holzverwendung, Waldschutz und Artenvielfalt. Die Steckbriefe münden dann in einem kurzen Abriss zu Möglichkeiten der waldbaulichen Umsetzung.

Primäres Ziel ist die prägnante Darstellung praxisrelevanten Wissens zur Baumartenwahl im Klimawandel, was in Form der vierseitigen Baumartensteckbriefe realisiert wurde. Durch die Vergleichbarkeit der Darstellung aller Baumarten entfaltet die Praxishilfe ihre besondere Stärke. Dies ermöglicht es dem Leser (Berater oder Waldbesitzer), für eine gegebene Standortsituation in Frage kommende Baumarten quasi nebeneinander zu legen und die Chancen und Risiken der Baumarten vergleichend zu betrachten. Die Achsen aller Abbildungen wurden nicht verändert, damit der Vergleich zwischen beiden Bänden möglich ist. Im zweiten Band wurde die Datengrundlage der klimatischen Beschreibung der europäischen Vorkommen aktualisiert, was beim Vergleich der Klimahüllen beachtet werden muss. Die beiden Bände der Praxishilfe sind in Summe ein Kompendium, das es in der vorliegenden Form mit der Darstellung des aktuellen Wissensstands der Jahre 2019 und 2020 noch nicht gibt.

Informationen zur Herkunft wurden im zweiten Band der Praxishilfe integriert. Herkunftsempfehlungen ste-

## Buche Fagus sylvatica



**Die Buche ist die dominierende Baumart in den natürlichen Waldgesellschaften Mitteleuropas und - abgesehen von wenigen Sonderstandorten - fast immer bestandsbildend. In Bayern ist sie der häufigste Laubbau. Zudem gehört sie zu den wirtschaftlich bedeutendsten Laubbäumen Mitteleuropas. In den meisten Regionen kann sie wegen ihrer breiten Standortsamplitude und ihrer hohen Anpassungsfähigkeit auch in Zukunft für den Anbau empfohlen werden.**

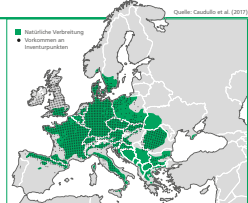
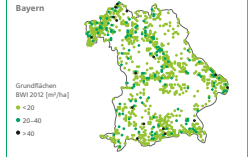
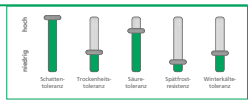
**Verbreitung**

Das natürliche Verbreitungsgebiet der Buche erstreckt sich vom Atlantik im Westen bis zum Schwarzen Meer im Osten und vom Süden Skandinaviens bis Sizilien. Man nimmt jedoch an, dass die natürliche Ausbreitung der Buche noch nicht abgeschlossen ist. Die Höhengrenze liegt in Skandinavien geringfügig über Meeresebene, steigt aber, umso weiter man nach Süden kommt. Im Harz und im Thüringer Wald liegt sie bei 900 m NN, im Schwarzwald und in den Nordalpen bei 1.500 m, in den Südalpen und dem Apennin bei 1.800 m. Auf Sizilien wächst die Buche bis auf 2.250 m Seehöhe.

Bayern hat mit insgesamt 338.000 ha, das sind rund 14% der Waldfläche Bayerns, rechnerisch die größte Buchenfläche Deutschlands. Größere Arealanteile existieren auf den sehr trockenen Standorten der Fränkischen Platte, den nordostbayerischen Grenzgebirgen und flussbegleitenden stark wasserbeeinflussten Standorten südlich der Donau.

**Arteigenschaften**

Ihre Fähigkeit, in der Jugend Schatten zu ertragen und im Alter viel Schatten zu werfen, macht die Buche zur konkurrenzstärksten Baumart Mitteleuropas. Frühsommerwärme schadet der Buche.

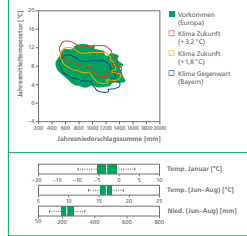
53

## Buche

**Klima**

Die Buche bevorzugt ozeanisches, feuchtes, relativ wintermildes Klima, kommt aber als Baumart des Bergmischwaldes auch in kühleren Gebirgslagen vor. Das Klima Bayerns liegt im Buchenoptimum und wird auch in Zukunft im Optimum liegen. Bei einer stärkeren Temperaturerhöhung werden allerdings in den wärmeren Regionen (z.B. Kitzingen und am Chiemsee) die Toleranzgrenzen überschritten.

Die Verbreitung gen Osten wird durch zu niedrige Wintertemperaturen und zu geringe Niederschläge begrenzt. Untypisch für die Baumart sind Januarteremperaturen unter -7 °C. Die warm-trockene Verbreitungsgrenze liegt in Rumänien, die wärmsten Gebiete mit Buchenwäldern sind z. B. die Halbinsel Krim und die Nordküste Frankreichs.

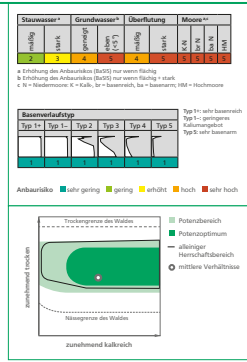


**Wasser und Boden**

Die Buche reagiert empfindlich auf wechsel-, staunasse und sehr saure Böden. Hier werden nur die oberen Bodenschichten durchwurzelt, wodurch sie trotz Herzwurzelsystems an Stabilität verliert. Ausschlussstandorte sind Böden mit regelmäßiger Überschwemmung oder hoch anstehendem Grundwasser.

Die Buche hat eine breite Nährstoffamplitude. Sie wächst auf basisreichem Kalk als auch auf saurem Silikatgestein. Sie meidet felsige Schluchten und Blockhalden, strenge Tone und reine Sandböden in sommertrockener Lage. Die gut zersetzbare Laubstreu trägt zur Bodenverbesserung bei. Auf stark sauren Böden besteht die Gefahr der Rohhumusabbildung.

Aufgrund ihrer ökologischen Eigenschaften nimmt die Buche einen sehr großen Herchschaftsbereich ein. Sie ist von Natur aus bestrebt, Bestände zu bilden. Nur wo es für die Buche zu nass, zu trocken oder zu sauer wird, verliert sie an Konkurrenzkraft und andere Baumarten können sich eher durchsetzen. Das Wuchsoptimum befindet sich auf mittel- bis tiefgründigen, frischen, nährstoff- und basenreichen, lockeren Lehmböden mit ausreichend Niederschlag in den Sommermonaten.

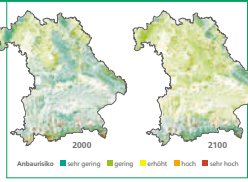


54

## Buche

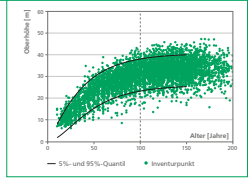
**Anbauisiko**

Die Prognose für die Buche im Klimawandel ist differenziert. Bayern liegt aktuell im klimatischen Buchenoptimum. Lediglich in den zukünftig trockensten und wärmsten Gebieten wie der Südlichen Fränkischen Platte ist ihre Eignung eingeschränkt. In den höheren Lagen der Mittelgebirge und der Alpen könnte künftig mit einer Erweiterung des Areals und höherer Konkurrenzkraft zu rechnen sein.




**Leistung**

Die Buche gehört zu den wirtschaftlich bedeutendsten Laubbäumen Mitteleuropas. Sie ist auf fast allen Standorten eine sehr produktive Baumart. Eine Besonderheit ist ihre hohe Plastizität bis ins hohe Alter, woraus ihre sehr lange Zuwachsstreckung resultiert. Ein Rückgang der Wuchstleistung ist nicht zu erwarten. Mit der Fichte kann sie allerdings nicht mithalten. Die Buche erreicht nur 70 % des Volumenzuwachses der Fichte. Dafür steht die ökologische und ökonomische Risikostreuung im Vordergrund, die mit der Wahl entsprechend angepasster Baumarten in Mischbeständen erreicht wird.



**Holzverwendung**

Die Buche ist hinsichtlich der Holznutzung mengenmäßig der wichtigste Laubbau in Mitteleuropa. Holzeigenschaften: Das Holz ist feinstporig und homogen. Splint und Kern sind gleichmäßig bis ungleichmäßig rotlichweiß. Ein Farbkeren im Alter möglich. Das Holz ist schwer (Rohdichte ca. 720 kg/m³) und härter als das der Eiche. Die hohe Abriebfestigkeit ermöglicht hohe Beanspruchungen. Verarbeitbarkeit: Gedämpft lässt sich das Holz ausgezeichnet biegen. Es ist gut zu bearbeiten, zu messen und zu schälen. Es ist nicht witterungsfest, jedoch leicht zu imprägnieren. Einsatzbereiche: Die Buche spielt als Nadelholz eine wichtige Rolle. Im Konstruktionsbereich erfüllt die Buche bereits in geringeren Dimensionen die Anforderungen an Bauholzprodukte, als wir sie vom Nadelholz kennen. Produkte sind Bretschichtholz (BSH) sowie Träger, Platten und Paneele auf Basis von Buchen-Furnierschichtholz. Holzfasern der Buche liefern den Zellstoff für hochwertige Papiere und für Viskosefasern der Textilindustrie. Als Holzwerkstoff für mitteldicke Faserplatten erlaubt sie im Vergleich zum Nadelholz eine besondere Tiefrasqualität. Große Bedeutung hat Buche im Energieholzbereich. Zukunftweisende Einsatzbereiche sucht die Bioökonomie mit dem Ziel, fossile Ressourcen durch nachwachsende Rohstoffe zu ersetzen.




55

## Buche

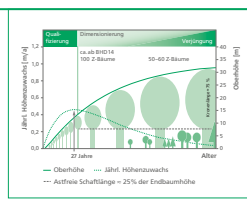
**Waldschutz**

Die Buche ist hinsichtlich ihres gegenwärtigen Waldschutzzrisikos unauffällig. Allerdings gibt es mit dem Buchenrindensterben eine schwebende Komplexerkrankung. Das Buchenrindensterben ist auf die Kombination von Schäden durch die parenchymausgedehnte Buchenwollschädling, dem anschließenden Befall durch Ringelrippe der Gattung Nectria sowie dem Befall durch Holzfäuleerregende wie dem Zunderschwamm zurückzuführen. Darüber hinaus ist die Buche sehr anfällig für Sonnenbrandschäden. Unter den rindenbrütenden Insekten hat der BuchenPrachtkäfer eine hohe, oft unterschätzte Bedeutung. Insbesondere diese Art profitiert von sommerlichen Trockenphasen und ist häufig ursächlich für Zapfentrocknis. Rindenbrütende Borkenkäfer sind dagegen bislang von untergeordneter Bedeutung (Buchenborkenkäfer und Kleiner Buchenborkenkäfer). Starke Verbis- und Schältschäden treten bei überhöhten Schalemlw-Beständen auf.



**Artenvielfalt**

Die Buche ist in fast allen Waldgesellschaften zu finden. Die wichtigsten Buchenwaldgesellschaften sind: Hainmisch-, Waldmeister-, Waldgersten- und Orchideen-Buchenwald. Bei der Buche steht der Erhalt von Biotopbäumen und stehendem Starktotholz im Vordergrund. Bei hohem Höhlen- und Nischenangebot treten Hohlbohrer- und sogar Zwergschnäger auf. Insgesamt brüten in den Buchenwäldern Mitteleuropas bis zu 70 Vogelarten. Charakterarten sind Waldläusänger, Schwarzspecht sowie die Folgenutzer seiner Großhöhlen, Hohltaube und Waldkauz. In alten, strukturreichen Wäldern ist der Mittelpecht eine zentrale Leitart. Kein anderer Laubbau Mitteleuropas ist mit so vielen Pflanzen vergesellschaftet wie die Buche. Neben Mykorrhizapartnern wie dem Süßlichen Milchsüßling vor allem zahlreiche Totholzpilze wie der Artige Stachelbaubau an Buchenholz zu finden. Für fast 30 pflanzenfressende Käferarten und über 70 Schmetterlingsarten ist die Buche der bevorzugte Wirtbaum. Ausschließlich, d.h. monophag, an die Buche gebunden ist unter den xylobionten Arten nur der Buchen-Prachtkäfer, unter den phytophagen Käferarten nur die Larve des Buchenspringers.



**Waldbau**

Frostempfindlich, hohe Kronenplastizität bis ins hohe Alter, vielerorts verjüngungsfähig und dominant gegenüber anderen Baumarten. Wichtige Nebenbestandbaumart. Verjüngung: zur Vermeidung von Grobformen Voranbau durch Pflanzung oder Saat unter Schirm. Auf Freiflächen nur im Seitenschutz, am Hang mit Kalbfußabfluss oder lockerem Vorwald. Bei Naturverjüngung je nach gewünschter Mischbaumart und -anteilen gezielte Lichtsteuerung für rechtzeitige Einbringung notwendig. Pflege: frühzeitige Sicherung von 100-150 Optionen einschließlich Mischbaumarten (Abstand 8-10 m). Gegen Ende bessere Förderung von 100-150 Optionen. Erhalt der Kronenspannung zur Astreinigung. Eingriff nur, wenn Optionen gefährdet. Durchforstung: bei Erreichen einer grünstreifen Schafflänge von 6-8 m oder BHD 14 cm Umlichtung von zunächst 100 (Abstand 10 m), in der späteren Lichtwuchsphase 50-60 Z-Bäumen (Abstand > 13 m) durch Entnahme der stärksten

Bedränger. Eingriffe alle 5 Jahre. Begutachtung der Z-Bäume alle 5 Jahre und gegebenenfalls Eingriffe. Eine durchgängige Aufgabe in Beständen, in denen die Buche führend ist, besteht in der Sicherung der Mischbaumarten.

56

Abbildung 3: Steckbrief Buche. Jede Baumart wird auf vier »Steckbrief«-Seiten kompakt beschrieben.



hen für 15 Arten des ersten Bandes und acht Arten des zweiten Bandes (Küstentanne, Schwarzkiefer, Japanische Lärche, Roteiche, Sommerlinde, Vogelbeere, Edelkastanie, Robinie) zur Verfügung. Die Empfehlungen sind unter anderem im Internet auf den Seiten des Bayerischen Amtes für Waldgenetik zu finden. Zerr- und Flaumeiche unterliegen zwar dem Forstvermehrungsgutgesetz (FoVG), für diese Arten sind aber keine Herkunftsgebiete in Deutschland ausgewiesen. Für die dem Forstvermehrungsgutgesetz unterliegenden Baumarten sind die Erzeugung (z. B. Pflanzenanzucht von ausländischen Samen) und das Inverkehrbringen klar geregelt und die Bestimmungen müssen eingehalten werden.

### Zusammenfassung

Die Praxishilfen »Klima – Boden – Baumartenwahl« der LWF beschreiben in zwei Bänden jeweils 16 Baumarten mit vierseitigen Steckbriefen. In einem Grundlagenteil werden Methoden und Hintergründe erläutert. Das aktuelle Wissen zu den Themen Verbreitung, Herkunft, Arteigenschaften, Klima, Wasser und Boden, Anbaurisiko, Leistung, Holzverwendung, Waldschutz, Artenvielfalt und Waldbau ist auf den vierseitigen Baumartensteckbriefen so aufbereitet, dass ein Vergleich zwischen den Baumarten leicht möglich ist.

Dabei nehmen die Praxishilfen die Informationen aus dem Geoinformationssystem BaSIS der Bayerischen Forstverwaltung auf und ergänzen dieses mit weiteren fachlich relevanten Aspekten. Die Praxishilfen sind so aufgebaut, dass sie auch ohne das BaSIS-Programm von forstfachlich ausgebildeten Personen gut und einfach verwendet werden können. Die Praxishilfe kann gegen einen Unkostenbeitrag bei der LWF bestellt werden, sie stehen aber auch auf den Internetseiten der LWF zum freien Download zur Verfügung.



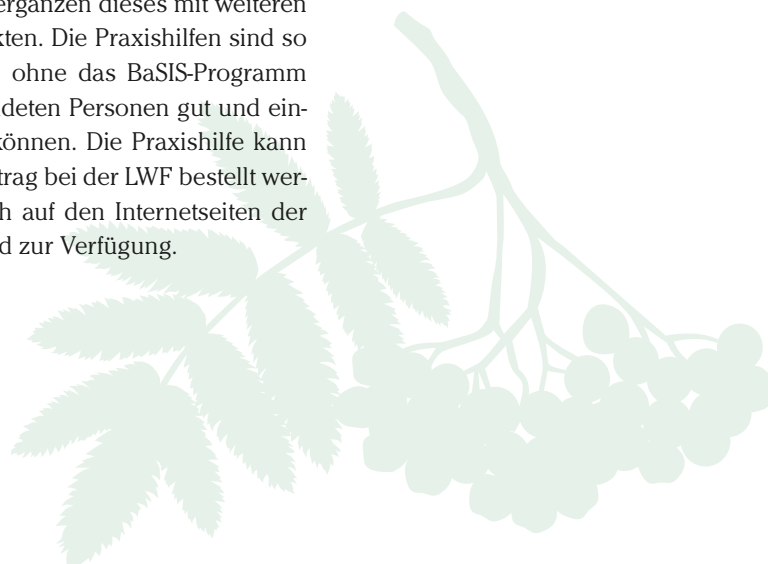
**Die Bände der Praxishilfe können als Ringbuch bestellt oder als PDF auf den Internetseiten der LWF heruntergeladen werden.**

#### Dokumenteninfos:

Autoren: Manuela Forster, Wolfgang Falk, Birgit Reger, Karl-H. Mellert, Jörg Kunz, Muhidin Šeho, Christine Hopf, Andrea Nißl

Redaktion: Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft

Bayerische Landesanstalt für  
Wald und Forstwirtschaft  
Abt. Boden und Klima  
Hans-Carl-von-Carlowitz-Platz 1  
D - 85354 Freising  
Tel: 08161 45910



# Bäume des Jahres

Jahr	Baum des Jahres	Tagung Deutschland	Tagung Bayern	LWF Wissen Nr.
1989	Stieleiche			
1990	Rotbuche			
1991	Sommerlinde			
1992	Bergulme	Hann. Münden		
1993	Speierling			
1994	Eibe		Ebermannstadt	10 (vergriffen)
1995	Spitzahorn			
1996	Hainbuche		Arnstein	12 (vergriffen)
1997	Vogelbeere	Tharandt	Hohenberg an der Eger	17 (vergriffen)
1998	Wildbirne	Göttingen	Ulsenheim	23 (vergriffen)
1999	Silberweide	Schwedt/Oder	Michelau/Oberfranken	24 (vergriffen)
2000	Sandbirke	Tharandt	Waldsassen	28
2001	Esche	Hann. Münden	Schernfeld (WEZ)	34
2002	Wacholder	(Schneverdingen, abgesagt)	Kloster Ettal	41
2003	Schwarzerle	Burg/Spreewald	Rott am Inn	42
2004	Weißtanne	Wolfach/Schwarzwald	Gunzenhausen	45
2005	Roskastanie	München		48
2006	Schwarzpappel	Eberswalde mit Oder und Rees am Rhein	Essenbach	52
2007	Waldkiefer	Gartow	Walderbach	57
2008	Walnuss	Bernkastel	Veitshöchheim	60
2009	Bergahorn	Garmisch-Partenkirchen		62
2010	Vogelkirsche	(abgesagt)	Veitshöchheim	65
2011	Elsbeere	Nettersheim	Haßfurt	67
2012	Europäische Lärche	Hünfeld	Kelheim	69
2013	Wildapfel	Tharandt und Osterzgebirge	Bayreuth	73
2014	Traubeneiche	Bad Colberg-Heldburg	Lohr am Main	75
2015	Feldahorn	Enningerloh	München	77
2016	Winterlinde		Berchtesgaden	78
2017	Fichte	Gotha	Bad Steben	80
2018	Edelkastanie		Eichstätt	81
2019	Flatterulme	Davert/Münsterland	Landshut	83
2020	Robinie	nicht stattgefunden	Onlinetagung	84
2021	Stechpalme	nicht stattgefunden	Onlinetagung	85
2022	Rotbuche	nicht stattgefunden	Onlinetagung + Gramschatz	86

Jedes Jahr im Oktober wird der Baum des Jahres von der »BAUM DES JAHRES – Dr.-Silvius-Wodarz-Stiftung« und dem »Kuratorium Baum des Jahres« (KBJ) für das darauffolgende Jahr gewählt. [www.baum-des-jahres.de](http://www.baum-des-jahres.de)



---

# Anschriften der Autoren

**Dr. Gregor Aas**

Universität Bayreuth, Ökologisch-Botanischer Garten  
95440 Bayreuth  
*Gregor.Aas@uni-bayreuth.de*

**Markus Blaschke**

Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft  
Hans-Carl-von-Carlowitz-Platz 1  
85354 Freising  
*Markus.Blaschke@lwf.bayern.de*

**Dr. Herbert Borchert**

Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft  
Hans-Carl-von-Carlowitz-Platz 1  
85354 Freising  
*Herbert.Borchert@lwf.bayern.de*

**Karin Bork**

Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft  
Hans-Carl-von-Carlowitz-Platz 1  
85354 Freising  
*Karin.Bork@lwf.bayern.de*

**Dr. Michael Bossenmaier**

Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft  
Hans-Carl-von-Carlowitz-Platz 1  
85354 Freising  
*Michael.Bossenmaier@lwf.bayern.de*

**Paul Dimke**

Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft  
Hans-Carl-von-Carlowitz-Platz 1  
85354 Freising  
*Paul.Dimke@lwf.bayern.de*

**Dr. Markus Engel**

Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft  
Hans-Carl-von-Carlowitz-Platz 1  
85354 Freising  
*Markus.Engel@lwf.bayern.de*

**Wolfgang Falk**

Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft  
Hans-Carl-von-Carlowitz-Platz 1  
85355 Freising  
*Wolfgang.Falk@lwf.bayern.de*

**Walter Faltl**

Bayerische Staatsforsten  
Tillystraße 2  
93053 Regensburg  
*Walter.Faltl@baysf.de*

**Dr. Bernhard Förster**

Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft  
Hans-Carl-von-Carlowitz-Platz 1  
85354 Freising  
*Bernhard.Foerster@lwf.bayern.de*

**Thomas Fottner**

Bayerische Waldbauernschule  
Goldbergstraße 10  
93309 Kelheim  
*Thomas.Fottner@wbs.bayern.de*

**Dr. Barbara Fussi**

Bayerisches Amt für Waldgenetik  
Forstamtsplatz 1  
83317 Teisendorf  
*Barbara.Fussi@awg.bayern.de*

**Dr. Andreas Hahn**

Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft  
Hans-Carl-von-Carlowitz-Platz 1  
85354 Freising  
*Andreas.Hahn@lwf.bayern.de*

**Dr. Richard Heitz**

Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft  
Hans-Carl-von-Carlowitz-Platz 1  
85354 Freising  
*Richard.Heitz@lwf.bayern.de*

**Dr. Sebastian Höllerl**  
Bayerische Staatsforsten  
Tillystraße 2  
93053 Regensburg  
*Sebastian.Hoellerl@baysf.de*

**Sonja Jensen**  
Bayerische Staatsforsten  
Tillystraße 2  
93053 Regensburg  
*Sonja.Jensen@baysf.de*

**Dr. Hans-Joachim Klemmt**  
Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft  
Hans-Carl-von-Carlowitz-Platz 1  
85354 Freising  
*Hans-Joachim.Klemmt@lwf.bayern.de*

**Markus Kölbl**  
Bayerische Staatsforsten  
Tillystraße 2  
93053 Regensburg  
*Markus.Koelbel@baysf.de*

**Dr. Thomas Kudernatsch**  
Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft  
Hans-Carl-von-Carlowitz-Platz 1  
85354 Freising  
*Thomas.Kudernatsch@lwf.bayern.de*

**Michael Luckas**  
Bayerisches Amt für Waldgenetik  
Forstamtsplatz 1  
83317 Teisendorf  
*Michael.Luckas@awg.bayern.de*

**Andreas Ludwig**  
Bayerisches Amt für Waldgenetik  
Forstamtsplatz 1  
83317 Teisendorf

**Dr. Tobias Mette**  
Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft  
Hans-Carl-von-Carlowitz-Platz 1  
85354 Freising  
*Tobias.Mette@lwf.bayern.de*

**Dr. Stefan Müller-Kroehling**  
Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft  
Hans-Carl-von-Carlowitz-Platz 1  
85354 Freising  
*Stefan.Mueller-Kroehling@lwf.bayern.de*

**Michael Muser**  
Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft  
Hans-Carl-von-Carlowitz-Platz 1  
85354 Freising  
*Michael.Muser@lwf.bayern.de*

**Alexandra Nannig**  
Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft  
Hans-Carl-von-Carlowitz-Platz 1  
85354 Freising  
*Alexandra.Nannig@lwf.bayern.de*

**Markus Neufanger**  
Bayerische Staatsforsten  
Tillystraße 2  
93053 Regensburg  
*Markus.Neufanger@baysf.de*

**Prof. Dr. Hans Pretzsch**  
Technische Universität München  
Hans-Carl-von-Carlowitz-Platz 2  
85354 Freising  
*Hans.Pretzsch@tum.de*

**Dr. Peter Pröbstle**  
Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft  
Hans-Carl-von-Carlowitz-Platz 1  
85354 Freising  
*Peter.Proebstle@lwf.bayern.de*

**Wolfram Rothkegel**  
Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft  
Hans-Carl-von-Carlowitz-Platz 1  
85354 Freising  
*Wolfram.Rothkegel@lwf.bayern.de*

**Ottmar Ruppert**  
Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft  
Hans-Carl-von-Carlowitz-Platz 1  
85354 Freising  
*Ottmar.Ruppert@lwf.bayern.de*

**Dr. Bastian Schauer**

Lehrstuhl für Tierökologie der Universität Bayreuth  
 Universitätsstr. 30  
 95447 Bayreuth  
*Bastian.Schauer@uni-bayreuth.de*

**Randolf Schirmer**

Bayerisches Amt für Waldgenetik  
 Forstamtsplatz 1  
 83317 Teisendorf  
*Randolf.Schirmer@awg.bayern.de*

**Julia Schißlbauer**

Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft  
 Hans-Carl-von-Carlowitz-Platz 1  
 85354 Freising  
*Julia.Schisslbauer@lwf.bayern.de*

**Olaf Schmidt**

Praterinsel 1  
 80538 München  
*petraundolaf.schmidt@gmx.de*

**Alexander Schnell**

Bayerische Staatsforsten  
 Tillystraße 2  
 93053 Regensburg  
*Alexander.Schnell@baysf.de*

**Christoph Schulz**

Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft  
 Hans-Carl-von-Carlowitz-Platz 1  
 85354 Freising  
*Christoph.Schulz@lwf.bayern.de*

**Dr. Muhidin Šeho**

Bayerisches Amt für Waldgenetik  
 Forstamtsplatz 1  
 83317 Teisendorf  
*Muhidin.Seho@awg.bayern.de*

**Rudolf Seitz**

Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft  
 Hans-Carl-von-Carlowitz-Platz 1  
 85354 Freising  
*Rudolf.Seitz@lwf.bayern.de*

**Angelika Siemonsmeier**

Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft  
 Hans-Carl-von-Carlowitz-Platz 1  
 85354 Freising  
*Angela.Siemonsmeier@lwf.bayern.de*

**Joachim Stiegler**

Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft  
 Hans-Carl-von-Carlowitz-Platz 1  
 85354 Freising  
*Joachim.Stiegler@lwf.bayern.de*

**Stefan Torno**

Cluster Forst und Holz  
 Obere Hauptstraße 36  
 85354 Freising  
*Torno@cluster-forstholzbayern.de*

**Prof. Dr. Helge Walentowski**

Hochschule für angewandte Wissenschaft und Kunst  
 Göttingen  
 Büsgenweg 1a  
 37077 Göttingen  
*Helge.Walentowski@hawk-hhg.de*

**Norbert Wimmer**

Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft  
 Hans-Carl-von-Carlowitz-Platz 1  
 85354 Freising  
*Norbert.Wimmer@lwf.bayern.de*

**Sabrina Wunderl**

Bayerische Staatsforsten  
 Tillystraße 2  
 93053 Regensburg  
*Sabrina.Wunderl@baysf.de*

