

**Alternative Baumarten im Klimawandel**  
Eine Stoffsammlung

**ARTENSTECKBRIEFE 2.0**

ISBN 978-3-933548-94-8

**Herausgeber:**

Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg (FVA)

**AutorInnen:**

Angela Luciana de Avila (FVA Baden-Württemberg)  
Benjamin Häring (FVA Baden-Württemberg)  
Björn Rheinbay (FVA Baden-Württemberg)  
Franka Brüchert (FVA Baden-Württemberg)  
Mareike Hirsch (FVA Baden-Württemberg)  
Axel Albrecht (FVA Baden-Württemberg)

**Titelfoto:**

K I Photography – stock.adobe.com Christian Schwier  
Antranias – pixabay.com

**Druck:**

Habé Offset GmbH, Emmendingen

**Bestellung an:**

Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt  
Baden-Württemberg  
Wonnhaldestraße 4  
79100 Freiburg  
Tel.: 0761/4018-0  
Email: fva-bw@forst.bwl.de

**Download:**

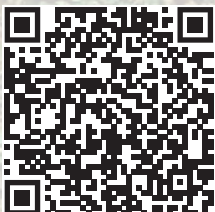
<http://www.fva-bw.de>

Alle Rechte, insbesondere das Recht zur Vervielfältigung und Verbreitung sowie der Übersetzung vorbehalten.



Hier können Sie die Artensteckbriefe herunterladen:  
[https://www.fva-bw.de/fileadmin/publikationen/sonstiges/2021\\_fva\\_artensteckbriefe.pdf](https://www.fva-bw.de/fileadmin/publikationen/sonstiges/2021_fva_artensteckbriefe.pdf)

Alternativ können Sie auch den QR-Code scannen



Mit diesem Druckprodukt unterstützen wir die Aufforstung und den Umbau deutscher Wälder durch die Schutzgemeinschaft Deutscher Wald e.V.



## KAPITEL 1: Alternative Baumarten im Klimawandel: Motivation 8

- Abnehmende Eignung der Hauptbaumarten treibt die Suche nach alternativen Baumarten 10
- Die Artensteckbriefe sind der erste Schritt auf der Suche 10
- Wie wurden die Arten für die Steckbriefe ausgewählt? 12
- Grundlegende Aspekte zur Gliederung der Steckbriefe 12
- Wie sollen die Artensteckbriefe gelesen werden und wie nicht? 13
- Unsicherheiten bei der Holzverwendung 14
- Unsicherheiten bei den Risiken 14
- Am Ende dieses Hefts folgt ein systematischer Baumarten-Vergleich 14

## KAPITEL 2: Baumartensteckbriefe 16

- *Abies bornmuelleriana* Mattf. | Türkische Tanne, Bornmüllers Tanne 18
- *Abies grandis* (Douglas ex D. Don) Lindl. | Große Küstentanne 22
- *Abies nordmanniana* (Steven) Spach | Nordmannstanne 28
- *Acer platanoides* L. | Spitzahorn 34
- *Acer pseudoplatanus* L. | Bergahorn, Weißahorn, Falsche Platane 40
- *Betula pendula* Roth | Sandbirke, Hängebirke 48
- *Carpinus betulus* L. | Hainbuche, Weißbuche 54
- *Castanea sativa* Mill. | Edelkastanie, Esskastanie 60
- *Cedrus atlantica* (Endl.) Manetti ex Carrière | Atlaszeder 66
- *Cedrus libani* A. Rich. | Libanonzeder 70
- *Corylus colurna* L. | Baumhasel, Türkische Hasel 76
- *Fagus orientalis* Lipsky | Orientbuche, Orientalische Buche 82
- *Juglans × intermedia* (*J. nigra* × *J. regia*) | Hybridnuss, Intermedia 88
- *Juglans nigra* L. | Schwarznuss 94
- *Larix kaempferi* (Lamb.) Carrière | Japanlärche, Japanische Lärche 100
- *Liriodendron tulipifera* L. | Tulpenbaum 116
- *Ostrya carpinifolia* Scop. | Europäische Hopfenbuche, Gemeine Hopfenbuche 112
- *Pinus nigra* J.F. Arnold | Schwarzkiefer 116
- *Pinus ponderosa* P. Lawson & C. Lawson | Gelbkiefer, Ponderosa-Kiefer 122
- *Platanus × acerifolia* (Aiton) Willd. | Ahornblättrige Platane 128
- *Populus tremula* L. | Aspe, Espe, Zitterpappel 134
- *Prunus avium* (L.) L. | Vogelkirsche, Süßkirsche 140
- *Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco var. *menziesii* | Küstendouglasie, Douglasie 146
- *Quercus cerris* L. | Zerreiche 154
- *Quercus frainetto* Ten. | Ungarische Eiche 160
- *Quercus pubescens* Willd. | Flaumeiche 164
- *Quercus rubra* B.A. Sm. & Abbot | Roteiche 168
- *Robinia pseudoacacia* L. | Robinie, Falsche Akazie 174
- *Sorbus torminalis* (L.) Crantz L. | Elsbeere 180

• <i>Tilia cordata</i> Mill.   Winterlinde	186
• <i>Tilia platyphyllos</i> Scop.   Sommerlinde, Großblättrige Linde	192
• <i>Tilia tomentosa</i> Moench   Silberlinde	198
• <i>Ulmus laevis</i> Pall.   Flatterulme, Wasser-Rüster	202
• <i>Fagus sylvatica</i> L.   Rotbuche	208
• <i>Picea abies</i> (L.) H. Karst.   Gewöhnliche Fichte	214

### KAPITEL 3:

## Zusammenfassendes Baumartenranking

220

• Untersuchungsansatz	222
• Ablauf der Analyse	222
• Ergebnisse	227
• Diskussion	229
• Schlussfolgerungen	232
• Top-10-Listen der Baumarten mit und ohne Schwerpunktsetzungen	233

## Glossar und Akronyme

242

## Übersicht über Boden-pH-Wert und klimatische Bereiche der Baumarten

244

## Danksagung und Bildverweise

247

### Hinweis:

Sämtliche Angaben basieren ausschließlich auf Literaturlauswertungen. Zusammengefasst sind zum Auswertungszeitpunkt verfügbare Informationen; es wird kein Anspruch auf Vollständigkeit oder dauerhafte Aktualität erhoben. Aus den dargestellten Holzeigenschaften und Verwendungen sind keine Empfehlungen der FVA ableitbar, bei den biotischen und abiotischen Risiken handelt es sich nicht um eine abschließende Risikobeurteilung der FVA und die Listenlänge stellt nicht das Gefährdungspotenzial dar.



## Vorwort

Als Carl von Carlowitz vor gut 300 Jahren daran ging, die Voraussetzungen für eine pflegliche Nutzung der damals vielfach devastierten Waldflächen zusammenzutragen, verwies er bekanntermaßen auf das grundlegende Prinzip der Nachhaltigkeit. Er unterrichtete die Lesenden seiner vielzitierten *Sylvicultura oeconomica* aber auch über das vorhandene Erfahrungswissen im Umgang mit Bäumen, Wald und Holz. Ein eigenes Kapitel widmete er dabei auch der „Fortpflanzung frembder und ausländischer Gewächse und Bäume in hiesigen Landen“. Selbst über die heute wieder viel diskutierte Libanonzeder findet sich ein eigener Absatz, der die Vorzüge und Schönheit dieser Baumart rühmt und ihre Übernutzung beklagt. Vor allem aber macht von Carlowitz klar, dass das was heute gilt, auch ihm bereits ein Anliegen war: die Entscheidung, eine Baumart aus jenen Ökosystemen zu entnehmen, in denen sie sich entwickelte und andernorts wieder anzubauen, will gut begründet und abgewogen sein. Der Berghauptmann tut dies mit religiösem Verständnis und somit in Ehrfurcht vor der Schöpfung, in die einzugreifen, wohl überlegt sein müsse. Bei aller Zurückhaltung kommt er aber dann doch zu dem Ergebnis, dass es zur „Bewunderung der unbegreiflichen Allmacht des grossen Schöpfers“ beitragen könne, „wenn man desselben preiswürdige Wercke und Geschöpfe / so in weit entlegnen Orten anzutreffen / auch in der Nähe sehen und erkennen kann“.

Die Herausforderungen haben sich gewandelt, aber ihre Größe und Dringlichkeit bewahrt. Auch heute stehen Waldbesitzende und Forstleute vor großen Kahlflächen oder in lückigen Beständen und überlegen, wie das, was wir heute Ökosystemleistungen der Wälder nennen, auch morgen noch garantiert werden kann. Der zentrale Treiber ist mit dem Klimawandel freilich ein anderer. Aber auch die globale Verbreitung von Schädlingen stellt eine große Bedrohung für das etablierte Artenreservoir dar. Das Thema Alternativbaumarten steht folgerichtig auch heute wieder im Fokus. Einige wenige helfen bereits heute die waldbaulichen Optionen zu erhöhen, andere werden vielleicht in der Zukunft dringend gebraucht werden, um Kohlenstoffspeicherung, Holzerntrag, attraktive Erholungsräume, aber auch wichtige Habitatstrukturen in Wäldern zu ermöglichen.

Insofern sind auch weder Glaubenskriege über den ‚Fremdländeranbau‘ angezeigt, noch eignet sich das Merkmal ‚heimisch‘ als pauschales Qualitätsmerkmal für die Eignung in der Zukunft. Klimatische Veränderungen haben sich schon öfter in Arealveränderungen von Pflanzen- und Tierarten niedergeschlagen. Neben den klassischen Arten mit denen Land auf Land ab Waldbau betrieben wird, finden richtigerweise zunehmend seltene heimische Arten Berücksichtigung

und werden europäische Baumarten aus angrenzenden Regionen einem Eignungstest unterzogen. Es kann aber auch sein, dass folgende Generationen dringend darauf angewiesen sind, dass wir heute schon Wissen um die aus heutiger Sicht exotischeren Alternativen zur jetzigen Baumartenpalette zusammenbringen oder es neu generieren.

In diesem Kontext ist das vorliegende Werk ein wichtiger Beitrag, um deutlich zu machen, wie der Wissensstand zu verschiedenen dieser potenziellen Alternativbaumarten heute ist. Dabei wird deutlich, dass er für viele von ihnen nicht ausreicht, um bereits eine routinemäßige Anbauempfehlung im Forstbetrieb zu geben. Es findet sich aber auch manche Ermunterung, Versuchsansätze durchzuführen, um weitere Erfahrungen zu sammeln und einer kommenden Waldbesitzergeneration Optionen an die Hand zu geben. Und nichts anderes hatte letztlich auch der sächsische Berghauptmann mit seinem Plädoyer für nachhaltiges Wirtschaften im Wald im Sinn gehabt: Möglichkeiten für die Zukunft schaffen ...

Eine gewinnende Lektüre wünscht Ihnen



Prof. Dr. Ulrich Schraml, Direktor der FVA





# KAPITEL 1

## Alternative Baumarten im Klimawandel: Motivation

In diesem Kapitel erfahren Sie, warum nach Alternativen gesucht wird, was dabei anders als bei der Exotenforschung ist, warum welche Kriterien aufgenommen wurden, andere hingegen nicht, und warum keine K.O.-Kriterien angewendet werden.

Die Unsicherheiten bezüglich unserer Zukunft in einem sich wandelnden Klima sind riesig und stammen nicht nur aus weit auseinanderklaffenden Klimaprojektionen sondern auch aus vielen anderen Unsicherheitsfaktoren. Und dennoch müssen wir heute waldbauliche Entscheidungen treffen, die i.d.R. sehr langfristig wirken. Hierzu zählt nicht zuletzt die Baumartenwahl. Zu den Unsicherheiten der Klimaprojektionen kommt, dass die Entscheidung für oder wider eine bestimmte Baumart prinzipiell nicht einfach ist – es fließen zahlreiche Kriterien mit ein, die wiederum von verschiedenen Personen unterschiedlich bewertet und gewichtet werden können.

Um in all diese Unsicherheit mehr Klarheit hineinzubringen, wurden in den Baumartensteckbriefen klimawandelrelevante Literaturkenntnisse zu Ökologie, Standortbindung, Anbau, Ertrag, Holzverwendung und Risiken in Frage kommender Baumarten zusammengetragen. Die Steckbriefe sollen damit einer groben Vororientierung dienen. Der Schwerpunkt dieser Arbeit lag damit auf

- einem breiten Suchradius, der in der Beschreibung von 35 Arten mündete,
- einer kompakten Darstellungsform, sowie
- einer zügigen Bereitstellung der Steckbriefe.

In dieser zweiten Auflage wurden die Steckbriefe von 25 auf 35 Baumarten erweitert. Dabei wurden die Rotbuche (*Fagus sylvatica*) und die Gewöhnliche Fichte (*Picea abies*) mit aufgenommen. Diese beiden Arten wurden lediglich als Referenzbaumarten ausgewählt. Sie sollten bei einer besseren Vergleichbarkeit der Eigenschaften alternativer Baumarten helfen. Im Zuge dieser zweiten Auflage wurden neben der Erweiterung um zusätzliche Baumarten auch die Literaturinformationen der bereits in der ersten Auflage beschriebenen 25 Baumarten aktualisiert, da zwischenzeitlich zu einigen Baumarten neue Forschungsergebnisse veröffentlicht wurden.

Mit den Artensteckbriefen möchten die AutorInnen Impulse in die Zukunftsdiskussion um unsere Wälder einbringen. Da sich derzeit jedoch nicht sagen lässt, wie sich eine Art wirklich in einem neuen Habitat und Anbaugesamt verhalten wird, begreifen wir die Artensteckbriefe als offenen und kontinuierlichen Prozess. Hinweise auf weitere wissenschaftliche Ergebnisse und Erfahrungen aus der Forstpraxis nehmen wir sehr gerne auf und rufen zur Beteiligung an diesem Prozess zur Wissensverbesserung auf (mailto: fva-bw@forst.bwl.de, Stichwort „Artensteckbriefe“).

## Abnehmende Eignung der Hauptbaumarten treibt die Suche an

Im Jahr 2019 wurde für Baden-Württemberg die zweite Generation der Baumarteneignungskarten von der FVA veröffentlicht [1], die explizit klimatische Veränderungen berücksichtigen. Hierbei flossen die Ergebnisse klimasensitiver Artverbreitungsmodelle, Wasserhaushaltsmodelle, das Buchdrucker- und Sturmschadensrisiko sowie ein wachstumskundliches Bonitätsmodell mit ein [2-6]. In einer landesweiten Bilanzierung dieser klimasensitiven Baumarteneignungskarten zeigte sich für die vier Hauptbaumarten Fichte, Buche, Tanne und Traubeneiche, dass die Eignung selbst bei optimistischen Grundannahmen bezüglich der klimatischen Veränderungen bei allen Arten abnehmen wird (Abb. 1). Dabei ist diese Abnahme bei Fichte überwiegend durch steigende Anteile der schlechtesten Eignungsstufen charakterisiert (rote Kategorien). Umgekehrt fällt bei Buche, Tanne und Traubeneiche überwiegend eine Abnahme der besten Eignungsstufen ins Auge (grüne Kategorien).

Führt man sich die heftigen Änderungssignale vor Augen, dann wird dringender Handlungsbedarf offensichtlich. Zwar ist für die nähere Zukunft wohl eher nicht von einem Verlust der beurteilten Baumarten im Sinne eines Waldsterbens wie in den Diskussionen der 1980er Jahre auszugehen. Allerdings ergeben sich klare Tendenzen abnehmender klimatischer Eignung. Es ist auch denkbar, dass durch die Verwendung besser klimaangepasster Herkünfte, Ökotypen oder Varietäten die gegenwärtigen Hauptbaumarten auch weiterhin Hauptbaumarten bleiben. Jedoch wird diese Frage in anderen Forschungsprojekten der FVA untersucht. Der Ansatz der vorliegenden Studie bezieht sich auf die Suche nach alternativen Baumarten, die besser an die zukünftigen klimatischen Verhältnisse in Baden-Württemberg angepasst sind.

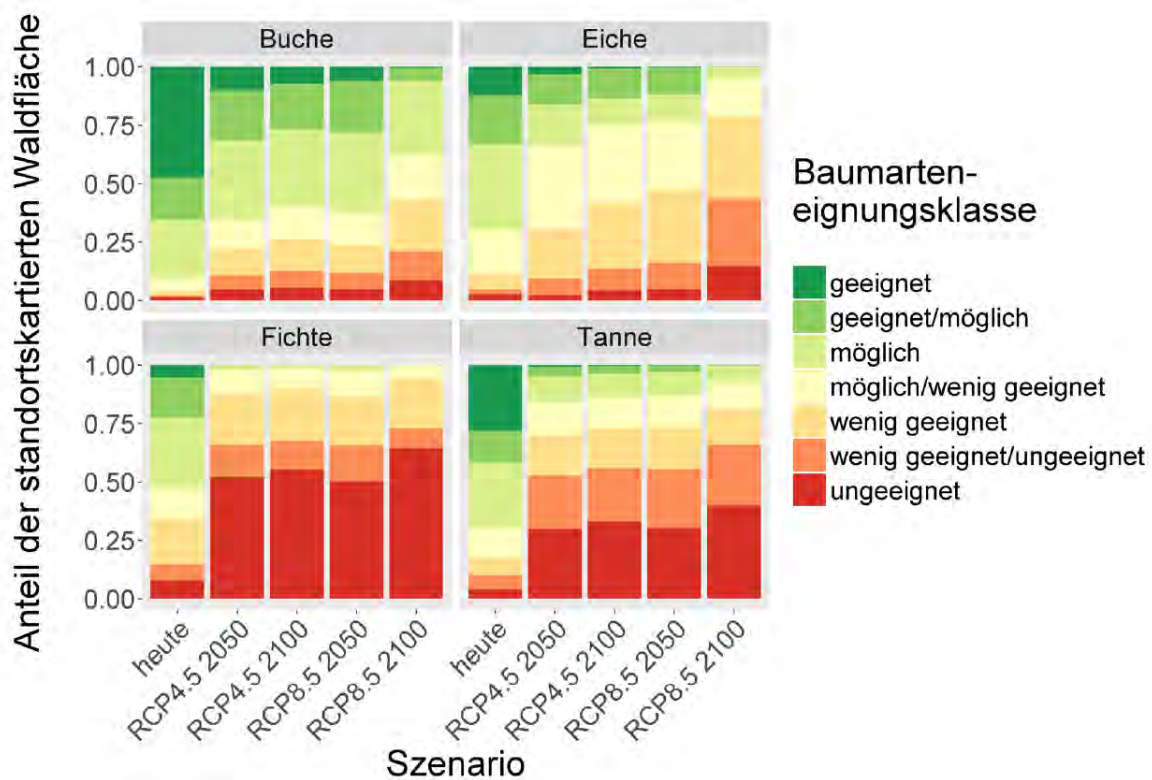


Abb. 1 Bilanzierung der klimatisch bedingten Veränderungen der Baumarteneignung für die vier Hauptbaumarten in Baden-Württemberg bis zum Jahr 2100. Grundlage: IPCC-Klimaszenario RCP4.5 und RCP8.5 [7].

## Die Artensteckbriefe sind der erste Schritt auf der Suche

Natürlich kann man auf der Grundlage eines Literaturstudiums keine landesweiten, systematisierten Anbauempfehlungen aussprechen. Vielmehr geht es in diesem ersten Schritt darum, das vorhandene Wissen zu ausgewählten, potenziell geeigneten Baumarten in systematischer Gliederung zu sammeln. Dies hat zwei durchaus unterschiedliche Aspekte: einerseits wird dadurch systematisch das veröffentlichte Wissen zusammengeführt und leicht zugänglich gemacht. Zum anderen decken diese Artensteckbriefe aber in aller Klarheit auch auf, was wir alles nicht oder noch nicht wissen. Auf möglichst objektive Weise das Wissen und die Wissenslücken offenzulegen, ist daher Gegenstand dieser Arbeit.

Die Artensteckbriefe dienen als eine Art Screening aussichtsreicher Kandidaten-Baumarten und stellen einen ersten Schritt auf der Suche nach neuen klimageeigneten Baumarten dar. Aufbauend auf diesem ersten Schritt werden dann in detaillierteren, quantitativen Untersuchungen Arten mit sich verbessernder Eignung für zukünftig erwartete klimatische Verhältnisse ermittelt werden müssen. Für ein gegenüber den Steckbriefen reduziertes Artenset sollen in diesem zweiten Schritt klimadynamische Artverbreitungsmodelle auf Grundlage großräumi-

ger, europäischer Verbreitungsdaten erstellt werden. Schließlich werden in einem dritten Schritt für eine noch weiter reduzierte Anzahl an Baumarten noch Anbauversuche angelegt. Die Auswahl der Arten für diese Versuche basiert wiederum auf den Ergebnissen der Artensteckbriefe und der Artverbreitungsmodelle. Für einige Arten liegen bereits umfangreiche Ergebnisse vor (*Abies grandis* - Küstentanne, *Quercus rubra* - Roteiche, *Larix kaempferi* - Japanlärche) [8], und erste waldwachstumskundliche Versuchsanbauten sind für weitere Arten in Baden-Württemberg bereits in der Umsetzung (*Cedrus atlantica* - Atlaszeder, *Cedrus libani* - Libanonzeder, *Corylus colurna* - Baumhasel). Dies reicht jedoch noch nicht aus, und deshalb werden weitere Anbauversuche sowohl waldwachstumskundliche als auch genetische Wissenslücken schließen müssen: erst empirische Ergebnisse unter regional herrschenden Wachstumsbedingungen werden Fragen zur Anpassungsfähigkeit der heute vorhandenen Bäume und Wälder, zur Eignung neu angebaute genetischer Herkünfte heutiger Hauptbaumarten, zu Leistung und Holzeigenschaften sowie zu Mortalität, Waldbautechnik und Wachstumsdynamik neuer Baumarten beantworten. Dass für diesen dritten Schritt ein langer Atem erforderlich ist, versteht sich von selbst. Die Dringlichkeit der Fragestellungen rechtfertigt jedoch auch solch langfristige Versuche, deren Ergebnisse erst in vielen Jahren vorliegen werden. In Abb. 2 wird der dreiphasige Untersuchungsansatz schematisch zusammengefasst.

### 1. Breiter Suchradius: Artensteckbriefe

- Ziel: Systematisches Screening, aussichtsreicher, möglicher Baumarten
- Literaturarbeit (35 Arten)
- Keine sonstigen Einschränkungen für die Vorauswahl der Arten
- Multikriterielle Analyse: Vergleich und systematisches Ranking

### 2. Artverbreitungsmodelle aussichtsreicher Kandidaten-Baumarten

- Ziel: Identifizierung von Arten mit sich verbessernder „Klimaeignung“
- Ist die realisierte ökologische Nische klimatauglich?
- Reduziertes Artenset im Vergleich zu 1. (ca. 8-12 Arten)
- Datenverfügbarkeit in D / Europa muss gegeben sein (Artenkennung!)

### 3. Anbauversuche: erste Praxistests

Für 5-8 aussichtsreiche, aus 1. und 2. als prioritär hervor- gehende und klimaanpassungsfähige Arten:

- die sich für trocken-war- me Standorte eignen
- ohne ausreichende waldbauliche Vorerfah- rungen
- ohne ausreichende Verbreitungsdaten

## Wie wurden die Arten für die Steckbriefe ausgewählt?

Die Suche nach Alternativbaumarten im Klimawandel läuft bereits seit einiger Zeit und es existieren bereits Untersuchungen mit ganz unterschiedlichen Aus- richtungen und Artenlisten. Ausgehend von diesen Untersuchungen wurde an der FVA eine Liste mit knapp 50 Baumarten erstellt, die prinzipiell in Be- tracht kommen. In einem fachübergreifenden Prozess wurde hieraus eine Rangliste erstellt, die die Arten in eine Prioritätsreihenfolge für klimawandelbezogene Untersuchungen brachte. Unter Berücksichtigung pragmatischer Aspekte wurden hieraus dann die ersten 35 Arten ausgewählt.

Aus prinzipiellen Überlegungen wurden drei Hauptkategorien für Baumarten gewählt: (1) es ist denkbar, dass heute bereits heimische, aber (noch) seltene Arten in Zukunft eine bessere klimatische Eignung aufweisen und sich somit in der natürlichen Konkurrenz stärker behaupten können, als sie es heu- te in der Lage sind. Baumarten, die derzeit nicht hei- misch sind und vornehmlich in Regionen wachsen, in denen heute klimatische Bedingungen herrschen, wie wir sie in Zukunft für Baden-Württemberg erwarten, gehören zur Gruppe der Baumarten analoger Klima- te. Diese Gruppe wurde unterteilt in (2) europäische und (3) außer-europäische und damit in Arten, die im Zuge einer durch den Menschen beschleunigten Arealverschiebung prinzipiell auf natürlicherem Weg in die baden-württembergischen Wälder einwandern könnten (Kategorie 2), und solche, die aus anderen Kontinenten als klar eingeführte Baumarten anzuse- hen sind (Kategorie 3).

## Grundlegende Aspekte zur Gliederung der Steckbriefe

Die Abschnitte der einzelnen Steckbriefe sind nach folgenden Fragen gegliedert:

- Ist die Art prinzipiell klimawandeltauglich? (1. Verbreitung und Ökologie, 2. Standortsbindung)
- Wenn ja, wie kann sie waldbaulich eingebracht werden? (3. Bestandesbegründung)
- Ist sie als Wirtschaftsbaumart bekannt? (4. Leis- tung und Waldbau)
- Gibt es in Baden-Württemberg schon Erfahrun- gen? (5. Erfahrungen in Baden-Württemberg und Deutschland)
- Sind höherwertige Holzverwendungen bekannt? (6. Holzeigenschaften und Holzverwendung)
- Trägt die Art wichtige ökologische, ästhetische und Erholungsfunktionen? (7. Sonstige Ökosys- temleistungen)

Abb. 2 Dreiphasiges Untersuchungskonzept zur Identifizierung besonders klimaanpassungsfähiger Baumarten.

- Gibt es erhebliche Risiken, die die weitere Betrachtung der Baumart eventuell komplett ausschließen? (8. Biotische und abiotische Risiken)

Aus dieser Gliederung wird klar, dass das Potenzial der jeweiligen Art für ihre Etablierung, Bewirtschaftung und Nutzung, also ihre mögliche Bedeutung als Wirtschaftsbaumart bei der Beurteilung im Vordergrund stand. Jedoch wurden ergänzend auch andere Ökosystemleistungen betrachtet.

Hierbei ist zu beachten, dass die verschiedenen Naturschutzkonzepte durch den Klimawandel einer bedeutenden Herausforderung gegenüber stehen. So sei beispielhaft auf die Naturnähebewertung der Baumartenzusammensetzung unter sich ändernden Klimabedingungen oder auf die Nachhaltigkeit von Artenschutz unter Klimawandel allgemein hingewiesen. Die Auswirkungen des Klimawandels erschweren insofern eine detailliertere naturschutzfachliche Betrachtung bestimmter neuer oder alternativer Baumarten. Klar ist aber auch, dass die Einführung außereuropäischer Baumarten zur Anpassung an den Klimawandel naturschutzfachlich kritisch zu begleiten sein wird. In diesem Bereich liegt sicherlich noch großer Forschungsbedarf, und auch die Artensteckbriefe können hinsichtlich der Nicht-Nutzfunktionen noch verbessert werden.

Im Zusammenhang mit der Einführung gebietsfremder Baumarten ist der Aspekt der Invasivität besonders wichtig, um möglicherweise schädigenden Wirkungen auf die Umwelt und der Verdrängung naturschutzfachlich hochwertiger heimischer Arten und Lebensgemeinschaften vorzubeugen. Daher wurde dieser Aspekt in der neuen zweiten Auflage der Steckbriefe unter den Gliederungspunkt 8 (Risiken) einsortiert. An dieser Stelle sei darauf hingewiesen, dass den Ausführungen in den Steckbriefen keine durchgängige, einheitliche Definition von Invasivität zugrunde liegt. Vielmehr wurden ausschließlich die Aussagen der Autorinnen und Autoren der Originalarbeiten wiedergegeben, die jedoch ihrerseits auf sehr unterschiedliche Beurteilungskriterien zurückgehen. Wo vorhanden, wurde die Invasivitätsbeurteilung des Bundesamtes für Naturschutz (BfN) mit aufgelistet, die einheitlichen und klaren Beurteilungskriterien folgt. Die Definition des BfN lautet: „Im Naturschutz werden die gebietsfremden Arten als invasiv bezeichnet, die unerwünschte Auswirkungen auf andere Arten, Lebensgemeinschaften oder Biotope haben“ [9]. Der Gliederungspunkt 8.10. Invasivität beinhaltet somit keine eigene Ermittlung oder Interpretation des Invasivitätspotenzials. Für heimische Baumarten wurde die Invasivität als nicht relevant betrachtet. Verfügbare Informationen für Fremdgebiete wurden jedoch aufgelistet.

Die Abschnitte „natürliche Waldgesellschaft“ sowie „häufige Mischbaumarten“ wurden bewusst separat belassen, da die Mischbaumarten einmal im Herkunftsgebiet der Baumart und einmal im möglichen neuen Anbaugbiet aufgelistet werden sollten.

Leider lagen getrennte Informationen hierzu nicht immer vor, was zu einer gewissen, aber unvermeidbaren, Unschärfe führt. Eine Ausdehnung der stark artenbezogenen Betrachtung auf die Ebene ganzer Waldgesellschaften wäre natürlich denkbar und wünschenswert, war aber im Kontext der Artensteckbriefe nicht darstellbar. Auch hier sind weiterführende Untersuchungen und Forschungsarbeiten erforderlich.

## Wie sollen die Artensteckbriefe gelesen werden, und wie nicht?

Die Artensteckbriefe sind eine Stoffsammlung aus reiner Literaturarbeit. Es wurden keinerlei Eigeninterpretationen angestellt und keine konkreten Anbau- oder Handlungsempfehlungen abgeleitet.

Grundlegend für die Erstellung war die Verwendung wissenschaftlicher, fachlicher und zitierfähiger Originalarbeiten. In einigen Fällen waren jedoch die Originalarbeiten nicht zugänglich, sodass Kernaussagen nach Sekundärarbeiten zitiert und als solches auch kenntlich gemacht wurden. Darüber hinaus wurden teilweise „graue“ Literatur und mündliche Auskünfte mit aufgenommen, allerdings meist dann in ihrer Bedeutsamkeit als etwas geringer eingestuft. Zusammengefasst sollen die Artensteckbriefe als Groborientierung gelesen und nur solange genutzt werden, bis wir über besseres Wissen verfügen. Die Artensteckbriefe dürfen nicht als konkrete Anbau- oder Handlungsempfehlungen missverstanden werden, denn viele Fragen bei Etablierung dieser Baumarten sind noch offen. Unter anderem aus diesem Grund wurden auch keine Bezugsquellen von Saat- und Pflanzgut aufgeführt.

## Unsicherheiten bei der Holzverwendung

Speziell zu den Informationen über Holzeigenschaften und -verwendung (jeweiliges Kapitel 6 der Steckbriefe) sei hier explizit angemerkt, dass noch große Wissenslücken und Unsicherheiten bestehen. So lässt sich z. B. anhand der Literatur nicht ohne weiteres ableiten, ob eine Holzart, die z. B. im Herkunftsgebiet für konstruktive Zwecke und/oder als Bauholz verwendet wird, auch in Deutschland eine entsprechende Holzqualität erreichen kann, aus der langfristig eine Verwendung auf Grundlage der entsprechend geltenden bauordnungsrechtlichen Vorschriften und Zulassungen resultieren kann. Gleiches gilt auch für andere Arten der Holzverwendung, so dass detailliertere holzkundliche und materialwissenschaftliche Untersuchungen dringend angezeigt sind, insbesondere für die Arten, die am Ende unserer Suche nach alternativen Baumarten als prioritär ermittelt werden. Zur Verbesserung der Klarheit wurde daher das Kapitel Holzverwendung in dieser zweiten Auflage überarbeitet.

## Am Ende folgt ein systematischer Baumarten-Vergleich

Im Anschluss an die Darstellung der Informationen zu den einzelnen Arten stellt sich die Frage, wie aussichtsreich diese für die Anpassung der Wälder an den Klimawandel sind. Gesucht wurde also nach einem Baumartenranking, um die besonders aussichtsreichen Baumarten dann in die weiteren Schritte des gesamten Untersuchungskonzepts gemäß Abbildung 2 einfließen zu lassen. Für diese Zwecke wurde eine multikriterielle Analyse angewendet, die sich als Methode durch eine gleichzeitig mögliche Berücksichtigung mehrerer Kriterien zur Priorisierung von Auswahloptionen auszeichnet (Abschnitt „Zusammenfassendes Baumartenranking“). Bei der Erstellung des Baumartenrankings wurden mehrere Varianten berücksichtigt, die beispielhaft denkbare unterschiedliche Schwerpunktsetzungen von Personen bei der Baumartenwahl berücksichtigen. Zusätzlich folgt am Ende dieses Hefts ein grafischer Vergleich der Temperatur-, Niederschlags- und Boden-pH-Wertangaben in der untersuchten Originalliteratur (Abschnitt „Vergleich der Niederschlags-, Temperatur- und pH-Bereiche der Baumarten“).

## Unsicherheiten bei den Risiken

In den Steckbriefen werden bekannte Pathogene und abiotische Risiken möglichst vollständig aufgelistet. Diese Liste folgt dem Vorsichtsprinzip, um darzustellen, welche potenziellen Risiken überhaupt auftreten können. Es wurde darüber hinaus versucht, herauszuarbeiten, ob besonders virulente Erreger oder bestandesbedrohende, großflächige Ausfälle infolge bestimmter Risiken bekannt sind. Der Umfang der Liste mit bekannten Risiken ist deshalb nicht als proportional zum Schädigungspotenzial einer Baumart zu sehen.

Bei allen Risiken ist es schwer bis unmöglich, die zukünftige Entwicklung verlässlich vorherzusagen. Führt man eine Baumart in einem Gebiet ein, in dem sie bislang nicht vorkam, kann die Entwicklungsdynamik biotischer Risiken nicht abgeschätzt werden. Einerseits könnten hier Effekte der Koevolution auftreten, die das Schadpotenzial reduzieren oder auch erhöhen könnten. Andererseits könnten Interaktionseffekte zwischen den vorhandenen und neu eingeführten Baumarten und deren spezifischen Pathogenen zu einer Verstärkung des Schadpotenzials führen. Insofern sollten die in den Steckbriefen gelisteten Risiken nicht als abschließende Risikobeurteilung sondern lediglich als orientierende Hinweise gelesen werden.

## Literatur

- [1] ALBRECHT, A., et al. (2019): Baumarteneignung 2.0 und Vulnerabilitätskarten - Konzept und landesweite Hauptergebnisse. FVA-einblick. 23(2): S. 9-14.
- [2] HANEWINDEL, M., et al. (2010): Künftige Baumarteneignung für Fichte und Buche in Südwestdeutschland. AFZ-Der Wald. 65(19): S. 30-33.
- [3] HANEWINDEL, M., et al. (2014): Converting probabilistic tree species range shift projections into meaningful classes for management. Journal of Environmental Management. 134: S. 153-165.
- [4] ALBRECHT, A., et al. (2020): Baumarteneignungskarten 2.0 in Baden-Württemberg. Holz-Zentralblatt. S. 342-343.
- [5] PUHLMANN, H., et al. (2019): Wasserhaushalt und Trockenstress von Wäldern: Wohin geht die Reise? In: V. TEUFFEL, K., (Hrsg.) FVA-einblick: Wald im Klimawandel. Freiburg: Eigenverlag. S. 22-26.
- [6] KAUTZ, M. und HÄNDEL, M. (2019): Abschätzung des Buchdruckerrisikos mithilfe des Modells Phenips. In: V. TEUFFEL, K., (Hrsg.) FVA-einblick: Wald im Klimawandel. Freiburg: Eigenverlag. S. 27-31.
- [7] IPCC. (2013): Climate change 2013: The physical science basis. Contribution of working group I to the fifth assessment report of the intergovernmental panel on climate change. Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. ed. STOCKER, T.F., et al. Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA: Cambridge University Press. 1535 S.
- [8] KLÄDTKE, J. (2016): Zum Wachstum eingeführter Baumarten in Baden-Württemberg. Allgemeine Forst und Jagdzeitung. 187 (5/6): S. 81-92
- [9] BUNDESAMT FÜR NATURSCHUTZ. (2017): Was sind Neobiota? Was sind invasive Arten?, unter: <https://neobiota.bfn.de/grundlagen/neobiota-und-invasive-arten.html> [Stand: 17.10.2017].

## Hinweis:

Sämtliche Angaben basieren ausschließlich auf Literaturlauswertungen. Zusammengefasst sind zum Auswertungszeitpunkt verfügbare Informationen; es wird kein Anspruch auf Vollständigkeit oder dauerhafte Aktualität erhoben. Aus den dargestellten Holzeigenschaften und Verwendungen sind keine Empfehlungen der FVA ableitbar, bei den biotischen und abiotischen Risiken handelt es sich nicht um eine abschließende Risikobeurteilung der FVA und die Listenlänge stellt nicht das Gefährdungspotenzial dar.





A large teal graphic element consisting of a semi-circle at the top and a large arrow pointing to the right, which serves as a background for the text.

# KAPITEL 2

## Baumartensteckbriefe

In diesem Kapitel finden Sie die eigentliche Literaturstudie. Für jedes Kriterium jeder Baumart wird aufgelistet, welche Untersuchungsergebnisse vorliegen.

# TÜRKISCHE TANNE



## 1. Verbreitung und Ökologie

- 1. Natürliche Verbreitung:**  
Kleinasien im Nordwesten der Türkei auf den Höhenlagen des westlichen Pontus-Gebirges (Abb. 1) von 800 bis auf 2.000 m ü. NN [2].
- 2. Klimatische Kennziffern:**  
Jährlicher Niederschlag zwischen 800 und 1.600 mm; Minimum in der Vegetationszeit: 150-200 mm. Kältetoleranz: -18 °C [2].
- 3. Natürliche Waldgesellschaft:**  
Oft begleitet von Orient-Buche, Wald- und Schwarzkiefer [2] sowie Eiche und Kalabrischer Kiefer [3]

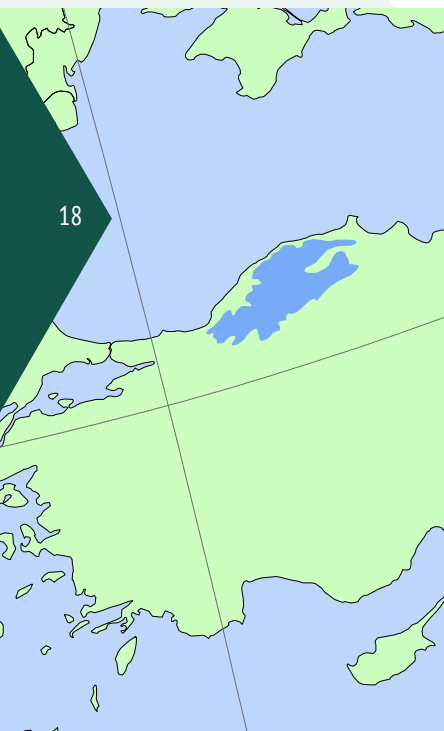


Abb. 1 Natürliche Verbreitung [1].

**4. Künstliche Verbreitung:**  
Keine Literatur gefunden.

**5. Lichtansprüche:**  
Schattbaumart [4].

**6. Konkurrenzstärke:**  
**6.1. Verjüngungs-Di-ckungsphase:** Langsame Jugendentwicklung. Die Ausbreitung von Konkurrenzvegetation, vor allem der Rhododendren (*Rhododendron ponticum*), verhindert die Verjüngung der Türkischen Tanne [2].  
**6.2. Baum- und Altholz-phase:** Keine Literatur gefunden.

## 2. Standortsbindung

Diese Art bevorzugt tiefgründige [2] und gut drainierte [1] Böden

- 1. Nährstoffansprüche:**  
Nährstoffreiche Böden werden bevorzugt [1].
- 2. Kalktoleranz:**  
Keine Literatur gefunden.
- 3. pH-Wert:**  
Keine Literatur gefunden.
- 4. Tontoleranz:**  
Keine Literatur gefunden.
- 5. Staunässe- und Grundwassertoleranz:**  
Gering [5]
- 6. Blattabbau (Streuzersetzung und Nährstoffe):**  
Keine Literatur gefunden.

## 3. Bestandesbegründung

- 1. Naturverjüngung:**  
Lücken sind vorteilhaft für die Verjüngung der Türkischen Tanne, denn die Art benötigt Licht für die Verjüngung [2]. Geschlossene Bestände können zu Lichtmangel führen und die Verjüngung beeinträchtigen. In Buchen-Tannen-Mischbeständen kann die Streu verjüngungshemmend wirken [2]. Sie ist eher als eine Femelbaumart zu betrachten, kann sich aber auch auf Freiflächen verjüngen [5].

# ■ *Abies bornmuelleriana* Mattf. TÜRKISCHE TANNE / BORNMÜLLERS TANNE

## ■ FAMILIE: Pinaceae

SYN: *Abies nordmanniana* subsp. *bornmuelleriana* (Mattf.) Coode & Cullen, *Abies nordmanniana* subsp. *equi-trojani* (Asch. & Sint. ex Boiss.) Coode & Cullen

Franz: sapin de Bornmüller; Ital: abete di Bornmüller; Eng: Bornmüller's fir; Span: abeto de Normandía, abeto del Cáucaso.

- Die Türkische Tanne ist als Hybrid zwischen *Abies nordmanniana* und *Abies cephalonica* klassifiziert [1, 2]. Wegen ihrer hohen Trockenheitstoleranz wird sie als potenzielle Alternativbaumart für die Anpassung des Waldes an den Klimawandel angesehen [3], allerdings sind viele Eignungsaspekte bislang noch unbekannt.

2. **Künstliche Verjüngung:**  
Pflanzung trupp- oder gruppenweise ist ratsam [2].
3. **Keimfähigkeit und Überdauerungszeit des Saatgutes:**  
57 % [6].
4. **Mineralbodenkeimer:**  
Keine Literatur gefunden.
5. **Stockausschlagfähigkeit:**  
Nein [5].
6. **Forstvermehrungsgutgesetz:**  
Nein [7].
7. **Mögliche Mischbaumarten:**  
Möglich mit Buche und Fichte [5]

## 4. Leistung und Waldbau

1. **Wachstum:**  
Die Türkische Tanne kann bis zu 40 m hoch werden und einen BHD von 100 cm erreichen [8]. Dabei kann sie bis zu 420 Jahre alt werden [2]. Bei einer standortsdifferenzierten Betrachtung werden aus ihrem natürlichen Areal folgende Dimensionen berichtet: a) 36-39 m Höhe und 64-80 cm BHD in reinen Tannenbeständen im Alter von 150-185 Jahren; b) 34-37 m Höhe und 56-71 cm BHD in reinen Tannenbeständen auf trockenen Standorten im Alter von 170-190 Jahren (Aksoy (1980) zitiert nach [2]). In höheren Lagen ist eine bessere Leistung durch hohe Luftfeuchtigkeit (Nebel- und Wolkenbildung) vorhanden [2]. Im Herkunftsgebiet wird eine  $GWL_V$  zwischen 608 und 1621  $m^3/ha$  im Alter von 100 Jahren erreicht. Der  $dGz$  liegt zwischen 6,1 und 16,2  $m^3/ha/J$  [9]. In einer Versuchs-

fläche bei Wien zeigte die Provenienz Pursa die beste Widerstandsfähigkeit gegen Trockenheit im Jahr 1977 und das beste Wachstum im Folgejahr [2].

2. **Ökonomische Bedeutung:**  
Wichtige Wirtschaftsbaumart im Herkunftsgebiet [9].

## 5. Erfahrung in Baden-Württemberg und Deutschland

Ergebnisse aus Hessen und Niedersachsen zeigen, dass die Herkunft aus Adapazari (1.300 m) den besten Höhenzuwachs unter sechs Herkünften bis zum Alter 13 Jahre aufweist [10]. Ein kleiner Bestand (0,2 ha) wurde im Exotenwald Weinheim angepflanzt [11]. Es existieren waldwachstumskundliche Versuchsflächen an der FVA-BW.



Türkische Tanne im Bestand



## 6. Holzeigenschaften und Holzverwendung

Das Holz wird hauptsächlich für Türen, Verschalungen, Kisten und Blindholz im Möbelbau verwendet [2].

1. **Holzdichte:**  
0,29 ... 0,40 ... 0,73 g/cm<sup>3</sup> (Wassergehalt wurde nicht berichtet) [2].
2. **Dauerhaftigkeitsklasse:**  
In EN 350 nicht enthalten [12].
3. **Konstruktionsbereich (Bauholz, Massivholzwerkstoffe):**  
Geeignet [5].
4. **Innenausbau, Möbelbau:**  
Türen, Verschalung, Möbelbau [2].
5. **Holzwerkstoffe (OSB, LVL, Spanplatte, MDF):**  
Keine Literatur gefunden.
6. **Zellstoff, Papier, Karton:**  
Geeignet für die Zellstoffindustrie [2].
7. **Energetische Nutzung:**  
Keine Literatur gefunden.
8. **Sonstige Nutzungen:**  
Kisten, Verpackung [2].

## 7. Sonstige Ökosystemleistungen

1. **Nicht-Holzverwendung:**  
Weihnachtsbaum [13].
2. **Biomassefunktionen:**  
Keine Literatur gefunden.
3. **Landschaftliche und ökologische Aspekte:**  
Sehr wichtige Baumart [9] mit ähnlichen ökologischen Eigenschaften wie die Weißtanne [5].

## 8. Biotische und abiotische Risiken

1. **Pilze:**  
Der Tannen-Wurzelschwamm (*Heterobasidion abietinum*) kommt vor [14].
2. **Insekten:**  
Befall durch Tannentrieblaus (*Dreyfusia* sp.) wurde selten an der Türkischen Tanne beobachtet [2]. Allerdings ist *Dreyfusia nordmanniana* in Mitteleuropa weit verbreitet und es wurden bereits erhebliche Schäden an der Weißtanne beobachtet [15]. Im natürlichen Areal wurde Befall durch folgende Insekten beobachtet: Bastkäfer (*Hylastes ater*), Haarstirn-Borkenkäfer (*Pityophthorus micrographus*) und Zweistreifiger Zangenbock (*Rhagium bifasciatum*) [2].
3. **Sonstige Risiken:**  
Mistelbefall durch *Arceuthobium oxycedri* [8] und *Viscum album* tritt im natürlichen Areal auf [2].
4. **Herbivoren/Verbissemempfindlichkeit:**  
Sehr anfällig gegenüber Verbiss [16].
5. **Dürretoleranz:**  
Tolerant gegenüber Trockenheit [3].
6. **Feueranfälligkeit:**  
Sehr hoch [16].
7. **Frosttoleranz:**  
Empfindlich gegenüber Spätfrost wegen relativ frühen Austreibens [2].
8. **Sturmanfälligkeit:**  
Keine Literatur gefunden.
9. **Schneebruch:**  
Keine Literatur gefunden.



Türkische Tanne

**10. Invasivitätspotenzial:**

Keine Literatur gefunden.

**Literatur**

[1] EUFORGEN. (2011): Distribution map of *Abies bornmuelleriana*, unter: [http://www.euforgen.org/fileadmin/templates/euforgen.org/upload/Documents/Maps/PDF/Abies\\_bornmuelleriana.pdf](http://www.euforgen.org/fileadmin/templates/euforgen.org/upload/Documents/Maps/PDF/Abies_bornmuelleriana.pdf) [Stand: 06.09.2017].

[2] SCHÜTT, P. (1991): Tannenarten Europas und Kleinasiens. Basel: Birkhäuser Verlag. 132 S.

[3] HUBER, G. (2013): Bornmuelleriana-Wälder in der Türkei. LWF aktuell 92: S. 19-22.

[4] KINGS CREEK. Turkish Fir, unter: [http://www.kingscreektrees.com/nursery/species/turkish\\_fir.html](http://www.kingscreektrees.com/nursery/species/turkish_fir.html) [Stand: 12.10.2017].

[5] METTENDORF, B. (2017): mündliche Auskunft.

[6] KURT, Y., et al. (2016): Variation in needle and cone characteristics and seed germination ability of *Abies bornmuelleriana* and *Abies equi-trojani* populations from Turkey. Turkish Journal of Agriculture and Forestry. 40(2): S. 169-176.

[7] BGBL. (2002): Forstvermehrungsgutgesetz vom 22. Mai 2002. In: BGBL. I S. 1658, BUNDESMINISTERIUM DER JUSTIZ UND FÜR VERBRAUCHERSCHUTZ.

[8] DEBRECZY, Z. und RÁCZ, I. (2011): Conifers around the world: conifers of the temperate zones and adjacent regions. Dendro Press: Budapest. 535 S.

[9] MISIR, N., et al. (2012): Yield Models of Pure Fir (*Abies nordmanniana* S. subsp. *bornmülleriana* (Mattf.)) Stands (Western Black Sea Region). Kastamonu University Journal of Forestry Faculty. 12(3): S. 54-59.

[10] RAU, H.-M. (2011): Ergebnisse von Herkunftsversuchen mit 10 Tannenarten aus Amerika und Asien. Forstarchiv. 82(4): S. 156.

[11] NOE, E. und WILHELM, U. (1997): Der Exotenwald in Weinheim 1872-1997: 125 Jahre Fremdländeranbau an der Bergstraße. In: LFV BADEN-WÜRTTEMBERG, (Hrsg.) Versuchsanbauten mit nicht heimischen Baumarten: historische Entwicklung in Baden-Württemberg. Stuttgart: Schriftenreihe der Landesforstverwaltung Baden-Württemberg. S. 67-185.

[12] EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG. (2016): Dauerhaftigkeit von Holz und Holzprodukten - Prüfung und Klassifikation der Dauerhaftigkeit von Holz und Holzprodukten gegen biologischen Angriff - EN 350.

[13] HERZOG, W. (2008): Christbaumanbau: Alternative Baumarten. Wald Holz 89(4): S. 55-57.

[14] BERAM, R.C., et al. (2017): Heterobasidion and Armillaria Root and Stem Rot Diseases in Turkish Forests. In: IUFRO 125th Anniversary Congress. Freiburg.

[15] NIERHAUS-WUNDERWALD, D. und FORSTER,

B. (1999): Zunehmendes Auftreten der Gefährlichen Weisstannentrieblaus. Biologie und Empfehlungen für Gegenmassnahmen. Wald Holz 80(10): S. 50-53.

[16] CAUDULLO, G. und TINNER, W. (2016): *Abies* - Circum-Mediterranean firs in Europe: distribution, habitat, usage and threats, In: European Atlas of Forest Tree Species, SAN-MIGUEL-AYANZ, J., DE RIGO, D., CAUDULLO, G., HOUSTON DURRANT, T., und MAURI, A., (Hrsg.) Publ. Off. EU: Luxembourg. e015be7+.

# GROSSE KÜSTENTANNE



## 1. Verbreitung und Ökologie

- Natürliche Verbreitung:**  
Nordwesten der Vereinigten Staaten und Südwesten Kanadas [3] (Abb. 1); von 0 bis auf 1.830 m ü. NN [4].
- Klimatische Kennziffern:**  
Jährlicher Niederschlag zwischen 350 und 2.800 mm [4]; überwiegend im Winterhalbjahr [5]. Jahresmitteltemperatur von 6 bis 10 °C [3]. Kältetoleranz: -40 °C; Hitzetoleranz: 40 °C [4].
- Natürliche Waldgesellschaft:**  
Selten in Reinbeständen; wächst dominant in wärmeren und trockeneren Bereichen ihres Vorkommens [3, 4].
- Künstliche Verbreitung:**  
Zahlreiche europäische Länder [5].
- Lichtansprüche:**  
Schattentolerant [4] bis Klimaxbaumart in feueranfälligen Flächen [6].
- Konkurrenzstärke:**
  - Verjüngungs-Dickungsphase:** Sie hat ein rasches Jugendwachstum [2], leidet aber unter starker Konkurrenz um Licht mit der krautigen Vegetation [6].
  - Baum- und Altholzphase:** Alte Bäume reagieren schnell auf Freistellung [3].



Abb. 1 Natürliche Verbreitung [29].

## 2. Standortsbindung

Die Art wächst am besten auf tiefgründigen Lehmböden [4] und kommt sowohl mit feuchten als auch trockenen Standorten zurecht [5, 7]. Sie wächst auch auf feinsandigen und steinigten Böden [4].

- Nährstoffansprüche:**  
Profitiert von guter Bodenfruchtbarkeit [6].
- Kalktoleranz:**  
Kalkhaltige Böden sind nicht geeignet [5].
- pH-Wert:**  
Hohe pH-Werte sind nicht geeignet [5].
- Tontoleranz:**  
Gegeben, allerdings bei reduziertem, geringem Wachstum [4].
- Stauässe- und Grundwassertoleranz:**  
Mittlere Nässetoleranz [6].
- Blattabbau (Streuzersetzung und Nährstoffe):**  
Langsamer als bei der Douglasie [8].

## 3. Bestandesbegründung

- Naturverjüngung:**  
Geringe Saatgut-Produktion und Fruktifizierung ab dem Alter von 20 Jahren. Ein guter Zapfenbehang hat ca. 40 Zapfen je Baum. Saatgutverbreitung erfolgt im Herbst in einem Radius von 45 bis 60 m um die Samenbäume [3]. Die Küstentanne ist gut an verschiedene Lichtverhältnisse angepasst [4] und verjüngt sich sowohl unter

# ■ *Abies grandis* (Douglas ex D. Don) Lindl. GROSSE KÜSTENTANNE

## ■ FAMILIE: Pinaceae

Franz: sapin géant; Ital: abete gigante; Eng: grand fir, giant fir; Span: abeto de Vancouver, abeto gigante.

- Die Küstentanne kann Sommertrockenheit gut ertragen [1]. Und obwohl hohe Wachstumsleistungen erreicht werden, gibt es sowohl hinsichtlich der Anpassungsfähigkeit als auch der Risiken bei der Küstentanne noch Klärungsbedarf [2].

Schirm als auch auf der Freifläche [5]. Außerdem ist sie für plenterartige Verjüngungsverfahren besonders geeignet [4], sodass leichte bis moderate Überschirmung zu besserem Wachstum und erfolgreicher Etablierung in der initialen Verjüngungsphase führt [3, 9]. Sämlingsmortalität ist in den ersten zwei Jahren und nach Feuer hoch [3, 6].

## 2. Künstliche Verjüngung:

Nach der Stratifizierung des Saatgutes unter feuchten und kühlen (1 bis 5° C) Bedingungen für die Dauer von 14 bis 42 Tagen kann die Aussaat erfolgen [3]. Zwei bis dreijährige Pflanzen können problemlos auf Freiflächen gepflanzt werden [4]. Die Pflanzdichte kann zwischen 1.600 und 2.500 Pflanzen pro Hektar liegen [1, 10]. Die Küstentanne hat im Herkunftsgebiet verschiedene Varietäten. Das Saatgut, das vor 200 Jahren nach Europa importiert wurde, stammt hauptsächlich von der Küstenform *Abies grandis* var. *grandis* [11].

## 3. Keimfähigkeit und Überdauerungszeit des Saatgutes:

Selten mehr als 50 % [3]. Die Überdauerungszeit liegt bei maximal einem Jahr im Wald [3] oder fünf bis acht Jahre mit Lagertemperatur von -6 bis -20° C [12].

## 4. Mineralbodenkeimer:

Ja, möglich, aber nicht unbedingt zwingend [3].

## 5. Stockausschlagfähigkeit:

Unbekannt [3, 5].

## 6. Forstvermehrungsgutgesetz:

Ja [13].

## 7. Mögliche Mischbaumarten:

Mischverträglich mit Douglasie [10] und einheimischen Arten wie Buche [14].

## 4. Leistung und Waldbau

### 1. Wachstum:

Sie ist die produktivste Tannenart, die Küstenprovenienzen wachsen schneller als Inlandsprovenienzen [4, 6] (Abb. 2). Sie kann Höhen von 43 bis 61 m und einen BHD von über einem Meter erreichen [3]. Auf guten Standorten können Höhen von über 43 m schon im Alter von 50 Jahren erreicht werden [5]. Die  $GWL_V$  kann 476 bis 1.330  $m^3/ha$  im Alter von 100 Jahren erreichen (Cochran (1979) zitiert nach [3]). Starke Durchforstung sollte nicht angewandt werden, um extrem breite Jahrringe zu vermeiden [1].

### 2. Ökonomische Bedeutung:

Wichtige Wirtschaftsbaumart im Herkunftsgebiet [8]. Bei geringeren Jahrringbreiten erreicht das Holz der Küstentanne die Preise von Fichtenholz [14]. Bei großer Jahrringbreite ist momentan der Verkauf in Deutschland problematisch [15].



Zapfen der Küstentanne



## 5. Erfahrung in Baden-Württemberg und Deutschland

Sie ist auf Versuchsflächen der FVA-BW vorhanden [16]. Die Ergebnisse zeigen, dass bereits im Alter von 50 Jahren eine Höhe von 40 m erreicht werden kann (Abb. 2). In den Versuchspartellen lag die  $GWL_v$  im Alter 50 zwischen 700 und 1.300  $Vfm/ha$  und der  $dGz$  zwischen 14 und 26  $Vfm/ha/J$  [16]. Außerdem wurde sie in den Forstbezirken Nagold [17] und Güglingen [18] sowie im Exotenwald Weinheim angebaut [19, 20]. In Nagold wurden Mischbestände mit Douglasie, Fichte und Tanne angepflanzt [17]. Ein weiterer Bestand ist bei Sinsheim vorhanden [15]. Ausfälle in Süddeutschland im Weißstannengebiet sind ab dem Stangenholzalter z. T. kritisch [15], z. B. im Landkreis Heilbronn, wo Pilzbefall und Absterben ab Alter 30 beobachtet wurden [21]. Ergebnisse von Provenienzversuchen in Bayern zeigen, dass Herkünfte aus West-Washington und den Küstengebieten British Columbia die beste Wuchsleistung aufweisen [22].

## 6. Holzeigenschaften und Holzverwendung

Ähnliche Holzeigenschaften wie Weißtanne und Fichte [5, 18]. Das Holz ist leicht bearbeitbar, allerdings ist die Trocknung etwas schwierig [23].

1. **Holzdicke:**  
0,43  $g/cm^3$  ( $r_{12...15}$ ) [23].
2. **Dauerhaftigkeitsklasse:**  
4 (wenig dauerhaft) [24].
3. **Konstruktionsbereich (Bauholz, Massivholzwerkstoffe):**  
Geeignet für leichtes Bau- und Konstruktionsholz [23].
4. **Innenausbau, Möbelbau:**  
Innenbereich, Türen [5].
5. **Holzwerkstoffe (OSB, LVL, Spanplatte, MDF):**  
Spanplatten, Faserplatten [25].
6. **Zellstoff, Papier, Karton:**  
Geeignet für die Papier- und Zellstoffindustrie [3, 23].
7. **Energetische Nutzung:**  
Gut geeignet als Brennholz [26].
8. **Sonstige Nutzungen:**  
Flugzeugbau, Kisten, Mühlenarbeiten, Flügel [25].



24

Küstentanne

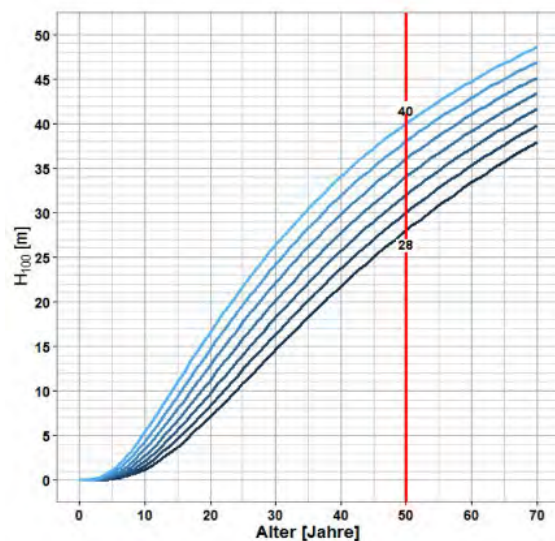


Abb. 2 Höhenbonitätsfächer für Bestände in Baden-Württemberg [16].



## 7. Sonstige Ökosystemleistungen

- 1. Nicht-Holzverwendung:**  
Weihnachtsbaum [3].
- 2. Biomassefunktionen:**  
Biomassefunktionen sind für Idaho und Montana (USA) bekannt. Sie wurden für die Kompartimente Stamm, Blätter und Zweige entwickelt und stützen sich auf den BHD als Prädiktor [27].
- 3. Landschaftliche und ökologische Aspekte:**  
Attraktiver Baum [3].

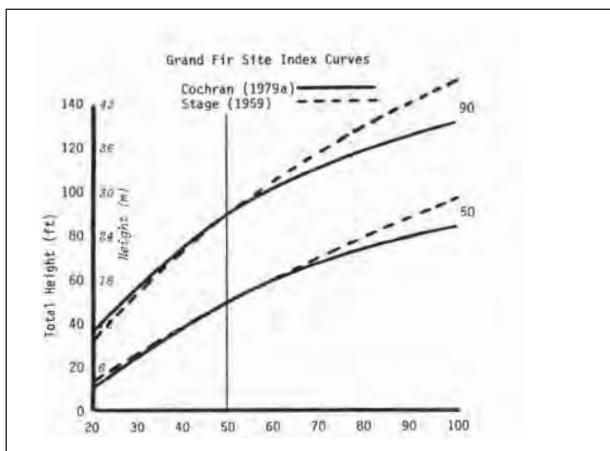


Abb. 3 Höhenbonitätsfächer für Provenienzen aus Oregon (Cochran 1979a) und aus Idaho (Stage 1959) [6].

vorausgehender Laubholzbestockung und auf alkalischen Böden vor. Gestresste Bäume sind anfällig gegen Tannenschütte (*Rhizosphaera kalkhoffii*) (Fließler (1998) zitiert nach [5]). Ausfälle in Süddeutschland im Weißtannengebiet sind ab dem Stangenholzalter z. T. kritisch [15].

- 2. Insekten:**  
Unter anderem zwei Schmetterlingsarten (*Choristoneura occidentalis* und *Orgyia pseudotsugata*), Borkenkäfer (*Scolytus ventralis*), Großer Brauner Rüsselkäfer (*Hylobius abietis*) und Tannenstamm- laus (*Adelges piceae*). Günstige Bedingungen für Borkenkäfer herrschen insbesondere in Beständen mit anderen anfälligen Tannenarten [4]
- 3. Sonstige Risiken:**  
Keine Literatur gefunden.
- 4. Herbivoren/Verbisempfindlichkeit:**  
Resistent [6], Verbiss kann aber auftreten [2, 4].
- 5. Dürretoleranz:**  
Mittlere [6] bis erhebliche Trockentoleranz [5, 29]. Allerdings können Sämlinge wenig resistent sein, und Störungen des Wasserhaushaltes können Bedingungen für biologische Schädlinge begünstigen [4]. Kaskadenherkünfte, besonders aus südlichen und Höhenlagenprovenienzen, besitzen eine höhere Trockenresistenz [5, 30].
- 6. Feueranfälligkeit:**  
Hoch durch dünne Rinde [6].
- 7. Frosttoleranz:**  
Mittlere Frosttoleranz [6] bis große Empfindlichkeit [31]. In Bayern zeigten Inlandsherkünfte höhere Früh- und Spätfrosttoleranz [22]. Nadel- schütte und Frostrisse können nach langen und starken Frösten entstehen [4]. Sämlinge sind anfällig gegenüber Spätfrost [3].
- 8. Sturmanfälligkeit:**  
Sturmfest [5]. Gehäufte Einzelsturmwürfe wurden im Bereich einer frischen Mulde im Forstbezirk Güglingen, BW beobachtet [18].
- 9. Schneebruch:**  
Niedrige Resistenz gegen Schneebruch [6], bis relativ unempfindlich [1].
- 10. Invasivitätspotenzial:**  
Kein erhebliches Gefährdungspotenzial [29].

## 8. Biotische und abiotische Risiken

- 1. Pilze:**  
Im Herkunftsgebiet ist die Küstentanne anfällig gegen Stamm- und Wurzelfäuleerreger (z. B. *Fomes annosus* und *Armillaria mellea*) (Miller und Partridge (1973) zitiert nach [4]). Praxis-Beobachtungen von österreichischen Versuchsflächen (Ottenstein) wiesen hohe Anfälligkeit gegenüber dem Honiggelben Hallimasch (*Armillaria mellea*) nach [1]. In Großbritannien wurde in einem Inokulationsexperiment mit dem Gemeinen Wurzelschwamm (*Heterobasidion annosum*) und Hallimasch (*Armillaria spec.*) allerdings unterdurchschnittlicher Befall an Küstentanne verglichen mit anderen Nadelbäumen ermittelt [28]. Auf Kulturlflächen kommen befallsbegünstigende Bedingungen für Hallimasch auf Standorten mit

## Literatur

- [1] RUHM, W. (2013): Die Große Küstentanne, tolerant bei Trockenheit und Schneedruck. Die Landwirtschaft 6: S. 28-29.
- [2] HEIN, S., et al. (2014): Zum Höhenwachstum von *Abies grandis* in Baden-Württemberg. AFZ-DerWald. 3: S. 16-17.
- [3] FOILES, M.W., et al. (1990): *Abies grandis* (Dougl. Ex D. Don) Lindl. Grand Fir. In: BURNS, R.M. und HONKALA, B.H., (Hrsg.) Silvics of North America - Conifers. Washington, DC: USDA Forest Service. S. 52-59.
- [4] HERMANN, R. (1981): *Abies grandis* in ihrem Heimatland. In: RÖHRIG, E., (Hrsg.) Schriften aus der Forstlichen Fakultät der Universität Göttingen und der Niedersächsischen Forstlichen Versuchsanstalt: Neuere Grundlagen für den Anbau von *Abies grandis*. Frankfurt am Main: J.D. Sauerländer's. S. 6-30.
- [5] RUETZ, W. (2014): *Abies grandis*. In: ROLOFF, A., WEISGERBER, H., LANG, U.M., und STIMM, B., (Hrsg.) Enzyklopädie der Holzgewächse: Handbuch und Atlas der Dendrologie. S. 1-10.
- [6] HALL, F.C. (1981): Ecology of Grand fir. In: OLIVER, C.D.K., R.M., (Hrsg.) Proceedings of the Biology and Management of True Fir in the Pacific Northwest Symposium, Institute of Forest Resources. Portland, Oregon: Univ. Washington, Seattle, Washington and USDA For. Serv. Pacific Northwest. S. 43-52.
- [7] ROLOFF, A. und GRUNDMANN, B. (2008): Klimawandel und Baumarten-Verwendung für Waldökosysteme. Tharandt. Stiftung Wald in Not. 46 S.
- [8] HOWARD, J.L. und ALEKSOFF, K.C. (2000): *Abies grandis*, unter: <https://www.fs.fed.us/database/feis/plants/tree/abigra/all.html> [Stand: 27.09.2017].
- [9] MAGNUSSEN, S. (1981): Vergleichende Untersuchungen über das Schattenertragnis junger Weiß- und Küstentanne. In: RÖHRIG, E., (Hrsg.) Schriften aus der Forstlichen Fakultät der Universität Göttingen und der Niedersächsischen Forstlichen Versuchsanstalt: Neuere Grundlagen für den Anbau von *Abies grandis*. Frankfurt am Main: J.D. Sauerländer's. S. 51-121.
- [10] LIESEBACH, M., WEISSENBACHER, L. (2007): Erfahrungen mit *Abies grandis* in sommerwarmen Gebieten Österreichs. Forst u. Holz. 62(6): S. 19-20.
- [11] THURM, E.A., et al. (2018): Alternative tree species under climate warming in managed European forests. Forest Ecology and Management. 430: S. 485-497.
- [12] BURKART, A. (2000): Kulturblätter: Angaben zur Samenernte, Klengung, Samenlagerung, Saamenausbeute und Anzucht von Baum- und Straucharten. Birmensdorf: Eidgenössische Forschungsanstalt WSL. 92 S.
- [13] BGBL. (2002): Forstvermehrungsgutgesetz vom 22. Mai 2002. In: BGBL I S. 1658, BUNDESMINISTERIUM DER JUSTIZ UND FÜR VERBRAUCHERSCHUTZ.
- [14] HAPLA, F. (2011): Verwendungsmöglichkeiten für Küstentannen-Schnittholz. LWF Wissen 66: S. 74-75.
- [15] METTENDORF, B. (2017): mündliche Auskunft.
- [16] KLÄDTKE, J. (2016): Zum Wachstum eingeführter Baumarten in Baden-Württemberg. Allgemeine Forst und Jagdzeitung. 187 (5/6): S. 81-92.
- [17] HANISCH, B. (1997): Fremdländeranbauten in Baden-Württemberg im Forstbezirk Nagold seit 1955. In: LFV BADEN-WÜRTTEMBERG, (Hrsg.) Versuchsanbauten mit nicht heimischen Baumarten: historische Entwicklung in Baden-Württemberg. Stuttgart: Schriftenreihe der Landesforstverwaltung Baden-Württemberg. S. 15-66.
- [18] LUTZ, N. (1997): Fremdländeranbau im Forstbezirk Güglingen. In: LFV BADEN-WÜRTTEMBERG, (Hrsg.) Versuchsanbauten mit nicht heimischen Baumarten: Historische Entwicklung in Baden-Württemberg. Stuttgart: Schriftenreihe der Landesforstverwaltung Baden-Württemberg. S. 187-210.
- [19] KREISFORSTAMT RHEIN-NECKAR-KREIS. (2009): Baumartenliste der Bestandesflächen im Exotenwald Weinheim. Landratsamt Rhein-Neckar-Kreis: Weinheim. 5 S.
- [20] NOE, E. und WILHELM, U. (1997): Der Exotenwald in Weinheim 1872-1997: 125 Jahre Fremdländeranbau an der Bergstraße. In: LFV BADEN-WÜRTTEMBERG, (Hrsg.) Versuchsanbauten mit nicht heimischen Baumarten: historische Entwicklung in Baden-Württemberg. Stuttgart: Schriftenreihe der Landesforstverwaltung Baden-Württemberg. S. 67-185.
- [21] RÜTER, M. (2018): mündliche Auskunft.
- [22] STORZ, C. (2016): Große Küsten-Tanne: 100 Jahre bayerische Herkunftsforschung. LWF-aktuell. 110(3): S. 28.
- [23] WAGENFÜHR, R. (2000): HOLZatlas. München: Fachbuchverlag Leipzig im Carl Hanser Verlag. 707 S.
- [24] EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG. (2016): Dauerhaftigkeit von Holz und Holzprodukten - Prüfung und Klassifikation der Dauerhaftigkeit von Holz und Holzprodukten gegen biologischen Angriff - EN 350.
- [25] ROSS, R.J. (2010): Wood handbook : Wood as an engineering material. Madison, WI: General Technical Report FPL- GTR-190. 509 S.
- [26] USDA FOREST SERVICE. Fuel Efficiency & Conservation, unter: [https://www.fs.usda.gov/Internet/FSE\\_DOCUMENTS/fsbdev3\\_035113.pdf](https://www.fs.usda.gov/Internet/FSE_DOCUMENTS/fsbdev3_035113.pdf) [Stand: 27.09.2017].
- [27] BROWN, J.K. (1978): Weight and density of crowns of Rocky Mountain conifers [Tree biomass, volume]. USDA Forest Service, Bd. 197. 64 S.
- [28] GREIG, B., et al. (2001): Experiments on the susceptibility of conifers to *Heterobasidion annosum* in Great Britain. Forest Pathology (Germany). 31: S. 219-228.
- [29] SPELLMANN, H., et al. (2015): Große Küstentanne (*Abies grandis* Dougl. ex D. Don Lindl.). In: VOR, T., SPELLMANN, H., BOLTE, A., und AMMER, C., (Hrsg.)

Potenziale und Risiken eingeführter Baumarten:  
Baumartenportraits mit naturschutzfachlicher Bewertung. Göttingen: Universitätsverlag Göttingen. S. 29-46.

**[30]** LARSEN, S., et al. (1981): Untersuchungen über die Trockenresistenz und den Wasserhaushalt verschiedener Herkünfte von *Abies grandis* (Dougl.) Lindley. In: RÖHRIG, E., (Hrsg.) Schriften aus der Forstlichen Fakultät der Universität Göttingen und der Niedersächsischen Forstlichen Versuchsanstalt: Neuere Grundlagen für den Anbau von *Abies grandis*. Frankfurt am Main: J.D. Sauerländer's. S. 122-155.

**[31]** DIMKE, P. (2015): Spätfrostschäden – erkennen und vermeiden. LWF-Merkblatt. 31: S. 1-3.

# NORDMANNSTANNE



## 1. Verbreitung und Ökologie

- 1. Natürliche Verbreitung:**  
Westlicher Kaukasus und Nordosten Anatoliens (Abb. 1); von 400 bis auf 2.000 m ü. NN [1].
- 2. Klimatische Kennziffern:**  
Jährlicher Niederschlag zwischen 800 und 2.400 mm. Jahresmitteltemperatur von 6 bis 11 °C [1]. Kältetoleranz: -25 °C [4].
- 3. Natürliche Waldgesellschaft:**  
Oft begleitet von Orient-Buche [1].
- 4. Künstliche Verbreitung:**  
Verschiedene Länder in Mitteleuropa [1], England [5].

**5. Lichtansprüche:**  
Halbschatt- [1] bis Schattbaumart [6].

**6. Konkurrenzstärke:**  
6.1. Verjüngungs-Dickungsphase: Kann sich erfolgreich unter geringer Konkurrenz verjüngen [1]. Sie wächst aber in der Jugend langsamer als die Weißtanne [7].  
6.2. Baum- und Altholzphase: Reagiert dynamisch auf Freistellung auch im hohen Alter [1].

## 2. Standortsbindung

Sie hat ähnliche Ansprüche wie die Fichte und geringere als die Weißtanne, benötigt aber tiefe und frische Böden [6]. In Baden-Württemberg zeigte sie auf trockenen und wenig tiefgründigen Böden schlechtes Gedeihen [8].

- 1. Nährstoffansprüche:**  
Nährstoffreiche Böden werden bevorzugt [1].
- 2. Kalktoleranz:**  
Gut [1].
- 3. pH-Wert:**  
Toleriert basische und saure Substrate [1].
- 4. Tontoleranz:**  
Gering [1].
- 5. Staunässe- und Grundwassertoleranz:**  
Gering [9].
- 6. Blattabbau (Streuzersetzung und Nährstoffe):**  
Keine Literatur gefunden.

## 3. Bestandesbegründung

- 1. Naturverjüngung:**  
Gute Fruktifizierung alle zwei Jahre. Die Keimung erfordert eine winterliche Ruheperiode und erfolgt sofort bei +2 °C. Die Nordmannstanne kann sich auch auf freier Fläche verjüngen [1]. Im Femelschlagbetrieb hat sie eine lange Verjüngungsdauer (30-40 Jahre) [6].

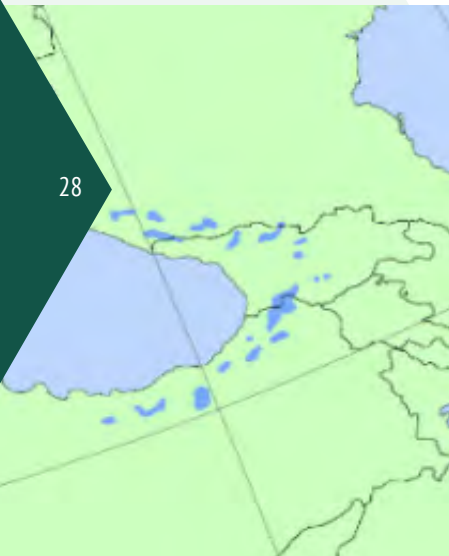


Abb. 1 Natürliche Verbreitung [19].

# ■ *Abies nordmanniana* (Steven) Spach NORDMANNSTANNE

- **FAMILIE:** Pinaceae  
Franz: sapin de Turquie; Ital: abete turco; Eng: Nordmann fir, Caucasian fir; Span: abeto de Normandía, abeto del Caúcaso.
- Die Nordmannstanne hat eine ähnliche Leistungsfähigkeit und waldbauliche Eigenschaften wie die Weißstanne [1]. Sie zeigte die höchste Resistenz gegen Trockenheit im Vergleich zu zehn Provenienzen der Weißstanne und sechs anderen europäischen Tannenarten im Osten von Österreich [2]. Allerdings wird sie in Deutschland und Mitteleuropa hauptsächlich als Weihnachtsbaum angebaut [3].

- 2. Künstliche Verjüngung:**  
In Deutschland gibt es Saatgutplantagen, allerdings für Weihnachtsbaumkulturen [10].
- 3. Keimfähigkeit und Überdauerungszeit des Saatgutes:**  
10-30 % [6], bis 55 % und 4 Jahre, wenn bei -15 °C gelagert [1].
- 4. Mineralbodenkeimer:**  
Keine Literatur gefunden.
- 5. Stockausschlagfähigkeit:**  
Ja, wenn im Jugendstadium noch mindestens ein lebender Astkranz am Baum verbleibt [7].
- 6. Forstvermehrungsgutgesetz:**  
Nein [11].
- 7. Mögliche Mischbaumarten:**  
Sie kann sich sowohl in Rein- als auch in Mischbeständen mit Weißstanne, Fichte und Buche etablieren [6]. Hybridisierung mit der Weißstanne möglich [7]. Aufgrund von Befallsbeobachtungen durch Tannentrieblaus erscheint die Etablierung von Mischbeständen ratsam [9].

## 4. Leistung und Waldbau

- 1. Wachstum:**  
Die Nordmannstanne kann bis zu 700 Jahre alt werden und dabei große Wuchsleistung erbringen. In ihrem natürlichen Areal können bis zu 60 m Baumhöhe, 200 cm BHD und Vorräte von 1.800 Vfm/ha erreicht werden [1]. Im Wachstum ähnelt sie der Weißstanne, wächst aber in der Jugendphase etwas langsamer [6, 8]. Sobald sich die Äste breit auslegen, nimmt das Wachstum stark zu [6]. Für eine ausreichende Kronenentwicklung soll die Durchforstung frühzeitig ein-

setzen [12].

- 2. Ökonomische Bedeutung:**  
Die Nordmannstanne ist im Kaukasus und in der Türkei eine wichtige Holzbaumart [5] vor allem für Zellstoff und die Papierindustrie [13].

## 5. Erfahrung in Baden-Württemberg und Deutschland

Die Nordmannstanne zeigt im Schwarzwald ein besseres Wachstum als im Rheintal, der Bodenseegegend oder im Odenwald. Ebenso wurde ein besseres Wachstum mit zunehmender Meereshöhe beobachtet [8]. Außerdem wurde beobachtet, dass das Höhenwachstum mit der Lichtstärke zunimmt [7]. Die Nordmannstanne ist auf Versuchsflächen der FVA-BW vorhanden [14]. Die Ergebnisse zeigen, dass bis zum Alter 50 eine Höhe von 30 m erreicht werden kann (Abb. 2). In den Versuchspartellen lag die GWLV zwischen 300 und 800 Vfm/ha im selben Alter [14]. Die Nordmannstanne wurde auch in den Forstbezirken Nagold [15] und Güglingen [12] sowie im Freiburger Stadtwald [9] angepflanzt.



Nordmannstanne



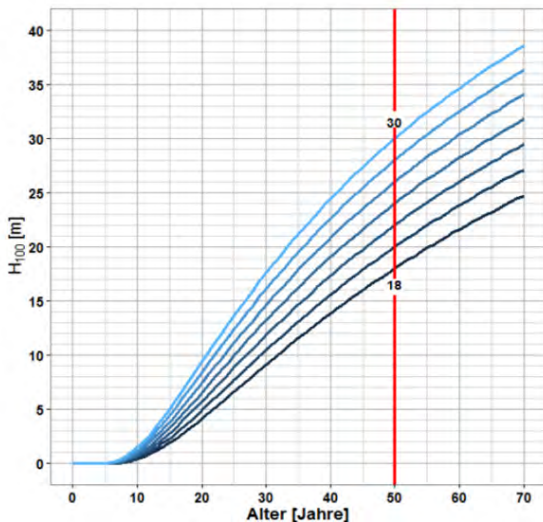


Abb. 2 Höhenbonitätsfächer für Bestände in Baden-Württemberg [14].

## 6. Holzeigenschaften und Holzverwendung

Das Holz ist gut bearbeitbar und wird oft im Flugzeugbau und für Musikinstrumente verwendet [1]. Es ähnelt dem Holz der Weißtanne sehr und findet die gleiche Verwendung [8, 16].

1. **Holzdicke:**  
0,35 g/cm<sup>3</sup> (Wassergehalt wurde nicht berichtet) [1].
2. **Dauerhaftigkeitsklasse:**  
In EN 350 nicht enthalten [17].
3. **Konstruktionsbereich (Bauholz, Massivholzwerkstoffe):**  
Geeignet [9].
4. **Innenausbau, Möbelbau:**  
Möbelherstellung, Furnier [18].
5. **Holzwerkstoffe (OSB, LVL, Spanplatte, MDF):**  
Sperrholz [18].
6. **Zellstoff, Papier, Karton:**  
Geeignet für die Papier- und Zellstoffindustrie [8, 13].
7. **Energetische Nutzung:**  
Keine Literatur gefunden.
8. **Sonstige Nutzungen:**  
Flugzeugbau, Instrumentenbau [1].

## 7. Sonstige Ökosystemleistungen

1. **Nicht-Holzverwendung:**  
Weihnachtsbaum [6, 19]. Die Rinde enthält ca. 10 % Tannine [1].
2. **Biomassefunktionen:**  
Eine generische Biomassefunktion mit BHD, Höhe und Rohdichte als Prädiktoren ist für die Tschechische Republik vorhanden [20].
3. **Landschaftliche und ökologische Aspekte:**  
Attraktiver Baum für die Landschaft [8] mit ähnlichen ökologischen Eigenschaften wie die Weißtanne [9].

## 8. Biotische und abiotische Risiken

1. **Pilze:**  
*Melampsorella caryophyllacearum* verursacht den Tannenkrebs, *Phytophthora cinnamomi* tritt auch auf [1]. Der Tannen-Wurzelschwamm (*Heterobasidion abietinum*) kommt vor [21]. Hallimasch wird in Pflanzungen bei uns vereinzelt aggressiv (alte Laubholzstandorte) und führt gelegentlich auch zur Kernfäule [9].
2. **Insekten:**  
Befall durch Tannentrieblaus (*Dreyfusia nordmanniana* und *Dreyfusia merkeri*) wird berichtet [1]. Auf einer Anbauversuchsfläche in Baden-Württemberg wurde in den 1970er Jahren ein starker Befall durch die Tannentrieblaus beobachtet [12]. Es gibt allerdings Hinweise, dass die Nordmannstanne geringer gefährdet ist als die Weißtanne [7, 9]. Im Herkunftsgebiet tritt häufig ein Borkenkäfer (*Morimus verecundus*) als Schaderreger auf [1].
3. **Sonstige Risiken:**  
Mistelbefall durch *Viscum album* kommt im natürlichen Areal vor [1]. Die Nordmannstanne gilt als widerstandsfähiger gegenüber dem Tannensterben [7].
4. **Herbivoren/Verbissemphindlichkeit:**  
Sehr anfällig für Verbiss [18], sodass Zäunung für den Anbauerfolg erforderlich ist [1, 8].
5. **Dürretoleranz:**  
Geringe Empfindlichkeit [2], sie gedeiht auch auf trockenen Standorten [22].

6. **Feueranfälligkeit:**  
Sehr hoch [18].
7. **Frosttoleranz:**  
Empfindlich gegenüber strengen Spätfrösten [1, 8], kann aber von den Herkünften abhängig sein, da der Austrieb je nach Provenienz ca. 2-3 Wochen differiert [9].
8. **Sturmanfälligkeit:**  
Sturmfest [6], obwohl Schäden in Deutschland bekannt sind [1].
9. **Schneebruch:**  
In Deutschland vorhanden [1].
10. **Invasivitätspotenzial:**  
Keine Literatur gefunden.

## 9. Zusätzliche Information

Die Trojatanne (*Abies nordmanniana* subsp. *equi-trojani* (Asch. & Sint. ex Boiss.) Coode & Cullen) wurde in der ersten Auflage der Artensteckbriefe an dieser Stelle beschrieben. Sie wird zwischenzeitlich aber als Synonym für *Abies nordmanniana* subsp. *bornmuel-leriana* (Mattf.) Coode & Cullen klassifiziert. Deshalb wurde die Information hier entfernt.



Nordmannstanne





## Literatur

- [1] SCHÜTT, P. (1991): Tannenarten Europas und Kleinasiens. Basel: Birkhäuser Verlag. 132 S.
- [2] GEORGE, J.-P., et al. (2015): Inter- and intra-specific variation in drought sensitivity in *Abies spec.* and its relation to wood density and growth traits. *Agricultural and forest meteorology*. 214: S. 430-443.
- [3] HÖSL, G. (2006): Wissen, was der Kunde in zehn Jahren will. *LWF aktuell* 55: S. 1-3.
- [4] WILLKOMM, M. (1875): Forstliche Flora von Deutschland und Oesterreich. Leipzig: Winter. 968 S.
- [5] FARJON, A. (2010): *A Handbook of the World's Conifers* Bd. 1. Brill. 526 S.
- [6] HESS, R. (1905): Die Eigenschaften und das forstliche Verhalten der wichtigeren in Deutschland vorkommenden Holzarten: Ein Leitfaden für Studierende, Praktiker und Waldbesitzer. Paul Parey. 336 S.
- [7] METTENDORF, B. (1980): *Abies nordmanniana* Spach, *Abies bornmuelleriana* Mattf und *Abies equi-trojani* Aschers. et Sint. in Südwestdeutschland. in *Waldbau Albert-Ludwigs-Universität Freiburg*: Freiburg. 95 S.
- [8] WIMMER, E. (1909): Anbauversuche mit fremdländischen Holzarten in den Waldungen des Großherzogtums Baden. Berlin: Paul Parey. 86 S.
- [9] METTENDORF, B. (2017): mündliche Auskunft.
- [10] MATSCHKE, J. (2010): Nordmannstanne – Saatgutplantagen für sichere Versorgung. *LWF aktuell* 79: S. 42-44.
- [11] BGBL. (2002): Forstvermehrungsgutgesetz vom 22. Mai 2002. In: BGBL. I S. 1658, BUNDESMINISTERIUM DER JUSTIZ UND FÜR VERBRAUCHERSCHUTZ.
- [12] LUTZ, N. (1997): Fremdländeranbau im Forstbezirk Güglingen. In: LfV BADEN-WÜRTTEMBERG, (Hrsg.) *Versuchsanbauten mit nicht heimischen Baumarten: Historische Entwicklung in Baden-Württemberg*. Stuttgart: Schriftenreihe der Landesforstverwaltung Baden-Württemberg. S. 187-210.
- [13] ATA, C. (2014): *Abies nordmanniana* (Stev.) Spach. In: ROLOFF, A., WEISGERBER, H., LANG, U.M., und STIMM, B., (Hrsg.) *Enzyklopädie der Holzgewächse: Handbuch und Atlas der Dendrologie*. S. 1-10.
- [14] KLÄDTKE, J. (2015): Wachstum fremdländischer Baumarten im Spiegel von Versuchsanbauten. In: Beiträge zur Jahrestagung der Deutsche Verband Forstlicher Forschungsanstalten.
- [15] HANISCH, B. (1997): Fremdländeranbauten in Baden-Württemberg im Forstbezirk Nagold seit 1955. In: LfV BADEN-WÜRTTEMBERG, (Hrsg.) *Versuchsanbauten mit nicht heimischen Baumarten: historische Entwicklung in Baden-Württemberg*. Stuttgart: Schriftenreihe der Landesforstverwaltung Baden-Württemberg. S. 15-66.
- [16] KÖNIG, E. (1956): *Heimische und eingebürgerte Nutzhölzer*. Stuttgart: Holz-Zentralblatt Verlags-GmbH. 243 S.
- [17] EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG. (2016): Dauerhaftigkeit von Holz und Holzprodukten - Prüfung und Klassifikation der Dauerhaftigkeit von Holz und Holzprodukten gegen biologischen Angriff - EN 350.
- [18] CAUDULLO, G. und TINNER, W. (2016): *Abies - Circum-Mediterranean firs in Europe: distribution, habitat, usage and threats*, In: *European Atlas of Forest Tree Species*, SAN-MIGUEL-AYANZ, J., DE RIGO, D., CAUDULLO, G., HOUSTON DURRANT, T., und MAURI, A., (Hrsg.) Publ. Off. EU: Luxembourg. e015be7+.
- [19] EUFORGEN. (2011): Distribution map of *Abies bornmuelleriana*, unter: [http://www.euforgen.org/fileadmin/templates/euforgen.org/upload/Documents/Maps/PDF/Abies\\_bornmuelleriana.pdf](http://www.euforgen.org/fileadmin/templates/euforgen.org/upload/Documents/Maps/PDF/Abies_bornmuelleriana.pdf) [Stand: 06.09.2017].
- [20] MERGANIČ, J., et al. (2017): Country and regional carbon stock in forest cover – estimates based on the first cycle of the Czech National Forest Inventory data (2001–2004). *Central European Forestry Journal*. 63(2-3): S. 113-125.
- [21] BERAM, R.C., et al. (2017): Heterobasidion and Armillaria Root and Stem Rot Diseases in Turkish Forests. In: IUFRO 125th Anniversary Congress. Freiburg.
- [22] BOOTH, J. (1882): *Die Naturalisation ausländischer Waldbäume in Deutschland*. Springer. 168 S.

# SPITZAHORN



## 1. Verbreitung und Ökologie

- 1. Natürliche Verbreitung:**  
Mittel- und Nordeuropa (Abb.1), vor allem im Nordosten [1]; von 150 bis auf 1.800 m ü. NN [2].
- 2. Klimatische Kennziffern:**  
Jährlicher Niederschlag zwischen 750 und 950 mm. Jahresmitteltemperatur von 6 bis 10,5 °C [2]. Kältetoleranz: -30 °C [1].
- 3. Natürliche Waldgesellschaft:**  
Häufig in Tieflagen, Auenwaldgebieten und Mittelgebirgsregionen. In Waldformationen mit nennenswerten Anteilen von Spitzahorn wird er

- 4. Künstliche Verbreitung:**  
Westeuropa, Nordamerika, Argentinien [1] und Chile [3].
- 5. Lichtansprüche:**  
Seltene Lichtbaumart, die vorübergehende Seitenbeschattung im frühen Jugendstadium tolerieren kann [1].
- 6. Konkurrenzstärke:**
  - 6.1. Verjüngungs-Dickungsphase:** Schnelles Jungwachstum, das aber unter Lichtmangel stagniert, wenn die Bäume ca. 1-2 m hoch (oder 4-7 Jahre alt) sind [2].
  - 6.2. Baum- und Altholzphase:** Reagiert dynamisch auf Freistellung, hat aber eine niedrige Konkurrenzfähigkeit im Vergleich zum Bergahorn [3].

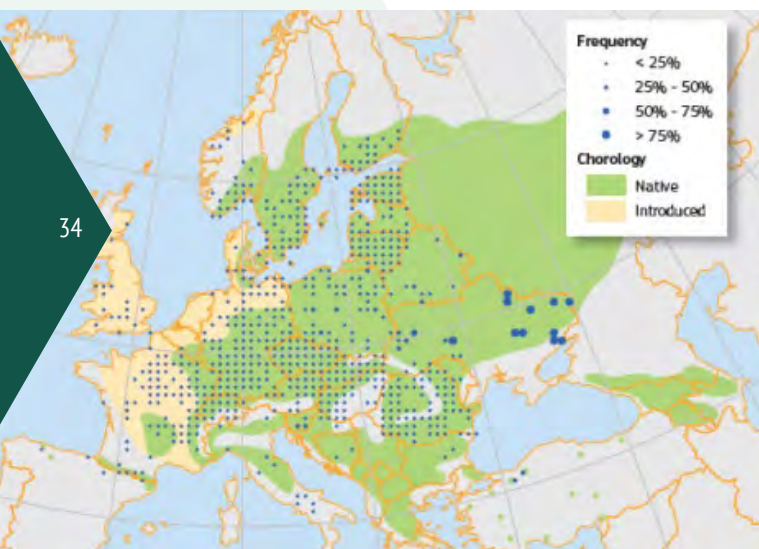


Abb. 1 Natürliche Verbreitung [4].

von Winterlinde und Bergahorn begleitet. Der Spitzahorn ist im Eschen/Ahorn-Steinschutt-Hangwald, in Linden/Hainbuchenwäldern und in Lindenmischwäldern vertreten [1].

## 2. Standortsbindung

Der Spitzahorn toleriert ein großes Spektrum an Bodeneigenschaften [4], ist aber wärmebedürftig und bevorzugt tiefgründige, frische und stickstoffreiche Böden. Die Art erfordert weniger Wasser- und Nährstoffversorgung als der Bergahorn [4]. Er zeigt eine sehr gute Anpassung an mäßig frische bis sehr trockene Standorte, erträgt aber nasse bis sehr frische Böden nicht [5].

- 1. Nährstoffansprüche:**  
Bevorzugt nährstoffreiche Böden [1].
- 2. Kalktoleranz:**  
Gut [1].
- 3. pH-Wert:**  
Bevorzugt Standorte mit hohem pH-Wert, toleriert aber auch saure Böden [1].

# ■ *Acer platanoides* L. SPITZAHORN

- FAMILIE: Sapindaceae  
Franz: érable plane; Ital: acero riccio; Eng: Norway maple; Span: acirón, arce real.
- Der Spitzahorn ist eine heimische Art und wird gelegentlich als Alternativbaumart im Klimawandel genannt. Er profitiert von Stickstoffeinträgen und ist trockenheitstolerant [1].

4. **Tontoleranz:**  
Hoch [1].

5. **Stauässe- und Grundwassertoleranz:**  
Niedrig, bevorzugt Böden mit guter Drainage [2, 6].

6. **Blattabbau (Streuzersetzung und Nährstoffe):**  
Streu ist gut zersetzbar und bodenverbessernd [1].

**gutes:**  
Ca. 50 % und 2-3 Jahre, wenn es zwischen 0 und 6°C bei 20-30 % Feuchtigkeit gelagert wird [7].

4. **Mineralbodenkeimer:**  
Keine Literatur gefunden.

5. **Stockausschlagfähigkeit:**  
Ja, Veredlung möglich [1].

6. **Forstvermehrungsgutgesetz:**  
Ja [8].

7. **Mögliche Mischbaumarten:**  
Arten aus den Gattungen *Sorbus*, *Juglans* und *Populus* lassen sich gut beimischen [2].

## 3. Bestandesbegründung

1. **Naturverjüngung:**  
Aufgrund reichlicher Fruktifizierung sehr leicht [1]. In natürlichen Bedingungen kommt er als Einzelbaum oder in Gruppenstellung vor [4]. Die Windverbreitung kann bis zu 4 km erreichen [3].
2. **Künstliche Verjüngung:**  
Die Gewinnung von Saatgut ist leicht [1]. In der Baumschule ist eine Stratifikation bei nassen und kalten (5 °C) Bedingungen für 2-3 Monate aufgrund der Keimhemmung erforderlich, um die Keimfähigkeit zu steigern (bis ca. 60 %) [3]. Einjährige Sämlinge können außerhalb der Vegetationsperiode ins Feld gebracht werden. Der Pflanzverband kann 3 x 3 m betragen [2]. Die Pflanzung von Großpflanzen ist wegen des Herbivorendrucks empfehlenswert und bei Mischbeständen ist die Gruppenpflanzung vorteilhaft, um Pflegemaßnahmen gegen Konkurrenz mit der Buche zu reduzieren [1]. Bei direkter Aussaat lag die Überlebensrate der Keimlinge zwischen 21 und 55 %, mit dem höchsten Wert auf gestörten Bauflächen [3].
3. **Keimfähigkeit und Überdauerungszeit des Saat-**

## 4. Leistung und Waldbau

1. **Wachstum:**  
Der Spitzahorn kann bis zu 180 Jahre alt werden und dabei 25-30 m Höhe und 60-100 cm BHD erreichen. Er kann Johannistriebe ausbilden und die Kulmination des Höhen- und Durchmesserzuwachses setzt früh ein [1]. In den ersten zehn



Blätter und Frucht des Spitzahorn

Jahren kann die Art einen Meter pro Jahr in die Höhe wachsen [4]. In der Jugendphase ist die Höhe korreliert mit der Lichtverfügbarkeit (Abb. 2). Die Stagnierung des Wachstums bei Lichtmangel ist eine Überlebensstrategie [3]. Auf guten

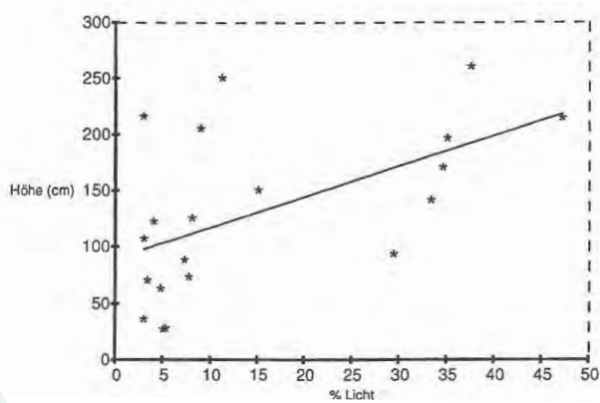


Abb. 2 Relation zwischen Höhe und relativem Lichtgenuss [3].

Standorten können Bäume mit 50 cm BHD in ca. 40 Jahren geerntet werden. Die Erzeugung wertvollen Holzes erfordert Ästung und Durchforstung. Die Ästung kann früh einsetzen und soll mindestens die Hälfte der grünen Krone belassen. Die erste Durchforstung findet statt, wenn die Bäume ca. 10-12 m hoch sind, und danach in Fünf-Jahres-Intervallen bis zum Ende der Umtriebszeit [2]. Der Spitzahorn kann auch im Niederwald bewirtschaftet werden [1].

## 2. Ökonomische Bedeutung:

Interessante wirtschaftliche Baumart mit ähnlichen Erlösen wie der Bergahorn. Das Holz ist in Frankreich sehr gefragt [9].



## 5. Erfahrung in Baden-Württemberg und Deutschland

In einer Studie in Freiburg wurde beobachtet, dass der Spitzahorn das Wachstum (Grundfläche und Volumen) des Bergahorns deutlich übertraf [10].

## 6. Holzeigenschaften und Holzverwendung

Das Holz ist leicht bearbeitbar, schön und wertvoll [2], erreicht aber nicht die Holzqualität des Bergahorns [1].

1. **Holzdicke:**  
0,48 ... 0,59 ... 0,75 g/cm<sup>3</sup> ( $r_{12...15}$ ) (Wedel (1964) zitiert nach [1]).
2. **Dauerhaftigkeitsklasse:**  
5 (nicht dauerhaft) [11].
3. **Konstruktionsbereich (Bauholz, Massivholzwerkstoffe):**  
Keine Literatur gefunden.
4. **Innenausbau, Möbelbau:**  
Tischplatten, Schubladen, Parkett [1].
5. **Holzwerkstoffe (OSB, LVL, Spanplatte, MDF):**  
Keine Literatur gefunden.
6. **Zellstoff, Papier, Karton:**  
Keine Literatur gefunden.
7. **Energetische Nutzung:**  
Geeignet als Brennholz [1].
8. **Sonstige Nutzungen:**  
Das Holz wird häufig für Küchenutensilien, Spielzeug [1] sowie für Musikinstrumente [4] genutzt.

## 7. Sonstige Ökosystemleistungen

1. **Nicht-Holzverwendung:**  
Krone als Viehfutter, medizinische Nutzung [1].
2. **Biomassefunktionen:**  
Eine generische Funktion für oberirdische Biomasse mit BHD und Höhe als Prädiktoren wurde

in Italien benutzt [12].

### 3. Landschaftliche und ökologische Aspekte:

Wegen der Herbstfärbung ist er eine attraktive Baumart und wird daher oft in Städten gepflanzt [1]. Der Spitzahorn wird häufig zur Bodenstabilisierung bei Erosion benutzt [4].

## 8. Biotische und abiotische Risiken

### 1. Pilze:

Ungünstige Standort- und Klimafaktoren (z. B. starke Hitzeperiode) gefolgt von Infektionen pilzlicher Sekundärparasiten verursachen das Spitzahorn-Sterben. Die Krankheit tritt in 15 bis 30-jährigen Beständen auf und kann Teilschäden und Totalausfall hervorrufen [1]. *Nectria cinnabarina* ist ein Wundparasit, der häufig in Baumschulen auftritt. *Cryptostroma corticale* attackiert die Borke, meist nach Hitzeperioden, und kann befallene Bäume töten. *Rhytisma acerinum* befällt die Blätter, allerdings wurde keine negative Wirkung auf das Wachstum beobachtet [2]. Der Brandkrustpilz (*Ustulina deusta*) kommt auch vor [13].

### 2. Insekten:

*Lymantria* spp. und *Operophtera* spp. fressen die Blätter. Der Borkenkäfer (*Xyleborus*) [2], der bunte Eschenbastkäfer (*Leperesinus varius*) und der Maikäfer (*Melolontha hippocastani* und *M. melolontha*) können erhebliche Schäden verursachen [1].

### 3. Sonstige Risiken:

Die Nematoden *Pratylenchus penetrans* und *Longidorus maximus* parasitieren die Wurzeln und können das Wachstum hemmen und das Feinwurzelsystem reduzieren [1].

### 4. Herbivoren/Verbissemphindlichkeit:

Hohe Empfindlichkeit für Wildverbiss und Mäusefraß. Auch empfindlich gegenüber Schälern [1].

### 5. Dürretoleranz:

Tolerant gegenüber Trockenheitsphasen [1] von bis zu zwei Monaten, benötigt dann aber hohe Luftfeuchtigkeit; ist insgesamt toleranter als der Bergahorn [2, 6].

### 6. Feueranfälligkeit:

Keine Literatur gefunden.

### 7. Frosttoleranz:

Erhöhte Gefährdung [14], obwohl er vergleichsweise spät austreibt [2]. Jungpflanzen können stärker darunter leiden [1].

### 8. Sturmanfälligkeit:

Gute Resistenz [6] wegen seines wüchsigen, gleichmäßig verteilten und tiefgehenden Wurzelsystems [1, 4].

### 9. Schneebruch:

Resistent [6].

### 10. Invasivitätspotenzial:

Invasive Baumart in Nordamerika [4]. Als heimische Baumart ist die Invasivität für Deutschland nicht relevant.



## Literatur

[1] ROLOFF, A. und PIETZARKA, U. (2014): *Acer platanoides* Linné. In: ROLOFF, A., WEISGERBER, H., LANG, U.M., und STIMM, B., (Hrsg.) Enzyklopädie der Holzgewächse: Handbuch und Atlas der Dendrologie. S. 1-16.

[2] COELLO, J., et al. (2013): Sycamore (*Acer pseudoplatanus*), Norway maple (*A. platanoides*) and Field maple (*A. campestre*) for high quality timber. In: BECQUEY, J., GONIN, P., ORTISSET, J.-P., DESOMBRE, V., BAIGES, T., und PIQUÉ, M., (Hrsg.) Technical collection Species and Silviculture: Ecology and silviculture of the main valuable broadleaved species in the Pyrenean area and neighbouring regions. Santa Perpètua de Mogoda: Government of Catalonia, Ministry of Agriculture, Livestock, Fisheries, Food and Natural Environment - Catalan Forest Ownership Centre. S. 29-36.

[3] SACHSE, U. (1989): Die anthropogene Ausbreitung von Berg und Spitz-Ahorn. Berlin: Schriftenreihe FB Landschaftsentwicklung. 129 S.

[4] CAUDULLO, G. und DE RIGO, D. (2016): *Acer platanoides* in Europe: distribution, habitat, usage and threats, In: European Atlas of Forest Tree Species, SAN-MIGUEL-AYANZ, J., DE RIGO, D., CAUDULLO, G., HOUSTON DURRANT, T., und MAURI, A., (Hrsg.) Publ. Off. EU: Luxembourg. e019159+.

[5] ROLOFF, A. und GRUNDMANN, B. (2008): Klimawandel und Baumarten-Verwendung für Waldökosysteme. Tharandt. Stiftung Wald in Not. 46 S.

[6] GONIN, P., et al. (2013): Autecology of broadleaved species. Paris: Institut pour le Développement Forestier. 64 S.

[7] BURKART, A. (2000): Kulturblätter: Angaben zur Samenernte, Klengung, Samenlagerung, Saamenausbeute und Anzucht von Baum- und Straucharten. Birmensdorf: Eidgenössische Forschungsanstalt WSL. 92 S.

[8] BGBL. (2002): Forstvermehrungsgutgesetz vom 22. Mai 2002. In: BGBL. I S. 1658, BUNDESMINISTERIUM DER JUSTIZ UND FÜR VERBRAUCHERSCHUTZ.

[9] BARENGO, N. (2001): Spitzahorn: *Acer platanoides* L. Zürich: Professur Waldbau ETHZ., 8 S.

[10] BRAUN, H.J. (1977): Zum Wachstum und zur Produktivität des Wasserverbrauches der Baumarten *Acer platanoides* L., *Acer pseudoplatanus* L. und *Fraxinus excelsior* L. Zeitschrift für Pflanzenphysiologie. 84(5): S. 459-462.

[11] EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG. (2016): Dauerhaftigkeit von Holz und Holzprodukten - Prüfung und Klassifikation der Dauerhaftigkeit von Holz und Holzprodukten gegen biologischen Angriff - EN 350.

[12] PESOLA, L., et al. (2017): Linking above-ground biomass and biodiversity to stand development in urban forest areas: A case study in Northern Italy. Landscape and Urban Planning. 157: S. 90-97.

[13] BRANDSTETTER, M. (2007): Der Brandkrustenzpilz (*Ustulina deusta*) – eine fast unsichtbare Gefährdung für zahlreiche Laubbäume. Forstschutz Aktuell 38: S. 18-20.

[14] DIMKE, P. (2015): Spätfrostschäden – erkennen und vermeiden. LWF-Merkblatt. 31: S. 1-3.



## 1. Verbreitung und Ökologie

### 1. Natürliche Verbreitung:

Mitteleuropäische Gebirge und Karpaten [3]. Außerdem besiedelt der Bergahorn auch Auenwälder entlang größerer Flüsse [7]. In den Alpen bis über 1.600 m ü. NN. In Deutschland besiedelt er auch die norddeutsche Tiefebene [8], obwohl das natürliche Vorkommen an der Ostsee fraglich ist [9].

### 2. Klimatische Kennziffern:

Hochmontanes bis submontanes Klima mit ausreichender Wärme und subatlantisch-humidem Charakter [8]. Jährlicher Niederschlag überwiegend zwischen 500 und 1.600 mm. Jahresmitteltemperatur von 0 bis 15 °C (Abb. 1) [10].

### 3. Natürliche Waldgesellschaft:

Buchenreiche Bergwälder und subalpine Nadelwälder mit Fichte und Tanne, Bergahorn-Eschenwälder, Bergahornschluchtwälder, Waldgeißbart-Bergahornwälder, Karbonat-Fichten-Tannen-Buchenwälder und Eichen-Eschenwälder [8].

### 4. Künstliche Verbreitung:

England, Irland, Vereinigte Staaten, Kanada, Argentinien, Chile (Kowarik (2003) und Sachse (1989) zitiert nach [3]).

### 5. Lichtansprüche:

Schattentolerante Baumart im jungen Alter und Halbschattbaumart im Alter [9, 11].

### 6. Konkurrenzstärke:

6.1. **Verjüngungs-Dickungsphase:** Schnelles Höhenwachstum in der Jugend [3, 9]. In Mischwäldern ist ein Höhenvorsprung gegenüber Buche und Fichte notwendig. Bei sehr dichter Naturverjüngung kann die Buche durch Wurzelkonkurrenz verdrängt werden. Ab einer Höhenlage von

800 m ü. NN nimmt die Konkurrenzkraft zu [3]. Der Bergahorn zeigt eine hohe Konkurrenzkraft gegenüber Begleitvegetation [4].

6.2. **Baum- und Altholzphase:** Die Konkurrenzkraft des Bergahorns nimmt im Laufe der Bestandsentwicklung gegenüber der von Tanne, Buche und Fichte ab [11].

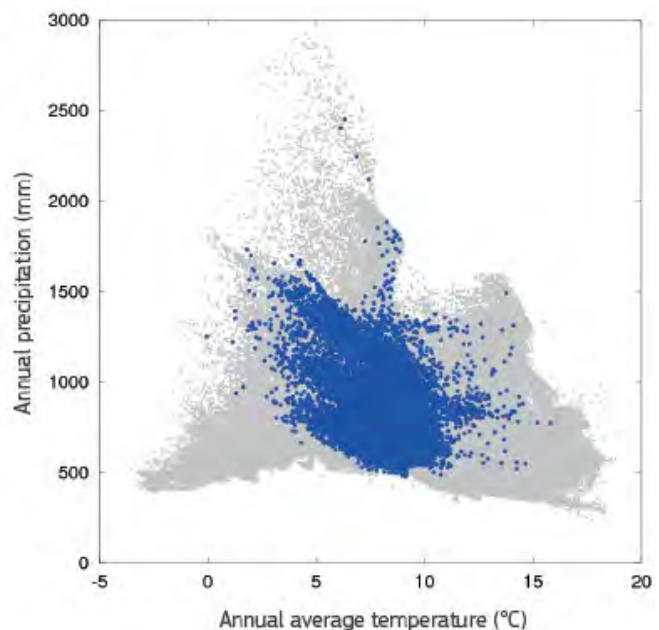


Abb. 1 Vorkommen der Art (blaue Punkte) in Bezug zum Niederschlag und zur Temperatur in Europa (graue Punkte: gesamter europäischer Klimaraum in den Inventurdaten) [10].



# ■ *Acer pseudoplatanus* L. BERGAHORN / WEISSAHORN / FALSCHER PLATANUS

## ■ FAMILIE: Sapindaceae

Syn: *Acer montanum* Lam., *Acer procerum* Salisb., *Acer opulifolium* Thull. non Vill.

Franz: sycomore, érable de montagne; Ital: acero di montagna, acero sicomoro; Eng: sycamore, plane tree, great maple; Span: arce blanco, falso plátano.

- Der Bergahorn ist eine vielversprechende heimische Mischbaumart, die zur biologischen Vielfalt beiträgt und wertvolles Holz liefert [1-3]. Außerdem gilt sie als klimatolerant und eignet sich für die Erst- und Wiederaufforstung von Kahlflächen [4]. In Folge zunehmenden Anbaus, nachlassenden Verbissdrucks und hoher Stickstoffeinträge weitet sich das Verbreitungsgebiet des Bergahorns aus. Er verjüngt sich intensiv und ist eine waldbaulich unkomplizierte Baumart [3]. Aus Waldschutzperspektive gilt er unter heutigem Klima als wenig gefährdet, was sich aber im Zuge des Klimawandels verändern kann [5]. Es wird aktuell über bedeutende Schäden durch die Rußrindkrankheit berichtet [6].



## 2. Standortbindung

Diese Art bevorzugt frische und nährstoffreiche Böden und profitiert von Stickstoffeinträgen aus Luftverunreinigungen [3, 8]. Mit der Höhenlage steigen die Licht- und Nährstoffansprüche des Bergahorns [3].

### 1. Nährstoffansprüche:

Der Bergahorn bevorzugt nährstoff- und basenreiche Böden [8].

### 2. Kalktoleranz:

Hoch. Kalkhangschuttböden sind Spezialstandorte [8].

### 3. pH-Wert:

Ein breites Spektrum wird toleriert [10], sehr saure Böden werden aber gemieden [8].

### 4. Tontoleranz:

Dichter Ton führt zu einer Verflachung des Wurzelwerkes [12].

### 5. Staunässe- und Grundwassertoleranz:

Mäßige Überflutungstoleranz, toleriert kurzzeitige Überflutung [7]. Bei anhaltenden Überflutungsbedingungen kann es zu Stammschäden und Ausfällen kommen [13]. Wechselfeuchte Standorte sollten gemieden werden [8].

### 6. Blattabbau (Streuzersetzung und Nährstoffe):

Die Streu ist gut zersetzbar und wirkt bodenverbessernd [1].

## 3. Bestandesbegründung

### 1. Naturverjüngung:

Das Reproduktionsalter beginnt zwischen 20 und 30 Jahren [14]. Die fast jährliche reichliche Fruktifikation und die Flugfähigkeit der Früchte führen zu einem guten Naturverjüngungspotenzial. Wenn Samenbäume vorhanden sind, wird die natürliche Verjüngung angestrebt. Diese spart Kulturkosten und fördert die Ausbildung eines stabilen Wurzelsystems [4]. Allerdings werden nur wenige Sämlinge aus der reichlichen Naturverjüngung bei geeigneten Umweltbedingungen durchwachsen. Die Jungpflanzen können lange Zeit unter Schirm auf Freistellung warten [11]. In Buchen-Ahorn-Mischbeständen müssen die Ahornpflanzen in der Verjüngung durch Fehlstellung und Nachlichtung einen Höhenvorsprung erhalten [15].



Blätter und Frucht des Berg-/Weißahorns

### 2. Künstliche Verjüngung:

Die Herkunftsauswahl für das Saatgut spielt eine wichtige Rolle. Es gibt elf anerkannte Herkunftsgebiete in Deutschland [2]. Bei Herkünften aus höheren Lagen erfolgt der Austrieb später [3]. Eine Frühernte im September mit unmittelbarer Aussaat verhindert die Keimhemmung. Bei Späternte ab Ende Oktober kann eine

Stratifikation bei 1 °C für acht Wochen in feuchtem Sand die Keimhemmung beseitigen. Verschulte, zwei bis dreijährige Baumschulpflanzen werden verwendet [2]. Die Pflanzung sollte gruppen- bis truppweise in Mischbeständen erfolgen [15]. Pflanzdichten von mindestens 3.300 Stück pro Hektar (inklusive 330 Schattlaubebäume) sollten ausreichend sein [4].

**3. Keimfähigkeit und Überdauerungszeit des Saatgutes:**

50 bis 70 %. Die Samen lassen sich bei -4 bis -10 °C bis zu 3 Jahren lagern. Eine Lagerung für mehr als drei Jahre ist jedoch durch Absenkung der Keimfähigkeit unwirtschaftlich [2].

**4. Mineralbodenkeimer:**

Keine Literatur gefunden.

**5. Stockausschlagfähigkeit:**

Ja [3], mit geringer Neigung zur Wurzelbrut (Burschel und Huss (1987) zitiert nach [3]).

**6. Forstvermehrungsgutgesetz:**

Ja [16].

**7. Mögliche Mischbaumarten:**

Der Bergahorn ist nur selten bestandesbildend [9]. Die Baumart tritt eher einzeln oder in Gruppen auf [4]. Sie sollte vor allem in Buchenbeständen als Mischbaumart eingebracht werden (Mayer (1992) zitiert nach [3];[8]). Tanne und Buche verjüngen sich problemlos unter Bergahorn [4].

## 4. Leistung und Waldbau

**1. Wachstum:**

Die Bäume können im Flachland bis zu 150 Jahre alt und im Gebirge bis zu 600 Jahre alt werden. Sie können Baumhöhen von 40 m und Durchmesser über 1 m erreichen (Gams (1925) zitiert nach [3]). Die ersten 20 bis 25 Jahren zeichnen sich durch rasches Höhenwachstum aus (Abb. 2) [17]. Europaweite Studien zeigten, dass das Höhenwachstum vor dem 15. Lebensjahr kulminiert [18]. Außerdem kulminiert der laufende Gesamtzuwachs mit 19,3 m<sup>3</sup>/ha im Alter 21 und der durchschnittliche Gesamtzuwachs mit 15 m<sup>3</sup>/ha im Alter 27 [17]. Auf geeigneten Standorten kann der Bergahorn bei guter Pflege eine gute Wertleistung als Hauptbaumart hervorbringen [8, 19]. Auf besten Standorten können zwischen 750 und 1.000 m<sup>3</sup>/ha Vorrat innerhalb von 70-75 Jahren erreicht werden. Es wird eine astfreie Schaftlänge von 11 bis 12 m angestrebt [17]. Je nach Zielstärke und Stammdickenzuwachsrates sind Umtriebszeiten zwischen 50 und 150 Jahren möglich. Je Hektar werden 69 bis 128 Z-Bäume (in Bayern zwischen 70 und 100 [4]) ausgewählt, um hochwertiges Stammholz starker Dimensionen zu erzielen [18]. In der Dickungsphase sollte der Bestand geschlossen bleiben, um die natürliche Astreinigung zu unterstützen. Ein Zwieselschnitt kann notwendig sein. Mit Hochdurchforstungen sollte begonnen werden, wenn eine Oberhöhe zwischen 12 und 15 m erreicht ist. Im Zuge der Bestandespflege sollten mehrere Durchforstungen mittlerer Intensität durchgeführt werden. Der Kronenausbau soll dabei gefördert werden, um konzentrisch entwickelte Kronen sowie einen hohen Lichtkronenanteil und Bekronungsgrad zu erhalten. Wasserreiser- und Klebastbildung können aus ungenügender Kronenpflege resultieren [20]. Das Reaktionsvermögen auf Freistellung nimmt mit dem Alter ab [17]. Weitere Erziehungskonzepte wurden von Hein [21] beschrieben.

**2. Ökonomische Bedeutung:**

Der Bergahorn liefert begehrtes und wertvolles Holz [3] und kann somit die ökonomische Leistung von Mischwäldern erhöhen [4].

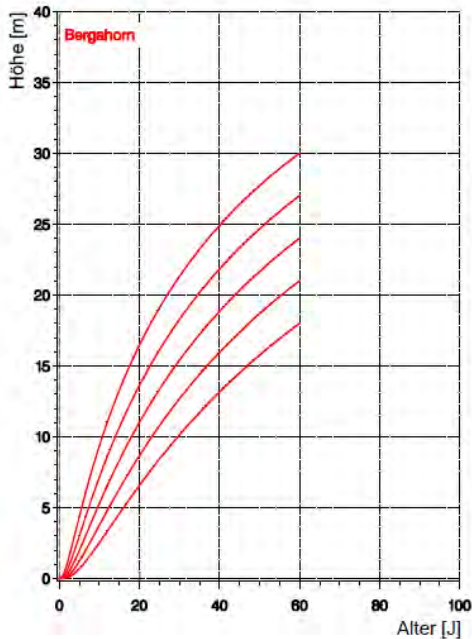


Abb. 2 Höhenbonitätsfächer für Bestände in Europa [17].

## 5. Erfahrung in Baden-Württemberg und Deutschland

Im norddeutschen Tiefland erreichen der Bergahorn und die Rotbuche ein ähnliches, hohes Ertragsniveau. Außerdem zeigt das Bonitierungs- und Vorratsdiagramm, dass ein Bergahornbestand im Alter 80 mit einer Oberhöhe von 30 m eine absolute Bonität von 32 m (H100) und einen Derbholzvorrat von 471 m<sup>3</sup>/ha aufweisen kann [20]. Eine Gesamtwuchsleistung von 815 m<sup>3</sup>/ha kann im Alter 120 bei guter Pflege erreicht werden (Abb. 3) [22].

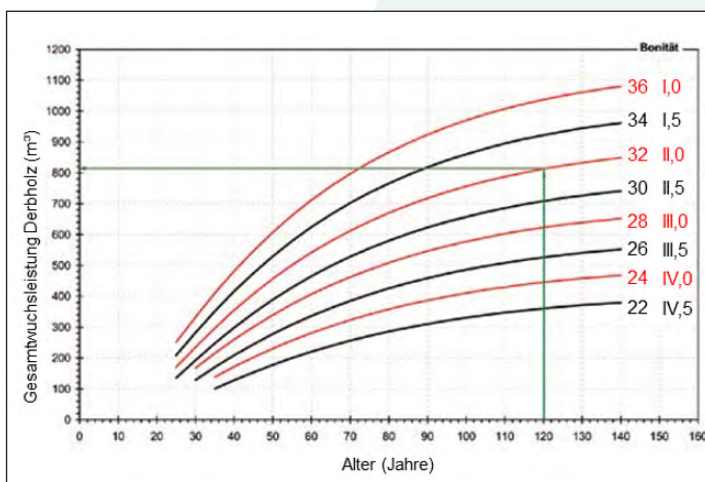


Abb. 3 Entwicklung des Derbholzvolumens des verbleibenden Bestandes (m<sup>3</sup>/ha) in Abhängigkeit vom Alter und der Bonität im norddeutschen Tiefland [22].

## 6. Holzeigenschaften und Holzverwendung

Der Bergahorn liefert ein sehr schönes und dekoratives Holz, das vor allem durch seine helle Farbe besticht. Es lässt sich problemlos sägen, messern und schälen sowie gut biegen. Auftretende Wuchsbesonderheiten wie der Riegelwuchs und Maserwuchs sind im Instrumentenbau und in der luxuriösen Möbelfertigung gern eingesetzte dekorative Elemente [23].

- Holzdicke:**  
0,53 ... 0,63 ... 0,79 g/cm<sup>3</sup> (r<sub>12..15</sub>) [24].
- Dauerhaftigkeitsklasse:**  
5 (nicht dauerhaft) [25].
- Konstruktionsbereich (Bauholz, Massivholzwerkstoffe):**  
Keine Literatur gefunden.
- Innenausbau, Möbelbau:**  
Möbel- und Innenausbau, Furnier, Tischlerplatten, Parkett, Treppenbau [23].
- Holzwerkstoffe (OSB, LVL, Spanplatte, MDF):**  
Sperrholzplatten [23].
- Zellstoff, Papier, Karton:**  
Keine Literatur gefunden.
- Energetische Nutzung:**  
Keine Literatur gefunden.
- Sonstige Nutzungen:**  
Musikinstrumentenbau, Haus- und Küchengeräte, Spielwaren [23].

## 7. Sonstige Ökosystemleistungen

- Nicht-Holzverwendung:**  
Die Blätter finden medizinische Verwendung, z. B. als Tee oder kühlende Auflage (Fischer-Rizzi (2007) zitiert nach Roloff et al. 2010). Die Blätter können im Spätherbst und im Winter als Viehfutter verwendet werden [14]. Der Bergahorn produziert einen zuckerhaltigen Saft, der zur Gewinnung von Sirup verwendet werden kann. Die Blüten, Blätter und Jungtriebe können als Nahrungsquelle verwendet werden (z.B. Salat) [14]. Back- und Süßwaren, Gärungshilfe zur Mostbereitung [26].

**2. Biomassefunktionen:**

Biomassefunktionen wurden für Deutschland für verschiedene Kompartimente entwickelt und stützen sich auf den Baumdurchmesser und die Höhe als Prädiktoren [27].

**3. Landschaftliche und ökologische Aspekte:**

Die Baumart wird als Lebensraum von vielen Organismen genutzt [4] und stellt eine Nahrungsquelle für Bienen und zahlreiche andere Tierarten dar [1, 3]. Sie weist eine schöne Herbstfärbung mit Gelb- und Brauntönen auf. Sie wird oft in Städten gepflanzt, nimmt aber im Zuge der Klimaerwärmung in ihrer Vitalität stark ab. Das Feinstaubbindungs- und Lärminderungsvermögen sind geschätzte Stadtbaumeigenschaften des Bergahorns. Flechten und Moose siedeln sich häufig auf der Ahornrinde an, vor allem auf älteren Bäumen in schattigen Bergwäldern [28]. Das trockene, abgestorbene Holz stellt eine wichtige Brut- und Entwicklungsstätte für den Alpenbock (*Rosalia alpina*) in Bayern und Österreich dar (Binner und Bussler (2006) zitiert nach [1]). Bergahornweiden sind ein besonderer Kulturland-

schaftstyp der Alpen. Außerdem ist der Bergahorn ein ausgezeichneter Bodenbefestiger [14].



Frucht des Bergahorns



Bergahorn im Herbst

## 8. Biotische und abiotische Risiken

### 1. Pilze:

Die Schlauchpilzarten *Rhytisma acerinum* (Ahorn-Runzelschorf) und *Rhytisma punctatum* rufen die Teerfleckenkrankheit hervor. Die Erreger *Pleuroceras pseudoplatani* und *Petrachia echinata* verursachen Blattbräune. Die Weißfleckigkeit des Ahorns (*Cristulariella depraedans*) kommt vor. *Nectria cinnabarina* verursacht die Rotpustelkrankheit, oft nach Trockenstress. Die *Verticillium*-Welke stellt eine große Gefährdung bei Jungpflanzen dar. *Eutypella parasitica* wurde aus Nordamerika eingeschleppt und verursacht Stammkrebs. Holzweißfäule tritt eher nach Vorschädigung auf und wird durch den Befall von Hallimasch-Arten (*Armillaria* spp.), *Pholiota squarrosa* (Sparriger Schüppling) und *Polyporus squamosus* (Schuppiger Porling) hervorgerufen. *Cryptostroma corticale* ruft die Rußrindenkrankheit hervor [5], welche derzeit zu bedeutsamen, auch bestandesweisen Schäden führt [6]. Das Einatmen des Konidienstaubs stellt eine gewisse Gefährdung für die menschliche Gesundheit dar [5].

### 2. Insekten:

Die Ahornfenstergallmücke (*Dasineura vitrina*) und Ahorn gallwespe (*Pediaspis aceris*) befallen die Blätter. Die Ahornborstenlaus (*Periphyllus testudinaceus*) und die Ahornzierlaus (*Drepanosiphum platanoidis*) kommen auch vor. Vom Befall durch die eingeschleppte Wollige Napschildlaus (*Pulvinaria regalis*) wurde in den letzten Jahren berichtet. Die Schmetterlingsarten *Zeuzera pyrina* (Blausieb) und *Acronicta aceris* (Ahorneule) sind nennenswert. Die Grünrüssler (*Phyllobius* sp.) und der Holzbohrer *Xyleborus dispar* können Schäden in Bergahornkulturen verursachen. Andere heimische und eingeschleppte Käferarten haben geringe Bedeutung: Ahornbock (*Ropalopus hungaricus* und *R. insubricus*), Alpenbock (*Rosalia alpina*), asiatischer Laubholzbockkäfer (*Anoplophora glabripennis*) und Citrusbockkäfer (*Anoplophora chinensis*) [1].

### 3. Sonstige Risiken:

Sonnenbrand tritt an jungen Pflanzen im Freiland auf [29] und kann zur Holzfäule oder sogar zum Absterben führen [3]. Gallmilben kommen auch vor (z.B. *Aceria macrorhyncha*) [1].

### 4. Herbivoren/Verbissempfindlichkeit:

Sehr hoch, sodass Schutzmaßnahmen erforderlich sind. Mäusefraß [4] sowie Schäl- und Fege-schäden kommen auch vor (Mayer (1992) zitiert nach [3]). Vögel und Mäuse ritzen gelegentlich die Rinde an (Mayer (1992) zitiert nach [3]).

### 5. Dürretoleranz:

Der Bergahorn benötigt eine gute Wasserversorgung des Bodens. Bei ausgeprägtem Wassermangel können die Vitalität der Bäume beeinträchtigt werden und in der Folge Pilzkrankheiten auftreten [3].

### 6. Feueranfälligkeit:

Gering [30].

### 7. Frosttoleranz:

Spätfrosttolerante Baumart [4], obwohl Jungpflanzen gegenüber Spätfrost empfindlich sind (Roloff and Bärtels (2006) zitiert nach [3]).

### 8. Sturmanfälligkeit:

Gute Tiefenbewurzelung auf gut luftversorgten und lockeren Böden. Eine Verflachung des Wurzelwerks auf dichtem Ton und stauender Nässe kann die Stabilität beeinflussen [12].

### 9. Schneebruch:

Herkünfte aus höheren Lagen sind weniger anfällig [2].

### 10. Invasivitätspotenzial:

Von Stickstoffeinträgen kann der Bergahorn profitieren und lokal invasiv werden, z. B. auf urbanen Ruderalflächen. Das Potenzial wird jedoch im Vergleich zum Spitzahorn als geringer eingestuft [3]. In den Vereinigten Staaten wird er als invasiv eingestuft (Kowarik (2003) und Sachse (1989) zitiert nach [3]). In Litauen [30] sowie England und Irland wird für die Baumart ein gewisses Invasivitätspotenzial gesehen (Kowarik (2003) zitiert nach [3]). Als heimische Baumart ist die Invasivität für Deutschland nicht relevant.



## Literatur

- [1] SCHMIDT, O. (2009): Der Bergahorn als Lebensraum für Tiere. in LWF Wissen Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft: Freising. S. 36-40.
- [2] SCHIRMER, R. und KONNERT, M. (2009): Bergahorn: Aspekte zum Vermehrungsgut. in LWF Wissen Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft: Freising. S. 50-54.
- [3] ROLOFF, A., et al. (2010): Bäume Mitteleuropas: Von Aspe bis Zirbel-Kiefer. 1. ed. Weinheim: WILEY-VCH. 479 S.
- [4] BROSINGER, F. und SCHMIDT, O. (2009): Der Bergahorn in Bayern. in LWF Wissen Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft: Freising. S. 19-23.
- [5] WULF, A., et al. (2009): Pilzkrankheiten an Bergahorn. in LWF Wissen Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft: Freising. S. 41-44.
- [6] BURGDORF, N. und STRAßER, L. (2019): Rußrindkrankheit an Ahorn in Bayern. AFZ-DerWald. 20: S. 36-39.
- [7] MACHER, C. (2009): Überflutungstoleranz des Bergahorns - ein Überblick zum derzeitigen Kenntnisstand. in LWF Wissen Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft: Freising. S. 33-35.
- [8] OTTO, H.J., et al. (2014): Standortansprüche der wichtigsten Waldbaumarten. aid Infodienst Bonn. 46 S.
- [9] AAS, G. (2009): Bergahorn (*Acer pseudoplatanus*) - Verwandtschaft, Verbreitung und Biologie. in LWF Wissen Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft: Freising. S. 7-12.
- [10] PASTA, S., et al. (2016): *Acer pseudoplatanus* in Europe: distribution, habitat, usage and threats, In: European Atlas of Forest Tree Species, SAN-MIGUEL-AYANZ, J., DE RIGO, D., CAUDULLO, G., HOUSTON DURRANT, T., und MAURI, A., (Hrsg.) Publ. Off. EU: Luxembourg. e01665a+.
- [11] HÖLLERL, S. und MOSANDL, R. (2009): Der Bergahorn im Bergmischwald – unübertroffen in seinem Verjüngungspotenzial. in LWF Wissen Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft: Freising. S. 24-29.
- [12] NORDMANN, B. (2009): Wurzelwachstum des Bergahorns. in LWF Wissen Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft: Freising. S. 30-32.
- [13] SPÄTH, V. (2002): Hochwassertoleranz von Waldbäumen in der Rheinaue. AFZ-DerWald. 57: S. 807-810.
- [14] KIEBACHER, T., et al. (2018): Bergahornweiden im Alpenraum: Kulturgeschichte, Biodiversität und Rudolphis Trompetenmoos. Bern: Haupt Verlag (Bristol-Stiftung).
- [15] PETRIŢAN, A.M. (2010): Schattentoleranz junger Bergahorn- und Eschenpflanzen als Voraussetzung für Bergahorn-, Eschen-Mischungsanteile in strukturreichen Buchenwäldern. Giessen: VVB Laufersweiler Verlag.
- [16] BGBl. (2002): Forstvermehrungsgutgesetz vom 22. Mai 2002. In: BGBl. I S. 1658, BUNDESMINISTERIUM DER JUSTIZ UND FÜR VERBRAUCHERSCHUTZ.
- [17] HEIN, S., et al. (2009): A review of growth and stand dynamics of *Acer pseudoplatanus* L. in Europe: implications for silviculture. Forestry. 82(4): S. 361-385.
- [18] HEIN, S. (2003): Zur Steuerung von Astreinigung und Dickenwachstum bei Esche (*Fraxinus excelsior* L.) und Bergahorn (*Acer pseudoplatanus* L.). Freiburger Forstliche Forschung – Schriftenreihe. Bd. 25. Freiburg: Verlag nicht ermittelbar. 263 S.
- [19] KONNERT, M., et al. (2008): Fragen zum forstlichen Vermehrungsgut bei Douglasie. LWF Wissen. 59: S. 22-26.
- [20] LOCKOW, K. (2004): Die erste Ertragstafel für Berg-Ahorn im nordostdeutschen Tiefland. Beiträge für Forstwirtschaft und Landschaftsökologie. 38: S. 121-130.
- [21] HEIN, S. (2005): Produktionsziele mit Bergahorn und Steuerung des Wachstums. AFZ-DerWald. 3: S. 150-152.
- [22] BÄßLER, H. (2006): Information für Waldbesitzer: Bergahorn (*Acer pseudoplatanus* L.). Ministerium für Ländliche Entwicklung, Umwelt und Verbraucherschutz des Landes Brandenburg und Landesforstanstalt Eberswalde: Eberswalde.
- [23] JESKE, H. und GROSSER, D. (2009): Das Holz des Bergahorns - Eigenschaften und Verwendung. LWF Wissen. 62: S. 55-61.
- [24] WAGENFÜHR, R. (2007): HOLZatlas. München: Fachbuchverlag Leipzig im Carl Hanser Verlag. 816 S.
- [25] EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG. (2016): Dauerhaftigkeit von Holz und Holzprodukten - Prüfung und Klassifikation der Dauerhaftigkeit von Holz und Holzprodukten gegen biologischen Angriff - EN 350.
- [26] LAGONI, N. (2009): Ahorne (*Acer*) - die „Zuckerbäume“. LWF Wissen. 62: S. 62-64.
- [27] VONDERACH, C., et al. (2018): Consistent set of additive biomass functions for eight tree species in Germany fit by nonlinear seemingly unrelated regression. Annals of forest science. 75(2): 49 S.
- [28] HERTEL, E. (2009): Epiphyten an Bergahorn. in LWF Wissen Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft: Freising. S. 45-49.
- [29] DUJESIEFKEN, D. und STOBBE, H. (2002): Neuartige Stammschäden an Jungbäumen: Ergebnisse der Umfrage vom August 2001. AFZ-DerWald. 57(4): 197 S.
- [30] STRAIGYTE, L. und BALIUCKAS, V. (2015): Spread intensity and invasiveness of sycamore maple (*Acer pseudoplatanus* L.) in Lithuanian forests. iForest- Biogeosciences and Forestry. 8(5): S. e1-e7.

# SAND- / HÄNGEBIRKE



## 1. Verbreitung und Ökologie

- Natürliche Verbreitung:**  
Ganz Europa [5], wobei sie im Süden auf gebirgige Standorte begrenzt ist [6]; bis auf 2.000 m ü. NN [7, 8].
- Klimatische Kennziffern:**  
Jährlicher Niederschlag zwischen 400 und etwa 2.000 mm. Jahresmitteltemperatur von -2 bis 13 °C (Abb. 1) [6]. Kältetoleranz: -35 °C [8].
- Natürliche Waldgesellschaft:**  
Die Sandbirke kann sowohl in Rein- als auch in Mischbeständen wachsen [9]. Eine seltene Waldgesellschaft ist der Birken-Eichenwald [5].
- Künstliche Verbreitung:**  
Nordamerika [10].
- Lichtansprüche:**  
Pionierbaumart [5].
- Konkurrenzstärke:**
  - Verjüngungs-Dickungsphase:** Jugendwachstum und freudige Verjüngung [5]. Dies kann jedoch durch die krautige Vegetation beeinträchtigt werden, sodass Unkrautbekämpfung nötig werden kann [9].
  - Baum- und Altholzphase:** Konkurrenzschwach, sodass sie sich nur auf extremen Standorten oder in offenen Beständen behaupten kann [5, 9]. Sie konkurriert stark mit der Kiefer auf armen Standorten [7].

## 2. Standortsbindung

Die Sandbirke leitet die Sukzession ein und kann auf armen Standorten vorkommen [5]. Allerdings wächst sie am besten auf gut belüfteten, nährstoffreichen und tiefgründigen Lehmböden [3]. Sie ist an ziemlich frische bis sehr trockene Standorte sehr gut angepasst [11].

- Nährstoffansprüche:**  
Anspruchslos, auch in Bezug auf die Wasserversorgung [5].
- Kalktoleranz:**  
Keine Literatur gefunden.
- pH-Wert:**  
3 bis 8 (Atkinson (1992) zitiert nach [5]).

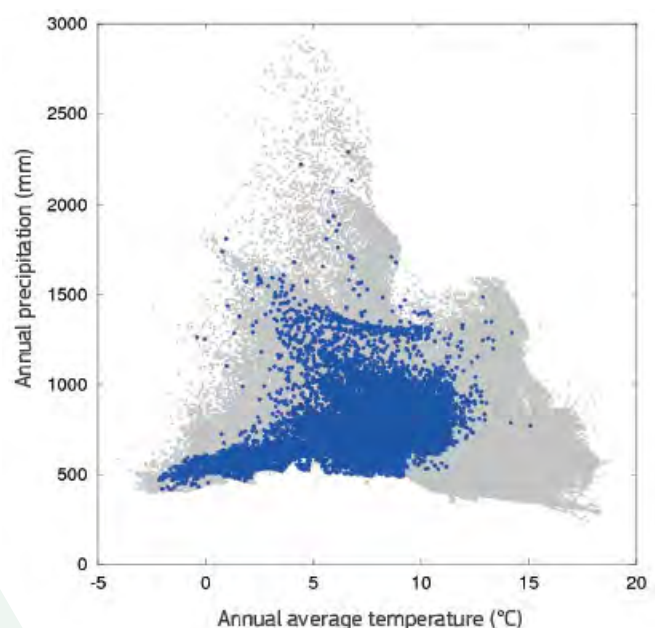


Abb. 1 Vorkommen der Art (blaue Punkte) in Bezug zum Niederschlag und zur Temperatur in Europa (graue Punkte: gesamter europäischer Klimaraum in den Inventurdaten) [6].



# ■ *Betula pendula* Roth SANDBIRKE / HÄNGEBIRKE

## ■ FAMILIE: Betulaceae

Franz: bouleau verruqueux; Ital: betulla verrucosa; Eng: silver birch; Span: abedul.

- Die Sandbirke spielt eine wichtige Rolle bei der Wiederbewaldung und Aufforstung von Flächen nach natürlichen Störungen wie Stürmen [1, 2]. Zudem ist sie anspruchslos hinsichtlich der Standorteigenschaften [3] und kann wertvolles Holz liefern, wenn ihr Wachstum gesteuert wird [1, 4].

### 4. Tontoleranz:

Nicht geeignet [9].

### 5. Staunässe- und Grundwassertoleranz:

Nicht geeignet [9], kann sie aber vertragen [7].

### 6. Blattabbau (Streuzersetzung und Nährstoffe):

Die Streu [5] und auch abgestorbene Wurzeln [9] sind schnell zersetzbar.

dies im August erfolgt [2].

### 3. Keimfähigkeit und Überdauerungszeit des Saatgutes:

10-30 % und 5-8 Jahre bei 0 bis -6 °C und 4-5 % Feuchtigkeit [13].

### 4. Mineralbodenkeimer:

Die Sandbirke keimt besser auf Mineralboden [5].

### 5. Stockausschlagfähigkeit:

Ja [5]

### 6. Forstvermehrungsgutgesetz:

Ja [5].

### 7. Mögliche Mischbaumarten:

Die Sandbirke kann als Hauptbaumart für den Vorwald benutzt werden, z. B. als Hilfs- und Schutzbaumart für Buchen oder Fichten [5]. In Nordeuropa wird die Sandbirke oft kommerziell mit Kiefer und Fichte angebaut [6]. Die Mischung mit Fichte ist besonders wegen der verschiedenen Ansprüche der Arten vorteilhaft [9].

## 3. Bestandesbegründung

### 1. Naturverjüngung:

Sie besiedelt oft Flächen nach Sturm oder Feuer [1]. Die natürliche Verjüngung erfolgt problemlos, wenn Mutterbäume vorhanden sind [9]. In dichten Beständen fruktifiziert die Sandbirke ab einem Alter von 20-25 Jahren, in offenen Beständen schon ab 10 Jahren. Gute Fruktifizierung alle 2-3 Jahre [6]. Reichliche Naturverjüngung findet in der Nähe (ca. 150 m) des Mutterbaumes statt. Auf Brandflächen ist die Naturverjüngung besonders erfolgreich [5]. Leichte Überschirmung kann für die Verjüngung vorteilhaft sein [9].

### 2. Künstliche Verjüngung:

Die Pflanzung kann für den Anbau von wertvollem Holz bevorzugt werden [9]. Die Keimung von Samen, die im Sommer oder Herbst geerntet werden, findet schon acht Tage nach der Aussaat statt. Gelagerte Samen, die im Frühjahr ausgesät werden, keimen erst nach einigen Wochen [5]. Stratifikation unter 5° C für 15-60 Tage kann die Keimfähigkeit steigern [12]. Sämlinge mit ca. einem Jahr (50-100 cm Höhe) können in einer Dichte von 1.600-2.500 Pflanzen/ha angepflanzt werden [9]. Stockausschlag ist intensiver, wenn die Bäume zwischen Herbst und Frühjahr auf den Stock gesetzt werden und am geringsten, wenn

## 4. Leistung und Waldbau

### 1. Wachstum:

Die Sandbirke wird ca. 100 Jahre alt [6]. Im ersten Jahr können Sämlinge bereits eine Höhe von 30 cm erreichen. Der Höhenzuwachs ist allerdings abhängig von der Wasserverfügbarkeit [5]. Das Höhenwachstum kulminiert schon früh im Alter von ca. zehn Jahren [14]. Bäume können bis ca. 30 m hoch werden (Abb. 2) [12]. Im Sauerland wurden jährliche Höhenzuwächse von 1 bis 2 m in den ersten Jahren beobachtet [2]. Im Alter von 80 Jahren erreicht die  $GWL_V$  389 m<sup>3</sup>/ha; der dGz liegt bis zu diesem Alter bei 4,9 m<sup>3</sup>/ha/J in Mitteleuropa (Schwappach (1903) zitiert nach [9]).



Ab einem Alter von etwa 80 Jahren tritt vermehrt Stammfäule auf, sodass kurze Umtriebszeiten am geeignetsten sind. Für die Produktion wertvollen Holzes sind Durchforstungen erforderlich [5], die eine starke Auslese in der Jugend vornehmen, um verhältnismäßig wenige, aber starke Stämme zu erwirtschaften [15]. Gutes Wachstum und gute Stammformen kommen in Mischung mit Kiefer/ Fichte vor [9]. Ab einem Baumalter von 30 Jahren reagiert die Sandbirke kaum mehr auf Freistellung [4].

## 2. Ökonomische Bedeutung:

In Finnland zeigt sich die Mischung Fichte-Birke rentabel [9]. Die Erzeugung wertvollen Holzes für stoffliche Verwendungen scheint rentabler als die von Energie- oder Brennholz zu sein [16].

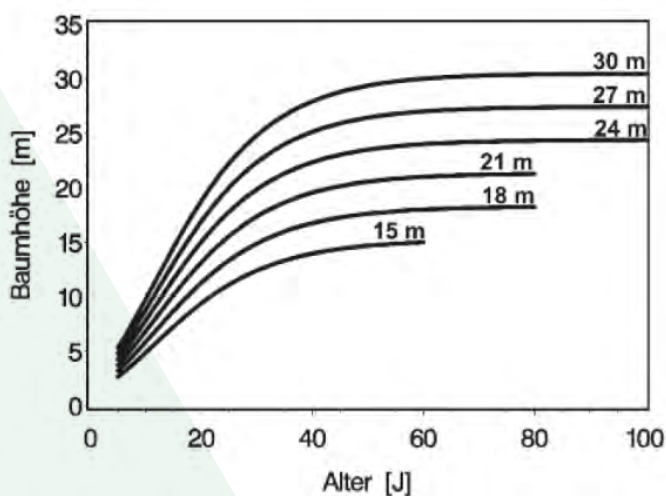


Abb. 2 Höhenbonitätsfächer für Bestände in Baden-Württemberg und im Saarland [1].

## 5. Erfahrung in Baden-Württemberg und Deutschland

An der FVA-BW wurden auf temporären Versuchsflächen zwischen 2005 und 2008 in Beständen unterschiedlicher Entwicklungsstadien Untersuchungen zur Wertholzproduktion durchgeführt [1]. Die Ergebnisse weisen darauf hin, dass das Höhenwachstum ab dem Alter 25 stark abnimmt. Bei möglichst früher und starker Freistellung wurde ein durchschnittlicher Radialzuwachs von 4-5 mm pro Jahr beobachtet, welcher die Produktion von 95-120 Z-Bäumen/ha mit Zieldurchmesser von 45-50 cm in 50-55 Jahren ermöglicht. Frühzeitige Ästung ist notwendig [1], welche relativ aufwändig sein kann (5,18 €/Baum auf durchschnittlich 4,95 m) [17]. Es existieren permanente waldwachstumskundliche Versuchsflächen an der FVA-BW. Für Bonitätsfächer in BW siehe Bösch (2001) [18].

## 6. Holzeigenschaften und Holzverwendung

Das Holz hat eine vielfältige Verwendung, ist leicht zu bearbeiten und wird daher oft für den Küchen- oder Schlafzimmermöbelbau genutzt [5]. Sie liefert auch Furnierholz, insbesondere jedoch die Varietät *carelica*, die in nördlichen Ländern wie Russland und den Baltischen Ländern vorkommt [6]. Allerdings kann das Risiko für Farbkernbildung problematisch sein, das mit zunehmendem Alter ansteigt [1].

- Holzdicke:**  
0,51 ... 0,65 ... 0,83 g/cm<sup>3</sup> ( $r_{12...15}$ ) [19].
- Dauerhaftigkeitsklasse:**  
5 (nicht dauerhaft) [20].
- Konstruktionsbereich (Bauholz, Massivholzwerkstoffe):**  
Keine Literatur gefunden.
- Innenausbau, Möbelbau:**  
Küchen- und Schlafzimmermöbelbau, Furnier [2, 3].
- Holzwerkstoffe (OSB, LVL, Spanplatte, MDF):**  
Sperrholz [9].
- Zellstoff, Papier, Karton:**  
Geeignet für Papier- und Zellstoffindustrie [19, 21].
- Energetische Nutzung:**  
Geeignet als Brennholz [5].
- Sonstige Nutzungen:**  
Instrumentenbau, Werkzeugstiele, Ski, Spielwaren [21].

## 7. Sonstige Ökosystemleistungen

- Nicht-Holzverwendung:**  
Blätter sind medizinisch verwendbar und junge Blätter essbar. Rinde (Papier, Mehlgrundlage, Dach), Frühjahrssaft [5], Schmuck [22].
- Biomassefunktionen:**  
Biomassefunktionen wurden für Finnland und Norwegen für verschiedene Kompartimente entwickelt und stützen sich auf den BHD und die Baumhöhe als Prädiktoren [23, 24]. In Deutschland wurden Funktionen für die Erfassung der

Pflanzenmasse des Unterwuchses von Sandbirken-Wäldern entwickelt [25].

### 3. Landschaftliche und ökologische Aspekte:

Schönes Element in der Landschaft [5]. Die Art hat viele ökologische Vorteile, z. B. zahlreiche Pilz- und Insektenarten, deren Habitate an Sandbirkenbäumen zu finden sind [5]. Außerdem kann sie für die Erosionskontrolle und zum Schutz von Wassereinzugsgebieten angebaut werden [6].

## 8. Biotische und abiotische Risiken

### 1. Pilze:

Am bedeutendsten sind Krankheiten verursacht durch *Marssonina betulae*, *Melampsorium betulinum* und *Discula betulina*, welche das Birkensterben verursachen können, vor allem nach Störungen des Wasserhaushalts sowie Schadstoffbelastung. Hexenbesen kann auch durch Milbenbefall oder den Pilz *Taphrina betulina* ausgelöst werden. Der Braunfäule-Erreger *Piptoporus betulinus* attackiert vor allem ältere oder wegen Lichtmangel geschwächte Bäume im oberen Stamm und lässt sie dadurch bruchanfällig werden. Der Weißfäuleerreger *Fomes fomentarius* (Zunderschwamm) kann die Sandbirke auch befallen [5]. *Phytophthora ramorum* ist eine sehr gefährliche Pilzart, die auch die Sandbirke befallen kann [26]. Der Brandkrustenpilz (*Ustulina deusta*) kommt vor [27]

### 2. Insekten:

Der Birkenprachtkäfer (*Agrilus anxius*) ist ein amerikanischer Käfer, gegen den europäische Borkenarten wenig resistent sind. Außerdem hat er keine natürlichen Feinde. Der Birken-Moorwald-Herbstspanner (*Epirrita autumnata*) und der Buchen-Frostspanner (*Operophtera fagata*) können massive Entlaubung verursachen. Der Große Braune Rüsselkäfer (*Hylobius abietis*) sowie die Käferarten *Strophosoma melanogrammum* und *Otiorhynchus scaber* [6] können Birken befallen.

### 3. Sonstige Risiken:

Keine Literatur gefunden.

### 4. Herbivoren/Verbissempfindlichkeit:

Geringe [7] bis hohe Empfindlichkeit gegen Verbiss [9].

### 5. Dürretoleranz:

Die Sandbirke toleriert sommerliche Trockenpe-

rioden, wie sie in Südeuropa häufig vorkommen, nicht lange [6, 12]. Sie kann sich auf trockenen Standorten etablieren, erträgt aber keine rasche Veränderung im Wasserhaushalt. Keimlinge und Sämlinge tolerieren eine Austrocknung nur mäßig. Unter guter Wasserversorgung ist der Wasserverbrauch sehr hoch, sodass diese Art oft zur Drainage von feuchten Standorten benutzt wird [5]. Die Sandbirke benötigt eine hohe Luftfeuchtigkeit [7].

### 6. Feueranfälligkeit:

Niedrig und hohe Resistenz [12].

### 7. Frosttoleranz:

Die Sandbirke ist frostresistent [5].

### 8. Sturmanfälligkeit:

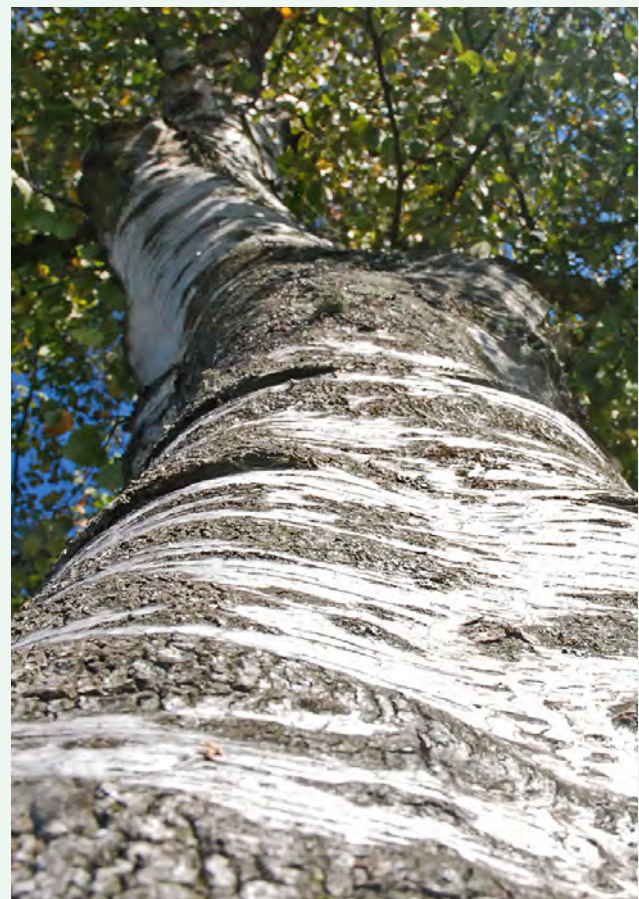
Hoch, am größten nach dem 80. Lebensjahr, denn dann beginnen die vertikalen Wurzeln abzusterben [5]; auch auf Staunässeböden hoch [3].

### 9. Schneebruch:

Niedrige Gefahr vorhanden [5], außer in der Jugendphase (Kleiber et al. (2000) zitiert nach [28]).

### 10. Invasivitätspotenzial:

In Nordamerika ist sie als invasiv eingestuft [10]. Als heimische Baumart ist die Invasivität für Deutschland nicht relevant.



Sandbirke

## Literatur

- [1] HEIN, S., et al. (2009): Wertholzproduktion mit der Sandbirke (*Betula pendula* Roth): waldbauliche Möglichkeiten und Grenzen. Allgemeine Forst und Jagdzeitung 180 (9/10): S. 206-219.
- [2] LEDER, B. und PITZER, M. (2013): Das Verhalten von Sandbirke und Faulbaum. AFZ-DerWald. 1: S. 24-27.
- [3] MICHIELS, H.-G. (2009): Standörtliche Schwerpunkte und Grenzen der Sand-Birke. AFZ-DerWald. 13: S. 699.
- [4] REDAKTION-FVA. (2011): Dossier Birke – vom Entfernen zum Fördern, unter: [https://www.waldwissen.net/dossiers/fva\\_birke/index\\_DE](https://www.waldwissen.net/dossiers/fva_birke/index_DE) [Stand: 24.08.2017].
- [5] ROLOFF, A. und PIETZARKA, U. (2014): *Betula pendula* Roth. In: ROLOFF, A., WEISGERBER, H., LANG, U.M., und STIMM, B., (Hrsg.) Enzyklopädie der Holzgewächse: Handbuch und Atlas der Dendrologie. S. 1-16.
- [6] BECK, P., et al. (2016): *Betula pendula*, *Betula pubescens* and other birches in Europe: distribution, habitat, usage and threats, In: European Atlas of Forest Tree Species, SAN-MIGUEL-AYANZ, J., DE RIGO, D., CAUDULLO, G., HOUSTON DURRANT, T., und MAURI, A., (Hrsg.) Publ. Off. EU: Luxembourg. e010226+.
- [7] HESS, R. (1905): Die Eigenschaften und das forstliche Verhalten der wichtigeren in Deutschland vorkommenden Holzarten: Ein Leitfaden für Studierende, Praktiker und Waldbesitzer. Paul Parey. 336 S.
- [8] WILLKOMM, M. (1875): Forstliche Flora von Deutschland und Oesterreich. Leipzig: Winter. 968 S.
- [9] HYNYNEN, J., et al. (2009): Silviculture of birch (*Betula pendula* Roth and *Betula pubescens* Ehrh.) in northern Europe. Forestry. 83(1): S. 103-119.
- [10] ENCYCLOPEDIA OF LIFE. *Betula pendula* unter: <http://eol.org/pages/1149364/details> [Stand: 02.10.2017].
- [11] ROLOFF, A. und GRUNDMANN, B. (2008): Klimawandel und Baumarten-Verwendung für Waldökosysteme. Tharandt. Stiftung Wald in Not. 46 S.
- [12] ATKINSON, M. (1992): *Betula pendula* Roth (*B. verrucosa* Ehrh.) and *B. pubescens* Ehrh. Journal of Ecology. 80(4): S. 837-870.
- [13] BURKART, A. (2000): Kulturblätter: Angaben zur Samenernte, Klengung, Samenlagerung, Saamenausbeute und Anzucht von Baum- und Straucharten. Birmensdorf: Eidgenössische Forschungsanstalt WSL. 92 S.
- [14] RAULO, J. (1977): Development of dominant trees in *Betula pendula* Roth. and *Betula pubescens* Ehrh. plantations. Communicationes Instituti Forestalis Fenniae. (90): S. 1-15.
- [15] LOCKOW, K.-W. (1997): Die neue Ertragstafel für Sandbirke – Aufbau und Bestandesbehandlung. Beiträge für Forstwirtschaft und Landschaftsökologie. 31: S. 75-84.
- [16] MEYER, H., et al. (2011): Rentabilität der Birke. AFZ-DerWald. 09: S. 15-17.
- [17] ELKE, G., et al. (2013): Zeitbedarf und Kosten der Birkenästung. AFZ-DerWald. 11: S. 26-28.
- [18] BÖSCH, B. (2001): Neue Bonitierungs- und Zuwachshilfen. Wissenstransfer in Praxis und Gesellschaft – FVA Forschungstage. ed. FORSCHUNG, S.F.F. Bd. 18. Freiburg: FVA - BW. S. 266-276.
- [19] WAGENFÜHR, R. (2000): HOLZatlas. München: Fachbuchverlag Leipzig im Carl Hanser Verlag. 707 S.
- [20] EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG. (2016): Dauerhaftigkeit von Holz und Holzprodukten - Prüfung und Klassifikation der Dauerhaftigkeit von Holz und Holzprodukten gegen biologischen Angriff - EN 350.
- [21] LOHMANN, U. (2000): Das Holz der Birken - seine Eigenschaften und Verwendung. LWF-Wissen. 28.
- [22] HÖLLING, D. (2016): Buchbesprechung: Die Birke. Redaktion Waldwissen., unter: [https://www.waldwissen.net/lernen/fortbildung/buecher/wsl\\_buchbesprechung\\_birke/index\\_DE](https://www.waldwissen.net/lernen/fortbildung/buecher/wsl_buchbesprechung_birke/index_DE) [Stand: 24.08.2017].
- [23] REPOLA, J. (2008): Biomass equations for birch in Finland. Silva Fennica Research articles. 42(4): S. 605-624.
- [24] SMITH, A., et al. (2014): Functions for estimating aboveground biomass of birch in Norway. Scandinavian journal of forest research. 29(6): S. 565-578.
- [25] BOLTE, A., et al. (2009): Schätzung der oberirdischen Biomassevorräte des Baum- und Strauchunterwuchses in Wäldern auf der Basis von Vegetationsaufnahmen. Forstarchiv. 80(5): S. 222-228.
- [26] RIGLING, D. (2011): Phytophthora ramorum befällt in England auch Lärchen. Wald Holz 92(111): S. 3-6.
- [27] BRANDSTETTER, M. (2007): Der Brandkrustenspiz (*Ustulina deusta*) – eine fast unsichtbare Gefährdung für zahlreiche Laubbäume. Forstschutz Aktuell 38: S. 18-20.
- [28] STAHL, S. und GAUCKLER, S. (2009): Die Birke – Kind des Lichts und der Katastrophe. AFZ-DerWald. 64(13): S. 700-704.



# HAIN- / WEISSBUCHE



## 1. Verbreitung und Ökologie

- 1. Natürliche Verbreitung:**  
Süd- und Mitteleuropa sowie Kleinasien [2]. Im Süden Mitteleuropas kommt die Hainbuche überwiegend im Bergland vor [3].
- 2. Klimatische Kennziffern:**  
Jährlicher Niederschlag zwischen 500 und 1.400 mm. Jahresmitteltemperatur von 5 bis 15 °C (Abb. 1) [2]. Kältetoleranz: -30 °C [4].
- 3. Natürliche Waldgesellschaft:**  
Sehr oft in Eichen-Hainbuchenwäldern auf warmen und trockenen Standorten [3].
- 4. Künstliche Verbreitung:**  
Keine Literatur gefunden.
- 5. Lichtansprüche:**  
Halbschattbaumart, auf besten Standorten eher Schattbaumart [5].
- 6. Konkurrenzstärke:**
  - 6.1. Verjüngungs-Dickungsphase:** Sie ist generell unempfindlich gegenüber krautiger Konkurrenz, mit Ausnahme des Bingelkrauts, kann aber starke Überschirmung nicht ertragen [6]. Junge Pflanzen wachsen jedoch langsam [7]. In der Dickungsphase erträgt sie Seitendruck und Überschirmung gut [8].
  - 6.2. Baum- und Altholzphase:** Häufig in Konkurrenz mit Rotbuche [3], lässt sich aber gut mit Eichen als Teil der Oberschicht erhalten [6]. Reagiert dynamisch auf Freistellung bei gezielter Kronenpflege [1].

## 2. Standortsbindung

Die Hainbuche wächst am besten auf basenreichen und frischen Böden und sommerwarmen Lagen [3]. Außerdem bevorzugt sie grundwassernahe und grundwasserbeeinflusste Standorte [1]. Sie ist sehr gut an mäßig frische bis sehr trockene Standorte angepasst, erträgt aber nasse bis sehr frische Böden nicht [9].

- 1. Nährstoffansprüche:**  
Mittlerer Anspruch [3].
- 2. Kalktoleranz:**  
Gut [6].
- 3. pH-Wert:**  
4-7 [4], erträgt keine zu sauren Böden [5].

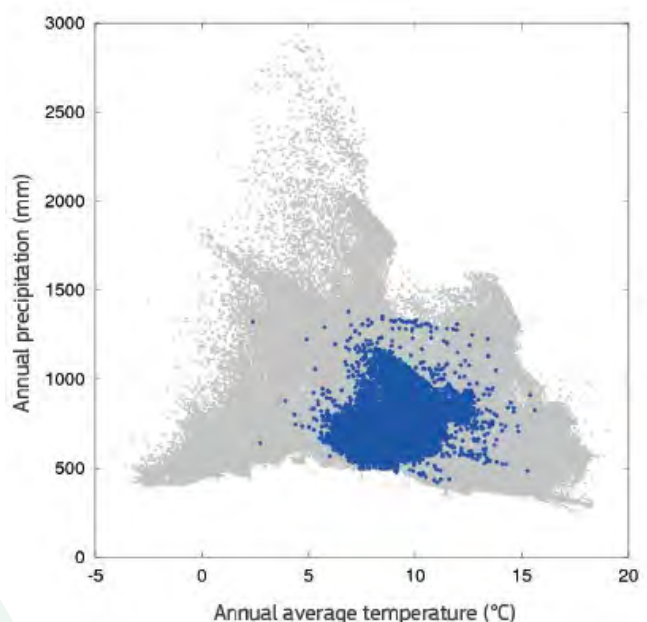


Abb. 1 Vorkommen der Art (blaue Punkte) in Bezug zum Niederschlag und zur Temperatur in Europa (graue Punkte: gesamter europäischer Klimaraum in den Inventurdaten) [2].

## ■ *Carpinus betulus* L. HAINBUCHEN / WEISSBUCHEN

### ■ FAMILIE: Betulaceae

Franz: charme; Ital: carpino bianco; Eng: common hornbeam; Span: carpe europeo, carpe blanco.

- Die Hainbuche leistet wichtige ökologische und ökonomische Funktionen. Angesichts einer potenziellen Klimaveränderung und der bevorzugten naturnahen Wadbewirtschaftung kann sie eine wichtige Rolle für die Diversität und Stabilität des Waldes, besonders bei Stürmen und bei Trockenheit, spielen [1].

#### 4. Toleranz:

Gut [3].

#### 5. Staunässe- und Grundwassertoleranz:

Gut [8], erträgt aber nur kürzere Überflutung in der Vegetationszeit [3, 5].

#### 6. Blattabbau (Streuzersetzung und Nährstoffe):

Die Blätter sind leicht zersetzbar und tragen zur Bodenverbesserung bei [1, 10], besonders in Mischbeständen mit Kiefer [1].

sie trupp-, gruppen- und horstweise gepflanzt werden [1].

#### 3. Keimfähigkeit und Überdauerungszeit des Saatgutes:

65-75 %, das Saatgut kann bei -7 °C und 10 % Feuchtigkeit für mindestens fünf Jahre gelagert werden [12].

#### 4. Mineralbodenkeimer:

Keine Literatur gefunden.

#### 5. Stockausschlagfähigkeit:

Hoch [3], auch fähig zur Wurzelbrut [2].

#### 6. Forstvermehrungsgutgesetz:

Ja [13].

#### 7. Mögliche Mischbaumarten:

Oft als dienende oder bodenverbessernde Baumart verwendet [14]. Sie lässt sich gut sowohl mit Laub- als auch mit Nadelbaumarten mischen [10], und kann sehr gut als Nebenbaumart zu Edellaubholz und Eiche beigemischt werden [6].

### 3. Bestandesbegründung

#### 1. Naturverjüngung:

Die Naturverjüngung ist freudig, kann aber von folgenden Faktoren beeinträchtigt werden: starke Übershirmung, Wildverbiss, Waldbingelkraut, Reitgras-Filz und Mäusefraß. Die Hainbuche verjüngt sich besser unter Übershirmung durch Eiche als durch Buche [6]. Unter Althainbuchenbeständen gibt es kaum Verjüngung [6]. Gute Fruktifizierung wiederholt sich alle zwei bis drei Jahre und ein- bis zweijährige Samen keimen im Waldboden nach einer natürlichen Stratifikation [4]. Die Verbreitung durch Wind kann über einen Kilometer erreichen [11].

#### 2. Künstliche Verjüngung:

Reife Samen können ab Ende September bis zum Laubfall geerntet werden. Eine Stratifikation ab September im feuchten Sand mit einer Warmphase (15-20 °C für 15 Wochen), gefolgt von einer Kaltphase (3 °C für 15 Wochen) kann die Keimhemmung abbauen. Die Aussaat kann von Mitte bis Ende April stattfinden [12]. Samen, die im August geerntet werden, können direkt ausgesät werden [4]. Dreijährige Pflanzen sind für die Pflanzung geeignet [12]. Als Mischbaumart kann

### 4. Leistung und Waldbau

#### 1. Wachstum:

Die Hainbuche wird 120-150 Jahre alt [3] und kann bis zu ca. 30 m Höhe und 50-70 cm BHD erreichen [5]. Herkünfte aus Polen und Russland (ehemaliges Ostpreußen) ergeben beste geradwüchsige Bäume (Rubner (1938) zitiert nach [14]). Der Höhenzuwachs sinkt ab dem Alter 30-40 rasch (Abb. 2) [5, 7, 8].

#### 2. Ökonomische Bedeutung:

Sehr wichtige Baumart für die Niederwaldwirtschaft in Mitteleuropa [15].



## 5. Erfahrung in Baden-Württemberg und Deutschland

Untersuchungen aus Bayern zeigen, dass die Hainbuche eine geringere Leistung (Wachstum und maximale Dimensionen) als die Buche und die Eiche aufweist. Allerdings ist sie in der Jugendphase raschwüchsiger als die Buche [16]. Eine mäßige Hochdurchforstung ist sinnvoll, denn das Wachstum, die Qualität des Holzes und die Bestandsstabilität werden dadurch erhöht [1]. Eine umfangreiche Studie über das Wuchsverhalten sowie notwendige waldbauliche Maßnahmen wurde von Lockow und Lockow (2009) in Brandenburg durchgeführt [1]. Die GWL<sub>V</sub> aus der Ertragstafel beträgt zwischen 562 und 1.178 m<sup>3</sup>/ha im Alter von 160 Jahren, abhängig von der Bonität [1].

## 6. Holzeigenschaften und Holzverwendung

Das Holz wird häufig für Werkzeug, Holzkohle und Parkettholz verwendet. Besonders geeignet ist es aufgrund seiner Härte für Maschinenbau, z. B. für Zahnräder und Zahnradkämme, und Klavierbau. Das Holz lässt sich gut hobeln, dreheln, schleifen und biegen.

Es hat allerdings eine geringe Spaltbarkeit [17]. Trockenrisse mindern den Wert des Holzes, geeignete Gegenmaßnahmen sind dokumentiert [18].

**1. Holzdichte:**  
0,51 ... 0,65 ... 0,83 g/cm<sup>3</sup> (r<sub>12...15</sub>) [19].

**2. Dauerhaftigkeitsklasse:**  
5 (nicht dauerhaft) [20].

**3. Konstruktionsbereich (Bauholz, Massivholzwerkstoffe):**  
Nicht geeignet [8].

**4. Innenausbau, Möbelbau:**  
Parkett [17].

5. **Holzwerkstoffe (OSB, LVL, Spanplatte, MDF):**  
Spanplatten, Faserplatten [21].
6. **Zellstoff, Papier, Karton:**  
Geeignet für Papier- und Zellstoffindustrie [19, 21].
7. **Energetische Nutzung:**  
Geeignet als Brennholz [5, 17].
8. **Sonstige Nutzungen:**  
Werkzeug, Zahnräder, Zahnradkämme, Instrumente, Modell- und Formenbau [17].

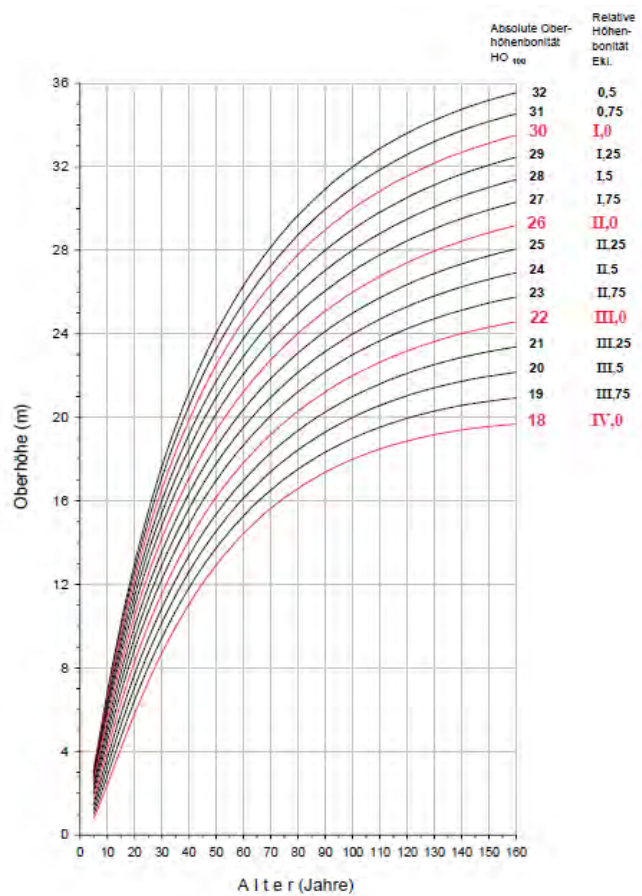


Abb. 2 Höhenbonitätsfächer für Bestände in Brandenburg [1].

## 7. Sonstige Ökosystemleistungen

1. **Nicht-Holzverwendung:**  
Holzessig [7], medizinisch [11], wertvolles Viehfutter [7, 11].
2. **Biomassefunktionen:**  
Biomassefunktionen wurden für Südwest- und das mittlere Deutschland für verschiedene Kompartimente entwickelt und stützen sich auf den Baum-BHD als Prädiktor [15, 23].



Hainbuche



- 3. Landschaftliche und ökologische Aspekte:**  
Windschutz- und Heckenpflanze [4]. Lebensraum und Nahrung für viele Tierarten [11, 24], bodenverbessernde Baumart [10].

## 8. Biotische und abiotische Risiken

- 1. Pilze:**  
Fäulnis im Saatgut kann durch Pilzarten der *Hymenomyceten* oder *Zygomyceten* auftreten. Keimlinge können von *Pythium debaryanum*, *Phytophthora cactorum*, *Fusarium* spp., *Cylindrocarpon* spp., *Alternaria* spp. und *Rhizoctonia solani* attackiert werden. Wurzeln werden von *Heterobasidion annosum* und *Armillaria mellea* befallen. Stammkrebs wird von *Nectria* spp. und Hexenbesen von *Taphrina carpini* ausgelöst [4]. *Monostichella robergei* verursacht Blattbräune und *Oidium carpini* löst Mehltau aus [25]. *Phoma sordida* kann das Absterben junger Triebe verursachen [7]. Der Brandkrustenpilz (*Ustulina deusta*) kommt auch vor [26].
- 2. Insekten:**  
Die Hainbuche wird wenig von phytophagen Insekten befallen. Trotzdem wurde ein Kahlfraß durch *Operophtera brumata* beobachtet [27]. Blattgallen werden durch *Zygobia carpini* und *Contarinia carpini* ausgelöst. Weiterhin greifen *Parornix carpinella*, *Bacculatrix thoracella*, *Rhynchaenus fagi* und *Myzocallis carpini* die Blätter an. Der Borkenkäfer (*Scolytus carpini*) und die Schildlaus (*Parthenolecanium rufulum*) sind auf Hainbuche spezialisiert [4].
- 3. Sonstige Risiken:**  
Nematoden attackieren die Wurzeln [4].
- 4. Herbivoren/Verbissemöglichkeit:**  
Hohe Empfindlichkeit gegen Verbiss [6], allerdings mit gutem Ausheilungsvermögen [5].
- 5. Dürretoleranz:**  
Die Hainbuche erträgt lange Trockenheitsphasen [10] und kommt in einer weiten Spanne verschiedener Wasserhaushaltsstufen vor [3]. Allerdings wurde sie auch schon als dürreempfindlich beschrieben [5, 8].
- 6. Feueranfälligkeit:**  
Keine Literatur gefunden.
- 7. Frosttoleranz:**  
Geringe [3, 5] bis erhöhte Gefährdung [28]. Sie ist

als adulter Baum durch Frühfrost gefährdet und kann unter ungewöhnlichen Winterfrösten leiden [5]. Keimlinge sind von Spätfrösten gefährdet [12].

- 8. Sturmanfälligkeit:**  
Sturmstabile Baumart [5], kann aber auch Sturmschäden erleiden [7].
- 9. Schneebruch:**  
Im belaubten Zustand mittlere Gefährdung [8], hat aber hohe Widerstandsfähigkeit [7].
- 10. Invasivitätspotenzial:**  
Keine Literatur gefunden. Als heimische Baumart ist die Invasivität für Deutschland nicht relevant.



Blatt und Frucht der Hainbuche



## Literatur

- [1] LOCKOW, K.-W. und LOCKOW, J. (2009): Die Hainbuche im nordostdeutschen Tiefland - Wuchsverhalten und Bewirtschaftungshinweise. Eberswalder Forstliche Schriftenreihe. Bd. 41. Ministerium für Ländliche Entwicklung, Umwelt und Verbraucherschutz (MLUV) des Landes Brandenburg. 130 S.
- [2] SIKKEMA, R., et al. (2016): *Carpinus betulus* in Europe: distribution, habitat, usage and threats, In: European Atlas of Forest Tree Species, SAN-MIGUEL-AYANZ, J., DE RIGO, D., CAUDULLO, G., HOUSTON DURRANT, T., und MAURI, A., (Hrsg.) Publ. Off. EU: Luxembourg. e01d8cf+.
- [3] TÜRK, W. (1996): Die Hainbuche in der realen und der potentiellen natürlichen Vegetation Mitteleuropas unter besonderer Berücksichtigung Bayerns. In: SCHMIDT, O., (Hrsg.) Beiträge zur Hainbuche. Freising: LWF. S. 17-25.
- [4] BORATYNSKI, A. (2014): *Carpinus betulus* Linné. In: ROLOFF, A., WEISGERBER, H., LANG, U.M., und STIMM, B., (Hrsg.) Enzyklopädie der Holzgewächse: Handbuch und Atlas der Dendrologie. S. 1-12.
- [5] MAYER, H. (1992): Waldbau auf soziologisch-ökologischer Grundlage. Stuttgart: Gustav Fischer Verlag. 522 S.
- [6] STAUFER, R. (1996): Waldbauliche Erfahrungen mit der Hainbuche im Forstamt Arnstein. In: SCHMIDT, O., (Hrsg.) Beiträge zur Hainbuche. Freising: LWF. S. 41-45.
- [7] HESS, R. (1905): Die Eigenschaften und das forstliche Verhalten der wichtigeren in Deutschland vorkommenden Holzarten: Ein Leitfaden für Studierende, Praktiker und Waldbesitzer. Paul Parey. 336 S.
- [8] ETH ZÜRICH. (2002): Mitteleuropäische Waldbaumarten: Artbeschreibung und Ökologie unter besonderer Berücksichtigung der Schweiz. ETH Zürich 248 S.
- [9] ROLOFF, A. und GRUNDMANN, B. (2008): Klimawandel und Baumarten-Verwendung für Waldökosysteme. Tharandt. Stiftung Wald in Not. 46 S.
- [10] GULDER, H.-J. (1996): Das Wurzelwerk der Hainbuche. In: SCHMIDT, O., (Hrsg.) Beiträge zur Hainbuche. Freising: LWF. S. 26-32.
- [11] HÄNE, K. (1996): Die Hagebuche. Baum des Jahres 1996. Internationales Mitteilungsblatt für Motivphilatelie 25( 97), S. 36-39.
- [12] SCHMALEN, W. (1996): Die Hainbuche (*Carpinus betulus* L.) - Beerntung und Nachzucht. In: SCHMIDT, O., (Hrsg.) Beiträge zur Hainbuche. Freising: LWF. S. 46-49.
- [13] BGBL. (2002): Forstvermehrungsgutgesetz vom 22. Mai 2002. In: BGBL. I S. 1658, BUNDESMINISTERIUM DER JUSTIZ UND FÜR VERBRAUCHERSCHUTZ.
- [14] SCHMIDT, O. (1996): Zur Dendrologie der Gattung *Carpinus*. In: SCHMIDT, O., (Hrsg.) Beiträge zur Hainbuche. Freising: LWF. S. 3-16.
- [15] SUCHOMEL, C., et al. (2012): Biomass equations for sessile oak (*Quercus petraea* (Matt.) Liebl.) and hornbeam (*Carpinus betulus* L.) in aged coppiced forests in southwest Germany. Biomass and Bioenergy. 46: S. 722-730.
- [16] BURGER, A. (1996): Zum Wachstum der Hainbuchen in zwei Naturwaldreservaten im Wuchsgebiet Fränkische Platte In: SCHMIDT, O., (Hrsg.) Beiträge zur Hainbuche. Freising: LWF. S. 33-40.
- [17] GROSSER, D. (1996): Das Holz der Hainbuche: seine Eigenschaften und seine Verwendung. In: SCHMIDT, O., (Hrsg.) Beiträge zur Hainbuche. Freising: LWF. S. 60-66.
- [18] KÖNIG, E. (1956): Heimische und eingebürgerte Nutzhölzer. Stuttgart: Holz-Zentralblatt Verlags-GmbH. 243 S.
- [19] WAGENFÜHR, R. (2000): HOLZatlas. München: Fachbuchverlag Leipzig im Carl Hanser Verlag. 707 S.
- [20] EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG. (2016): Dauerhaftigkeit von Holz und Holzprodukten - Prüfung und Klassifikation der Dauerhaftigkeit von Holz und Holzprodukten gegen biologischen Angriff - EN 350.
- [21] GRIGORIOU, A. (1981): Der Einfluss verschiedener Holzarten auf die Eigenschaften dreischichtiger Spanplatten und deren Deckschichten. Holz als Roh- und Werkstoff. 39: S. 97-105.
- [22] DOROSTAN, R., et al. (2013): Papermaking Properties of *Carpinus betulus* with kraft, Soda and Soda-Urea Pulping Processes. Iranian Journal of Wood and Paper Industries. 3: S. 117.
- [23] ALBERT, K., et al. (2014): Biomass equations for seven different tree species growing in coppice-withstandards forests in Central Germany. Scandinavian Journal of Forest Research. 29(3): S. 210-221.
- [24] SCHMIDT, O. (1996): Hainbuche und Vogelwelt. In: SCHMIDT, O., (Hrsg.) Beiträge zur Hainbuche. Freising: LWF. S. 55-57.
- [25] HELFER, W. (1996): Pilze an Hainbuche. In: SCHMIDT, O., (Hrsg.) Beiträge zur Hainbuche. Freising: LWF. S. 50-54.
- [26] BRANDSTETTER, M. (2007): Der Brandkrustenspiz (*Ustulina deusta*) – eine fast unsichtbare Gefährdung für zahlreiche Laubbäume. Forstschutz Aktuell 38: S. 18-20.
- [27] KOLBECK, H. (1996): Insekten auf der Hainbuche. In: SCHMIDT, O., (Hrsg.) Beiträge zur Hainbuche. Freising: LWF. S. 58-59.
- [28] DIMKE, P. (2015): Spätfrostschäden – erkennen und vermeiden. LWF-Merkblatt. 31: S. 1-3.

# EDEL- / ESSKASTANIE



## 1. Verbreitung und Ökologie

### 1. Natürliche Verbreitung:

Die natürliche Verbreitung der Edelkastanie ist schwer zu rekonstruieren, denn die Art wurde vor Jahrhunderten in vielen europäischen Ländern verbreitet [3]. Wahrscheinlich kam sie ursprünglich im südlichen Europa und Südwesten Asiens vor [4]. Es gibt drei ökologische Typen dieser Art: den atlantischen, kontinentalen und mediterranen Typ. Der kontinentale Typ kommt in Gebirgslagen mit mittlerer Jahrestemperatur von 10 °C vor. Zusätzlich zu diesen Ökotypen existiert auch eine erhebliche genetische Differenzierung: *C. sativa* var. *domestica eudomestica* und *C. sativa* var. *domestica macrocarpa* eignen sich sowohl zur Kastanien- als auch zur Holzproduktion [3]; von 400 bis auf 1.300 m ü. NN [5].

### 2. Klimatische Kennziffern:

Jährlicher Niederschlag zwischen 400 und 1.600 mm. Jahresmitteltemperatur von 8 bis 15 °C (Abb. 1) [4]. Kältetoleranz: -18 °C [5].

### 3. Natürliche Waldgesellschaft:

Mischbaumart in Eichen- Hainbuchen-Laubmischwäldern oder in Kombination mit Fichte [5].

### 4. Künstliche Verbreitung:

Zahlreiche europäische Länder, Asien, Süd- und Nordamerika [3] sowie Afrika [4].

### 5. Lichtansprüche:

Pionierbaumart [6], deren Lichtbedarf mit dem Breitengrad zunimmt [3].

### 6. Konkurrenzstärke:

6.1. **Verjüngungs-Dickungsphase:** Rasches Jugendhöhenwachstum [6] mit äußerster Konkurrenzkraft [7].

### 6.2. Baum- und Altholzphase:

Reagiert mit zunehmendem Alter kaum auf Freistellung [8].

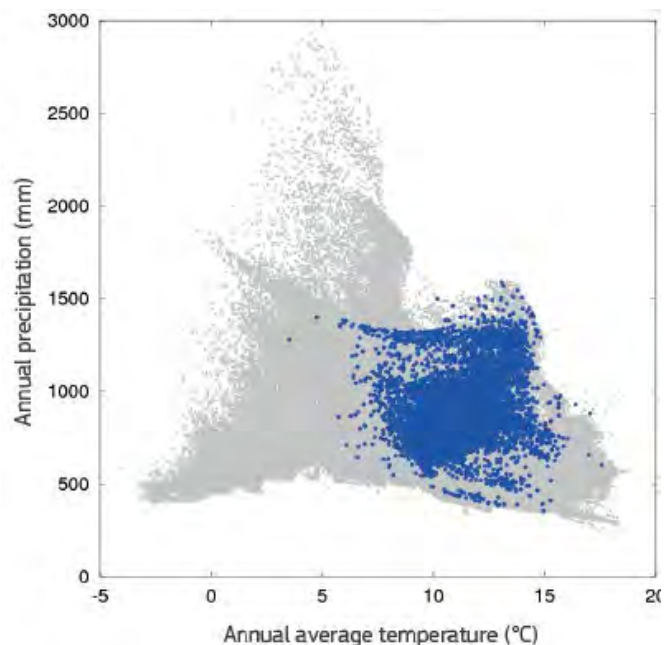


Abb. 1 Vorkommen der Art (blaue Punkte) in Bezug zum Niederschlag und zur Temperatur in Europa (graue Punkte: gesamter europäischer Klimaraum in den Inventurdaten) [4].

## 2. Standortsbindung

Tiefgründige Böden (mit Untergrundgestein mindestens 40-60 cm tief) sind wichtig für eine gute Entwicklung des Wurzelsystems, welches bei Trockenheit und Sturmwurf wichtig ist [5]. Die Edelkastanie ist gut an mäßig frische bis sehr trockene Standorte angepasst, erträgt aber nasse Böden nicht gut [9].

# ■ *Castanea sativa* Mill. EDELKASTANIE / ESSKASTANIE

- FAMILIE: Fagaceae  
Franz: marron, châtaignier commun; Ital: marrone, castagno; Eng: sweet chestnut, European chestnut; Span: castaño.
- Die wärmeliebende Edelkastanie wird als eine potenziell angepasste Baumart an die erwartete Erwärmung durch den Klimawandel eingeschätzt [1]. Allerdings ist sie durch Pathogene stark gefährdet [2].



## 1. Nährstoffansprüche:

Sie benötigt nährstoffreiche Böden mit mindestens 2 % Humusgehalt [5] und relativ hohem K- und P-Gehalt [3], kann aber auch auf nährstoffärmeren Standorten gute Leistung erbringen [6].

## 2. Kalktoleranz:

Niedrig und kann nur überdauern, wenn eine sehr tiefreichende Humusschicht auf kalkhaltigen Böden vorhanden ist [5].

## 3. pH-Wert:

Böden zwischen 5,5 und 6 entsprechen ihren Ansprüchen gut [5], sie kann aber auch auf mäßig sauren Böden stocken [10].

## 4. Tontoleranz:

Niedrig [3].

## 5. Staunässe- und Grundwassertoleranz:

Sehr niedrig [5].

## 6. Blattabbau (Streuzersetzung und Nährstoffe):

Gut zersetzbar [11].

werden. Die Aussaat kann aber auch direkt im Freiland mit drei bis vier Früchten pro Saatloch vorgenommen werden [3].

## 3. Keimfähigkeit und Überdauerungszeit des Saatgutes:

60 %, Samen haben eine Lagerfähigkeit von maximal einem Jahr, wenn in Sand gelagert [12] und bei geringer Luftfeuchtigkeit überwintert [3].

## 4. Mineralbodenkeimer:

Keine Literatur gefunden.

## 5. Stockausschlagfähigkeit:

Hoch [5]

## 6. Forstvermehrungsgutgesetz:

Ja [13].

## 7. Mögliche Mischbaumarten:

Kirsche und Birke werden aufgrund ähnlicher Wachstumsverhältnisse als gut möglich beschrieben [14], allerdings existieren auch gegenteilige Praxiserfahrungen [7]. Außerdem kommen Stiel- und Traubeneiche standörtlich in Frage [14], sollten aber nicht in Einzelmischung etabliert werden [7]. Andererseits sind Mischungen mit Esche, Bergahorn, Buche und Winterlinde zu vermeiden [14].

## 3. Bestandesbegründung

### 1. Naturverjüngung:

Auf guten Standorten kann die Edelkastanie Übershirmung ertragen, aber auf ungünstigen Standorten erhöht sich ihr Lichtbedarf [5].

### 2. Künstliche Verjüngung:

Die Vermehrung in der Baumschule kann durch Aussaat in Reihen mit Abständen von 15-20 cm und Pflanzenabständen von 5-6 cm innerhalb der Reihe und einer Saattiefe von 5-6 cm erfolgen. Sämlinge im Alter von ein bis zwei Jahren können im Verband von 2 x 2 m gepflanzt



Früchte der Edelkastanie

## 4. Leistung und Waldbau

### 1. Wachstum:

Raschwüchsige Baumart sowohl im Höhen- als auch Dickenwachstum [5]. Auf guten Standorten kann sie mehr als 1 m pro Jahr in die Höhe wachsen [14]. Durchforstung kann das Wachstum steuern und erhöhen. Hiebsreife Bäume erreichen im Durchschnitt 45 cm BHD im Alter von 50 Jahren. Der Kronenausbau sollte im jungen Alter (< 20 Jahre) stattfinden [6]. Höhenbonitätsfächer für verschiedene Bestände in Europa zeigen, dass bereits im Alter von zehn Jahren Höhen von 8,4 bis 11,4 m erreicht werden können [15]. Der laufende Zuwachs nimmt ab dem Alter 15 deutlich ab, von bis zu 18 fm/ha/J bis zum Alter 15 auf weniger als 4 fm/ha/J ab dem Alter 40 [10]. Im Niederwald kann der Massenzuwachs bis zu 22 m<sup>3</sup>/ha/J erreichen [3]. Diese Art eignet sich für die Bewirtschaftung sowohl im Nieder- als auch im Hochwald, wird aber meistens als Niederwald mit einem oder zwei Umtrieben bewirtschaftet [5]. Im ersten Fall beträgt die Umtriebszeit 8 bis 25 Jahre mit 700 bis 1.200 Wurzelstöcken pro Hektar [5]. Im Hochwald zur Holz- und Früchteproduktion sind Umtriebszeiten von 50 bis 100 Jahren mit 25-150 Bäumen pro Hektar üblich [3, 4]. Um Ringschäle zu vermeiden sollte der jährliche Radialzuwachs nicht unter 4 mm liegen und Jahrringsprünge möglichst vermieden werden [16].

### 2. Ökonomische Bedeutung:

Ihre Etablierung als Wirtschaftsbaumart zeigt eine ansteigende Tendenz in den letzten Jahren [1, 7].

## 5. Erfahrung in Baden-Württemberg und Deutschland

Ergebnisse eines INTERREG-Projekts mit Daten aus Rheinland-Pfalz, Baden-Württemberg und dem Elsass (180 bis 520 m Meereshöhe, 8,4 bis 10,2 °C Jahresmitteltemperatur, und 702 bis 916 mm Niederschlag/Jahr) bestätigten, dass die Edelkastanie ein rasches Höhenwachstum in der Jugendphase hat (Abb. 2). Der Höhenzuwachs kulminiert schon im Alter von neun Jahren bei Werten zwischen 51 und 111 cm/Jahr und sinkt dann auf Werte unter 5 cm ab dem 49. Jahr [6]. Die Astreinigung erfolgt rasch und natürlich in den ersten 25 Jahren, aber in Mischbeständen kann die künstliche Ästung notwendig werden. Aufgrund

des raschen Höhen- und Durchmesserwachstums sollten Durchforstungen schon früh bei einer Oberhöhe von ca. 12 m erfolgen. In ca. 60 Jahren lässt sich dann bei 60 bis 80 Z-Bäumen/ha wertvolles Holz mit einem BHD von ca. 60 cm erzielen [8]. Es existieren waldwachstumskundliche Versuchsflächen an der FVA-BW.

## 6. Holzeigenschaften und Holzverwendung

Das Holz ist mittelschwer und gut bearbeitbar (z. B. sägen, hobeln, bohren) [14]. Ringschäle tritt häufig auf und wird durch Wachstumsschwankungen, Standort und Erziehung bedingt [17].

### 1. Holzdichte:

0,59 ... 0,62 ... 0,68 g/cm<sup>3</sup> (r<sub>12...15</sub>) [18].

### 2. Dauerhaftigkeitsklasse:

1-2 (sehr dauerhaft bis dauerhaft) [19], hoch auch bei Erd- und Wasserkontakt [5], kann aber reduziert werden, wenn das Holz größeren Schwankungen der Luftfeuchte ausgesetzt ist [3].

### 3. Konstruktionsbereich (Bauholz, Massivholzwerkstoffe):

Geeignet [3, 5].

### 4. Innenausbau, Möbelbau:

Parkett, Stiegen [5], Furnier, Möbel [18].

### 5. Holzwerkstoffe (OSB, LVL, Spanplatte, MDF):

Spanplatten, Faserplatten [20].

### 6. Zellstoff, Papier, Karton:

Geeignet für die Papierindustrie [18].

### 7. Energetische Nutzung:

Brennholznutzung möglich [3].

### 8. Sonstige Nutzungen:

Pfähle [21], Stiegen [5], Fassholz, Zaunbau [7].

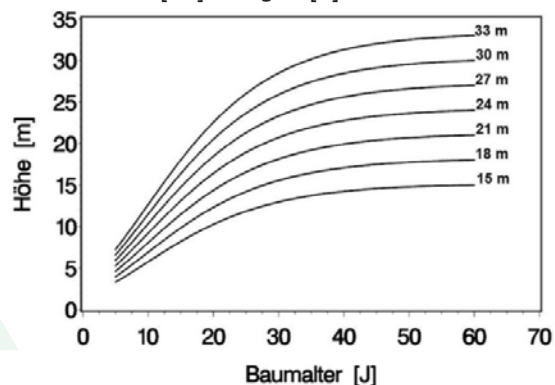


Abb. 2 Höhenbonitätsfächer für Bestände in Rheinland-Pfalz, Baden-Württemberg und im Elsass [6].

## 7. Sonstige Ökosystemleistungen

1. **Nicht-Holzverwendung:**  
Ziegenfutter [21], gerbstoffhaltige Rinde und Holz, Nahrung für Menschen und Tiere [5].
2. **Biomassefunktionen:**  
Biomassefunktionen liegen für Portugal für verschiedene Kompartimente vor und stützen sich auf die Prädiktoren BHD und Höhe [22]; Für Italien, Spanien und Frankreich liegen für die oberirdische Biomasse im Niederwald Funktionen vor, die sich lediglich auf den BHD stützen [23].
3. **Landschaftliche und ökologische Aspekte:**  
Kulturhistorische Art [24], die sowohl in der Stadt als auch auf dem Land als ästhetisch eingestuft wird [5]. Bienenweide [5] und Nahrung für Wildtiere [3]. Außerdem bietet die Edelkastanie Lebensraum für zahlreiche Arten (z. B. Pilze und Moose) [25].

## 8. Biotische und abiotische Risiken

1. **Pilze:**  
Der eingeschleppte *Cryphonectria parasitica* verursacht den Kastanienrindenkrebs, der sehr aggressiv ist und ganze Bestände vernichten kann [3]. Der Kastanienrindenkrebs kann biologisch mit einem Hypovirus behandelt werden [26]. Außerdem gibt es Hybridkastanien, die einigermaßen resistent gegenüber dem Kastanienrindenkrebs sind [27]. Es gibt allerdings Hinweise, dass solche Resistenz am meisten bei Fruchtbäumen auftritt [7]. Die Edelkastanie ist zusätzlich durch die aggressive Tintenkrankheit (*Phytophthora cambivora*) sehr gefährdet. Mit weniger Bedeutung kann der Blattparasit *Mycosphaerella maculiformis* auftreten, der dunkle Blattflecken mit hellem Rand hervorruft [3].
2. **Insekten:**  
Der Rüsselkäfer (*Balaninus elephas*) und der Frühe Kastanienwickler (*Pammene fasciana*) befallen die Früchte [3]. In den letzten Jahren wurde der Befall durch die Edelkastanien-Gallwespe, die die Frucht- und Triebbildung reduzieren kann, in Baden-Württemberg nachgewiesen [6]. Zusätzlich begünstigt die Gallwespe das Vorkommen vom Erreger des Kastanienrindenkrebs [2].
3. **Sonstige Risiken:**  
Keine Literatur gefunden.
4. **Herbivoren/Verbisempfindlichkeit:**  
Hohe Empfindlichkeit gegen Verbiss [5], wird aber zu erheblichen Teilen durch die Raschwüchsigkeit bei hoher Verbisstoleranz ausgeglichen [7].
5. **Dürretoleranz:**  
Niedrig [3].
6. **Feueranfälligkeit:**  
Tolerant [28], mit gutem Stockausschlag nach dem Feuer [29].
7. **Frosttoleranz:**  
Sehr hoch [3, 5, 30], vor allem gegenüber Spätfrost [26].
8. **Sturmanfälligkeit:**  
Diese Art verfügt über ein kräftiges und verbreitetes Wurzelsystem, das zu einer festen Verankerung führt [3]. Allerdings gibt es aus der Ortenau Hinweise auf Lothar-Sturmschäden, besonders an älteren Stöcken mit beginnenden Wurzelzersetzungerscheinungen [7].
9. **Schneebruch:**  
Keine Literatur gefunden.
10. **Invasivitätspotenzial:**  
Keine Literatur gefunden.



Edelkastanie

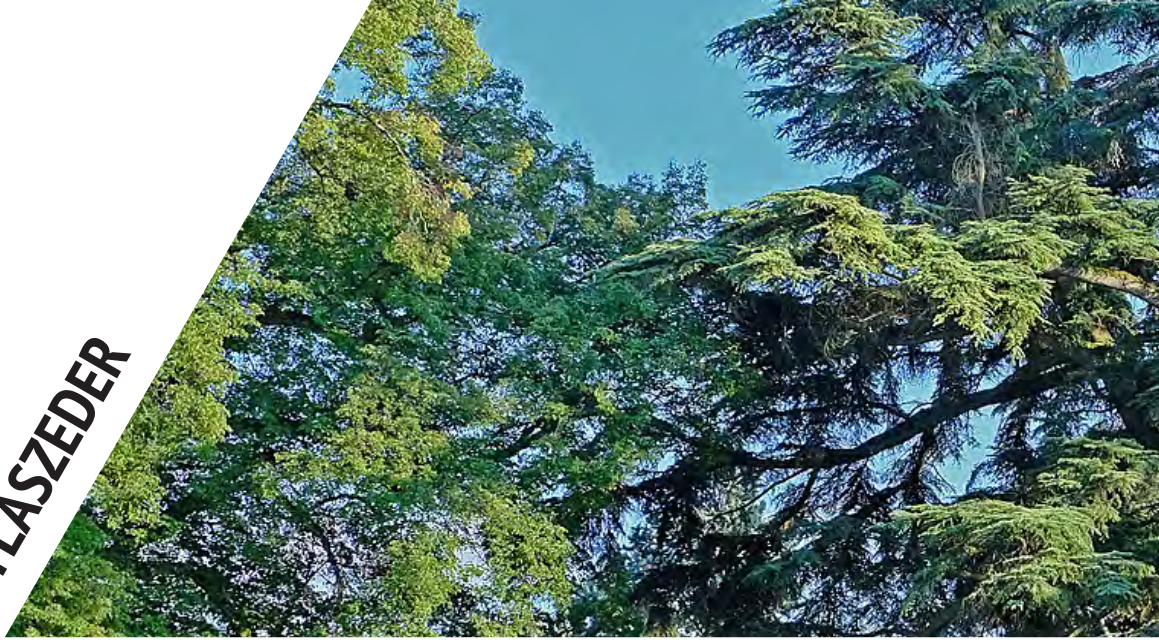




## Literatur

- [1] WAMBSGANG, W., et al. (2013): Vermarktung der Edelkastanie in der Region Haardt. AFZ-DerWald 16: S. 15-17.
- [2] MEYER, J.B. und PROSPERO, S. (2016): Pilz profitiert von neuem Schädling. Wald Holz 97(2): S. 34-36.
- [3] BOTTACCI, A. (2014): *Castanea sativa* Miller. In: ROLOFF, A., WEISGERBER, H., LANG, U.M., und STIMM, B., (Hrsg.) Enzyklopädie der Holzgewächse: Handbuch und Atlas der Dendrologie. S. 1-10.
- [4] CONEDERA, M., et al. (2016): *Castanea sativa* in Europe: distribution, habitat, usage and threats, In: European Atlas of Forest Tree Species, SAN-MIGUEL-AYANZ, J., DE RIGO, D., CAUDULLO, G., HOUSTON DURRANT, T., und MAURI, A., (Hrsg.) Publ. Off. EU: Luxembourg. e0125e0+.
- [5] ECKER-ECKHOFEN, H., GERHOLD, U.; KLEMENT, J.; KLUG, M.; RÜHMER, T.; SCHANTL, J.; STRALLHOFER, P. (2006): Edelkastanie: Waldbaum und Obstgehölz. Zoppelberg Buchverlag. 112 S.
- [6] HEIN, S., et al. (2013): Waldbau mit der Edelkastanie. FVA-einblick 311-13.
- [7] METTENDORF, B. (2017): mündliche Auskunft.
- [8] HEIN, S., et al. (2014): Zu Wachstum und Wertholzproduktion der Edelkastanie (*Castanea sativa* Mill.). In: ERNST, S., et al., (Hrsg.) Die Edelkastanie am Oberrhein - Aspekte ihrer Ökologie, Nutzung und Gefährdung Ergebnisse des INTERREG IVA - Oberrhein-Projektes. Trippstadt. S. 73-87.
- [9] ROLOFF, A. und GRUNDMANN, B. (2008): Klimawandel und Baumarten-Verwendung für Waldökosysteme. Tharandt. Stiftung Wald in Not. 46 S.
- [10] BAUMEISTER, M., et al. (2014): Die Edelkastanie: vom Brennholz zum Wertholz. 27 S.
- [11] MARTINS, A., et al. (1998): Dynamics of leaf litter structural compounds in *C. sativa* and *P. pinaster* forest ecosystems during the decomposition process: interactions with soil organic matter and nutrient release. In: II International Symposium on Chestnut 494.
- [12] BURKART, A. (2000): Kulturblätter: Angaben zur Samenernte, Klengung, Samenlagerung, Saamenausbeute und Anzucht von Baum- und Straucharten. Birmensdorf: Eidgenössische Forschungsanstalt WSL. 92 S.
- [13] BGBl. (2002): Forstvermehrungsgutgesetz vom 22. Mai 2002. In: BGBl. I S. 1658, BUNDESMINISTERIUM DER JUSTIZ UND FÜR VERBRAUCHERSCHUTZ.
- [14] RUDOW, A. (2006): Wertholzproduktion mit der Edelkastanie auf der Alpennordseite. in Netzwerk von Waldfachleuten zur Wertholzförderung. 17 S.
- [15] MANETTI, M.C., et al. (2001): Productive potential of chestnut (*Castanea sativa* Mill.) stands in Europe. For. Snow Landsc. Res. 76(3): S. 471-476.
- [16] BOURGEOIS, C., et al. (2004): Le châtaignier un arbre, un bois. Les guides du sylviculteur ed. INSTI-TUT POUR LE DEVELOPPEMENT FORESTIER. Paris. 347 S.
- [17] HUSMANN, K., et al. (2014): Ursachenanalyse der Ringschäle bei Edelkastanie (*Castanea sativa* Mill.) in Rheinland-Pfalz. In: ERNST, S., et al., (Hrsg.) Die Edelkastanie am Oberrhein - Aspekte ihrer Ökologie, Nutzung und Gefährdung Ergebnisse des INTERREG IVA - Oberrhein-Projektes. Trippstadt. S. 105-126.
- [18] WAGENFÜHR, R. (2000): HOLZatlas. München: Fachbuchverlag Leipzig im Carl Hanser Verlag. 707 S.
- [19] EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG. (2016): Dauerhaftigkeit von Holz und Holzprodukten - Prüfung und Klassifikation der Dauerhaftigkeit von Holz und Holzprodukten gegen biologischen Angriff - EN 350.
- [20] RICHTER, K. und EHMCKE, G. (2018): Das Holz der Edelkastanie – Eigenschaften und Verwendung. LWF Wissen. 81: S. 64-70.
- [21] HEINIGER, U. (2012): Herbst-Zeit – Marroni-Zeit. Naturfreund 4: S. 20-21.
- [22] PATRÍCIO, M.D.S., et al. (2004): Biomass equations for *Castanea sativa* high forest in the Northwest of Portugal. In: III International Chestnut Congress 693.
- [23] LEONARDI, S., et al. (1996): Biomass, litterfall and nutrient content in *Castanea sativa* coppice stands of southern Europe. Annales des Sciences Forestières. 53(6): S. 1071-1081.
- [24] CONEDERA, M., et al. (2004): The cultivation of *Castanea sativa* (Mill.) in Europe, from its origin to its diffusion on a continental scale. Vegetation History and Archaeobotany. 13(3): S. 161-179.
- [25] SEGATZ, E. (2013): Eignung der Edelkastanie als Biotop. AFZ-DerWald. 16: S. 6-9.
- [26] HEINIGER, U.G., RENÉ, RIGLING, DANIEL (2007): Der Kastanienrindenkrebs auf der Alpennordseite. Wald und Holz 550-53.
- [27] RIGLING, D., et al. (2014): Der Kastanienrindenkrebs: Schadsymptome, Biologie und Gegenmassnahmen. Merkblatt für die Praxis, Bd. 54. 8 S.
- [28] TINNER, W., et al. (2000): A palaeoecological attempt to classify fire sensitivity of trees in the southern Alps. The Holocene. 10(5): S. 565-574.
- [29] CONEDERA, M.L., L.; VALESE, E.; ASCOLI, D.; PEZZATTI, G.B. (2010): Fire resistance and vegetative recruitment ability of different deciduous trees species after low- to moderate-intensity surface fires in southern Switzerland. In: VI International Conference on Forest Fire Research D. X. Viegas.
- [30] DIMKE, P. (2015): Spätfrostschäden – erkennen und vermeiden. LWF-Merkblatt. 31: S. 1-3.

# ATLASZEDER



## 1. Verbreitung und Ökologie

- Natürliche Verbreitung:**  
Atlas- und Rifgebirge in Marokko und Algerien [3] (Abb. 1); von 1.350 bis auf 2.400 m ü. NN [4].
- Klimatische Kennziffern:**  
Jährlicher Niederschlag zwischen 499 und 1.786 mm [4]; überwiegend im Winterhalbjahr [3]. Jahresmitteltemperatur von 7,5 und 15 °C [1]. Kältetoleranz: -25 °C [1]; Hitzetoleranz: 40 °C [5].
- Natürliche Waldgesellschaft:**  
Kommt sowohl in Rein- als auch in Mischbeständen vor. Eine häufig begleitende Art ist die Steineiche (*Quercus ilex*) [3].
- Künstliche Verbreitung:**  
Mittelmeerraum (Frankreich, Italien), Vereinigte Staaten, Krim [4] und Bulgarien [3].

- Lichtansprüche:**  
Pionierbaumart, kann aber Schatten in der jungen Entwicklungsphase tolerieren [1].
- Konkurrenzstärke:**
  - 6.1. Verjüngungs-Dickungsphase:** starke Anfälligkeit für Konkurrenz und Trockenheit [1].
  - 6.2. Baum- und Altholzphase:** Keine Literatur gefunden.

## 2. Standortsbindung

Die Atlaszeder wächst am besten auf tiefgründigen Böden (mindestens 60 cm) mit guter Drainage [1].

- Nährstoffansprüche:**  
Bevorzugt basenreiche Böden [1].
- Kalktoleranz:**  
Kommt vor allem auf kalkhaltigen und silikatischen Böden vor [1, 3].
- pH-Wert:**  
Toleriert ein breites Spektrum (4 bis 6,5), meidet aber Böden mit niedrigem pH-Wert [1].
- Tontoleranz:**  
Keine Literatur gefunden.
- Stauässe- und Grundwassertoleranz:**  
Gering [1].
- Blattabbau (Streuzersetzung und Nährstoffe):**  
Keine Literatur gefunden.



Abb. 1 Natürliche Verbreitung (M'Hirit et al. (1994) zitiert nach [5]).

# ■ *Cedrus atlantica* (Endl.) Manetti ex Carrière ATLASZEDER

## ■ FAMILIE: Pinaceae

Franz: cèdre de l'Atlas; Ital: cedro dell'Atlante; Eng: Atlantic cedar, Atlas cedar; Span: cedro del Atlas, cedro.

- Die Atlaszeder zeigt gute Resistenz gegenüber Trockenheit, kann aber auch unter Trockenstress leiden [1, 2]. Maßnahmen zur Reduktion von Wasserstress sind starke und frühe Durchforstung sowie Grünastung. Das Sturmrisiko und längere Trockenperioden können mit dem Klimawandel steigen, sodass kurze Umtriebszeiten das Risiko reduzieren können [1].



## 3. Bestandesbegründung

### 1. Naturverjüngung:

Gute Fruktifizierung setzt nach dem 40. Lebensjahr mit einem Zyklus von drei Jahren ein. Die Verbreitung kann im Durchschnitt 60 m um die Mutterbäume herum stattfinden [1]. Lang liegender Schnee und Niederschläge im Frühsommer begünstigen die Etablierung der Sämlinge, weil dadurch die hochsommerliche Trockenperiode verkürzt wird. Diese Art kann sich gut in kleinflächigen Lücken sowie an Bestandesrändern verjüngen [3].

### 2. Künstliche Verjüngung:

Zapfen, die von Dezember bis März geerntet werden, zeigen eine hohe Keimgeschwindigkeit. In der Baumschule soll das Saatgut über zwei Monate unter kalten (4 °C) und nassen Bedingungen stratifiziert werden. Als Substrat kann eine Mischung aus 50 % faserigem Torf und 50 % kompostierter Kiefernrinde benutzt werden [1]. Die Bestandesbegründung sollte in flachen bis Mittelgebirgsregionen stattfinden. Sämlinge sollten mindestens 11 cm hoch und ein Jahr alt sein [1], wobei in Nordafrika auch 2-jährige Sämlinge gepflanzt werden [3]. Bodenvorbereitung für eine bessere Anpassung des Wurzelsystems steigert den Erfolg der Pflanzung. Der Verband der Pflanzung kann zwischen 2,5 x 2,5 m und 2 x 3 m variieren. In Mischbeständen kann die Pflanzung in Linien oder Gruppen (mit mindestens zehn Pflanzen) erfolgen [1].

### 3. Keimfähigkeit und Überdauerungszeit des Saatgutes:

14 % ohne und 95 % mit Stratifizierung. Das Saatgut kann für drei Jahre unter -2° C und 1 % Feuchtigkeit gelagert werden [3].

### 4. Mineralbodenkeimer:

Ja [1].

### 5. Stockausschlagfähigkeit:

Keine Literatur gefunden.

### 6. Forstvermehrungsgutgesetz:

Ja [6].

### 7. Mögliche Mischbaumarten:

In Frankreich verjüngt sich die Atlaszeder natürlich und erfolgreich in Niederwäldern mit Flaumeiche. Mit *Pinus nigra* kann auch eine gute Beimischung erreicht werden [1].

## 4. Leistung und Waldbau

### 1. Wachstum:

Die Atlaszeder kann bis zu 35 m Höhe und ein Alter von 600-700 Jahren erreichen [3]. In Frankreich wurden Oberhöhen von 30 m erreicht [1] (Abb. 2).



Nadeln und Frucht der Atlaszeder

In Beständen in ihrem natürlichen Vorkommen werden Vorräte zwischen 300 und 700 m<sup>3</sup>/ha erzielt. Im Alter von 100 Jahren kann der dGz zwischen 0,95 und 8,3 m<sup>3</sup>/ha/J betragen. In Frankreich wurde eine GWL<sub>v</sub> von 833 m<sup>3</sup>/ha im Alter von 130 Jahren beobachtet [3]. Die erste Grünastung kann bis zu 3 m hoch an Bäumen mit ca. 8 m Höhe vorgenommen werden. Die zweite

dann bis 6 m, wenn die Baumhöhe ca. 12 m beträgt [1].

2. **Ökonomische Bedeutung:**  
wichtigste Wirtschaftsbaumart in Marokko [7].

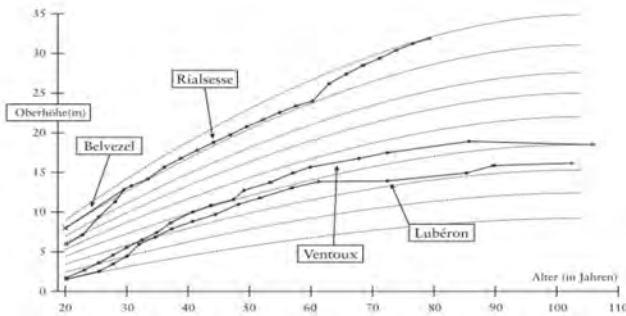


Abb. 2 Höhenbonitätsfächer auf französischen Versuchsflächen (Toth (1994) zitiert nach [3]).

## 5. Erfahrung in Baden-Württemberg und Deutschland

Ein kleiner Bestand Atlaszedern ist im Exotenwald in Weinheim vorhanden [8, 9]. Die Bäume haben im Alter von 116 Jahren 36 m Oberhöhe und 45 cm BHD erreicht [9]. Es existieren permanente waldwachstumskundliche Versuchsflächen an der FVA-BW.



Atlaszeder

## 6. Holzeigenschaften und Holzverwendung

Das Holz ist gut bearbeitbar mit unproblematischer Trocknung [10].

- Holzdicke:**  
0,42 ... 0,54 ... 0,66 g/cm<sup>3</sup> (r<sub>12...15</sub>) [10].
- Dauerhaftigkeitsklasse:**  
1-2 (sehr dauerhaft bis dauerhaft) [11].
- Konstruktionsbereich (Bauholz, Massivholzwerkstoffe):**  
Außenbau [3].
- Innenausbau, Möbelbau:**  
Innenausbau, Möbel, Vertäfelungen [3, 10].
- Holzwerkstoffe (OSB, LVL, Spanplatte, MDF):**  
Keine Literatur gefunden.
- Zellstoff, Papier, Karton:**  
Geeignet für die Zellstoffindustrie [1].
- Energetische Nutzung:**  
Geeignet als Brennholz [3].
- Sonstige Nutzungen:**  
Schiffsbau und Dekorativartikel [3].

## 7. Sonstige Ökosystemleistungen

- Nicht-Holzverwendung:**  
Viehfutter, Waldweide, Öl [3].
- Biomassefunktionen:**  
Keine Literatur gefunden.
- Landschaftliche und ökologische Aspekte:**  
Attraktiver Baum [1]. Die Atlaszeder ist in der Roten Liste der IUCN als gefährdet eingestuft [2].

## 8. Biotische und abiotische Risiken

### 1. Pilze:

*Sphaeropsis sapinea* kann Sämlinge oder alte Bäume attackieren. *Armillaria mellea* und *Heterobasidium annosum* können vorkommen, letzterer vor allem auf Standorten mit vorheriger Koniferenbesiedelung [1]. *Trametes pini* und *Ungulina officinalis* verursachen Rotfäule im Holz [3].

### 2. Insekten:

Junge Pflanzen sind sehr empfindlich gegenüber dem Großen Braunen Rüsselkäfer (*Hylobius abietis*), daher ist eine Pause von ein bis drei Jahren zwischen Ernte und Bestandesbegründung empfehlenswert. *Epinotia cedricida* kann Entlaubung im Herbst und Winter verursachen. Der Pinien-Prozessionsspinner (*Thaumetopoea pityocampa*) entlaubt zwar zumeist *Pinus*, kann aber auch bei Atlaszeder Schaden verursachen und könnte sich im Zuge des Klimawandels weiter nach Norden ausbreiten [1].

### 3. Sonstige Risiken:

Keine Literatur gefunden.

### 4. Herbivoren/Verbissempfindlichkeit:

Empfindlich gegenüber Verbiss und Schälern [1].

### 5. Dürretoleranz:

Empfindlich gegenüber Trockenstress [1, 2]. Die Atlaszeder unterbricht ihr Wachstum während einer Trockenperiode nicht. Daher ist ihre Widerstandsfähigkeit von der Verfügbarkeit von Grundwasser abhängig. Starke Trockenheit kann das Absterben von Kronenspitzen oder des gesamten Baums herbeiführen und Kambiumnekrosen verursachen, die durch Harzfluss am Stamm erkennbar sind [1].

### 6. Feueranfälligkeit:

Nicht zu unterschätzen [3], obwohl die Streu von Atlaszeder weniger entflammbar ist als die von Kiefernarten [1].

### 7. Frosttoleranz:

Junge Pflanzen sind sehr empfindlich gegenüber Spätfrost. Südliche Provenienzen treiben früher aus und sind daher empfindlicher. Überschildung kann Sämlinge schützen [1].

### 8. Sturmanfälligkeit:

Gering [3] bis anfällig wegen ihres zerbrechlichen Holzes. Ein tiefes Wurzelsystem kann die Anfälligkeit reduzieren [1].

### 9. Schneebruch:

Anfällig [1], junge Bäume scheinen gegen Nassschnee sehr empfindlich zu sein [9].

### 10. Invasivitätspotenzial:

Keine Literatur gefunden.

## Literatur

[1] COURBET, F., et al. (2012): Atlas cedar and climate change in France: assessment and recommendations INRA. 32 S.

[2] THOMAS, P. (2013): The IUCN Red List of Threatened Species: *Cedrus atlantica*, unter: <http://www.iucnredlist.org/details/42303/0> [Stand: 25.07.2017].

[3] KÖNIG, A.O. (2014): *Cedrus atlantica* (Endl.). In: ROLOFF, A., WEISGERBER, H., LANG, U.M., und STIMM, B., (Hrsg.) Enzyklopädie der Holzgewächse: Handbuch und Atlas der Dendrologie. S. 1-28.

[4] MHRIT, O. (1999): Le Cedre de l'Atlas à travers le réseau Silva mediterranea «cedre». Bilan et perspectives. forêt méditerranéenne.

[5] HUBER, G. und STORZ, C. (2014): Zedern und Riesenlebensbaum – welche Herkünfte sind bei uns geeignet? LWF-Wissen 7463–71.

[6] BGBl. (2002): Forstvermehrungsgutgesetz vom 22. Mai 2002. In: BGBl. I S. 1658, BUNDESMINISTERIUM DER JUSTIZ UND FÜR VERBRAUCHERSCHUTZ.

[7] RENAU-MORATA, B., et al. (2005): Genetic diversity and structure of natural and managed populations of *Cedrus atlantica* (Pinaceae) assessed using random amplified polymorphic DNA. American Journal of Botany. 92(5): S. 875-884.

[8] KREISFORSTAMT RHEIN-NECKAR-KREIS. (2009): Baumartenliste der Bestandesflächen im Exotenwald Weinheim. Landratsamt Rhein-Neckar-Kreis: Weinheim. 5 S.

[9] NOE, E. und WILHELM, U. (1997): Der Exotenwald in Weinheim 1872-1997: 125 Jahre Fremdländeranbau an der Bergstraße. In: LFV BADEN-WÜRTTEMBERG, (Hrsg.) Versuchsanbauten mit nicht heimischen Baumarten: historische Entwicklung in Baden-Württemberg. Stuttgart: Schriftenreihe der Landesforstverwaltung Baden-Württemberg. S. 67-185.

[10] WAGENFÜHR, R. (2000): HOLZatlas. München: Fachbuchverlag Leipzig im Carl Hanser Verlag. 707 S.

[11] EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG. (2016): Dauerhaftigkeit von Holz und Holzprodukten - Prüfung und Klassifikation der Dauerhaftigkeit von Holz und Holzprodukten gegen biologischen Angriff - EN 350.

# LIBANONZEDER



## 1. Verbreitung und Ökologie

- 1. Natürliche Verbreitung:**  
In der Türkei (westliches und mittleres Taurusgebirge), im Libanon und in Syrien [2] (Abb. 1); von 500 bis auf 2.400 m ü. NN [3].
- 2. Klimatische Kennziffern:**  
Jährlicher Niederschlag zwischen 600 und 1.200 mm; überwiegend im Winterhalbjahr. Jahresmitteltemperatur von 6 bis 12 °C. Kältetoleranz: -35 °C; Hitzetoleranz: > 30 °C [3].
- 3. Natürliche Waldgesellschaft:**  
Kommt sowohl in Rein- als auch in Mischbeständen mit Arten aus den Gattungen *Pinus*, *Quercus* und *Abies* vor [3].
- 4. Künstliche Verbreitung:**  
In Italien, im Iran, in Bulgarien, in den Mittelgebirgslagen Frankreichs, auf der Krim, in Usbekistan [4] und Israel [5]. In Mitteleuropa wurde sie nur in Parks oder auf

Versuchsflächen angepflanzt [4].

- 5. Lichtansprüche:**  
Pionierbaumart, kann aber Schatten in jungen und mittleren Entwicklungsphasen tolerieren [3].
- 6. Konkurrenzstärke:**
  - 6.1. Verjüngungs-Dickungsphase:** Die Libanonzeder entwickelt zuerst ihr Wurzelsystem und wächst erst danach in die Höhe [3]. Da sie ein langsames Wachstum hat, können Sämlinge von der krautigen Vegetation beeinträchtigt werden. Trotzdem wurde ein schnelles Wachstum von gepflanzten Sämlingen außerhalb des Herkunftsgebiets auf nährstoffreichen Böden beobachtet [3].
  - 6.2. Baum- und Altholzphase:** In sehr dichten Beständen kann intraspezifische Konkurrenz das Wachstum beeinträchtigen [1, 6]. Da die Libanonzeder Wuchsräume nicht rasch neu erschließen kann, ist sie in der Lichtkonkurrenz der Buche und Fichte unterlegen [1].

## 2. Standortsbindung

Ergebnisse aus Bayreuth, Bayern zeigen, dass die Libanonzeder sehr gut auf Böden mit pH-Werten von 4,4 bis 5,3 und bei Grundwasserstand unterhalb von 60 cm wachsen kann [1]. Hohe Mortalität dieser Art wurde in Israel auf flachgründigen Böden unter 500 m Meereshöhe, bei zu hoher Kalzium-Konzentration und jährlichen Niederschlägen von weniger als 500 mm beobachtet [5].

- 1. Nährstoffansprüche:**  
Niedrig [3].
- 2. Kalktoleranz:**  
Diese Art kommt vor allem auf kalkhaltigen und silikatischen Böden vor [3].

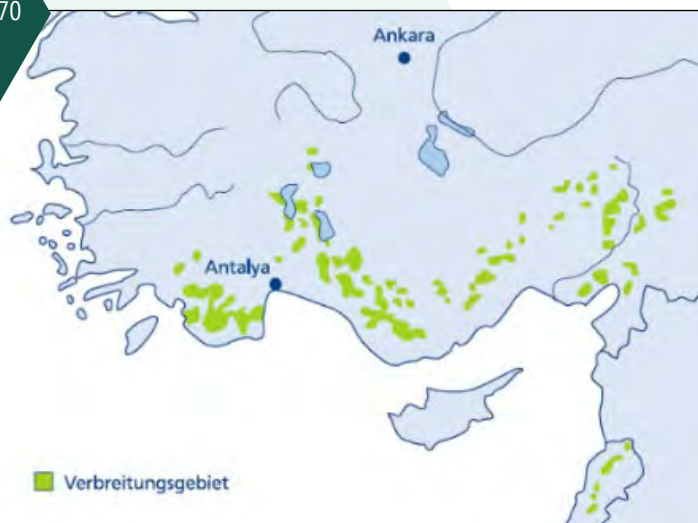


Abb. 1 Natürliche Verbreitung (Hajar et al. (2010) zitiert nach [4]).

# ■ *Cedrus libani* A. Rich. LIBANONZEDER

## ■ FAMILIE: Pinaceae

Franz: cèdre du Liban; Ital: cedro del Libano; Eng: Lebanon cedar; Span: cedro del Líbano.

- Die Libanonzeder hat eine außerordentliche Toleranz gegenüber Sommertrockenheit und kaltem Winter und wird somit als eine potenzielle Baumart für die Anpassung des Waldes an den Klimawandel eingeschätzt [1].

### 3. pH-Wert:

6,5-7,7 [3].

### 4. Toleranz:

Keine Literatur gefunden.

### 5. Staunässe- und Grundwassertoleranz:

Gut [1].

### 6. Blattabbau (Streuzersetzung und Nährstoffe):

Keine Literatur gefunden.

der Türkei 15-20 kg/ha beim Schirmschlag oder 20-30 kg/ha beim Kahlschlag vor dem ersten Schnee im Herbst ausgebracht. Wenn die Aussaat mit Zapfen stattfindet, sollte die 10-fache Menge gerechnet werden [7].

### 3. Keimfähigkeit und Überdauerungszeit des Saatgutes:

Rund 76 % nach Stratifizierung für 30 Tage bei 25° C [3], unter Kalt-Nass-Vorbehandlung [2]. Das Saatgut kann für 5-10 Monate in den Zapfen oder als Samenkorn für 1 bis 3 Jahre bei unter -16° C und 9-14 % Feuchtigkeit gelagert werden [3].

### 4. Mineralbodenkeimer:

Keine Literatur gefunden.

### 5. Stockausschlagfähigkeit:

Ja, nach Verletzung [3], aber kein Potenzial für Bestandesbegründung [2].

### 6. Forstvermehrungsgutgesetz:

Ja [8].

## 3. Bestandesbegründung

### 1. Naturverjüngung:

Gute Fruktifizierung tritt in Zyklen von 3 Jahren auf [3]. Sämlinge keimen und etablieren sich gut in Jahren mit guter Wasserversorgung (Niederschlag) und bei Abwesenheit von Herbivoren. Kontrolliertes Feuer vor der natürlichen Saatgutverbreitung kann die natürliche Verjüngung erleichtern. Der Schirm sollte entnommen werden, wenn die Sämlinge ca. 5-6 Jahre alt sind, denn in diesem Alter setzt die Höhendifferenzierung ein und die Mortalität steigt deutlich an [7].

### 2. Künstliche Verjüngung:

Das Saatgut kann aus Frankreich von türkischen Provenienzen aus dem östlichen Verbreitungsgebiet (Anti-Taurus) bezogen werden [4]. Die Aussaat kann im Herbst oder Frühjahr in einer Tiefe von 1 bis 1,5 cm auf einem Substrat aus Sand, Gartenerde und Humus (1:1:1) erfolgen [2]. Zweijährige Sämlinge können erfolgreich ins Feld gepflanzt werden [1]. Die besten Monate für die Pflanzung sind November und April in einem Verband von 1,5 x 3 m. In den ersten 3 Jahren sollte krautige Konkurrenzvegetation entnommen werden [7]. Als Direktaussaat im Freiland wurden in



Nadeln und Frucht der Libanonzeder

### 7. Mögliche Mischbaumarten:

Mischungen mit anderen mittel-trockentoleranten Arten wie *Pinus nigra*, *Quercus petraea*, *Sorbus torminalis*, *Ulmus glabra* und *Acer platanoides* können auf trockenen und nährstoffreichen Böden erfolgreich sein [1].



## 4. Leistung und Waldbau

### 1. Wachstum:

Die Libanonzeder wächst sehr langsam in ihrem natürlichen Areal [2], kann aber bis zu 46 m hoch und 249 cm dick (BHD) werden [3]. Das Wachstum steigt mit zunehmender Wasserversorgung, kann sich aber sowohl schnell von Trockenheitsstressperioden erholen (z. B. 2003 in Bayreuth) als auch unter langanhaltender Sommertrockenheit kontinuierlich wachsen (im Herkunftsgebiet) [1]. Für ein gutes Wachstum ist jedoch ein Niederschlag von mindestens 600 mm erforderlich [4]. Im Alter von 100 Jahren kann ein Vorrat von 475 Vfm/ha erreicht werden [2]. Die Umtriebszeiten in der Türkei betragen 120-140 Jahre für gute und 160-180 Jahre für arme Standorte bei Zieldurchmessern von 50-60 cm [7].

### 2. Ökonomische Bedeutung:

Wichtige Wirtschaftsbaumart seit der Antike [9].

## 5. Erfahrung in Baden-Württemberg und Deutschland

Ergebnisse aus Bayreuth, Bayern zeigen, dass die Libanonzeder (Subspezies *stenocoma* aus dem westlichen Taurusgebirge) in Mitteleuropa ein gutes Wachstum erzielen kann [1, 10]. Im Alter von 32 Jahren erreichten die Bäume eine durchschnittliche Höhe von 10,6 m (Abb. 2) bei einem BHD von 20,3 cm. Der durchschnittliche Höhenzuwachs betrug 0,5 m/J [1]. Weiter ist bekannt, dass Herkünfte aus der Türkei, besonders aus der Ost- und Zentraltürkei, ein besseres Wachstum und eine größere Überlebensfähigkeit aufweisen als jene aus dem Libanon [4]. Es existieren waldwachstumskundliche Versuchsflächen an der FVA-BW. Eine Versuchsfläche mit Herkünften der Libanonzeder wurde 2014 in Baden-Württemberg angelegt [11]. Im Exotenwald Weinheim wurde sie in Mischung mit *Picea orientalis* und *Picea omorica* gepflanzt [12].

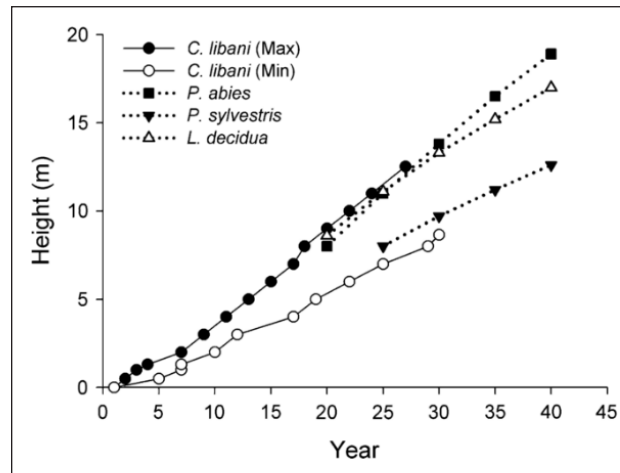


Abb. 2 Höhenentwicklung im Alter von 32 Jahren für Bestände in Bayreuth, Bayern im Vergleich mit anderen Baumartendaten aus Ertragstabellen [1].

## 6. Holzeigenschaften und Holzverwendung

Das Holz bietet ähnliche Verwendungsmöglichkeiten wie andere kommerzielle Koniferen [1].

### 1. Holzdichte:

0,42 bis 0,56 g/cm<sup>3</sup> ( $r_{15}$ ) [2].

### 2. Dauerhaftigkeitsklasse:

In EN 350 nicht enthalten [13], ähnlich wie Robinie und höher als Douglasie [1].

### 3. Konstruktionsbereich (Bauholz, Massivholzwerkstoffe):

Geeignet, z. B. für Dachkonstruktionen [2].

### 4. Innenausbau, Möbelbau:

Tischler- und Möbelholz, Säulen und Wände [2].

### 5. Holzwerkstoffe (OSB, LVL, Spanplatte, MDF):

Keine Literatur gefunden.

### 6. Zellstoff, Papier, Karton:

Geeignet für die Zellstoffindustrie [2].

### 7. Energetische Nutzung:

Brennholznutzung möglich [14].

### 8. Sonstige Nutzungen:

Schiffsbau [2].



## 7. Sonstige Ökosystemleistungen

- 1. Nicht-Holzverwendung:**  
Schnittgrün, Gewinnung von Kienöl für medizinische Nutzung und für die Parfümindustrie [2].
- 2. Biomassefunktionen:**  
Eine Biomassefunktion für die oberirdische Biomasse liegt für die Türkei vor und stützt sich auf das Baumvolumen als Prädiktor [15].
- 3. Landschaftliche und ökologische Aspekte:**  
Sehr schöne und attraktive Baumart [2]. Besondere Art unter hohem Risiko der „genetischen Erosion“ [7], wichtig für den Bodenschutz in ihrem natürlichen Areal [2].

## 8. Biotische und abiotische Risiken

- 1. Pilze:**  
Stellen für die Libanonzeder keine gravierende Gefahr dar. Potenzielle Stammfäule-Erreger sind *Heterobasidion annosum* und *Phellinus pini*, während *Armillaria mellea* und *Trichaptum abietinum* Wurzel- bzw. Holzerstörung verursachen können [2]. In Bayreuth wurde ein Einzelfall von Nadelverlust durch *Lophodermium cedrinum* beobachtet [1].
- 2. Insekten:**  
*Cephalcia tannourinensis* ist einer der wichtigsten Schädlinge bei Libanonzeder und hat schon in den 1990er Jahren erhebliche Schäden verursacht [16]. *Acleris undulana* kann bei einer Massenvermehrung zu Kahlfraß führen. Außerdem können Arten mehrerer Borken-, Bock- und Prachtkäfer wie *Orthotomicus erosus*, *Melanophila delagrangei* und *Crypturgus cinereu* Schäden hervorrufen [2].
- 3. Sonstige Risiken:**  
Keine Literatur gefunden.
- 4. Herbivoren/Verbissemfälligkeit:**  
In ihrem natürlichen Vorkommen beeinträchtigen Ziegen die natürliche Verjüngung [7].
- 5. Dürretoleranz:**  
Verträgt Sommerdürre [1, 2]. Ihre Trockenheitstoleranz ist stark mit einer guten Entwicklung der Pfahlwurzel ab dem Sämlingsalter, insbesondere auf steinig/felsigen Standorten verbunden [3].

- 6. Feueranfälligkeit:**  
Mittlere Anfälligkeit [17], obwohl Feuer in der gegenwärtigen Ausbreitung der Art selten vorkommt. Die Gewinnung von Kienöl kann Waldbrand auslösen [2].
- 7. Frosttoleranz:**  
Hohe Toleranz [1], auch gegenüber Spätfrost, insbesondere Provenienzen aus dem Taurusgebirge [1]. Provenienzen aus dem Libanon zeigen hohe Anfälligkeit für Spätfrost in Frankreich [18]. Die kalten Winter von 1929 und 1956 töteten auch Bäume in Deutschland [4]. Im Exotenwald Weinheim fiel die Libanonzeder auf sehr trockenen Standorten in der ersten Pflanzphase (bis Alter 5) im strengen Winter 1879/80 aus [19]. Es gibt Hinweise, dass Hochlagenherkünfte frosthärter sind [20].
- 8. Sturmanfälligkeit:**  
Gute Resistenz [21].
- 9. Schneebruch:**  
Keine Literatur gefunden.
- 10. Invasivitätspotenzial:**  
Nicht bekannt bzw. als niedrig eingeschätzt [1]



Libanonzeder



## Literatur

[1] MESSINGER, J.G., AYLIN; ZIMMERMANN, REINER; GANSER, BARBARA; BACHMANN, MARTIN; REMMELE, SABINE; AAS, GREGOR. (2015): *Cedrus libani*: A promising tree species for Central European forestry facing climate change? European Journal of Forest Research. 134: S. 1005–1017.

[2] AYASLIGIL, Y. (2014): *Cedrus libani* A. Rich. In: ROLOFF, A., WEISGERBER, H., LANG, U.M., und STIMM, B., (Hrsg.) Enzyklopädie der Holzgewächse: Handbuch und Atlas der Dendrologie. S. 1-10.

[3] BOYDAK, M. und ÇALIKOGLU, M. (2008): Biology and Silviculture of Lebanon Cedar (*Cedrus libani* A. Rich.). Ankara: LAZER OFSET Matbaa Tesisleri San. Tic. Ltd. Sti. 228 S.

[4] HUBER, G. und STORZ, C. (2014): Zedern und Riesenlebensbaum—welche Herkünfte sind bei uns geeignet? LWF-Wissen 7463–71.

[5] MADAR, Z. (2008): Decline of Cedar Trees in Israel. Journal of Forestry, Woodlands and Environment 10.

[6] GÜNEY, A., et al. (2017): Intra-annual stem growth dynamics of Lebanon Cedar along climatic gradients. Trees. 31(2): S. 587-606.

[7] BOYDAK, M. (2003): Regeneration of Lebanon cedar (*Cedrus libani* A. Rich.) on karstic lands in Turkey. Forest Ecology and Management. 178: S. 231-243.

[8] BGBL. (2002): Forstvermehrungsgutgesetz vom 22. Mai 2002. In: BGBL. I S. 1658, BUNDESMINISTERIUM DER JUSTIZ UND FÜR VERBRAUCHERSCHUTZ.

[9] ECKENWALDER, J.E. (2016): conifer, unter: <https://www.britannica.com/plant/conifer/Economic-importance#ref410918> [Stand: 28.09.2017].

[10] GÜNEY, A., et al. (2015): Cambial activity and xylogenesis in stems of *Cedrus libani* A. Rich. at different altitudes. Botanical studies. 56(1): S. 20.

[11] FVA BADEN-WÜRTTEMBERG. (2017): Anbau fremdländischer Wirtschaftsbaumarten unter dem Aspekt Anpassung an den Klimawandel, unter: <http://fva-bw.de/indexjs.html?http://fva-bw.de/forschung/beschreibung.php?PID=1319&ber=proj&P=projekte.php?ber=Array> [Stand: 24.07.2017].

[12] KREISFORSTAMT RHEIN-NECKAR-KREIS. (2009): Baumartenliste der Bestandesflächen im Exotenwald Weinheim. Landratsamt Rhein-Neckar-Kreis: Weinheim. 5 S.

[13] EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG. (2016): Dauerhaftigkeit von Holz und Holzprodukten - Prüfung und Klassifikation der Dauerhaftigkeit von Holz und Holzprodukten gegen biologischen Angriff - EN 350.

[14] GARDNER, M. (2013): The IUCN Red List of Threatened Species: *Cedrus libani*, unter: <http://www.iucnredlist.org/details/46191675/0> [Stand: 28.09.2017].

[15] DURKAYA, B., et al. (2013): Estimation of

above-ground biomass and sequestered carbon of Taurus Cedar (*Cedrus libani* L.) in Antalya, Turkey. iForest-Biogeosciences and Forestry. 6(5): S. 278.

[16] KAWAR, N.S. und NEMER, N.M. (2016): Protection of the forests with particular emphasis on the new pest *Cephalcia tannourinensis* infesting Lebanon cedars, unter: <http://www.fao.org/forestry/49410/en/lbn/> [Stand: 28.09.2017].

[17] MINISTRY OF ENVIRONMENT UNDP. (2011): Climate change vulnerability and adaptation: Lebanon's Second National Communication. 44 S.

[18] COURBET, F., et al. (2012): Atlas cedar and climate change in France: assessment and recommendations INRA. 32 S.

[19] NOE, E. und WILHELM, U. (1997): Der Exotenwald in Weinheim 1872-1997: 125 Jahre Fremdländeranbau an der Bergstraße. In: LFV BADEN-WÜRTTEMBERG, (Hrsg.) Versuchsanbauten mit nicht heimischen Baumarten: historische Entwicklung in Baden-Württemberg. Stuttgart: Schriftenreihe der Landesforstverwaltung Baden-Württemberg. S. 67-185.

[20] METTENDORF, B. (2017): mündliche Auskunft.

[21] VAN DER BECK NURSERIES. *Cedrus libani*, unter: <https://www.vdberk.com/trees/cedrus-libani/> [Stand: 28.09.2017].



## 1. Verbreitung und Ökologie

1. **Natürliche Verbreitung:**  
Südosteuropa und Kleinasien [6], von der Balkanhalbinsel und dem Norden der Türkei bis nach Afghanistan [2], einschließlich dem Kaukasus und Westhimalaja [3] (Abb. 1); von 200 m [3] bis auf 2.000 m ü. NN [1].
2. **Klimatische Kennziffern:**  
Jährlicher Niederschlag zwischen 540 und 1.500 mm; mit Sommerdürre [1]; Jahresmitteltemperatur von 5 bis 13 °C [7]. Kältetoleranz: -38 °C; Hitzetoleranz: 40 °C (Palashev und Nickolov (1979) zitiert nach [7]).
3. **Natürliche Waldgesellschaft:**  
Mischbaumart, die oft im Zusammenhang mit Buche, Eiche, Ahorn, Esche und Silberlinde vorkommt [1]. In höheren Lagen eher in Buchengesellschaften und in tieferen Lagen eher in Eichen-Gesellschaften [2].
4. **Künstliche Verbreitung:**  
Viele Länder in Mitteleuropa und in den Vereinigten Staaten [3] sowie in Mittelasien [7].

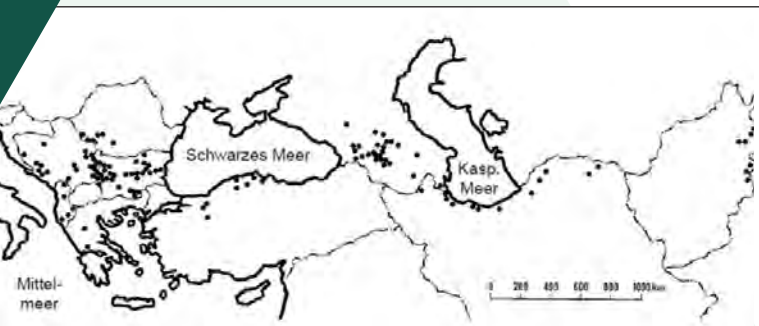


Abb. 1 Natürliche Verbreitung, dargestellt als Punktsymbole [7].

5. **Lichtansprüche:**  
Halbschattbaumart, auf armen Standorten ist sie eher eine Lichtbaumart [2].

## 6. Konkurrenzstärke:

- 6.1. **Verjüngungs-Dickungsphase:** Wuchshüllen können hilfreich sein, um die Konkurrenz mit krautiger Vegetation zu kontrollieren [8], sowie Wild- und Spätfrostschäden zu minimieren [9].
- 6.2. **Baum- und Altholzphase:** Robust gegenüber Seitendruck [2], aber konkurrenzschwache Baumart gegen andere Laubhölzer [1, 3], vor allem auf besseren Standorten [2].

## 2. Standortsbindung

Die Baumhasel toleriert ein weites Spektrum von Standortsbedingungen [2, 3], von frischen bis trockenen Böden [10], wächst aber meist in ihrem natürlichen Gebiet auf flachgründigen und trockenen Standorten [11].

1. **Nährstoffansprüche:**  
Nährstoffarme bis -reiche Standorte [11].
2. **Kalktoleranz:**  
Gut [1].
3. **pH-Wert:**  
Am geeignetsten sind basische Böden [10]; 6,6-8 (Palashev und Nickolov (1979) zitiert nach [7]).
4. **Tontoleranz:**  
Gut [10].
5. **Stauanässe- und Grundwassertoleranz:**  
Gering [2]. Wechselfeuchte Standorten sollten vermieden werden [12].
6. **Blattabbau (Streuzersetzung und Nährstoffe):**  
Leicht zersetzbar und trägt zur Bodenverbesserung bei (Maurer (1973) zitiert nach [8]).

# ■ *Corylus colurna* L. BAUMHASEL / TÜRKISCHE HASEL

## ■ FAMILIE: Betulaceae

Franz: noisetier de bysance; Ital: nocciolo turco; Eng: Turkish hazel, Turkish filbert; Span: avellano turco, avellano mediterráneo.

- Die Baumhasel ist wegen ihrer Bedeutung für die Forstwirtschaft und ihrer Trockenheitstoleranz eine vielversprechende Art für die Anpassung des Waldes an den Klimawandel. Außerdem kann sie die Diversität und Stabilität des Waldes erhöhen [1-4]. In ihrem natürlichen Vorkommen wurde sie wegen ihres wertvollen Holzes übernutzt [1]. In Baden-Württemberg und Deutschland existieren nennenswerte Testanpflanzungen, allerdings bisher ohne umfassende wissenschaftliche Auswertungen, sodass ihr Potenzial auf trockenen und ärmeren Standorten noch zu testen ist [5].



## 3. Bestandesbegründung

### 1. Naturverjüngung:

Naturverjüngung gelingt am besten in älteren Beständen. Gute Fruktifizierung alle 3-4 Jahre [2]. Die Samen haben Keimruhe und neigen zum Überliegen, daher keimen sie erst im zweiten Jahr nach der Reife oder später [13]. Die Samen werden durch Tiere verzehrt und verbreitet. Gute Bedingungen für die Keimung sind auf vegetationsfreien Böden zu finden. Die Verjüngung kann sowohl auf Freiflächen als auch unter Schirm erfolgen [2]. Der Anteil keimfähiger Samen ist in Deutschland meist gering, trotzdem kommt sie auch in der Naturverjüngung vor [14].

### 2. Künstliche Verjüngung:

In der Baumschule sollen die Samen entweder gleich im Herbst oder nach einer 120-tägigen Stratifikation in feuchtem Sand (0-5 °C) im zeitigen Frühjahr ausgesät werden. Schutz gegen Vogelfraß sollte vorgenommen werden. Bei Herbstaussaat kann Verlust durch Mäusefraß auftreten [15]. Sämlinge sollten zwischen 50 und 80 cm oder 80 und 120 cm hoch sein, um ins Feld gepflanzt zu werden [8] und nicht älter als 2 Jahre sein [2]. Die Pflanzung kann zwischen Eng- (z. B. 2,5 x 1 m) und Weitverband (z. B. 6 x 6 m) variieren [8], oder einzeln bis truppweise erfolgen [2]. Es gibt jedoch auch Hinweise darauf, dass bei weitem Verband schlechte Wuchsformen auftreten können, die spätere Grünästung erforderlich machen, sodass vom Verband 6 x 6 m abgeraten wird, ja sogar ein Verband 4 x 2 m grenzwertig wäre [12]. Ausreichende Feuchtigkeit vor und nach der Pflanzung ist notwendig [2]. In einer Versuchsfläche in Fritton, England hatte die Baumhasel eine Überlebensrate von 93,9 %, einen Höhenzuwachs von 431 cm und einen BHD-Zuwachs von 87,6 mm innerhalb von 9 Jahren nach der Pflanzung [10].

### 3. Keimfähigkeit und Überdauerungszeit des Saatgutes:

Die Keimfähigkeit wurde in Deutschland als gering beobachtet, sodass importiertes Saatgut aus wärmeren Lagen besser geeignet erscheint. Eine Keimhemmung wird bei Austrocknung nach der Ernte induziert [14].

### 4. Mineralbodenkeimer:

Keine Literatur gefunden.

### 5. Stockausschlagfähigkeit:

Ja [1]

### 6. Forstvermehrungsgutgesetz:

Nein [16].

### 7. Mögliche Mischbaumarten:

Die Baumhasel verfügt über eine gute Mischungsfähigkeit und ist besonders geeignet für Mischbestände mit Buche, Traubeneiche, Spitzahorn, Elsbeere oder Hainbuche sowie Edelkastanie oder Ungarischer Eiche. Die Winterlinde kann als „dienende Baumart“ der Baumhasel beigemischt werden. Auch kann die Baumhasel unter Fichte und Kiefer vorangebaut werden [2].



Blätter und Frucht der Baumhasel

Die Baumhasel kann zur Erhöhung der Laubholzanteile in Kiefernbeständen in Trockengebieten verwendet werden [12]. Da die Mischung mit konkurrenzkräftigen Baumarten nachteilig sein kann [8], ist die gruppenweise Beimischung vorteilhaft [14].

## 4. Leistung und Waldbau

### 1. Wachstum:

Die Zeit des Hauptwachstums liegt zwischen dem Alter 20 und 40 [6]. Auf nährstoffreichen und frischen Standorten weist sie ähnliches Wachstum wie die Hainbuche auf [2]. In rumänischen Mischbeständen im Alter über 300 Jahre wurden Höhen von 20 bis 24 m beobachtet. Der Vorrat lag bei 87 fm/ha mit einer Baumhöhe von 22 m und einer Formzahl von 0,5. Maximale Höhen lagen bei 35 m und maximale BHD bei 110 cm. In den Beständen wurden Bäume älter als 300 Jahre angebohrt und eine durchschnittliche Jahringbreite längerer Zeitabschnitte (mehr als 30 Jahre) zwischen 0,4 und 2,2 mm ermittelt [1]. Ein Herkunftsversuch ist notwendig, um zu testen, welche Herkünfte am besten in Deutschland wachsen können [1, 2]. Von einigen verglichenen Herkunftsgebieten werden besonders die von der Schwarzmeerküste der Türkei stammenden Herkünfte empfohlen [1]. Die Erzeugung wertvollen Holzes kann sowohl Durchforstungen [2] als auch Grünästung erforderlich machen [8], letztere sollte allerdings nur bis zu einem maximalen Astdurchmesser von 3 cm durchgeführt werden [9]. Die Baumhasel wird früher hiebsreif als die Eiche und kann somit in kurzer Zeit Wertholz produzieren [12].

### 2. Ökonomische Bedeutung:

Wertvolles Holz, welches zum starken Rückgang dieser Art im ursprünglichen Gebiet geführt hat [2].



Baumhasel

## 5. Erfahrung in Baden-Württemberg und Deutschland

Versuchsflächen wurden in Bayern und Baden-Württemberg im Jahr 2001 angelegt [17]. Bis zum Jahr 2006 lag der jährliche Höhenzuwachs dort bei 87 cm, und die Mittelhöhe betrug 4,3 m. Nach 16 Jahren wurden Oberhöhen von ca. 14 m beobachtet (Abb. 2) [2]. Bei Köln erreichten Exemplare eine maximale Höhe von 27 m und einen BHD von 58 cm im Alter von 54 Jahren (Hundt zitiert nach [8]). In einem Reinbestand in Bayern erreichte die Mittelhöhe ca. 24 m im Alter von ca. 65 Jahren [2]. In Hessen wird die Baumhasel seit 2010 intensiv angebaut [5]. Im Exotenwald Weinheim wurde sie auch gepflanzt (0,4 ha) [18]. Ihre Anbaueignung wird zurzeit zusammen mit der von Butternuss und zwei Walnussarten in Bayern und BW untersucht [11].

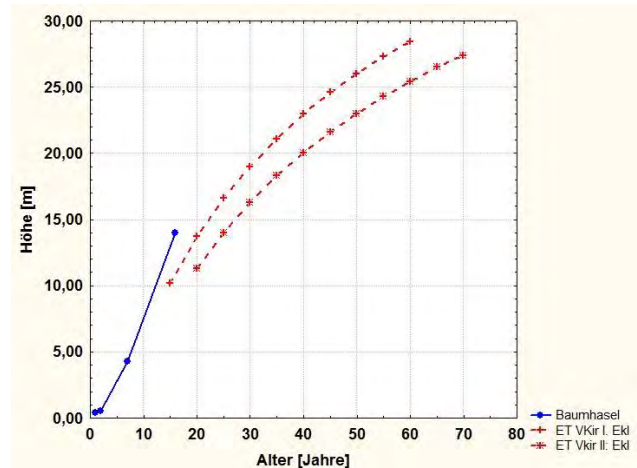


Abb. 2 Höhenentwicklung der Baumhasel (blau) im Vergleich mit Vogelkirsche (orange) nach Ertragstafel (Röss (1994) modifiziert nach [2]).

## 6. Holzeigenschaften und Holzverwendung

Die Baumhasel hat ein wertvolles Holz [1], das besonders für Möbeltischlerei verwendet wird [8]. Es ist ein elastisches und mittelhartes Holz, neigt jedoch zu Schwundrissen bei rascher Trocknung [2]. Das Holz hat ein exzellentes Stehvermögen [13].

### 1. Holzdichte:

0,63 g/cm<sup>3</sup> (getrocknet im Ofen) [19]; 0,60 g/cm<sup>3</sup> (r<sub>12...15</sub>) [20].

### 2. Dauerhaftigkeitsklasse:

In EN 350 nicht enthalten [21].

3. **Konstruktionsbereich (Bauholz, Massivholzwerkstoffe):**  
Keine Literatur gefunden.
4. **Innenausbau, Möbelbau:**  
Möbelherstellung, Parkett, Treppen [22].
5. **Holzwerkstoffe (OSB, LVL, Spanplatte, MDF):**  
Keine Literatur gefunden.
6. **Zellstoff, Papier, Karton:**  
Keine Literatur gefunden.
7. **Energetische Nutzung:**  
Gut geeignet als Brennholz [9].
8. **Sonstige Nutzungen:**  
Werkzeuge [23], Sportequipment [22].

## 7. Sonstige Ökosystemleistungen

1. **Nicht-Holzverwendung:**  
Medizinische Verwendungen, Nüsse, Nussöl [3]. Auch geeignet für Trüffelzucht [14].
2. **Biomassefunktionen:**  
Keine Literatur gefunden.
3. **Landschaftliche und ökologische Aspekte:**  
Oft benutzt als Allee- und Zierbaum [3]. Nahrung für Wildtiere [3] und Bodenschutz gegen Erosion [24].

## 8. Biotische und abiotische Risiken

Die Baumhasel scheint eine hohe Widerstandsfähigkeit gegen biotische und abiotische Schäden zu zeigen [2].

1. **Pilze:**  
Hallimasch (*Armillaria* spp.) kann ältere Bäume befallen. Blattbräunepilze durch den Befall mit *Phyllosticta coryli*, oder Schwächepilze an den Trieben durch *Diaporthe decedens* und *Henderosonia corylaria* wurden beobachtet und führen zur Verlichtung der Krone [25]. Befall durch *Verticillium dahliae* wurde beobachtet [26].
2. **Insekten:**  
Der Japankäfer (*Popillia japonica*) frisst die Blätter

der Baumhasel [24], wobei der Befall als selten und leicht eingestuft wurde [27]. Befall durch Haselnussbohrer (*Curculio nucum*) kann zur Zwieselbildung führen [14].

3. **Sonstige Risiken:**  
Bakteriell verursachter Schleimfluss am Stamm wurde von Blattbräunepilzen begleitet und kann sich sehr schnell auf Nachbarbäume ausbreiten [2]. Diese Kombination kann Absterben verursachen [28]. Dieser Bakterienbefall ist eine mögliche Ursache rascher Absterbeerscheinungen in mehreren Städten in Deutschland und den Niederlanden [26]
4. **Herbivoren/Verbissemöglichkeit:**  
Verbiss kann auftreten, sodass Schutz bei hohem Wildbestand in der Jugendphase nötig ist [2, 12]. Außerdem wird die Rinde in der Jugend von Mäusen geschält [12].
5. **Dürretoleranz:**  
Hohe Toleranz gegenüber Dürre, die in ihrem natürlichen Vorkommensgebiet häufig im Sommerhalbjahr auftritt [1], obwohl die Luftfeuchtigkeit im Juli bei 50-70 % bleibt [7]. In Deutschland wurde beobachtet, dass Ausfälle in Kombination mit Befall von Pathogenen auftreten können [14].
6. **Feueranfälligkeit:**  
Keine Literatur gefunden.
7. **Frosttoleranz:**  
Gering, auch gegenüber Spätfrost [2, 8]. Durch Spätfrost geschädigte Sämlinge können aus dem Wurzelhals wieder austreiben [9]. Blüten und Fruchtansätze können von Spätfrost geschädigt werden [2].
8. **Sturmanfälligkeit:**  
Starkes Wurzelsystem, das 3-4 m in die Tiefe gehen kann [9] und für eine hohe Standfestigkeit sorgt [2].
9. **Schneebruch:**  
Niedrig [2].
10. **Invasivitätspotenzial:**  
Gering [2].





## Literatur

- [1] RICHTER, E. (2016): Der Baumhaselwald bei Oravita. *Revista Pădurilor*. 131(3/4): S. 19-26.
- [2] ŠEHO, M., et al. (2017): Kurzportrait Baumhasel (*Corylus colurna* L.), unter: [https://www.waldwissen.net/waldwirtschaft/waldbau/wuh\\_baumhasel/index\\_DE](https://www.waldwissen.net/waldwirtschaft/waldbau/wuh_baumhasel/index_DE) [Stand: 23.08.2017].
- [3] TEMEL, F., et al. (2017): Status of natural Turkish hazel (*Corylus colurna* L.) populations in Turkey. *Journal of Forestry Faculty*. 18(1): S. 1-9.
- [4] VON WUEHLISCH, G. (2016): The Significance of Gene Conservation of Peripheral Tree Species, Examples for *Corylus colurna* and *Fagus sylvatica*. In *Marginal and peripheral tree populations: a key genetic resource for European forests Cost Action Arezzo, Italy*. 26 S.
- [5] RICHTER, E. (2014): Baumhasel: Schnelles Wachstum in trockenwarmem Klima. *AFZ-DerWald*. 69(8): S. 11-13.
- [6] WILLKOMM, M. (1875): *Forstliche Flora von Deutschland und Oesterreich*. Leipzig: Winter. 968 S.
- [7] ALEXANDROV, A.H. (2014): *Corylus colurna* Linné. In: ROLOFF, A., WEISGERBER, H., LANG, U.M., und STIMM, B., (Hrsg.) *Enzyklopädie der Holzgewächse: Handbuch und Atlas der Dendrologie*. S. 1-8.
- [8] RICHTER, E. (2013): Baumhasel – anbauwürdig in Mitteleuropa? *AFZ-DerWald*. 5(18): S. 7-9.
- [9] RICHTER, E. (2012): Baumhasel – Ein Baum für den Klimawandel?! *AFZ-DerWald*. (8): S. 8-9.
- [10] WILLOUGHBY, I., et al. (2007): The potential of 44 native and non-native tree species for woodland creation on a range of contrasting sites in lowland Britain. *Forestry*. 80(5): S. 531-553.
- [11] ŠEHO, M. und HUBER, G. (2016): Baumhasel-Nuss-Versuch in Bayern und Baden-Württemberg. *LWF-aktuell*. 110(3): S. 28.
- [12] RICHTER, E. (2019): Trägt die Baumhasel zur Lösung des Waldumbaus bei? *Jagd, Forst und Natur*. 19: S. 26-27.
- [13] METTENDORF, B. (2016): Eingeführte Baumarten als Alternativen zur Esche. *AFZ-DerWald*. 4: S. 50-54.
- [14] METTENDORF, B. (2017): mündliche Auskunft.
- [15] ŠEHO, M., et al. (2016): Baumhasel – Saatgut und Vermehrung im Fokus. *Deutsche Baumschule* 8: S. 42-45.
- [16] BGBl. (2002): Forstvermehrungsgutgesetz vom 22. Mai 2002. In: BGBl. I S. 1658, BUNDESMINISTERIUM DER JUSTIZ UND FÜR VERBRAUCHERSCHUTZ.
- [17] SCHÖLCH, M. (2011): Baumhasel und Ahornblättrige Platane – erste Erfahrungen im forstlichen Anbau. *Forstarchiv*. 82: S. 155-156.
- [18] KREISFORSTAMT RHEIN-NECKAR-KREIS. (2009): Baumartenliste der Bestandesflächen im Exotenwald Weinheim. Landratsamt Rhein-Neckar-Kreis: Weinheim. 5 S.
- [19] ZEIDLER, A. (2012): Variation of wood density in Turkish hazel (*Corylus colurna* L.) grown in the Czech Republic. *Journal of Forest Science*. 58(4): S. 145-151.
- [20] WAGENFÜHR, R. (2000): *HOLZatlas*. München: Fachbuchverlag Leipzig im Carl Hanser Verlag. 707 S.
- [21] EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG. (2016): Dauerhaftigkeit von Holz und Holzprodukten - Prüfung und Klassifikation der Dauerhaftigkeit von Holz und Holzprodukten gegen biologischen Angriff - EN 350.
- [22] AS, N., et al. (2016): Some physical and mechanical properties of Turkish hazelnut (*Corylus colurna* L.) wood. *SCIENTIFIC PROCEEDINGS OF THE SCIENTIFIC TECHNICAL UNION OF MECHANICAL ENGINEERING*. 3/189: S. 59-61.
- [23] TSEKOS, I. und MOUSTAKAS, M. (1998): *Progress in Botanical Research - Proceedings of the 1st Balkan Botanical Congress*. Dordrecht: Springer Science+Business Media, B.V.S.
- [24] SHAW, K., et al. (2014): The IUCN Red List of Threatened Species: *Corylus colurna*, unter: <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2014-3.RLTS.T194668A2356927.en> [Stand: 23.08.2017].
- [25] BLASCHKE, M. (2014): Baumhasel mit massiven Blattverlusten. *LWF aktuell* (101): S. 41.
- [26] KEHR, R. und SCHUMACHER, J. (2014): Neue Schadsymptome an Baum-Hasel. *BaumSchäden*. 2: S. 27-29.
- [27] HELD, D.W. (2004): Relative susceptibility of woody landscape plants to Japanese beetle (Coleoptera: Scarabaeidae). *Journal of Arboriculture*. 30(6): S. 328-335.
- [28] PETERCORD, R. (2016): *Phyllosticta coryli* als Krankheitserreger an Baumhasel? *AFZ-DerWald*. 12: S. 46-47.



Frucht der Baumhasel

# ORIENTBUCHE



## 1. Verbreitung und Ökologie

- 1. Natürliche Verbreitung:**  
Mittelmeer (Balkanländer) und Naher Osten [7], Anatolien (Kleinasien), Kaukasus, Nord-Iran und Krim; in Höhenlagen von 200 [1] bis 2.600 m.ü. NN [5] (Abb.1).
- 2. Klimatische Kennziffern:**  
Jahresniederschlag von mindestens 500 mm benötigt. Sommerliche Trockenperioden von mehr als drei Monaten und starke Kontinentalität (große Temperaturschwankungen) begrenzen die Verbreitung der Orientbuche [5]. Die Orientbuche toleriert im belaubten Zustand Temperaturen von bis zu -5 °C [5].
- 3. Natürliche Waldgesellschaft:**  
Sie bildet Misch- und Reinbestände [5]. In Orientbuchenwäldern in der Türkei begleiten die Orientbuche die folgenden Arten: Nordmann-tanne, Bornmüllertanne, Waldkiefer, Schwarzkiefer und Kaukasusfichte [2]. In anderen Regionen kommen unter anderem folgende Arten in Beimischung vor: Hainbuche, Weißtanne, Europäische Hopfenbuche, Esskastanie, Elsbeere, Esche, Linden-, Eichen- und Ahornarten [5].
- 4. Künstliche Verbreitung:**  
In Deutschland [8], der Schweiz (Schultze-Motel zitiert nach [5]) und China wurde sie versuchsweise angebaut [5]. Vereinigte Staaten [9].

- 5. Lichtansprüche:**  
Schattbaumart [5].
- 6. Konkurrenzstärke:**
  - 6.1. Verjüngungs-Dickungsphase:**  
Langsames Höhenwachstum in den ersten Jahren [1], jedoch rasch in der Jugendphase [10].
  - 6.2. Baum- und Altholzphase:**  
Die Orientbuche dominiert im Herkunftsgebiet die natürliche Waldentwicklung [5].

## 2. Standortsbindung

- 1. Nährstoffansprüche:**  
Hoch [11].
- 2. Kalktoleranz:**  
Keine Literatur gefunden.
- 3. pH-Wert:**  
Die Orientbuche besiedelt saure bis basische Böden [12].
- 4. Tontoleranz:**  
Leichte bis mittlere Lehmböden sind geeignet [12].
- 5. Staunässe- und Grundwassertoleranz:**  
Gering bis ungeeignet. Bei hohem Grundwasser- oder Stauwasserstand bildet die Orientbuche ein Flachwurzelsystem aus [5].
- 6. Blattabbau (Streuzersetzung und Nährstoffe):**  
Ergebnisse aus der Türkei zeigen, dass die Zersetzung der Streu der Orientbuche langsamer verläuft als die der Kaukasusfichte [13].



Abb. 1 Natürliche Verbreitung der Orientbuche [7].

# ■ *Fagus orientalis* Lipsky

## ORIENTBUCHE / ORIENTALISCHE BUCHE

### ■ FAMILIE: Fagaceae

Syn: *Fagus sylvatica* subsp. *orientalis* (LIPSKY) GREUTER & BURDET; *Fagus sylvatica* var. *macrophylla* HOHEN.; *Fagus hohenackeriana* Palib.

Franz: hêtre d'Orient, hêtre oriental; Ital: faggio orientale; Eng: Oriental beech, Eastern beech; Span: haya oriental, haya del Asia Menor.

- Die Orientbuche besiedelt wärmere und trockenere Standorte als die Rotbuche [1-3]. Die Orientbuche ist die wichtigste Laubholzbaumart in Kleinasien [4, 5]. Sie ähnelt der Rotbuche, mit der es auch zur Hybridisierung kommen kann. Eine Studie aus der Schweiz schätzt die Gefährdung für die Biodiversität durch die Einführung der Orientbuche als gering ein. Jedoch sollten mögliche Auswirkungen untersucht werden [6].

### 3. Bestandesbegründung

#### 1. Naturverjüngung:

Das Reproduktionsalter beginnt zwischen 30 und 50 Jahren im Freiland und bei 60 Jahren im Bestand (Esen (2000) zitiert nach [5]). Die Samenproduktion findet alle zwei bis fünf Jahre statt. Mastjahre sind aber selten und sowohl die Samen als auch die Sämlinge sind gegenüber Fraß/Verbiss und Krankheiten anfällig [1]. Außerdem stellt eine dichte Bodenvegetation von Pflanzen der Gattungen *Rubus* [5] und *Rhododendron* ein Hindernis für die Verjüngung dar [14, 15]. Humusaufgaben bergen für die Verjüngung die Gefahr der Austrocknung [5]. Diese Faktoren behindern die Naturverjüngung [1]. Erfolgreich ist die Verjüngung in kleinen bis mittleren Bestandeslücken [5, 16]. Ein Schirmschlagverfahren kann benutzt werden, beginnend mit einer Reduktion der Bestandsgrundfläche um ca. 30 %. Nach einem Mastjahr erfolgt dann eine Entnahme weiterer 30 % der Bestandesmasse. In den folgenden Jahren werden Lichtungshiebe im Abstand von 2-4 Jahren durchgeführt (Atay (1992) zitiert nach [5]).

#### 2. Künstliche Verjüngung:

Sowohl Aussaat als auch Pflanzung eignen sich für die künstliche Verjüngung der Orientbuche. Aufgrund ihrer Keimhemmung müssen die Samen vor der Aussaat im Frühling stratifiziert werden. Die Stratifikation erfolgt für 9-14 Wochen bei 3 °C [1]. Nach der Pflanzung im Bestand wird eine schrittweise Freistellung erforderlich. Ergebnisse aus dem Iran zeigen, dass sowohl die Mortalität als auch das Höhenwachstum von Baumschulpflanzen in den ersten zwei Jahren nach der Pflanzung mit zunehmender Größe der Bestandeslücke (bis auf 600 m<sup>2</sup>) anstieg. In dieser Untersuchung wurden die Pflanzen im Verband von 0,5 x 0,5 m geplant [17]. In einer Untersuchung in Deutschland wurde hohe Mortalität auf freier Fläche in den ersten Jahren nach der

Pflanzung beobachtet [18].

#### 3. Keimfähigkeit und Überdauerungszeit des Saatgutes:

78-85 % [19]. Die Überdauerungszeit liegt bei 5-6 Monaten bei einer Temperatur unter 3 °C und bei 1,5-2 Jahren bei einer Lagertemperatur von -5° C und einen Wassergehalt von 12-17% [1].

#### 4. Mineralbodenkeimer:

Ja [19].

#### 5. Stockausschlagfähigkeit:

Ja [1], auch Wurzelbrut [10].

#### 6. Forstvermehrungsgutgesetz:

Nein [20].

#### 7. Mögliche Mischbaumarten:

Aufgrund ihrer ausgesprochenen Schattentoleranz lässt sich die Orientbuche innerhalb von geschlossenen Beständen einbringen [5]. Ergebnisse aus der Türkei zeigen, dass für die Anreicherung von Orientbuchenbeständen mit Lichtbaumarten, wie der Vogelkirsche, Bestandeslücken mit einer Größe von über 2000 m<sup>2</sup> erforderlich sind [4]. Mischungen im Herkunftsgebiet zeigen eine höhere Vielfalt der Bodenvegetation und höhere Bodenfruchtbarkeit [21] als auch eine bessere Zersetzungsrate der Streu als in Reinbeständen [13].



Frucht der Orientbuche



## 4. Leistung und Waldbau

### 1. Wachstum:

Die Bäume erreichen in der Regel eine Höhe zwischen 30 und 40 m und einen Brusthöhen-durchmesser von ca. 1 m [1] (Abb. 2) [22]. Die Orientbuche ist eine wüchsige und ertragsreiche Baumart [5]. Das Höhenwachstum kulminiert zwischen dem 30. und 40. Lebensjahr. Es endet in einem Alter von ca. 100 Jahren, sofern der Zuwachs vom Jugendstadium an hoch war, jedoch später, wenn das Wachstum insgesamt geringer ausfällt [1]. Ergebnisse aus einer Untersuchung in der Türkei zeigen, dass Bäume aus Wurzelbrut und Stockausschlag ein rasches Höhenwachstum in der Jugendphase zeigen (Abb. 3) und bis ins hohe Alter beachtliche Zuwächse leisten können [10]. In der Türkei erreicht die Orientbuche einen durchschnittlichen Holzvorrat von  $200 \text{ m}^3/\text{ha}$  (MINISTRY OF ENVIRONMENT AND FORESTRY (2009) zitiert nach [5]) und einen Zuwachs von  $6,6 \text{ m}^3/\text{ha}/\text{J}$  (Esen (2000) zitiert nach [5]). Ergebnisse aus dem Iran zeigen einen positiven Zusammenhang des Wachstums mit der jährlichen Temperatur [23].

### 2. Ökonomische Bedeutung:

Die Orientbuche ist eine der wichtigsten Laubholzbaumarten in Kleinasien und den benachbarten Regionen [4, 5, 7, 14].

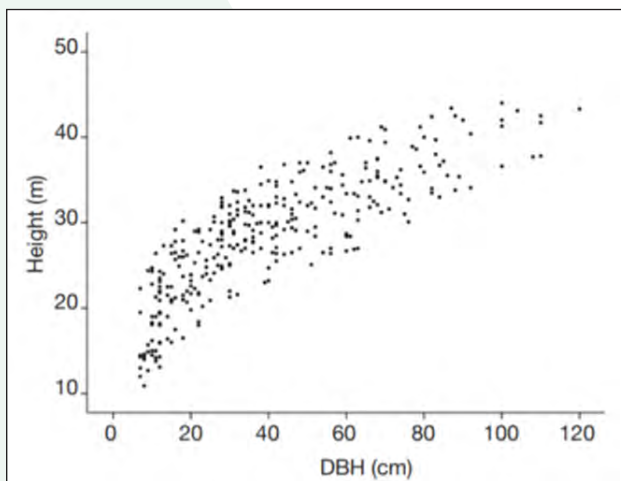


Abb. 2 Höhe bezogen auf den Durchmesser für die Orientbuche in den hyrkanischen Laubholzmischwäldern des Iran [22].

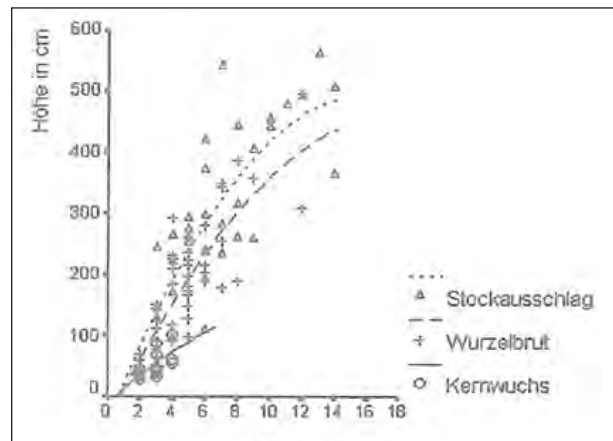


Abb. 3 Höhenzuwachs der herrschenden Orientbuchen aus Stockausschlag, Wurzelbrut und Kernwuchs in Abhängigkeit vom Alter [10].

## 5. Erfahrung in Baden-Württemberg und Deutschland

Die Orientbuche wurde in Mecklenburg, in Oberhessen, in der Pfalz und im Erzgebirge versuchsweise angebaut [8]. Im Forstamt Karlsruhe wurde sie im Unterbau älterer Kieferbestände gepflanzt (Burckhardt (1956) zitiert nach [10]). Ergebnisse aus einer Untersuchung in Norddeutschland (Malente) von 1986 bis 2014 haben gezeigt, dass das Dickenwachstum der Orientbuche weniger stark auf Niederschlag in der Vegetationsperiode reagiert als das der Rotbuche. Gleichzeitig wurde die Größe der Gefäße im Holz der Orientbuche stärker von der Temperatur beeinflusst als bei Rotbuche. Außerdem wies der Vergleich von etwa dreißigjährigen Bäumen beider Baumarten aus Provenienzen in Deutschland und der Türkei darauf hin, dass die Orientbuche eine höhere Anpassungsfähigkeit an ein trockeneres Klima aufweist als die Rotbuche [24].

## 6. Holzeigenschaften und Holzverwendung

Das Holz der Orientbuche ist schwer, hart und sehr widerstandsfähig. Damit ist es gut geeignet zum Dampfbiegen. Die Farbe des Holzes reicht von rötlich bis weiß [1]. Die Verwendungsmöglichkeiten entsprechen denen der Rotbuche [5].

### 1. Holzdichte:

$0,66 \text{ g/cm}^3$  (Wassergehalt wurde nicht berichtet) [1].

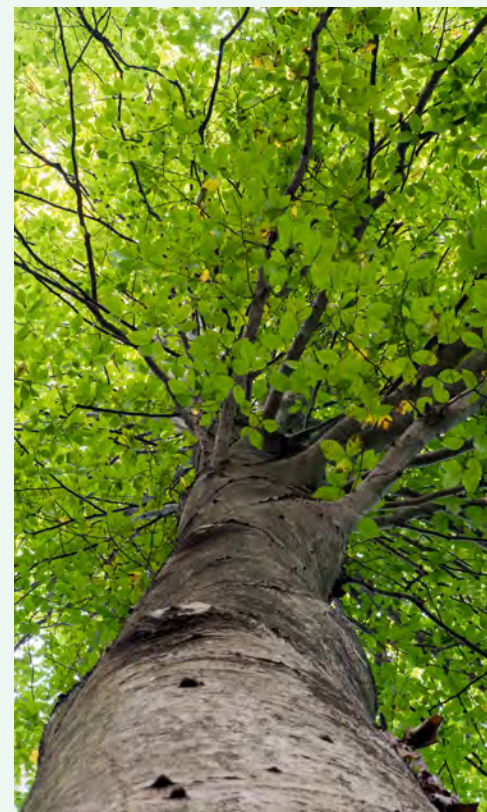
2. **Dauerhaftigkeitsklasse:**  
In EN 350 nicht enthalten [25].
3. **Konstruktionsbereich (Bauholz, Massivholzwerkstoffe):**  
Keine Literatur gefunden.
4. **Innenausbau, Möbelbau:**  
Möbel, Furnier [1].
5. **Holzwerkstoffe (OSB, LVL, Spanplatte, MDF):**  
Sperrholz- und Spanplatten [1].
6. **Zellstoff, Papier, Karton:**  
Geeignet für die Papierindustrie, zeigt aber geringe Qualität [1].
7. **Energetische Nutzung:**  
Als Brennholz geeignet [1], und stellt die Hauptverwendung dar [7]. Aus dem Holz wird Holzkohle gewonnen [5].
8. **Sonstige Nutzungen:**  
Eisenbahnschwellen [1]. Haushalts- und Dekorationsartikel sowie Hausbau (Türen, Fenster, Balken, Treppen) [5].

## 7. Sonstige Ökosystemleistungen

1. **Nicht-Holzverwendung:**  
Die Samen sind reich an Öl und können gemahlen zum Backen verwendet und zu Öl gepresst werden [1].
2. **Biomassefunktionen:**  
Für Nord-Iran wurden Biomassefunktionen für verschiedene Kompartimente entwickelt. Sie stützen sich auf den BHD und die Höhe als Prädiktoren [26].
3. **Landschaftliche und ökologische Aspekte:**  
Attraktive Baumart [11], die u. a. in Alleen, Parks und auf Friedhöfen verwendet werden kann [1].

## 8. Biotische und abiotische Risiken

1. **Pilze:**  
*Phytophthora omnivora* verursacht Schäden bei Sämlingen. Pilzarten der Gattung *Phytophthora* spp. rufen eine Rindenkrankheit hervor [1]. Fäulnis kommt auch vor, vor allem nach Verletzungen [10], und wird von Pilzarten der Gattungen *Nectria* und *Trametes* verursacht [5].
2. **Insekten:**  
Es sind 43 für die Orientbuche schädliche Insektenarten bekannt, jedoch ist die Gefährdung als gering eingestuft. Eine der wichtigsten ist die Buchenwollschildlaus (*Cryptococcus fagi*), die das Rindensterben verursacht. Außerdem haben der Buchenspringrüssler (*Rhynchaenus fagi*) und der Schwammspinner (*Lymantria dispar*) schon erhebliche Schäden verursacht [5].
3. **Sonstige Risiken:**  
Eine schädliche und komplexe Krankheit entsteht nach Verletzungen durch Buchenwollschildlaus, *Phytophthora* spp. oder Sonnenbrand, die zum Austritt von Pflanzensäften („Schleimfluss“) führt und eine Eintrittspforte für verschiedene Pilzarten darstellt [5]. Von Gallmilben wird auch berichtet [27]. Eine sehr aggressive und bedrohliche Blattkrankheit wurde im Jahr 2012 in den USA entdeckt und wird zurzeit untersucht [9].
4. **Herbivoren/Verbissempfindlichkeit:**  
Im Iran wurde von Schäden durch Vieh berichtet [28].
5. **Dürretoleranz:**  
Gering in der Verjüngungsphase. Die Orientbuche verträgt keine sommerliche Trockenheit von mehr als drei Monaten [5].
6. **Feueranfälligkeit:**  
Anfällig [29].
7. **Frosttoleranz:**  
Empfindlich gegenüber Spätfrost [7], vor allem Sämlinge [17]. Herkünfte aus höheren Lagen sind weniger empfindlich [30].



Orientbuche

**8. Sturmanfälligkeit:**

Eine Studie aus dem Iran zeigt, dass die Bäume eher anfällig für Windbruch sind als für Windwurf [31].

**9. Schneebruch:**

Sämlinge reagieren empfindlich auf frühen und schweren Schneefall [17].

**10. Invasivitätspotenzial:**

Keine Literatur gefunden.

## Literatur

[1] KANDEMIR, G. und KAYA, Z. (2009): Oriental beech - *Fagus sylvatica*. EUFORGEN Technical Guidelines for genetic conservation and use of oriental beech (*Fagus orientalis*). S. 6.

[2] AYAN, S. (2015): The 10th International Beech Symposium. Kastamonu: IUFRO. 153 S.

[3] SPANOS, K. und GAITANIS, D. (2011): Current status of genetic resources of beech in Greece. In: FRÝDL, J., NOVOTNÝ, P., FENNESSY, J., und WÜHLISCH VON, G., (Hrsg.) COST Action E 52: Genetic resources of beech in Europe - current state. Braunschweig: Johann Heinrich von Thünen-Institut Bundesforschungsinstitut für Ländliche Räume, Wald und Fischerei (vTI). S. 141-143.

[4] EŞEN, D., et al. (2015): Regenerating Eastern Beech (*Fagus orientalis* Lipsky) With Gaps of Various Sizes in the Western Black Sea Region of Turkey. *Düzce Üniversitesi Orman Fakültesi Ormanlık Dergisi*. 11(1): S. 71-82.

[5] FELBERMEIER, B. und MOHADJER, M.R.M. (2014): *Fagus orientalis*. Enzyklopädie der Holzgewächse: Handbuch und Atlas der Dendrologie. S. 14.

[6] KURZ, M. (2018): Evidence for hybridization between exotic *Fagus orientalis* and native *Fagus sylvatica* in a forest stand of Switzerland. in ZHAW: Wädenswil, Switzerland.

[7] EUFORGEN. *Fagus orientalis*: Oriental beech, unter: <http://www.euforgen.org/species/fagus-sylvatica/> [Stand: 23.01.2020].

[8] SCHENCK, C.A. (1939): Fremdländische Wald- und Parkbäume: Die Laubhölzer Bd. 3. Berlin: Paul Parey.

[9] EWING, C.J., et al. (2018): Beech leaf disease: An emerging forest epidemic. *Forest Pathology*. 49(2): S. e12488.

[10] CSAPEK, H.G. (1998): Gesundheitszustand und Wachstum von Orientbuchen (*Fagus orientalis* Lipsky) aus Wurzelbrut und Stockausschlag in der Nordtürkei. Freiburg i. Br. 180 S.

[11] GHALACHYAN, H. und GHULIJANYAN, A. (2011):

Current state of oriental beech (*Fagus orientalis* Lipsky) in Armenia. In: FRÝDL, J., NOVOTNÝ, P., FENNESSY, J., und WÜHLISCH VON, G., (Hrsg.) COST Action E 52: Genetic resources of beech in Europe - current state. Braunschweig: Johann Heinrich von Thünen-Institut Bundesforschungsinstitut für Ländliche Räume, Wald und Fischerei (vTI). S. 26-37.

[12] PFAF. *Fagus orientalis* Lipsky., unter: <https://pfaf.org/user/Plant.aspx?LatinName=Fagus+orientalis> [Stand: 23.06.2020].

[13] SARIYILDIZ, T., et al. (2005): Comparison of decomposition rates of beech (*Fagus orientalis* Lipsky) and spruce (*Picea orientalis* (L.) Link) litter in pure and mixed stands of both species in Artvin, Turkey. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*. 29(6): S. 429-438.

[14] KANDEMIR, G. (2011): Current state of oriental beech (*Fagus orientalis* Lipsky) genetic resources conservation in Turkey. In: FRÝDL, J., NOVOTNÝ, P., FENNESSY, J., und WÜHLISCH VON, G., (Hrsg.) COST Action E 52: Genetic resources of beech in Europe - current state. Braunschweig: Johann Heinrich von Thünen-Institut Bundesforschungsinstitut für Ländliche Räume, Wald und Fischerei (vTI). S. 141-143.

[15] ESEN, D. und ZEDAKER, S.M. (2004): Control of rhododendron (*Rhododendron ponticum* and *R. flavum*) in the eastern beech (*Fagus orientalis*) forests of Turkey. *New Forests*. 27(1): S. 69-79.

[16] SEFIDI, K., et al. (2011): Canopy gaps and regeneration in old-growth Oriental beech (*Fagus orientalis* Lipsky) stands, northern Iran. *Forest Ecology and Management*. 262(6): S. 1094-1099.

[17] TABARI, M., et al. (2005): Response of oriental beech (*Fagus orientalis* Lipsky) seedlings to canopy gap size. *Forestry*. 78(4): S. 443-450.

[18] FRISCHBIER, N., et al. (2019): Climate change adaptation with non-native tree species in Central European forests: early tree survival in a multi-site field trial. *European Journal of Forest Research*. 138(6): S. 1015-1032.

[19] TABARI, M. (2008): Germination and initial growth of *Fagus orientalis* seedling under different stand canopies. *Journal of Applied Sciences*. 8(9): S. 1776-1780.

[20] BGBl. (2002): Forstvermehrungsgutgesetz vom 22. Mai 2002. In: BGBl. I S. 1658, BUNDESMINISTERIUM DER JUSTIZ UND FÜR VERBRAUCHERSCHUTZ.

[21] BAKHSHANDEH-NAVROUD, B., et al. (2018): The interactions between tree-herb layer diversity and soil properties in the oriental beech (*Fagus orientalis* Lipsky) stands in Hyrcanian forest. *Environmental Monitoring and Assessment*. 190(7): S. 425.

[22] AHMADI, K., et al. (2013): Non-linear height-diameter models for oriental beech (*Fagus orientalis* Lipsky) in the Hyrcanian forests, Iran. *Biotechnology, Agronomy, Society and Environment*. 17(3): S. 431-440.

[23] HAGHSHENAS, M., et al. (2016): Climate effect on tree-ring widths of *Fagus orientalis* in the Caspian forests, northern Iran. *Forest Science and Technology*. 12(4): S. 176-182.

**[24]** ELZAMI, E. (2018): Ecological Interpretation of variations of wood density and wood anatomy of *Fagus orientalis* Lipsky and *Fagus sylvatica* L. in relation to climatic parameters and environmental gradients. Friedrich-Alexander-Universität: Erlangen-Nürnberg. 164 S.

**[25]** EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG. (2016): Dauerhaftigkeit von Holz und Holzprodukten - Prüfung und Klassifikation der Dauerhaftigkeit von Holz und Holzprodukten gegen biologischen Angriff - EN 350.

**[26]** SHAHROKHZADEH, U., et al. (2015): Above-ground biomass and leaf area equations for three common tree species of Hyrcanian temperate forests in northern Iran. Botany. 93(10): S. 663-670.

**[27]** STALEV, Z. (1991): Density of gall-forming pests on leaves of beech (*Fagus orientalis*). Nauka za Gorata. 28(3): S. 43-48.

**[28]** KARAMI, A., et al. (2017): Effects of forestry practices on the regeneration and biodiversity of woody plants in the northern forest ecosystems of Iran. Geology, Ecology, and Landscapes. 1(4): S. 264-270.

**[29]** SHAFIEI, A.B., et al. (2010): Forest fire effects in beech dominated mountain forest of Iran. Forest Ecology and Management. 259(11): S. 2191-2196.

**[30]** SHANJANI, P.S., et al. (2011): Altitudinal genetic variations among the *Fagus orientalis* Lipsky populations in Iran. Iranian Journal of Biotechnology. 9(1): S. 11-20.

**[31]** ABDI, E., et al. (2020): Modellierung der durch Wind verursachten Waldsterblichkeit: die Auswirkung von Forststraßen. Austrian Journal of Forest Science. (1): S. 18.



## 1. Verbreitung und Ökologie

1. **Natürliche Verbreitung:**  
Nicht zutreffend bei Hybriden. Ein Baum der Hybridnuss wurde erstmals in Frankreich beschrieben. Der beschriebene Baum hatte beeindruckende Dimensionen erreicht (127 cm BHD mit 146 Jahren) und wurde im Alter von 181 Jahren mit einem Volumen von 18 m<sup>3</sup> gefällt [2].
2. **Klimatische Kennziffern:**  
Jahresmitteltemperatur von mindestens 8 °C [1].  
Kältetoleranz: -30 °C [1].
3. **Natürliche Waldgesellschaft:**  
Nicht zutreffend bei Hybriden.
4. **Künstliche Verbreitung:**  
Deutschland [3].
5. **Lichtansprüche:**  
Lichtbaumart [2].
6. **Konkurrenzstärke:**
  - 6.1. **Verjüngungs-Dickungsphase:**  
Konkurrenzstark [1], rasches Höhenwachstum in der Jugend wie bei Schwarznuss [2]. Trotzdem sollte bei dichtem Graswuchs 1 m Durchmesser um den Jungbaum freigehalten werden [1]. Übershirmung oder seitliche Konkurrenz können zu ungünstigen Wuchsformen führen [1].
  - 6.2. **Baum- und Altholzphase:**  
Die Hybridnuss hat einen hohen Standraumbedarf [2].

## 2. Standortsbindung

Die Hybridnuss hat ähnliche Ansprüche wie beide Elternarten, verträgt aber ungünstige Bedingungen besser. Sie bevorzugt tiefe und gut durchlüftete Böden [2]. Verdichtete, wechselfeuchte und wechsel-trockene Standorte oder Standorte mit hoch anste-hendem Grundwasser sind weniger geeignet [1]. Der Anbau auf ungünstigen Standorten scheint unwirt-schaftlich [4].

1. **Nährstoffansprüche:**  
Hoch [1], jedoch geringer als bei der Schwarz-nuss [2].
2. **Kalktoleranz:**  
Gut [2], frei verfügbarer Kalk ist kein limitieren-der Faktor [1].
3. **pH-Wert:**  
Es werden Werte von 5 bis 8 toleriert, nahe 7 er-scheint optimal [2].
4. **Tontoleranz:**  
Hohe Tonanteile [4] und undurchdringliche Ton-oder Kiesschichten sind ungeeignet [1].
5. **Stauässe- und Grundwassertoleranz:**  
Die Hybridnuss toleriert zeitweise Überschwem-mungen schlechter als die Schwarznuss [2], sodass stark stauwasserbeeinträchtigte Standorte auszuschließen sind [4].
6. **Blattabbau (Streuzersetzung und Nährstoffe):**  
Keine Literatur gefunden.



# ■ *Juglans × intermedia* (*J. nigra* × *J. regia*) HYBRIDNUSS / INTERMEDIA

- **FAMILIE:** Juglandaceae  
Franz: noyer de Vilmorin, noyer intermédiaire; Ital: noce; Eng: hybrid walnut; Span: nogal híbrido.
- Unter dem Begriff Hybridnuss sind verschiedene Kreuzungen innerhalb der Gattung *Juglans* zusammengefasst [1]. Die natürliche Kreuzung zwischen *J. nigra* und *J. regia* (*J. × intermedia*; in Süddeutschland Intermedia genannt) wird für den Anbau empfohlen [1]. Sie wurde erstmals 1815 in Frankreich beschrieben und wird dort seit Anfang der 1970er Jahre gezielt zur Holzproduktion in Samenplantagen nachgezogen und kultiviert. Hybridnuss-Bäume haben bessere Holzträge als die jeweiligen Elternarten. Die Hybridnuss zeigt außerdem eine größere Toleranz gegenüber ungünstigen Standortfaktoren, inklusive ausgeprägter Sommertrockenheit und ungünstig verteilten Niederschlägen [2]. Sie lässt sich gut in Mischbestände integrieren und kann sogar auf „mäßig trockenen Standorten“ angebaut werden [1].

## 3. Bestandesbegründung

- 1. Naturverjüngung:**  
Schwarznüsse können von Walnüssen bestäubt werden (auch die inverse Kreuzung ist möglich). Die Proportionen der Hybridisierung variieren je nach Jahr und Baum zwischen 30 und 98 % [2]. Hybridnussbäume tragen kaum Früchte, und in der Regel zeigen deren Nachkommen (F1) geringere Wuchseigenschaften als die Elternbäume [1], sodass der Erhalt guter Eigenschaften in den nächsten Generationen (F2, F3,...) nicht gewährleistet werden kann [5].
- 2. Künstliche Verjüngung:**  
Einjährige Pflanzen sind für die Pflanzung geeignet, diese kann durch Spaten, Pflanzlochbohrer oder Kleinbagger erfolgen. Überlange oder geschädigte Wurzeln werden beschnitten, allerdings sollte die Wurzelverletzung minimiert werden [1]. Als Pflanzdichte dieser platzbedürftigen und schnellwüchsigen Lichtbaumart werden zwischen 100 und 250 Pflanzen pro Hektar empfohlen. Auch höhere Pflanzdichten sind möglich (bis 1000). Je nach Pflanzdichte können die Pflanzverbände zwischen 5 x 2 m, 10 x 4 m und 14 x 7 m liegen. Auch Trupp-Pflanzung ist möglich (z. B. 70 Trupps/ha) [1]. Ergebnisse aus Bayern zeigen, dass engere Verbände (4 x 5 m) zu besseren Höhenwuchsleistungen führen als weitere (14 x 15 m) [1]. Die Kultur muss geschützt, gepflegt und gefördert werden. Bei Verwieselung oder Verbuschung (häufig nach Spätfrost) wird früh in der Vegetationsperiode (optimal im Juni) der stärkste Trieb freigestellt (Tribschnitt). Pflanzmaterial ist nur in begrenztem Umfang auf dem Pflanzenmarkt verfügbar. Aus Frankreich gibt es folgende Handelssorten der Intermedia: NG 23 und NG 38. Die Garavel-Hybride (MJ 209, *J. major* × *J. regia*) zeigt sich etwas geringwüchsiger als die Intermedia in BW [1, 4]. Außerdem wurde in Kulturjahren bei der Garavel-Hybride eine höhere Mortalität als bei Intermedia beobachtet [4]. Die deutsche Handelssorte RENI der Intermedianuss steht unter Sortenschutz der Nussbaumschule Schott am Kaiserstuhl [1].
- 3. Keimfähigkeit und Überdauerungszeit des Saatgutes:**  
Keine Literatur gefunden.
- 4. Mineralbodenkeimer:**  
Keine Literatur gefunden.
- 5. Stockausschlagfähigkeit:**  
Keine Literatur gefunden.
- 6. Forstvermehrungsgutgesetz:**  
Nein [6].
- 7. Mögliche Mischbaumarten:**  
Die Hybridnuss sollte in Beimischung gepflanzt werden [2]. Sie gedeiht besonders gut auf Edellaubholz-Standorten (vor allem Esche und Bergahorn) [2]. Bei Erstaufforstung können „Treibhölzer“ wie Weiden das Aststärkenwachstum der Nussbäume reduzieren; und die Beimischung von Hainbuche oder Linde den Graswuchs hemmen [1].



## 4. Leistung und Waldbau

### 1. Wachstum:

Die Hybridnuss ist eine schnellwüchsige Baumart. Auf guten Standorten und bei genügend Wuchsraum kann die Hybridnuss einen mittleren jährlichen Zuwachs von mehr als 75 cm in der Höhe und zwischen 3,5 und 7 cm im Umfang erreichen [2]. Die Bäume haben die Tendenz starke Äste hervorzubringen und sind für die Wertholzproduktion obligatorisch zu ästen [2]. In Deutschland haben Ergebnisse gezeigt, dass die Ästung im Februar, Juni oder August problemlos möglich ist (Metzler und Ehring (2006) zitiert nach [1]). Außerdem wird eine Aststärke zwischen 4 und maximal 6 cm empfohlen (Ehring et al. (2018) zitiert nach [1]). Insbesondere bei der Hybridnuss wird eine dynamische Ästung empfohlen, bei welcher die Entnahme der stärksten und besonders steil abgehenden Äste bei jedem Eingriff bis zur gewünschten astfreien Schaftlänge empfohlen wird (für detaillierte Information siehe Ehring et al. (2019) [1]). Starke Ästungseingriffe können vermehrt zu Wasserreisern führen [4] und starke Höhentriebbildung fördern, welche insbesondere bei Gewitterstürmen geschädigt werden können. Intensive Durchforstungen sollten bis zum Alter 40 bei einer Höhe von etwa 25 m abgeschlossen sein [1]. Das Ziel ist es, in möglichst kurzer Zeit starkes und astfreies Holz zu erzielen [1]. Erfahrungen aus Deutschland zeigen, dass sowohl das einphasige als auch das zweiphasige Pflegemodell zur Erziehung der Hybridnuss angewendet werden kann (hierzu siehe Steckbriefe für Schwarznuss und für detaillierte Information siehe Ehring et al. (2019) [1]). Im zweiphasigen Modell allerdings sollte möglichst früh, insbesondere auf trockenen Standorten, die Kronenentwicklung gefördert werden. Eine risikoärmere Variante stellt das einphasige Pflegemodell dar [1].

### 2. Ökonomische Bedeutung:

Das Holz der wertvollen Stammteile wird in Europa zu hohen Preisen gehandelt [2], vergleichbar mit Schwarznussholz [1].

## 5. Erfahrung in Baden-Württemberg und Deutschland

Im Forstbezirk Breisach in BW wurde der erste Hybridnussbestand 1985 von Schwab beschrieben und resultierte aus Zufallssämlingen einer Schwarznusspflanzung [4]. Versuchsflächen mit Wal-, Schwarz- und Hybridnuss wurden ab 1995 von der FVA-BW und 2007 von der Technischen Universität München (TUM) angelegt [1]. Ergebnisse aus Versuchsflächen der TUM, NW-FVA und FVA-BW zeigen, dass die Höhenentwicklung der Hybridnuss und auch der Schwarznuss in einem Bereich zwischen Esche und Buche verläuft (Abb. 1), und die Hybridnuss im Alter 60 eine Höhe von 36 m erreichen kann [1]. Auf einer Versuchsfläche am Kaiserstuhl (INu 1) lag der laufende Zuwachs im Alter 63 bei 8,5 Vfm/ha/J, der Vorrat bei 300 Vfm/ha bei einer Bestandsdichte von 40 Bäumen pro Hektar. Dort herrschen gute Standortbedingungen und es erfolgte eine rechtzeitige Freistellung nach der Astreinigung [1]. Ergebnisse aus Bayern zum Jugendhöhenwachstum zeigen, dass eine Oberhöhe von 9 bis 12 m im Alter 10 erreicht werden kann (Sorte RENI) [1]. In BW wurde beobachtet, dass die Sorte NG 23 in den ersten 6 bis 10 Jahren ein geringfügiges Höhen- und Dickenwachstum als die Sorten NG 38 und MJ 209 aufwies [4]. Versuchsflächen mit allen Handelsorten wurden 2011 in Müllheim gegründet. Bis zum Alter 7 wiesen die Sorten RENI und NG 38 das beste Höhenwachstum auf [1]. Es existieren permanente waldwachstumskundliche Versuchsflächen an mehreren forstlichen Versuchsanstalten.

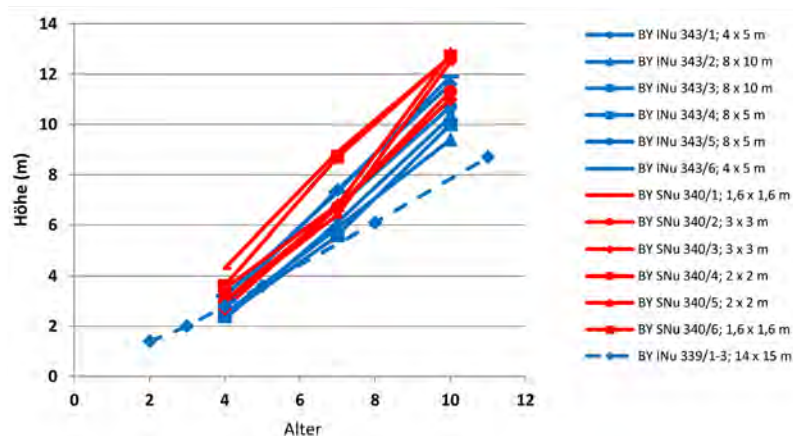


Abb. 1 Höhenentwicklung der Hybridnuss (blau) im Vergleich zu Schwarznuss (rot) auf frischem, tiefgründigen Schlufflehm in den Donauauen, mit regelmäßiger Überflutung (SNU) und 2-3-jährlicher Überflutung (HNU). Die Weitverbandsfläche (14 x 15 m) der Hybridnuss stockt auf grundfrischem Schichtlehm bis Schichtton mit kiesigen Bereichen [1].

## 6. Holzeigenschaften und Holzverwendung

Das Holz der Hybridnuss ist dem der Schwarznuss sehr ähnlich, allerdings hat sie ein helleres Kernholz (Feldmann (1992) zitiert nach [1]).

1. **Holzdichte:**  
0,55 g/cm<sup>3</sup> (r<sub>12..15</sub>) (Feldmann (1992) zitiert nach [1]).
2. **Dauerhaftigkeitsklasse:**  
In EN 350 nicht enthalten [7].
3. **Konstruktionsbereich (Bauholz, Massivholzwerkstoffe):**  
Keine Literatur gefunden.
4. **Innenausbau, Möbelbau:**  
Möbelherstellung, Furnier [8].
5. **Holzwerkstoffe (OSB, LVL, Spanplatte, MDF):**  
Keine Literatur gefunden.
6. **Zellstoff, Papier, Karton:**  
Keine Literatur gefunden.
7. **Energetische Nutzung:**  
Keine Literatur gefunden.
8. **Sonstige Nutzungen:**  
Keine Literatur gefunden.

## 7. Sonstige Ökosystemleistungen

1. **Nicht-Holzverwendung:**  
Essbare Nüsse [2], allerdings tragen die Bäume kaum Früchte [1].
2. **Biomassefunktionen:**  
Keine Literatur gefunden.
3. **Landschaftliche und ökologische Aspekte:**  
Keine Literatur gefunden.

## 8. Biotische und abiotische Risiken

1. **Pilze:**  
Wie die Schwarznuss ist die Hybridnuss wenig empfindlich gegenüber Antractuose (*Gnomonia leptostyla*) und Wurzelkrankheiten, die durch *Armillaria mellea* und *Phytophthora cinnamomi* hervorgerufen werden [2].
2. **Insekten:**  
Befall durch Büffelzikade (*Stictocephala bisonia*), Blausieb (*Zeuzera pyrina*) und Blattroller (*Rhynchites caeruleus*) ist bekannt [2].
3. **Sonstige Risiken:**  
Der Befall durch die Thousand Cankers Disease an der Hybridnuss wurde noch nicht berichtet und muss noch untersucht werden [9].
4. **Herbivoren/Verbissemempfindlichkeit:**  
Geringe Gefährdung durch Verbiss [1]. Sie wird gern gefegt [2], kann aber mit belüfteten Wuchshüllen geschützt werden [1].
5. **Dürretoleranz:**  
Die Hybridnuss kommt mit Trockenheit und geringer Luftfeuchtigkeit besser zurecht als die Schwarznuss [2]. Sie kann auf mäßig trockenen Standorten angebaut werden, weist dort aber geringere Wachstumsleistungen auf [1].
6. **Feueranfälligkeit:**  
Keine Literatur gefunden.
7. **Frosttoleranz:**  
Die Hybridnuss treibt später aus als die Schwarznuss und ist somit gegen Spätfrost weniger empfindlich [2].
8. **Sturmanfälligkeit:**  
Die Windbruchgefährdung ist geringer als bei der Schwarznuss [1, 2].
9. **Schneebruch:**  
Keine Literatur gefunden.
10. **Invasivitätspotenzial:**  
Keine Literatur gefunden.



## Literatur

**[1]** EHRING, A., et al. (2019): Anbau von Schwarznuss und Hybridnuss: wissenschaftliche Erkenntnisse und waldbauliche Erfahrungen. Mitteilungen der Gesellschaft zur Förderung schnellwachsender Baumarten in Norddeutschland. Bd. 6. Wedel: Gesellschaft zur Förderung schnellwachsender Baumarten in Norddeutschland e.V. 16 S.

**[2]** BECQUEY, J. (1997): Nussbäume zur Holzproduktion. Bd. 3. ARGE für Waldveredelung und Flurholzanbau. 110 S.

**[3]** BARTSCH, N. (1989): Zur Anbau der Schwarznuss (*Juglans nigra* L.) in den Rheinauen. Schriften aus der Forstlichen Fakultät der Universität Göttingen und der Niedersächsischen Forstlichen Versuchsanstalt. Bd. 95. 90 S.

**[4]** EHRING, A., et al. (2011): Anbauversuch mit französischen Hybridnussbäumen. FVA-einblick 118-22.

**[5]** METTENDORF, B. (2008): Anbau von Juglans-Hybriden. AFZ-DerWald. 16: S. 858-861.

**[6]** BGBL. (2002): Forstvermehrungsgutgesetz vom 22. Mai 2002. In: BGBL. I S. 1658, BUNDESMINISTERIUM DER JUSTIZ UND FÜR VERBRAUCHERSCHUTZ.

**[7]** EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG. (2016): Dauerhaftigkeit von Holz und Holzprodukten - Prüfung und Klassifikation der Dauerhaftigkeit von Holz und Holzprodukten gegen biologischen Angriff - EN 350.

**[8]** PIRINOBLE. (2007): Hybrid walnut (*Juglans x intermedia*) and common walnut (*J. regia*) for high quality timber, unter: [http://www.pirinoble.eu/docs/Hybrid%20walnut\\_final\\_10\\_07.pdf](http://www.pirinoble.eu/docs/Hybrid%20walnut_final_10_07.pdf) [Stand].

**[9]** MONTECCHIO, L., et al. (2016): Thousand cankers disease in Europe: an overview. EPPO Bulletin. 46(2): S. 335-340.

# SCHWARZNUSS



## 1. Verbreitung und Ökologie

### 1. Natürliche Verbreitung:

Großes Verbreitungsgebiet im zentralen und östlichen Teil Nordamerikas [1], vom Südosten Kanadas bis in den Golf von Mexiko [2] Abb. 1 [1]. Am westlichen Rand ihres Vorkommens in Kansas kommt die Schwarznuss häufig und mit einem Grundflächenanteil von mehr als 50 % vor (Grey et al. (1971) zitiert nach [1]). Wegen ihrem weiten Verbreitungsgebiet weist die Schwarznuss verschiedene Geno- und Ökotypen auf. Diese zeigen Unterschiede in Wachstum und Überleben (Deneke et al. (1980) zitiert nach [1]). Im Süden ihres Verbreitungsgebietes haben die Bäume allgemein eine bessere Zuwachsrate [1].

### 2. Klimatische Kennziffern:

Jährlicher Niederschlag zwischen 640 und 1.780 mm; Jahresmitteltemperatur zwischen 7 und 19 °C;



Abb. 1 Natürliche Verbreitung der Schwarznuss [1].

optimale Bedingungen liegen bei 13 °C und 890 mm mit 170 frostfreien Tagen [1]. Kältetoleranz: -40 °C [3].

### 3. Natürliche Waldgesellschaft:

In der Regel kommt die Schwarznuss als einzelner Baum oder in kleinen Gruppen in Mischwäldern vor. Sie wächst besonders gut in Vergesellschaftung mit Tulpenbaum (*Liriodendron tulipifera*), Weiß-Esche (*Fraxinus americana*), Roteiche (*Quercus rubra*), Amerikanischer Linde (*Tilia americana*) und Zucker-Ahorn (*Acer saccharum*) [1].

### 4. Künstliche Verbreitung:

Schweden, Deutschland, Frankreich, Polen [2].

### 5. Lichtansprüche:

Lichtbaumart [1].

### 6. Konkurrenzstärke:

#### 6.1. Verjüngungs-Dickungsphase:

Gut [3, 5], mit raschem Jungendhöhenwachstum auf guten Standorten [1]. Gutes Wachstum erfordert aber Unkrautbekämpfung in den ersten 2-3 Jahren (Krajicek und Williams (1971) zitiert nach [1]). Die Schwarznuss reagiert sehr empfindlich gegen Seitendruck [5]. Frühzeitiges Durchforsten ist notwendig, um günstiges Dickenwachstum zu erreichen [2].

#### 6.2. Baum- und Altholzphase:

Die Schwarznuss hat einen hohen Standraumbedarf [2] und bevorzugt eine vorherrschende oder herrschende Position im Kronendach [1].

# ■ *Juglans nigra* L. SCHWARZNUSS

## ■ FAMILIE: Juglandaceae

Franz: noyer noir, noyer noir d'Amérique; Ital: noce nero americano; Eng: American walnut, Eastern black walnut, Span: nogal americano, nogal negro.

- Das Holz der SchwarznuSS ist sehr begehrt [1]. Bezogen auf die Bodeneigenschaften und Wasserversorgung ist sie eine anspruchsvolle Baumart. Sie sollte auf wind- und frostgeschützten Standorten gepflanzt werden [2]. Bei uns wächst sie optimal auf Auenstandorten mit Grundwasseranschluss [3]. Sie ist eine schnellwüchsige Art [2], lässt sich gut in Mischbestände integrieren [3] und kann als Alternative auf Eschenstandorten betrachtet werden [4].



## 2. Standortsbinding

Die SchwarznuSS wächst bevorzugt auf tiefen, frischen, gut durchlüfteten und nährstoffreichen Böden (Brinkmann (1965) zitiert nach [1]). Sie braucht ganzjährig eine gute Wasserversorgung [2]. Im Herkunftsgebiet kommt sie häufig auf Alluvialböden vor, die ihr Wachstum begünstigen (Geyer et al. (1980) zitiert nach [1]). Verdichtete, wechselfeuchte und wechsellrockene Standorte oder Standorte mit hoch anstehendem Grundwasser sind weniger geeignet [3]. In Deutschland sind bessere Wuchsleistungen auf Standorten mit Grundwasseranschluss (Auen und Tallagen) vorhanden. Die SchwarznuSS gedeiht allerdings auch auf tiefgründigen und gut drainierten Lehmböden (Rumpf und Nagen (2014) zitiert nach [3]).

### 1. Nährstoffansprüche:

Nährstoffreiche Böden werden bevorzugt (Brinkmann (1965) zitiert nach [1]).

### 2. Kalktoleranz:

Schlechter als bei der Walnuss [2]. Freier Kalk ist allerdings kein begrenzender Faktor [3].

### 3. pH-Wert:

Über 5 [2]. Sie bevorzugt Standorte mit neutralem pH-Wert, toleriert aber auch saure Böden (Losche (1973) zitiert nach [1]).

### 4. Tontoleranz:

Dichte, tonige Böden mit undurchdringlicher Schicht sowie lehmige Böden mit schlechter Struktur begrenzen die Wurzelentwicklung und sind ungeeignet [2].

### 5. Staunässe- und Grundwassertoleranz:

Mäßig; toleriert kurzzeitige Überflutung [1]. Häufiges, wiederkehrendes oder länger anhaltendes hohes Grundwasser kann Zuwachseinbußen und Absterben von Jungbeständen verursachen [4].

## 6. Blattabbau (Streuzersetzung und Nährstoffe):

Leicht zersetzbar [4].

## 3. Bestandesbegründung

### 1. Naturverjüngung:

Obwohl das Reproduktionsalter recht früh einsetzen kann, findet eine gute Samenproduktion erst nach dem 30. Lebensjahr und dann unregelmäßig (ca. zwei Mal innerhalb von fünf Jahren) statt [1]. Die SchwarznuSS verjüngt sich gut, sodass gute und wuchskräftige Pflanzen gezielt gefördert werden können [3].



Blatt und Samen SchwarznuSS

### 2. Künstliche Verjüngung:

Das Säen ist vorteilhaft für die Wurzelentwicklung der Pflanzen [4]. Außerdem zeigen Ergebnisse, dass das Höhenwachstum bei Saaten gegenüber Pflanzung besser ist [6]. Direktaussaat ist möglich, allerdings können Eichhörnchen hohe Verluste verursachen [7]. Für die Keimung ist eine Stratifikation notwendig [1]. Das stratifizierte und vorgekeimte Saatgut kann im Frühjahr auf die Fläche ausgebracht werden. Die Aussaat im Herbst kann dagegen einen erheblichen Verlust

durch Nager, Vögel und Wildschweine erleiden. Die Saatreihen können in einem Abstand von etwa 2,5 m angelegt werden. Bodenbearbeitung und Unkrautbekämpfung in den ersten drei Jahren sind erforderlich [4]. Einjährige Pflanzen sind für die Pflanzung geeignet, welche durch Spaten, Pflanzlochbohrer oder Kleinbagger stattfinden kann. Überlange oder geschädigte Wurzeln werden beschnitten, allerdings sollten Wurzelverletzungen vermieden werden [3]. Bei der Pflanzung sollte die Schwarznuss mit anderen Arten beigemischt werden [2]. Die Pflanzdichte dieser platzbedürftigen und schnellwüchsigen Lichtbaumart wird zwischen 250 und 1.000 Pflanzen pro Hektar empfohlen. Je nach Pflanzdichte können die Pflanzverbände zwischen 5 x 2 m und 10 x 4 m liegen. Auch Trupppflanzung ist möglich (z.B. 70 Trupps/ha). Ergebnisse aus Bayern zeigen, dass engere Verbände (1,6 x 1,6 m bis 2 x 2 m) zu besseren Höhenwuchsleistungen führen als weitere (3 x 3 m) [3]. In den ersten Jahren braucht der Bestand eine intensive Pflege durch Jäten und Formschnitt (z. B.: Zwieselentfernung), sowie die Vermeidung von Kronenkonkurrenz [7]. Die Herkunft des Saatgutes, das für die ersten Anbauten nach Europa importiert wurde, ist unbekannt. Das eingeführte Saatgut zeigte eine gute Leistung, sodass die Samenbeschaffung aus Samenplantagen aus Europa zu zufriedenstellenden Holzträgen führen kann [3]. Saatgut aus der Region entlang des Rheins wird empfohlen [4].

### 3. Keimfähigkeit und Überdauerungszeit des Saatgutes:

Ca. 80 % innerhalb von 90 bis 120 Tagen nach der Stratifikation [1].

### 4. Mineralbodenkeimer:

Keine Literatur gefunden.

### 5. Stockausschlagfähigkeit:

Ja [1], vergleichbar mit Eiche [7].

### 6. Forstvermehrungsgutgesetz:

Nein [8].

### 7. Mögliche Mischbaumarten:

Die Schwarznuss lässt sich gut in Mischbeständen mit Edellaubbaumarten und Buche integrieren [4]. Da sie auf besten Böden angepflanzt werden sollte, kann sie auf Standorten, auf denen die Esche und Ulme kräftig wachsen ebenfalls ausgebracht werden [2]. Im Herkunftsgebiet begünstigen stickstoffbindende Arten wie die Robinie das Wachstum der Schwarznuss (Ponder et al. (1990) zitiert nach [1]). Das Anpflanzen von Weißerlen (*Alnus incana*) zum Seitenschutz wird empfohlen, diese sollten aber innerhalb der ersten 10 Jahre entfernt werden. Eine Überschirmung mit Birke, Eiche oder Kiefern sollte unter-

lassen werden [7]. Bei Erstaufforstung können Begleitbaumarten wie Weiden, Haselnuss, Erlen, Linden oder Hainbuchen das Aststärkenwachstum der Nussbäume reduzieren [3, 5]. Ein Unterbau mit Buche oder Hainbuche kann eine überstarke Bodenvegetation verhindern [4].

## 4. Leistung und Waldbau

### 1. Wachstum:

Die Schwarznuss erreicht bis 46 m Höhe und 244 cm Durchmesser [1]. Sie ist eine schnellwüchsige Baumart [2], deren Wachstum mit dem Alter abnimmt [9]. Im Herkunftsgebiet ist der periodische jährliche Zuwachs am höchsten zwischen dem 40. und 50. Lebensjahr. Unter gezieltem Anbau können 41 cm Stammdurchmesser für Stammholz innerhalb von 30-35 Jahren oder Stammdurchmesser von 51 cm für Furnierholz innerhalb von 40-50 Jahren produziert werden. Starke und häufige Durchforstungen sind dabei notwendig [1]. Zeiträume bis zu 80 Jahren sind als realistisch für die Erzeugung von wertvollem Starkholz anzunehmen [4]. Frühzeitige Ästung wird empfohlen, wenn die Äste kleiner als 5 cm im Durchmesser sind [1]. Außerdem sollte die Ästung noch außerhalb der Vegetationsperiode bzw. im Frühjahr stattfinden und mindestens die Hälfte der grünen Krone belassen (Brinkmann (1965) zitiert nach [1] und [5]). In Deutschland zeigte sich, dass die Ästung im Februar, Juni oder August unproblematisch ist (Metzler und Ehring (2006) zitiert nach [3]), und eine maximale Aststärke zwischen 4 und 6 cm zu empfehlen ist (Ehring et al. (2018) zitiert nach [3]). Das Wachstum ist geprägt durch die Standortbedingungen. In Frankreich zeigte sich, dass die Schwarznuss auf guten Standorten und bei ausreichendem Wuchsraum einen mittleren jährlichen Zuwachs von 65 cm in die Höhe und zwischen 3,5 und 6 cm im Umfang erreichen kann [2]. In den Rheinauen erreichten zwei Bestände Vorräte von 213 Vfm im Alter 80 sowie 460 Vfm im Alter 65, wobei der erste Bestand stammärmer als der zweite war [6]. Starke Durchforstungen sollten bis zum Alter von 40 Jahren und bei einer Höhe von etwa 25 m abgeschlossen sein [3]. Erfahrungen aus Deutschland legen nahe, dass sowohl das zweiphasige als auch das einphasige Pflegemodell für die Schwarznuss verwendet werden kann. Die Unterschiede der beiden Pflegemodelle liegen darin, dass im zweiphasigen Pflegemodell höhere Bestandsdichten die natürliche Astreinigung fördern und im einphasigen Pflegemodell eine sehr frühe Durchforstung und gleichzeitige Grünäs-



tung der Z-Bäume bei einer Oberhöhe von etwa 8 m durchgeführt werden. In dem zweiphasigen Pflegemodell werden Durchforstungseingriffe nach dem Erreichen einer gewünschten astfreien Schaftlänge von in der Regel 7-10 m bei Oberhöhen von 15-20 m durchgeführt. Zur Risikominimierung sollte das einphasige Pflegemodell bevorzugt werden (für detaillierte Informationen siehe Ehring et al. (2019) [3]).

## 2. Ökonomische Bedeutung:

Wertvolles Holz sowohl in Europa [2] als auch in ihrem Herkunftsgebiet [1].

## 5. Erfahrung in Baden-Württemberg und Deutschland

Erste künstliche Versuchsanbauten in Deutschland wurden in Auwäldern am Rhein und an der Donau sowie in den preußischen Staatsforsten um 1900 begründet [3], dennoch wurden nur wenige davon systematisch untersucht [7]. Wenige über hundertjährige Bestände sind auf besten Auwaldstandorten entlang des Rheins oder in den Donauauen in Ungarn und Rumänien zu finden [3]. Zwischen 1950 und 1970 wurden auch in Süddeutschland Versuchsflächen mit SchwarznuSS angelegt. Rumpf und Nagel haben 2014 Ergebnisse aus der Nordwestdeutschen Forstlichen Versuchsanstalt (NW-FVA) und Steinacker et al. (2008) aus bayerischen Nussflächen des Lehrstuhls für Waldwachstumskunde der technischen Universität München (TUM) veröffentlicht. Versuchsflächen mit Wal-, Schwarz- und HybridnuSS wurden seit 1995 von der FVA-BW und seit 2007 von der TUM angelegt [3]. Ergebnisse aus Versuchsflächen der TUM, NW-FVA und FVA-BW zeigten, dass die Höhenentwicklung der SchwarznuSS und auch der HybridnuSS im Bereich zwischen Esche und Buche verläuft (Abb. 2), und die SchwarznuSS im Alter 85 eine Höhe von 37 m erreichen kann [3]. Die Ergebnisse zeigen weiterhin, dass in Versuchsflächen in Groß-Gerau der laufende Zuwachs im Alter von ca. 63 Jahren und bei einer Bestandsdichte von 128 bzw. 179 Bäumen pro Hektar zwischen 8,1 und 13 Vfm/ha/J lag [3]. Ergebnisse aus Bayern zum Jugendhöhenwachstum zeigten, dass eine Oberhöhe von 10 bis 12,8 m im Alter von 10 Jahren erreicht werden kann [3]. Außerdem wird ihre Anbaueignung zusammen mit Baumhasel, Butternuss und zwei Walnussarten mit einheitlichem Versuchsflächendesign zurzeit in Bayern und BW untersucht [10]. Es existieren permanente waldwachstumskundliche Versuchsflächen an der FVA-BW.

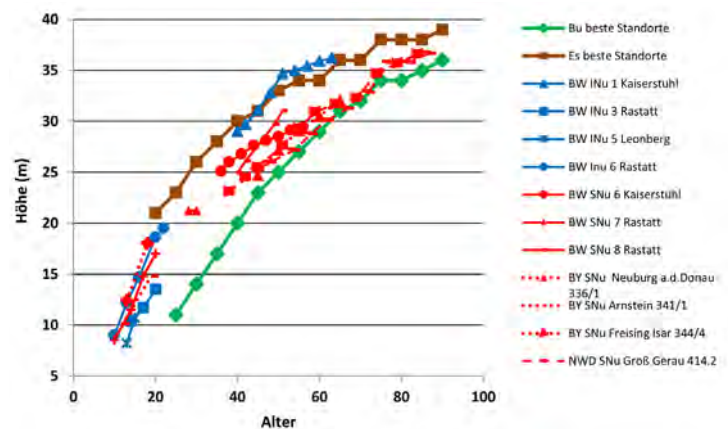


Abb. 2 Oberhöhenentwicklung der SchwarznuSS (rot) im Vergleich mit HybridnuSS (blau), Esche (braun) und Buche (grün) [3].

## 6. Holzeigenschaften und Holzverwendung

Die SchwarznuSS ist eines der begehrtesten Laubhölzer. Das Splintholz ist weißlich bis hellbraun, das Kernholz ist violettbraun. Das Holz ist hart, schwer, elastisch, es schwindet nur mäßig, lässt sich mit Werkzeugen gut bearbeiten, ist aber ohne Imprägnierung nicht beständig gegen Pilz- und Insektenbefall [11]. Das Holz wird als Stamm-, Schnitt- und Furnierholz verwendet [12].

- Holzdicke:**  
0,58 ... 0,64 ... 0,814 g/cm<sup>3</sup> (r<sub>12..15</sub>) [13]. 0,55 [9].
- Dauerhaftigkeitsklasse:**  
3 (mäßig dauerhaft) [14]. Splintholz gering, Kernholz ziemlich gut [13].
- Konstruktionsbereich (Bauholz, Massivholzwerkstoffe):**  
Keine Literatur gefunden.
- Innenausbau, Möbelbau:**  
Für mittlere Beanspruchungen im Innenausbau. Als Furnierholz überwiegend als Messerholz für Deckfurniere. Parkett [13], Möbelbau, Innenverkleidung [15].
- Holzwerkstoffe (OSB, LVL, Spanplatte, MDF):**  
Keine Literatur gefunden.
- Zellstoff, Papier, Karton:**  
Keine Literatur gefunden.
- Energetische Nutzung:**  
Keine Literatur gefunden.
- Sonstige Nutzungen:**  
Schnitz- und Drechselarbeiten [11, 13]. Spezielle Verwendung zum Klavierbau [13].

## 7. Sonstige Ökosystemleistungen

- 1. Nicht-Holzverwendung:**  
Grüne Fruchtschalen, Blätter und Rinde werden zum Gerben und Färben verwendet [16]. Die geschliffene Fruchtschale wird als Insektizid benutzt [1]. Nussöl [16]. Verzehr von Nüssen, Sirupgewinnung, medizinische Verwendung [17].
- 2. Biomassefunktionen:**  
Biomassefunktionen wurden für die Vereinigten Staaten für verschiedene Kompartimente entwickelt und stützen sich auf den BHD [18]. Außerdem wurden Biomassefunktionen für die oberirdische Biomasse für die Slowakei erstellt [19].
- 3. Landschaftliche und ökologische Aspekte:**  
Die Schwarznuss wird als Stadt- und Parkbaum und in der Agroforstwirtschaft verwendet [12]. Die Nüsse sind Nahrungsquelle für Eichhörnchen [1].

## 8. Biotische und abiotische Risiken



Schwarznuss

**1. Pilze:**  
Die Schwarznuss ist wenig empfindlich gegenüber Antractuose (*Gnomonia leptostyla*) und Wurzelkrankheiten, die durch *Armillaria mellea* und *Phytophthora cinnamomi* hervorgerufen werden [2]. Im Herkunftsgebiet verursachen *Phytophthora citricola* und *Cylindrocladium* spp. schwere Wurzelkrankheiten und *Fusarium* spp. Stammkrebs [1].

**2. Insekten:**  
Zahlreiche Insektenarten befallen die Schwarznuss in ihrem Herkunftsgebiet, aber nur wenige davon verursachen tatsächliche Schäden (z. B. *Datana integerrima*, *Hyphantria cunea*, *Xylosandrus germanus* und *Chrysobothris femorata*) [1]. In Europa

wird der Befall durch Büffelzikaden (*Stictocephala bisonia*), Blausieb (*Zeuzera pyrina*) und Blattroller (*Rhynchites caeruleus*) beschrieben [2]. Die Walnussfruchtfliege kann Schäden für Fruchtproduzenten verursachen [3].

- 3. Sonstige Risiken:**  
Mistelbefall durch *Viscum album* kommt vor [2]. Eine Komplexkrankheit, die Thousand Cankers Disease genannt wird, wurde im Herkunftsgebiet Mitte der 1990er Jahren berichtet. Sie wird von der Borkenkäferart *Pityophthorus juglandis* verursacht, welche einen Pilz (*Geosmithia morbida*) überträgt. Dies kann sehr schnell zum Absterben der befallenen Bäume führen. In Europa wurde diese Krankheit erstmals 2013 in Italien (bei *Padua*) beobachtet. Die Kontrolle der Krankheit ist nur in einem frühen Befallsstadium möglich [20].
- 4. Herbivoren/Verbissemempfindlichkeit:**  
Geringe Gefährdung durch Verbiss [3]. Die Schwarznuss wird vor allem durch Rehböcke gefegt [2], und kann mit belüfteten Wuchshüllen davor geschützt werden [5]. Gegenüber Mäusefraß zeigt sich die Schwarznuss als sehr empfindlich [7]. Wildschweine, Mäuse, Schnecken und Krähen stellen ein großes Risiko bei Saat dar [3].
- 5. Dürretoleranz:**  
Die Schwarznuss ist ein großer Wasserverbraucher. Hitze verträgt sie gut, solange eine ausreichende Wasserreserve im Boden besteht oder die Regenmengen gut verteilt sind [2]. Die Schwarznuss zeigt eine gute, tiefgründige Wurzelbildung, die eine Wassererreichbarkeit aus tieferen Bodenebenen erlaubt [1]. Unter Trockenheit verliert sie Blätter [2].
- 6. Feueranfälligkeit:**  
Gering, mit guter Stockausschlagvermehrung nach dem Feuer (Williams 1990 zitiert nach [21]).
- 7. Frosttoleranz:**  
Die Schwarznuss treibt früh aus und ist empfindlich gegenüber Spätfrost. Eine leichte Überschirmung kann die Pflanzen in den ersten 2 Jahren schützen, sollte dann allerdings sehr schnell entfernt werden [2]. Gegen Frühfrost ist sie ebenfalls empfindlich [7].
- 8. Sturmanfälligkeit:**  
Gering. Die Schwarznuss ist gerade in der Jugendphase sehr empfindlich gegenüber Wind, was zu Deformation und Abbrechen von Ästen oder der Krone führen kann [2].
- 9. Schneebruch:**  
Keine Literatur gefunden.

## 10. Invasivitätspotenzial:

Gering [9].



Stamm und Früchte der SchwarznuSS

## Literatur

[1] WILLIAMS, R.D. (1990): *Juglans nigra* L. In: BURNS, R.M. und HONKALA, B.H., (Hrsg.) *Silvics of North America - Hardwoods*. Washington, DC: USDA Forest Service. S. 391-399.

[2] BECQUEY, J. (1997): *Nussbäume zur Holzproduktion*. Bd. 3. ARGE für Waldveredelung und Flurholzanbau. 110 S.

[3] EHRING, A., et al. (2019): *Anbau von SchwarznuSS und HybridnuSS: wissenschaftliche Erkenntnisse und waldbauliche Erfahrungen*. Mitteilungen der Gesellschaft zur Förderung schnellwachsender Baumarten in Norddeutschland. Bd. 6. Wedel: Gesellschaft zur Förderung schnellwachsender Baumarten in Norddeutschland e.V. 16 S.

[4] RUMPF, H. und NAGEL, R.-V. (2014): *Anbauerfahrung mit der SchwarznuSS AFZ-DerWald*. 3: S. 26-29.

[5] EHRING, A. und KELLER, O. (2010): *Wertvoll, aber mit hohen Ansprüche*. *Wald und Holz* 525-28.

[6] BARTSCH, N. (1989): *Zur Anbau der SchwarznuSS*

(*Juglans nigra* L.) in den Rheinauen. *Schriften aus der Forstlichen Fakultät der Universität Göttingen und der Niedersächsischen Forstlichen Versuchsanstalt*. Bd. 95. 90 S.

[7] SCHENCK, C.A. (1939): *Fremdländische Wald- und Parkbäume: Die Laubhölzer* Bd. 3. Berlin: Paul Parey.

[8] BGBL. (2002): *Forstvermehrungsgutgesetz vom 22. Mai 2002*. In: *BGBL. I S. 1658, BUNDESMINISTERIUM DER JUSTIZ UND FÜR VERBRAUCHERSCHUTZ*.

[9] GILMAN, E.F. und WATSON, D.G. (1993): *Juglans nigra*: Black Walnut. in *Fact Sheet ST-642 Environmental Horticulture Department, UF/IFAS*: Gainesville. 3 S.

[10] ŠEHO, M. und HUBER, G. (2016): *Baumhasel-Nuss-Versuch in Bayern und Baden-Württemberg*. *LWF-aktuell*. 110(3): S. 28.

[11] RUHM, W. (2013): *Die SchwarznuSS – anspruchsvoll und wertvoll*, unter: [https://www.waldwissen.net/wald/baeume\\_waldpflanzen/laub/bfw\\_schwarznuSS/index\\_DE](https://www.waldwissen.net/wald/baeume_waldpflanzen/laub/bfw_schwarznuSS/index_DE) [Stand: 24.06.2020].

[12] CABI. (2019): *Invasive Species Compendium: Juglans nigra* (black walnut) unter: <https://www.cabi.org/isc/datasheet/29060> [Stand: 03.03.2020].

[13] WAGENFÜHR, R. (2007): *HOLZatlas*. München: Fachbuchverlag Leipzig im Carl Hanser Verlag. 816 S.

[14] EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG. (2016): *Dauerhaftigkeit von Holz und Holzprodukten - Prüfung und Klassifikation der Dauerhaftigkeit von Holz und Holzprodukten gegen biologischen Angriff - EN 350*.

[15] ROSS, R.J. (2010): *Wood handbook : Wood as an engineering material*. Madison, WI: General Technical Report FPL- GTR-190. 509 S.

[16] SCHAARSCHMIDT, H. (1999): *Die Walnussgewächse: Juglandaceae*. Bd. 2. Wittenberg: hohenwarleben: Westarp-Wiss (Die Neue Brehmbücherei). 170 S.

[17] FACCIOLA, S. (1990): *Cornucopia: a source book of edible plants*. University of Michigan: Kampong Publications.

[18] THOMAS, A.L., et al. (2020): *Carbon and nitrogen accumulation within four black walnut alley cropping sites across Missouri and Arkansas, USA*. *Agroforestry Systems*.

[19] TOKÀR, F. (2009): *ABOVEGROUND BIOMASS PRODUCTION IN BLACK WALNUT (Juglans nigra L.) MONOCULTURES IN DEPENDENCE ON LEAF AREA INDEX (LAI) AND CLIMATIC CONDITIONS*. *Ekológia* (Bratislava). 28(3): S. 234-241.

[20] CECH, T.: *Walnuss-Borkenkäfer (Pityophthorus juglandis) - Kuriose Figur V*, [Stand: 09.03.2020].

[21] COLADONATO, M. (1991): *Juglans nigra*, unter: <https://www.fs.fed.us/database/feis/plants/tree/jug-nig/all.html> [Stand: 07.07.2020].

# JAPANLÄRCH



## 1. Verbreitung und Ökologie

- 1. Natürliche Verbreitung:**  
Japan (Zentral Honshu) [5] (Abb. 1); von 500 bis auf 2.900 m ü. NN [5].
- 2. Klimatische Kennziffern:**  
Jährlicher Niederschlag zwischen 1.658 und 2.178 mm; überwiegend in der Sommerzeit. Jahresmitteltemperatur von 5,9 bis 8,8 °C [2].
- 3. Natürliche Waldgesellschaft:**  
In den tieferen Lagen wird sie u. a. von Eichen, Kastanien und Magnolien begleitet, in höheren Lagen von Tannenarten, Buche, Eiche und Esche [2].
- 4. Künstliche Verbreitung:**  
Zahlreiche europäische Länder [2].
- 5. Lichtansprüche:**  
Lichtbaumart [1].

## 6. Konkurrenzstärke:

### 6.1. Verjüngungs-Dickungsphase:

Das Wachstum erfolgt in der Jugend rasch [1]. In dieser Phase ist sie wenig empfindlich gegenüber Seitendruck [2].

### 6.2. Baum- und Altholzphase:

Geringe Konkurrenzkraft gegenüber einheimischen Baumarten [4]. Sie reagiert dynamisch auf Freistellung von interspezifischer Konkurrenz [6].

## 2. Standortsbindung

Bei geringer Wasserverfügbarkeit sind tiefgründige Böden erforderlich [2].

- 1. Nährstoffansprüche:**  
Fruchtbare Böden werden bevorzugt, jedoch weniger anspruchsvoll als die europäische Lärche [2].
- 2. Kalktoleranz:**  
Kalkreiche Böden sind geeignet [2].
- 3. pH-Wert:**  
Basische Böden sind am besten geeignet [2].
- 4. Tontoleranz:**  
Feste Tonböden sind ungeeignet [2].
- 5. Staunässe- und Grundwassertoleranz:**  
Staunässeböden sind ungeeignet [2].
- 6. Blattabbau (Streuzersetzung und Nährstoffe):**  
Schwierige Streuzersetzung [2], die zur Rohhumusbildung und Standortversauerung beiträgt [4].



Abb. 1 Natürliche Verbreitung der Japanlärche.

# ■ *Larix kaempferi* (Lamb.) Carrière JAPANLÄRCHE / JAPANISCHE LÄRCHE

## ■ FAMILIE: Pinaceae

Franz: mélèze du Japon; Ital: larice del Giappone; Eng: Japanese larch; Span: alerce del Japón.

- Die japanische Lärche hat einen höheren Wasser- und Feuchtigkeitsbedarf als die europäische Lärche. Ihr Anbau sollte auf warmen Standorten erfolgen und wird bei uns in Mittelgebirgen (600 bis 700 m) oder in küstennahen Lagen empfohlen [1]. Außerdem zeigen Ergebnisse aus Deutschland, dass für gutes Bestandeswachstum mindestens 700-800 mm Jahresniederschläge und 300-400 mm Niederschläge in der Vegetationszeit erforderlich sind [2]. Ihr Anspruch auf ausreichende Wasserversorgung und die Bedrohung durch Befall mit *Phytophthora ramorum* schwächen ihr Potenzial für den Anbau unter veränderten Klimabedingungen [3, 4].



## 3. Bestandesbegründung

### 1. Naturverjüngung:

Alle 3 bis 4 Jahre reichliche Fruktifizierung. Die Samen werden durch den Wind verbreitet [4] und werden zwischen Oktober und November reif [1]. Naturverjüngung erfolgt nicht unter geschlossenen Beständen, sondern erst bei ausreichender Lockerung des Kronendaches (Terazaki (1926) zitiert nach [2]) oder auf Freiflächen [4].

### 2. Künstliche Verjüngung:

In Deutschland sind rund 300 Bestände für die Saatguternte zugelassen [4]. Die Art ist gut an die Bewirtschaftung im Hochwald angepasst [1]. Der Verband der Pflanzung sollte eng (z. B. 1,5 x 1,5 m) sein, um die Astreinigung und enge Jugendjahre zu fördern [2]. Bei qualifiziertem Vermehrungsgut sind Pflanzdichten zwischen 2.500 und 3.000 Pflanzen pro Hektar empfehlenswert. Zur Streuverbesserung wird die Mischung mit anderen Baumarten und deren Pflanzung in Horsten empfohlen [4].

### 3. Keimfähigkeit und Überdauerungszeit des Saatgutes:

30-40 % [1] und 10-15 Jahre, wenn bei -10 bis 0° C und 6-8 % Feuchtigkeit gelagert [7].

### 4. Mineralbodenkeimer:

Ja [4].

### 5. Stockausschlagfähigkeit:

Nein (Stimm 2004 zitiert nach [4]).

### 6. Forstvermehrungsgutgesetz:

Ja [8].

### 7. Mögliche Mischbaumarten:

Sie kann als Vorwald benutzt werden und hat ein beachtliches Wachstum in Mischung mit Buche und Douglasie [4]. Erfolgreiche Mischungen

können auch mit der Hainbuche und der Roteiche erzielt werden [2].

## 4. Leistung und Waldbau

### 1. Wachstum:

In ihrem natürlichen Vorkommen erreichen Bäume zwischen 30 und 35 m Höhe [1], wobei das Wachstum früh kulminiert [4]. In ihrem natürlichen Vorkommen wurde ein Vorrat von 836 fm/ha im Alter von 100 Jahren beobachtet.



Frucht und Nadeln der Japanlärche

Dieselbe Leistung kann in Deutschland erreicht oder übertroffen werden [2]. Für die Erziehung von wertvollem Holz sind Ästung und Durchforstung erforderlich [9]. Durchforstungen sollten früh einsetzen (im Alter von 10-15 Jahren). Am Anfang mit mäßiger, aber häufiger, und später (im Alter von ca. 20 Jahren) mit starker Intensität [2]. Zieldurchmesser von 60 cm sind in 80 bis 120 Jahren erzielbar [4].

### 2. Ökonomische Bedeutung:

Die japanische Lärche ist eine wichtige Baumart für die Lieferung von Holz in Japan und Schottland [5].

## 5. Erfahrung in Baden-Württemberg und Deutschland

Die japanische Lärche ist auf Versuchsflächen der FVA-BW vorhanden [10]. Die Ergebnisse zeigen, dass im Alter von 100 Jahren abhängig von der Bonität Höhen zwischen 25 und 45 m erreicht werden können (Abb. 2). In den Versuchsparzellen lag die GWL<sub>v</sub> zwischen 600 und 1.400 Vfm/ha und der durchschnittliche Gesamtwuchs im Alter 100 (dGz100) zwischen 6 und 14 Vfm/ha/J [10]. Außerdem wurde die Japanlärche auch im Forstbezirk Nagold [11] und im Exotenwald Weinheim [12] gepflanzt. Für weitere Bonitätsfächer für die japanische Lärche siehe Schöber (1953) [2] und Bösch (2001) [13].

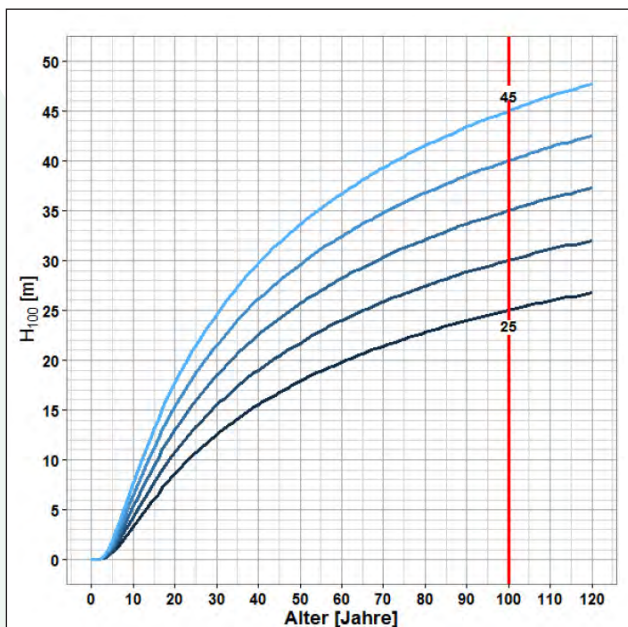


Abb. 2 Höhenbonitätsfächer für Bestände in Baden-Württemberg [10].

## 6. Holzeigenschaften und Holzverwendung

- Holzdichte:**  
0,54 g/cm<sup>3</sup> (Wassergehalt wurde nicht berichtet) [9].
- Dauerhaftigkeitsklasse:**  
3-4 (mäßig bis wenig dauerhaft) [14].
- Konstruktionsbereich (Bauholz, Massivholzwerkstoffe):**  
Oft verwendet [5].

- Innenausbau, Möbelbau:**  
Möbelherstellung, Tischlerarbeiten [1].
- Holzwerkstoffe (OSB, LVL, Spanplatte, MDF):**  
Keine Literatur gefunden.
- Zellstoff, Papier, Karton:**  
Geeignet für die Papierindustrie [5].
- Energetische Nutzung:**  
Gut geeignet als Brennholz [1].
- Sonstige Nutzungen:**  
Bahnlinienbau [5].

## 7. Sonstige Ökosystemleistungen

- Nicht-Holzverwendung:**  
Keine Literatur gefunden.
- Biomassefunktionen:**  
Biomassefunktionen sind für Japan [15], Norwegen und die Niederlande [16] bekannt. Sie wurden für verschiedene Kompartimente entwickelt und stützen sich auf den Baumdurchmesser und die Baumhöhe als Prädiktoren.
- Landschaftliche und ökologische Aspekte:**  
Sehr attraktive Baumart mit goldähnlicher Nadelverfärbung im Herbst [1]. Sie wird im Herkunftsgebiet für Bodenschutzzwecke eingesetzt [17].

## 8. Biotische und abiotische Risiken

- Pilze:**  
Befall durch *Armillaria* spp. (Hallimasch) kann zu Kambiumschäden und zum Absterben führen. *Mycosphaerella laricina* ruft die Erkrankung und das Absterben der Nadeln (Lärchenschütte) hervor. *Lachnellula willkommii* kann Lärchenkrebs verursachen [1], die japanische Lärche ist allerdings widerstandsfähiger als die europäische Lärche [2]. *Phomopsis* sp. attackiert das Kambium und das lebende Rindengewebe [2]. *Phytophthora ramorum* ist ein eingeschleppter Schaderreger, der erhebliche Schäden in Schottland verursacht [18]. Er verbreitet sich rasch und verursacht letale Rindennekrosen am Stamm, wodurch das Holz beeinträchtigt wird [3].

**2. Insekten:**

Der Lärchenborkenkäfer (*Ips cembrae*) verursacht die größten Schäden [4]. Der große braune Rüsselkäfer (*Hylobius abietis*), die Lärchenmotte (*Coleophora laricella*), Blattwespe (*Nematus* sp.) und die Lärchenrindenlaus (*Cinara laricis*) können vorkommen. Leidet weniger unter Befall durch die Lärchenmotte als die europäische Lärche [1]. Die Lärchengespinstblattwespe (*Cephaleia alpina*) kommt auch vor [2].

**3. Sonstige Risiken:**

Keine Literatur gefunden.

**4. Herbivoren/Verbissempfindlichkeit:**

Hohe Empfindlichkeit gegenüber Verbiss [1].

**5. Dürretoleranz:**

Die japanische Lärche benötigt hohe Luftfeuchtigkeit und ist auf ausgesprochenen Trockenlagen stark dürreempfindlich und nicht anbaufähig. Ihre Dürreempfindlichkeit steigt auf Standorten mit kontinentalem Klima [2], insbesondere während der Kulturbegründung [4].

**6. Feueranfälligkeit:**

Ihre Nadeln und Streu sind schlecht brennbar [2].

**7. Frosttoleranz:**

Unempfindlich [1] bis mäßige Empfindlichkeit [19] gegenüber Winterfrost, aber eine gewisse Empfindlichkeit gegenüber Früh- und Spätfrost [2].

**8. Sturmanfälligkeit:**

Sturmfest [2].

**9. Schneebruch:**

Nicht vorhanden im Herkunftsgebiet, sie ist jedoch anfälliger als die europäische Lärche. In Deutschland steigt das Risiko auf Standorten ab 600 m Meereshöhe. Besonders ungünstig sind N-, NW- und O-Hänge [2].

**10. Invasivitätspotenzial:**

Nicht invasiv [4].





## Literatur

- [1] HESS, R. (1905): Die Eigenschaften und das forstliche Verhalten der wichtigeren in Deutschland vorkommenden Holzarten: Ein Leitfaden für Studierende, Praktiker und Waldbesitzer. Paul Parey. 336 S.
- [2] SCHOBBER, R. (1953): Die japanische Lärche: eine biologisch-ertragskundliche Untersuchung. Bd. 7/8. JD Sauerländer. 46 S.
- [3] RIGLING, D. (2011): *Phytophthora ramorum* befällt in England auch Lärchen. Wald Holz 92(111): S. 3-6.
- [4] SPELLMANN, H., et al. (2015): Japanlärche (*Larix kaempferi* Lamb. Carr., Syn. *Larix leptolepis* (Sieb et Zucc.) Gord.). In: VOR, T., SPELLMANN, H., BOLTE, A., und AMMER, C., (Hrsg.) Potenziale und Risiken eingeführter Baumarten: Baumartenportraits mit naturschutzfachlicher Bewertung. Göttingen: Universitätsverlag Göttingen. S. 97-109.
- [5] FARJON, A. (2010): A Handbook of the World's Conifers Bd. 1. Brill. 526 S.
- [6] KIM, M., et al. (2016): Impact of thinning intensity on the diameter and height growth of *Larix kaempferi* stands in central Korea. Forest Science and Technology. 12(2): S. 77-87.
- [7] BURKART, A. (2000): Kulturblätter: Angaben zur Samenernte, Klengung, Samenlagerung, Saamenausbeute und Anzucht von Baum- und Straucharten. Birmensdorf: Eidgenössische Forschungsanstalt WSL. 92 S.
- [8] BGBL. (2002): Forstvermehrungsgutgesetz vom 22. Mai 2002. In: BGBL. I S. 1658, BUNDESMINISTERIUM DER JUSTIZ UND FÜR VERBRAUCHERSCHUTZ.
- [9] ALBRECHT, R. (1972): Untersuchungen über die Festigkeitseigenschaften und die Schnittholzqualität der japanischen Lärche. Ludwig-Maximilians-Universität zu München: München. 141 S.
- [10] KLÄDTKE, J. (2016): Zum Wachstum eingeführter Baumarten in Baden-Württemberg. Allgemeine Forst und Jagdzeitung. 187 (5/6): S. 81-92.
- [11] HANISCH, B. (1997): Fremdländeranbauten in Baden-Württemberg im Forstbezirk Nagold seit 1955. In: LFV BADEN-WÜRTTEMBERG, (Hrsg.) Versuchs-anbauten mit nicht heimischen Baumarten: historische Entwicklung in Baden-Württemberg. Stuttgart: Schriftenreihe der Landesforstverwaltung Baden-Württemberg. S. 15-66.
- [12] NOE, E. und WILHELM, U. (1997): Der Exotenwald in Weinheim 1872-1997: 125 Jahre Fremdländeranbau an der Bergstraße. In: LFV BADEN-WÜRTTEMBERG, (Hrsg.) Versuchs-anbauten mit nicht heimischen Baumarten: historische Entwicklung in Baden-Württemberg. Stuttgart: Schriftenreihe der Landesforstverwaltung Baden-Württemberg. S. 67-185.
- [13] BÖSCH, B. (2001): Neue Bonitierungs- und Zuwachshilfen. Wissenstransfer in Praxis und Gesellschaft – FVA Forschungstage. ed. FORSCHUNG, S.F.F. Bd. 18. Freiburg: FVA - BW. S. 266-276.
- [14] EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG. (2016): Dauerhaftigkeit von Holz und Holzprodukten - Prüfung und Klassifikation der Dauerhaftigkeit von Holz und Holzprodukten gegen biologischen Angriff - EN 350.
- [15] HOSODA, K. und IEHARA, T. (2010): Above-ground biomass equations for individual trees of *Cryptomeria japonica*, *Chamaecyparis obtusa* and *Larix kaempferi* in Japan. Journal of Forest Research. 15(5): S. 299-306.
- [16] ZIANIS, D., et al. (2005): Biomass and stem volume equations for tree species in Europe. SILVA FENNICA Monographs 463.
- [17] LEE, C.-S., et al. (2013): Ecological changes of the *Larix kaempferi* plantations and the restoration effects confirmed from the results. Korean Journal of Ecology and Environment. 46: S. 241-250.
- [18] FORESTRY COMMISSION ENGLAND. (2015): Ramorum disease of larch, unter: [https://www.fores-try.gov.uk/pdf/Leaflet\\_Pramorum\\_Oct2015.pdf/\\$file/Leaflet\\_Pramorum\\_Oct2015.pdf](https://www.fores-try.gov.uk/pdf/Leaflet_Pramorum_Oct2015.pdf/$file/Leaflet_Pramorum_Oct2015.pdf) [Stand: 13.09.2017].
- [19] DIMKE, P. (2015): Spätfrostschäden – erkennen und vermeiden. LWF-Merkblatt. 31: S. 1-3.

# TULPENBAUM



## 1. Verbreitung und Ökologie

- 1. Natürliche Verbreitung:**  
Östlicher Teil von Nordamerika [3]; bis auf 1.350 m ü. NN [3] (Abb. 1).
- 2. Klimatische Kennziffern:**  
Jährlicher Niederschlag zwischen 760 und 2.030 mm; gut verteilt in der Vegetationsperiode [4]. Jahresmitteltemperatur von 9 °C [3].
- 3. Natürliche Waldgesellschaft:**  
Kommt selten im Reinbestand vor, sondern mit anderen begleitenden Arten wie der Kanadischen Hemlocktanne, Eiche, Schwarznuss, Kiefer und Robinie [3].
- 4. Künstliche Verbreitung:**  
Japan, Europa [3].
- 5. Lichtansprüche:**  
Lichtbaumart, aber nicht Pionier [3].
- 6. Konkurrenzstärke:**

### 6.1. Verjüngungs-Dickungsphase:

Wächst schnell in die Höhe, kann aber nicht länger als drei Jahre Überschirmung tolerieren und muss die krautige Vegetation schnell überwachsen [3], da in der Jugendphase konkurrenzschwach [4].

### 6.2. Baum- und Altholzphase:

Der Tulpenbaum wächst schneller als andere begleitende Arten und kann sich relativ einfach in der Oberschicht etablieren [4]. Reagiert dynamisch auf Freistellung [4].

## 2. Standortsbindung

Der Tulpenbaum bevorzugt tiefe und frische Böden und zeigt auf diesen bestes Wachstum [3].

- 1. Nährstoffansprüche:**  
Nährstoffreiche Böden sind ideal [1], da Stickstoff- und Phosphor-Mangel das Wachstum stark einschränken [4].
- 2. Kalktoleranz:**  
Gut [3].
- 3. pH-Wert:**  
Bestes Wachstum zwischen 6 und 8 [3].
- 4. Tontoleranz:**  
Keine Literatur gefunden.
- 5. Staunässe- und Grundwassertoleranz:**  
Nicht tolerant [3], ist aber tolerant gegenüber zeitweisen Überflutungen [5].
- 6. Blattabbau (Streuzersetzung und Nährstoffe):**  
Gut zersetzbar und kann zur Bodenverbesserung beitragen [1].



Abb. 1 Natürliche Verbreitung des Tulpenbaumes [4].

## ■ *Liriodendron tulipifera* L. TULPENBAUM

### ■ FAMILIE: Magnoliaceae

Franz: tulipier; Ital: albero dei tulipani; Eng: yellow-poplar, tuliptree; Span: tulipanero.

- Der Tulpenbaum ist eine Alternative auf Eschenstandorten und lässt sich gut in die heimischen Waldgesellschaften integrieren [1]. Außerdem ist er moderat dürrerotolerant [2] sowie sturmfest [3], was eine wichtige Rolle für die Anpassung des Waldes an den Klimawandel spielen könnte.

### 3. Bestandesbegründung

#### 1. Naturverjüngung:

Jährlich gute Fruktifizierung, die Samen verbreiten sich durch Wind [4]. Der Ausbreitungsradius kann bis zu 60 m betragen [1]. Für die Naturverjüngung sind 10 bis 12 Samenbäume pro Hektar empfehlenswert. Bodenbearbeitung ist notwendig, damit die Samen in Verbindung mit dem Mineralboden kommen können. Die Samen werden von Eichhörnchen-Arten gefressen [3]. Die Naturverjüngung in Deutschland wurde unter lichtem Schirm oder in Bestandslücken beobachtet [1].

#### 2. Künstliche Verjüngung:

Die Samen reifen von September bis November. Das Saatgut soll entweder im Wald überwintern oder im feuchten Sand bei 0-10 °C für 70-90 Tage stratifiziert werden [3]. Eine badische Sonderherkunft ist seit kurzer Zeit zugelassen [5]. Die vegetative Vermehrung durch Stecklinge kann auch angewendet werden [4] und erfolgt am besten aus juvenilen Trieben (im Juni und Juli geschnitten) und bei Temperaturen zwischen 20 und 24 °C [6]. Für die Pflanzung wird die Herbstpflanzung von 2-jährigen Sämlingen empfohlen. Wegen Frostschäden ist eine leichte bis mittlere Überschirmung in den ersten Jahren vorteilhaft. Der Verband sollte zwischen 1 x 2 oder 1,5 x 2 m (2 bis 3 m<sup>2</sup> pro Pflanze) betragen, um Wurzelkonkurrenz zu begrenzen. Bei weiteren Verbänden können sich Wasserreiser bilden. Die Pflanzung kann auch streifenweise erfolgen [3]. Durch die fehlende Lichtwendigkeit können Tulpenbäume sehr gut zur Ausbesserung von Bestandslücken dienen [1]. Trotzdem ist das Wachstum von Sämlingen und Jungpflanzen in Freiflächen kleiner als 2,5 ha und unter Schirmschlag gegenüber dem Freistand verlangsamt [4]. Herkünfte aus dem nördlichen Teil des Vorkommens zeigen bessere Keimkraft und Frosthärte [3].

#### 3. Keimfähigkeit und Überdauerungszeit des Saatgutes:

10-35 % [3]; die Samen können 3 bis 4 Jahre gelagert werden [1].

#### 4. Mineralbodenkeimer:

Ja [3].

#### 5. Stockausschlagfähigkeit:

Ja [3].



Blüte und Blatt des Tulpenbaums

#### 6. Forstvermehrungsgutgesetz:

Nein [7].

#### 7. Mögliche Mischbaumarten:

Der Tulpenbaum lässt sich einfach in einheimische Waldgesellschaften integrieren, z. B. mit Stieleiche und Birke, und ist eine gute Ausbesserungsbaumart für reine Bergahornverjüngungen [1]. Mischungen mit der Schiffsmast-Robinie sollten wegen der Peitschengefahr vermieden werden [3].

## 4. Leistung und Waldbau

### 1. Wachstum:

Der Tulpenbaum kann 300 Jahre alt werden und alte Bäume können zwischen 31 und 46 m Höhe und 60-150 cm BHD erreichen [4]. In den ersten 40 bis 50 Jahren kulminiert das Höhenwachstum mit einem jährlichen Durchschnittshöhenzuwachs zwischen 30 und 60 cm. Die Ästung erfolgt natürlicherweise und die erste Durchforstung sollte nicht vor dem Alter 20 stattfinden, da die Wasserreiserbildung bis dahin noch zu vital verläuft. Allerdings hilft dann die frühe Durchforstung dabei, die Wurzelkonkurrenz zu kontrollieren [3], die Mortalität zu minimieren, das Wachstum zu steigern und die Umtriebszeit zu reduzieren [4]. Für Mitteleuropa sollten Herkünfte aus den Höhenlagen (1.000-1.400 m) der südlichen Appalachen verwendet werden [1]. Außerdem zeigen in den USA Provenienzen aus den Appalachen das beste Wachstum (Abb. 2) [8]. Der Tulpenbaum weist eine außergewöhnliche Geradschäftigkeit auf [1]. Die  $GWL_V$  in natürlichen Beständen betrug zwischen 129 und 656  $m^3/ha$  abhängig von der Bonität im Alter von 60 Jahren [4].

### 2. Ökonomische Bedeutung:

Wichtige Wirtschaftsbaumart in den USA [9]. In Deutschland ist das Angebot an Holz allerdings zurzeit gering [1].

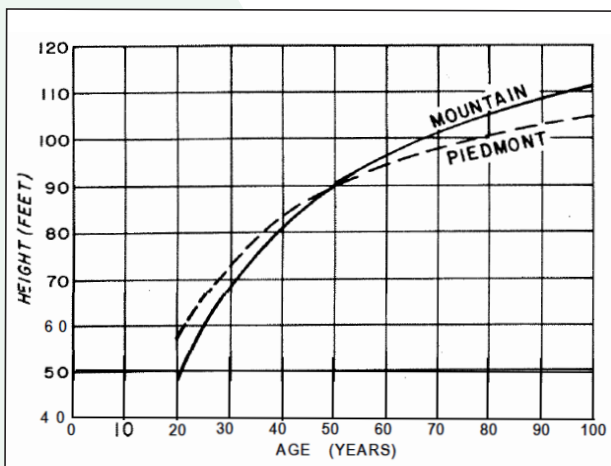


Abb. 2 Höhenbonitätsfächer für zwei Provenienzen in den USA (Mountain = Appalachen; 1 Foot = 0,3048 m) [8].

## 5. Erfahrung in Baden-Württemberg und Deutschland

In den unteren Lagen des Schwarzwalds können Tulpenbäume dem Bergahorn vorauswachsen. Auf guten Standorten im Oberrheintal kann der Zuwachs zwischen 8 und 15  $Vfm/ha/J$  erreichen. Das periodische Wachstum kulminiert im Alter von 60 bis 70 Jahren. Wüchsige Tulpenbaumbestände sind zwischen Karlsruhe und Baden-Baden vorhanden. Auf sehr guten Standorten sollte das Wachstum begrenzt werden, um die Jahrringbreite zu kontrollieren [1]. Im forstlichen Versuchsgelände Liliental erreichten Bäume mit ca. 30 Jahren einen mittleren BHD von 36 cm und eine mittlere Höhe von 23 m [10]. Es existieren waldwachstumskundliche Versuchsflächen an der FVA-BW.

## 6. Holzeigenschaften und Holzverwendung

Das Holz des Tulpenbaumes ähnelt in den physikalischen Eigenschaften dem der Linden [3] und kann als hochwertiges Furnier- und Schnittholz verwendet werden [1]. Es lässt sich gut trocknen und bearbeiten (z. B. sägen, hobeln, dreheln, biegen) [11]. Es hat nach dem Trocknen ein gutes Stehvermögen [12].

### 1. Holzdichte:

0,45 ... 0,55  $g/cm^3$  ( $r_{12...15}$ ) [11].

### 2. Dauerhaftigkeitsklasse:

4 (wenig dauerhaft) [13], das Kernholz ist aber dauerhaft [1, 3].

### 3. Konstruktionsbereich (Bauholz, Massivholzwerkstoffe):

Brettware [3].

### 4. Innenausbau, Möbelbau:

Innenausstattung, Furnier [3], Möbel, Verschalung [14].

### 5. Holzwerkstoffe (OSB, LVL, Spanplatte, MDF):

Holzverbundwerkstoffe, Sperrholz [14].

### 6. Zellstoff, Papier, Karton:

Geeignet für die Zellstoffindustrie [3].

### 7. Energetische Nutzung:

Brennholznutzung möglich [4].

### 8. Sonstige Nutzungen:

Instrumentenbau, Boote [3], Kisten, Paletten [14].

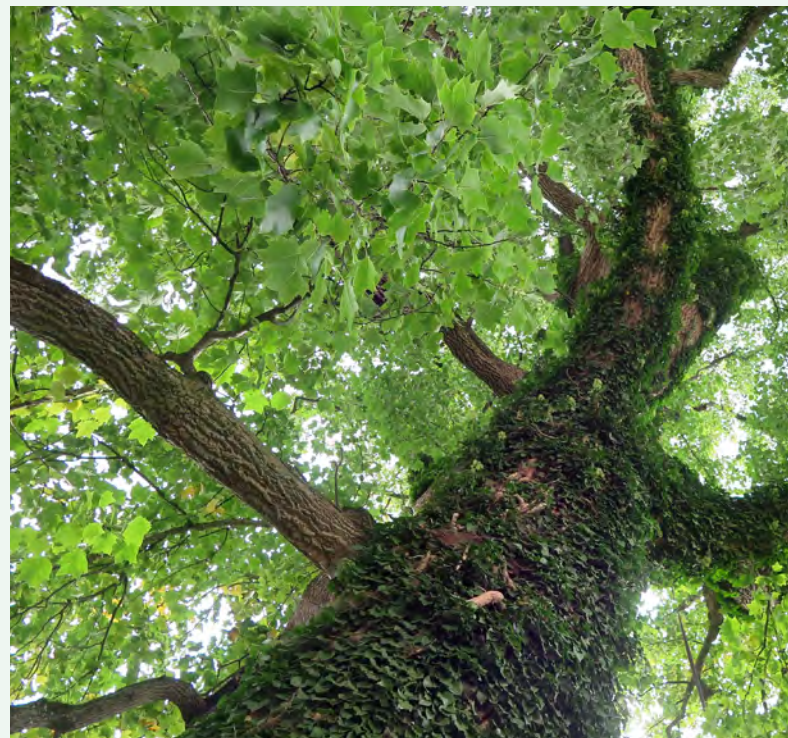
## 7. Sonstige Ökosystemleistungen

- 1. Nicht-Holzverwendung:**  
Keine Literatur gefunden.
- 2. Biomassefunktionen:**  
Für den Nordosten der USA wurden Biomassefunktionen für die Kompartimente Stamm, Blätter und oberirdische Biomasse erstellt. Diese Funktionen stützen sich auf den Baumdurchmesser und die Baumhöhe als Prädiktoren [15].
- 3. Landschaftliche und ökologische Aspekte:**  
Sehr attraktiver Baum durch Blüte und Herbstfärbung [3]. Bienenweide, die Samen liefern Futter für Wildtiere [4].

## 8. Biotische und abiotische Risiken

In Deutschland wurden bisher kaum Schädlinge und Krankheiten beobachtet [1, 16].

- 1. Pilze:**  
*Helicobasidium mompa* kann Absterben verursachen. *Sphaerella elatior* verursacht Flecken auf den Blättern. *Verticillium albo* und *V. atrum* können Sämlinge attackieren. Hallimasch (*Armillaria mellea*) kann holzstörende Krankheiten hervorrufen [3]. Stammkrebs wird von *Nectria* spp., *Myxosporium* sp. und *Fusarium solani* verursacht, vor allem an durch Trockenheit gestressten Bäumen oder auf ungünstigen Standorten. *Cylindrocladium scoparium* attackiert die Wurzeln von Sämlingen, und *Ceratocystis pluriannulata* befällt geerntetes Holz [4]. Der Brandkrustenpilz (*Ustulina deusta*) kann auch vorkommen [17]. Der Tulpenbaum reagiert nach mechanischer Verletzung mit Fäule [18].
- 2. Insekten:**  
*Toumeyella liriodendri* befällt junge Pflanzen, kann die Vitalität mindern und sogar zum Absterben führen. *Odontopus calceatus* kann Schäden auf der Bestandesebene mit großer Verbreitung hervorbringen [4]. *Corthylus columbiana* bohrt Löcher und schafft daher Eintrittsmöglichkeiten für Pilze [3].
- 3. Sonstige Risiken:**  
Kletterpflanzen, insbesondere *Vitis*-Arten, können das Wachstum beeinträchtigen [16].
- 4. Herbivoren/Verbissemfndlichkeit:**  
Hohe Empfindlichkeit gegenüber Verbiss, vor allem durch Hasen und Mäuse, aber auch Weidevieh und Wild [3].
- 5. Dürretoleranz:**  
Moderat [2]. Der Tulpenbaum braucht eine gleichmäßige Wasserzufuhr [3]. Trockenheit kann zu leichtem, frühem Laubfall führen [2, 3].
- 6. Feueranfälligkeit:**  
Hoch, überlebende feuergeschädigte Bäume werden anfälliger für Pilzkrankheiten [3].
- 7. Frosttoleranz:**  
Winterfrostharte Baumart [1, 3, 4]. Allerdings können vor allem junge Pflanzen und auch deren Triebe unter Früh- und Spätfrost leiden [3].
- 8. Sturmanfälligkeit:**  
Sturmefeste Baumart, Stürme können aber Äste und Kronenteile herausbrechen [3]. Die Erholung erfolgt jedoch schnell [4]. Auf windexponierten Lagen können erhebliche Schäden vorkommen [1]. Auf den forstlichen Versuchsgeländen Liliental und Weinheim führten Sommergewitter zu gewaltigen und sogar vollständigen Kronenbrüchen [10, 18].
- 9. Schneebruch:**  
Sehr empfindlich [1, 3].
- 10. Invasivitätspotenzial:**  
Gering [2], allerdings liegen für Mitteleuropa noch keine Beobachtungen vor [1].



Tulpenbaum



## Literatur

[1] METTENDORF, B. (2016): Kurzportrait Tulpenbaum (*Liriodendron tulipifera*), unter: [https://www.waldwissen.net/waldwirtschaft/waldbau/wuh\\_liriodendron/index\\_DE?dossierurl=https://www.waldwissen.net/dossiers/wsl\\_dossier\\_gastbaumarten/index\\_DE](https://www.waldwissen.net/waldwirtschaft/waldbau/wuh_liriodendron/index_DE?dossierurl=https://www.waldwissen.net/dossiers/wsl_dossier_gastbaumarten/index_DE) [Stand: 18.08.2017].

[2] GILMAN, E.F. und WATSON, D.G. (2014): *Liriodendron tulipifera*: Tuliptree. Gainesville: Environmental Horticulture Department, UF/IFAS. 3 S.

[3] QUERENGÄSSER, F.A. (1961): *Liriodendron tulipifera* Linné - Der Tulpenbaum. Sprakel: Sprakeler Forstbaumschulen. 26 S.

[4] BECK, D.E. (1990): *Liriodendron tulipifera* L. In: BURNS, R.M. und HONKALA, B.H., (Hrsg.) *Silvics of North America - Hardwoods*. Washington, DC: USDA Forest Service. S. 406-416.

[5] METTENDORF, B. (2017): mündliche Auskunft.

[6] KORMANIK, P. und BROWN, C. (1974): Vegetative propagation of some selected hardwood forest species in the southeastern United States. *New Zealand Journal of Forestry Science* 4(2): S. 228-234.

[7] BGBL. (2002): Forstvermehrungsgutgesetz vom 22. Mai 2002. In: BGBL. I S. 1658, BUNDESMINISTERIUM DER JUSTIZ UND FÜR VERBRAUCHERSCHUTZ.

[8] BECK, D.E. (1962): Yellow-poplar site index curves. *Research Notes: Southeastern Forest Experiment Station*. Bd. 180. S.

[9] CASSENS, D.L. (2007): Yellow-Poplar. in *Hardwood Lumber and Veneer Series* Purdue University. S. 1-4

[10] FVA BADEN-WÜRTTEMBERG. (2016): Das forstliche Versuchsgelände Liliental: Der Tulpenbaum, unter: [http://www.fva-bw.de/indexjs.html?http://www.fva-bw.de/forschung/versgut/flaechen/tulpen\\_detail.html](http://www.fva-bw.de/indexjs.html?http://www.fva-bw.de/forschung/versgut/flaechen/tulpen_detail.html) [Stand: 18.08.2017].

[11] WAGENFÜHR, R. (2000): *HOLZatlas*. München: Fachbuchverlag Leipzig im Carl Hanser Verlag. 707 S.

[12] KÖNIG, E. (1956): *Heimische und eingebürgerte Nutzhölzer*. Stuttgart: Holz-Zentralblatt Verlags-GmbH. 243 S.

[13] EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG. (2016): *Dauerhaftigkeit von Holz und Holzprodukten - Prüfung und Klassifikation der Dauerhaftigkeit von Holz und Holzprodukten gegen biologischen Angriff - EN 350*.

[14] ROSS, R.J. (2010): *Wood handbook : Wood as an engineering material*. Madison, WI: General Technical Report FPL- GTR-190. 509 S.

[15] TRITTON, L.M. und HORNBECK, J.W. (1982): *Biomass equations for major tree species of the Northeast*. Broomail: US Department of Agriculture, Forest Service, Northeastern Forest Experiment Station. 46 S.

[16] SCHÜTT, P. (2014): *Liriodendron tulipifera*. In: ROLOFF, A., WEISGERBER, H., LANG, U.M., und STIMM, B., (Hrsg.) *Enzyklopädie der Holzgewächse: Hand-*

*buch und Atlas der Dendrologie*. S. 1-10.

[17] BRANDSTETTER, M. (2007): Der Brandkrustenzpilz (*Ustulina deusta*) – eine fast unsichtbare Gefährdung für zahlreiche Laubbäume. *Forstschutz Aktuell* 38: S. 18-20.

[18] NOE, E. und WILHELM, U. (1997): Der Exotenwald in Weinheim 1872-1997: 125 Jahre Fremdländeranbau an der Bergstraße. In: LFV BADEN-WÜRTTEMBERG, (Hrsg.) *Versuchsanbauten mit nicht heimischen Baumarten: historische Entwicklung in Baden-Württemberg*. Stuttgart: Schriftenreihe der Landesforstverwaltung Baden-Württemberg. S. 67-185.

# GEMEINE HOPFENBUCHE



## 1. Verbreitung und Ökologie

- Natürliche Verbreitung:**  
Mittel- und Südeuropa, sowie Kaukasus, Balkan und Westasien [2]; von 200 bis auf 1.200 m ü. NN [3].
- Klimatische Kennziffern:**  
Jährlicher Niederschlag von 500 bis 1.300 mm. Jahresmitteltemperatur 5 bis 15 °C (Abb. 1) [2]. Kältetoleranz: -26 °C [4].
- Natürliche Waldgesellschaft:**  
Oft unter der Überschildung von Schwarzkiefer zusammen mit Flaumeiche [2].
- Künstliche Verbreitung:**  
In Mitteldeutschland gedeiht sie und fruktifiziert [1].
- Lichtansprüche:**  
Pionier- bis Halbschattbaumart, als Gradient vom Norden bis in den Süden ihres Vorkommens [1-3, 5].

- Konkurrenzstärke:**
  - Verjüngungs-Dickungsphase:**  
Verjüngt sich besser auf konkurrenzfreien Flächen [6].
  - Baum- und Altholzphase:**  
Starke Konkurrenz mit der Flaumeiche [3], reagiert allerdings dynamisch auf Freistellung [7].

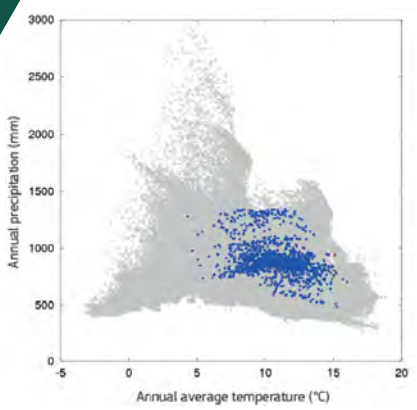


Abb. 1 Vorkommen der Art (blaue Punkte) in Bezug zum Niederschlag und zur Temperatur in Europa (graue Punkte: gesamter europäischer Klimaraum in den Inventurdaten) [2].

## 2. Standortsbindung

Sie benötigt milde Winter, warme Sommer und reichlich Niederschlag, wächst aber gern auf felsigen Standorten [3].

- Nährstoffansprüche:**  
Bevorzugt nährstoffreiche Böden [8].
- Kalktoleranz:**  
Gut [3].
- pH-Wert:**  
Keine Literatur gefunden.
- Tontoleranz:**  
Keine Literatur gefunden.
- Stauässe- und Grundwassertoleranz:**  
Keine Literatur gefunden.
- Blattabbau (Streuzersetzung und Nährstoffe):**  
Die Streu wirkt bodenpfleglich [3].

## 3. Bestandesbegründung

- Naturverjüngung:**  
Gedeiht im Schatten und auch auf trockenen Böden [4].
- Künstliche Verjüngung:**  
Oft durch Stockausschlag. Ansonsten hat sie ähnliche Verjüngungseigenschaften wie Hainbuche [6]. Kräftiger Stockausschlag mit besserem Wachstum der Folgegeneration ist im mittleren Alter (30-50 Jahre) gegeben [7]. Kalte Stratifikation ( $3 \pm 2$  °C) der Samen für mindestens 8 bis



# ■ *Ostrya carpinifolia* Scop. EUROPÄISCHE HOPFENBUCHE / GEMEINE HOPFENBUCHE

- FAMILIE: Betulaceae  
Franz: charme houblon; Ital: carpino nero; Eng: hop-hornbeam; Span: carpe negro europeo.
- Die europäische Hopfenbuche wird selten mehr als 100 Jahre alt und über 17 m hoch. Sie hat ein ähnliches ökologisches Profil und Holz wie die Hainbuche [1]. Sie wächst aber auf felsigen und trockenen Standorten und kann daher für den Bodenschutz interessant sein [2].



10 Wochen kann die Keimhemmung der Hopfenbuche abbauen [9]. Die Keimlinge haben ein sehr langsames Wachstum (5-15 cm pro Jahr) und sind empfindlich gegenüber Spätfrost [6].

3. **Keimfähigkeit und Überdauerungszeit des Saatgutes:**  
50-80 % [6].
4. **Mineralbodenkeimer:**  
Keine Literatur gefunden.
5. **Stockausschlagfähigkeit:**  
Ja [3].
6. **Forstvermehrungsgutgesetz:**  
Nein [10].
7. **Mögliche Mischbaumarten:**  
Keine Literatur gefunden.

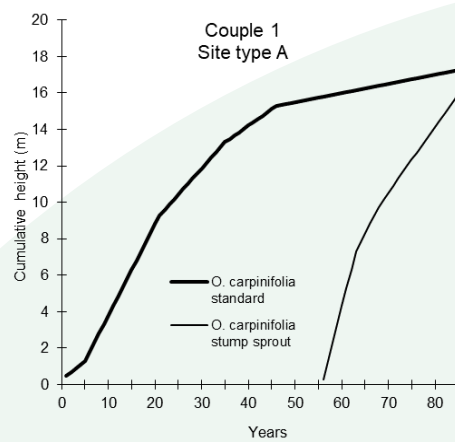


Abb. 2 Höhenentwicklung für Stämme aus generativer („Standard“ - 85 Jahre) und vegetativer („stump sprout“ - 30 Jahre) Verjüngung in Griechenland [7].

## 4. Leistung und Waldbau

1. **Wachstum:**  
Die europäische Hopfenbuche wird oft als Brennholzbaumart im Niederwald in Südeuropa, vor allem in Italien, bewirtschaftet [2, 5]. Ergebnisse aus einer Studie auf tiefgründigen Böden in Griechenland zeigen, dass Stämme aus Ausschlag ein rascheres Wachstum als Stämme aus generativer Vermehrung aufwiesen (Abb. 2). Die Grundfläche in diesem Bestand betrug 30,65 m<sup>2</sup>/ha mit 5.720 Stämmen pro Hektar bis zum Alter 30 [7].
2. **Ökonomische Bedeutung:**  
Häufig als Brennholzbaumart im Niederwald in Italien bewirtschaftet, weist damit im Vergleich zu Baumarten mit stofflich verwertbaren Produkten und Stammholz eine reduzierte Wertleistung auf [11].

## 5. Erfahrung in Baden-Württemberg und Deutschland

Keine Literatur gefunden.



Frucht und Blatt der Hopfenbuche

## 6. Holzeigenschaften und Holzverwendung

Hartes und schweres Holz [2], das sich gut dreheln und bohren lässt [6].

1. **Holzdicke:**  
0,9 ... 1,1 g/cm<sup>3</sup> ( $r_{12...15}$ ) (Farmer (1972) zitiert nach [6]).
2. **Dauerhaftigkeitsklasse:**  
In EN 350 nicht enthalten [12].
3. **Konstruktionsbereich (Bauholz, Massivholzwerkstoffe):**  
Bauholznutzung möglich [13].
4. **Innenausbau, Möbelbau:**  
Möbelherstellung [14].
5. **Holzwerkstoffe (OSB, LVL, Spanplatte, MDF):**  
Keine Literatur gefunden.
6. **Zellstoff, Papier, Karton:**  
Keine Literatur gefunden.
7. **Energetische Nutzung:**  
Sehr gut geeignet als Brennholz und Holzkohle [2].
8. **Sonstige Nutzungen:**  
Werkzeugstiele, Zähne von Mühlrädern, Schuhanfertigung, Textilindustrie [5].

## 7. Sonstige Ökosystemleistungen

1. **Nicht-Holzverwendung:**  
Viehfutter, Schafweide [5], Trüffelzucht [2].
2. **Biomassefunktionen:**  
Biomassefunktionen wurden für Italien für verschiedene Kompartimente entwickelt und stützen sich auf den Baum-BHD und die Baumhöhe als Prädiktoren [15].
3. **Landschaftliche und ökologische Aspekte:**  
Ziergehölz. Schutzfunktion auf felsigen Lagen [5].

## 8. Biotische und abiotische Risiken

1. **Pilze:**  
Die Hopfenbuche ist sehr empfindlich gegenüber vielen pilzverursachten Krankheiten. Sie ist gefährdet durch *Botryosphaeria dothidea*, *Cryphonectria parasitica*, den Erreger des Kastanienrindenkrebs, der auch an Hopfenbuche auftreten kann [2]. *Phyllactinia guttata* verursacht den Mehltau im Spätsommer. *Monostichella robergei* verursacht Blattbräune. *Fusarium lateritium* ruft Rindennekrosen hervor. Stammfäule wird durch *Inonotus obliquus*, *Phellinus igniarius* und *Pleurotus ostreatus* verursacht, Wurzelfäule durch *Armillaria mellea* [6].
2. **Insekten:**  
Der Eichensplintkäfer (*Scolytus intricatus*) kann auch die Hopfenbuche befallen [2].
3. **Sonstige Risiken:**  
Keine Literatur gefunden.
4. **Herbivoren/Verbissemempfindlichkeit:**  
Empfindlich gegenüber Verbiss [5].
5. **Dürretoleranz:**  
Sie kann eine vergleichsweise konstante Transpiration auch unter Trockenheit aufrechterhalten, benötigt dafür aber hohe Luftfeuchtigkeit [2].
6. **Feueranfälligkeit:**  
Keine Literatur gefunden.
7. **Frosttoleranz:**  
Empfindlich gegenüber Spätfrost [1]. Herkünfte aus ihrem Nordvorkommen sollen weniger frostempfindlich sein [6].
8. **Sturmanfälligkeit:**  
Gute Resistenz gegen Wind [4].
9. **Schneebruch:**  
Keine Literatur gefunden.
10. **Invasivitätspotenzial:**  
Keine Literatur gefunden.

## Literatur

[1] WILLKOMM, M. (1875): Forstliche Flora von Deutschland und Oesterreich. Leipzig: Winter. 968 S.

[2] PASTA, S., et al. (2016): *Ostrya carpinifolia* in Europe: distribution, habitat, usage and threats, In: European Atlas of Forest Tree Species, SAN-MIGUEL-AYANZ, J., DE RIGO, D., CAUDULLO, G., HOUSTON DURRANT, T., und MAURI, A., (Hrsg.) Publ. Off. EU: Luxembourg. e01fd3d+.

[3] MAYER, H. (1992): Waldbau auf soziologisch-ökologischer Grundlage. Stuttgart: Gustav Fischer Verlag. 522 S.

[4] VAN DER BECK NURSERIES. *Ostrya carpinifolia*, unter: <https://www.vdberk.co.uk/trees/ostrya-carpinifolia/> [Stand: 19.09.2017].

[5] FRANZ, W.R. (2002): Die Hopfenbuche in Österreich und Nordslowenien. Klagenfurt: Naturwissenschaftler Verein für Kärnten. 256 S.

[6] BARTHA, D. (2014): *Ostrya carpinifolia* Scop. In: RÖLOFF, A., WEISGERBER, H., LANG, U.M., und STIMM, B., (Hrsg.) Enzyklopädie der Holzgewächse: Handbuch und Atlas der Dendrologie. S. 1-6.

[7] MILIOS, E. (2000): Structure and development patterns analysis of the *Ostrya carpinifolia* pure and mixed stands in the western part of Nestos valley. *Silva Gandavensis*. 65: S. 128-153.

[8] POPOVIĆ, R., et al. (1997): Ecological characteristics of six important Submediterranean tree species in Serbia. *Boccone*. 5(2): S. 431-438.

[9] KULAÇ, Ş., et al. (2013): Effect of provenance, stratification and temperature on the germination of European hophornbeam (*Ostrya carpinifolia* Scop.) seeds. *Food, Agriculture and Environment (JFAE)*. 11: S. 2815-2819.

[10] BGBL. (2002): Forstvermehrungsgutgesetz vom 22. Mai 2002. In: BGBL I S. 1658, BUNDESMINISTERIUM DER JUSTIZ UND FÜR VERBRAUCHERSCHUTZ.

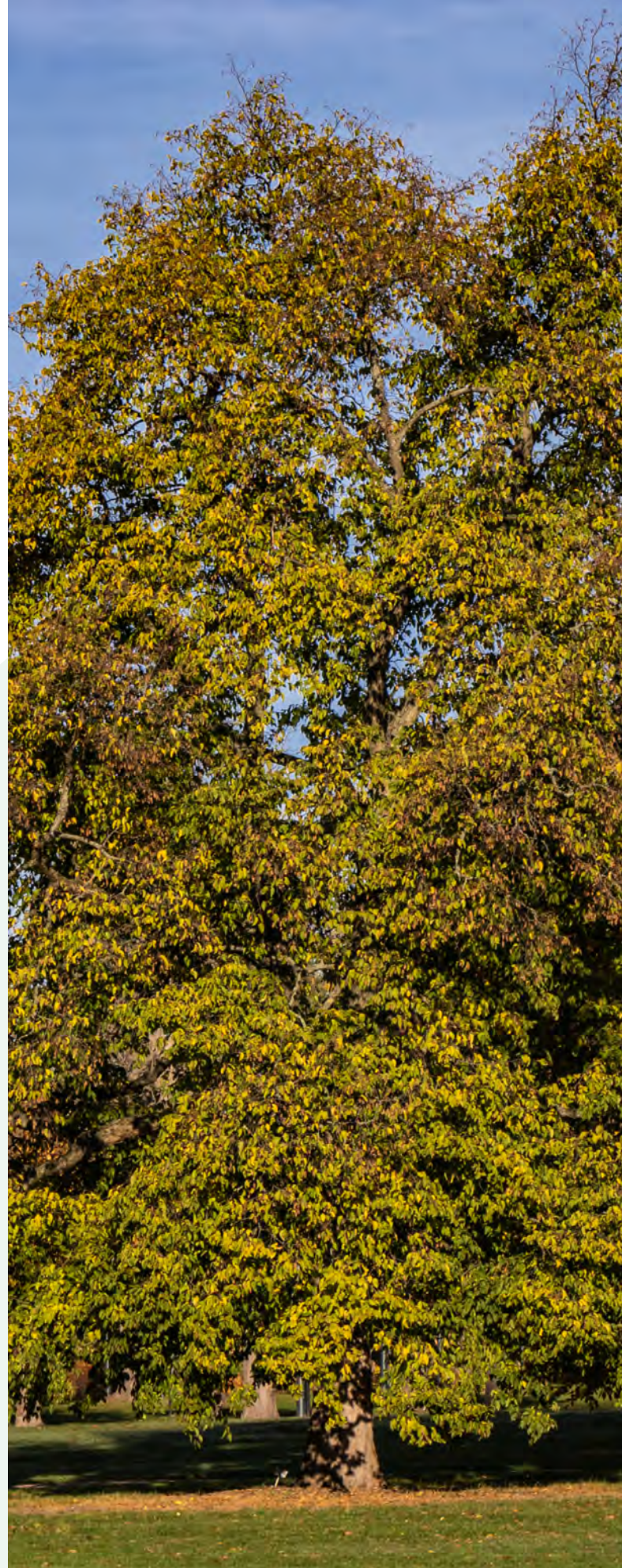
[11] EUFORGEN. *Ostrya carpinifolia*, unter: <http://www.euforgen.org/species/ostrya-carpinifolia/> [Stand: 19.09.2017].

[12] EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG. (2016): Dauerhaftigkeit von Holz und Holzprodukten - Prüfung und Klassifikation der Dauerhaftigkeit von Holz und Holzprodukten gegen biologischen Angriff - EN 350.

[13] KORKUT, S. und GULLER, B. (2007): Comparison of Two Drying Schedules for European Hophornbeam (*Ostrya carpinifolia* Scop.) Lumber. *Drying Technology*. 25: S. 1977-1984.

[14] ALDEN, H.A. (1995): *Hardwoods of North America*. Madison, WI: Gen. Tech. Rep. FPL-GTR-83. 136 S.

[15] TABACCHI, G., et al. (2011): Aboveground tree volume and phytomass prediction equations for forest species in Italy. *European Journal of Forest Research*. 130(6): S. 911-934.



Gemeine Hopfenbuche

# SCHWARZKIEFER



## 1. Verbreitung und Ökologie

- Natürliche Verbreitung:**  
Weitverbreitet, aber fragmentiert, in Südeuropa und Kleinasien sowie in Nordwestafrika. Das nördlichste Vorkommen ist in den österreichischen Alpen [1]; von 250 bis auf 1.800 m ü. NN [3].
- Klimatische Kennziffern:**  
Jährlicher Niederschlag zwischen 400 und 1.300 mm. Jahresmitteltemperatur von 3 bis 16 °C (Abb. 1) [1]. Kältetoleranz: -30 °C [3].
- Natürliche Waldgesellschaft:**  
In den trockeneren Gebieten wächst sie mit anderen Nadelbaumarten und in den feuchteren Gebieten mit Buche, Tanne [4], Eiche, Elsbeere und Spitzahorn [2]. In England verjüngt sie sich natürlich mit Birken- und Eichenarten [3].
- Künstliche Verbreitung:**  
Vereinigte Staaten, England [3].
- Lichtansprüche:**  
Pionierbaumart [3].
- Konkurrenzstärke:**
  - Verjüngungs-Dickungsphase:**  
Langsames Wachstum in der Jugendphase, in der sie auch eine seitliche Beschattung ertragen kann [5]. Im Vergleich mit vielen einheimischen Baumarten zeigt sie jedoch eine geringe Konkurrenzkraft [6]. Sie reagiert dynamisch auf reduzierte Konkurrenz [7].
  - Baum- und Altholzphase:**  
Im hohen Alter reagieren die Bäume langsamer auf Freistellung [8].

## 2. Standortsbindung

Die Schwarzkiefer wächst am besten auf tiefgründigen Böden [3]. Sie hat eine sehr gute Anpassungsfähigkeit an mäßig frische bis sehr trockene Standorte, erträgt aber nasse bis sehr frische Böden nicht gut [9].

- Nährstoffansprüche:**  
Niedriger Anspruch [3].
- Kalktoleranz:**  
Hoch [3, 4].
- pH-Wert:**  
5 bis 7 [10].
- Tontoleranz:**  
Hoch [11].
- Stauässe- und Grundwassertoleranz:**  
Niedrig [6].
- Blattabbau (Streuzersetzung und Nährstoffe):**  
Produziert viel Streu, die leichter als die der Waldkiefer zersetzbar ist [12].

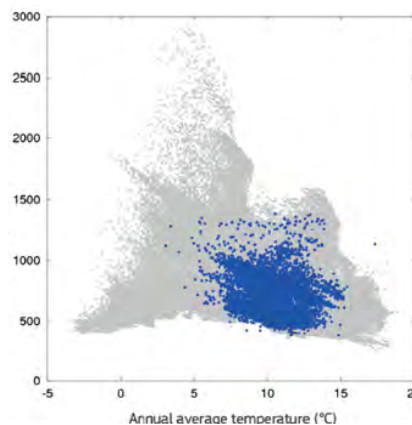


Abb. 1 Vorkommen der Art (blaue Punkte) in Bezug zum Niederschlag und zur Temperatur in Europa (graue Punkte: gesamter europäischer Klimaraum in den Inventurdaten) [1].

# ■ *Pinus nigra* J.F. Arnold SCHWARZKIEFER

- FAMILIE: Pinaceae  
Franz: pin noir d'Autriche; Ital: pino nero; Eng: European black pine, Austrian pine; Span: pino salgareño.
- Die Schwarzkiefer weist eine gute klimatische Eignung unter Klimawandel und eine hohe Dürre-toleranz auf, bildet nach Waldbrand jedoch eine unzureichende Naturverjüngung aus, insbesondere in Verbindung mit Trockenheitsperioden. Deshalb könnte sie ihr Areal in Südeuropa in der Zukunft verlieren, während für Mitteleuropa günstigere Bedingungen erwartet werden [1]. Momentan ist ihr Anbau vom Schwarzkieferntriebstreben stark bedroht [2].



## 3. Bestandesbegründung

- 1. Naturverjüngung:**  
Gute Fruktifizierung alle 2 bis 5 Jahre; die Samen werden von Oktober bis November verbreitet [3]. Die maximale Ausbreitungsdistanz für die Windverbreitung beträgt 2 km [6]. In Spanien war die Naturverjüngung der Schwarzkiefer erfolgreich in Lücken von ca. 200 m<sup>2</sup> und bei der Subspezies *P. nigra* var. *calabrica* in Lücken von ca. 500 m<sup>2</sup> [13].
- 2. Künstliche Verjüngung:**  
Bestände können durch Aussaat oder Pflanzung begründet werden [6]. Die Aussaat soll zu Herbstbeginn oder im Frühling stattfinden [14]. Gelagerte Samen können bei niedrigen Temperaturen für 60 Tage stratifiziert werden, um die Keimung zu beschleunigen. Sämlinge lassen sich auch aus Veredlung züchten. Die Pflanzung sollte nicht während der Vegetationsperiode stattfinden [3]. Die Pflanzdichte kann zwischen 3.500 und 4.500 Pflanzen/ha betragen [6].
- 3. Keimfähigkeit und Überdauerungszeit des Saatgutes:**  
80-90 % und 8 bis 15 Jahre, wenn bei 0 bis 10° C und 8-10 % Feuchtigkeit gelagert [14].
- 4. Mineralbodenkeimer:**  
Ja [6].
- 5. Stockausschlagfähigkeit:**  
Nein [6].
- 6. Forstvermehrungsgutgesetz:**  
Ja [15].
- 7. Mögliche Mischbaumarten:**  
Mischbestände mit Kiefer werden oft in den Balkanländern gepflanzt [4].

## 4. Leistung und Waldbau

- 1. Wachstum:**  
Erfahrungen in Deutschland zeigen, dass die Schwarzkiefer die Höhen- und Gesamtwuchsleistung der Waldkiefer übertreffen kann [4, 16]. Die korsischen und die kalabrischen Herkünfte zeigen ein hohes Wachstum. Auf der Fränkischen Platte in Bayern erreichte ein Bestand der österreichischen Herkunft im Alter 99 einen Vorrat mit Rinde von 622,5 m<sup>3</sup>/ha, eine Grundfläche von 48,53 m<sup>3</sup>/ha, eine Mittelhöhe von 25,6 m und einen mittleren BHD von 34,8 cm [4].



Nadel und Frucht der Schwarzkiefer

Das Wachstum zeigte positive Zusammenhänge mit der Wasserverfügbarkeit [3, 4]. Eine große Versuchsfläche mit 52 Herkünften wurde in Bayern im Jahr 2009 angelegt [4]. Südliche Herkünfte aus Korsika, Kalabrien, Griechenland und Spanien zeigen hier das höchste Höhenwachstum. Die Trockenheit von 2015 wirkte sich auf das Höhenwachstum aus, hatte aber keinen Einbruch im Durchmesserzuwachs zur Folge. Besser wachsende Herkünfte zeigen gleichzeitig auch eine höhere Trockenheitsresistenz [17].

## 2. Ökonomische Bedeutung:

Wichtige Wirtschaftsbaumart im Herkunftsgebiet [18].

## 5. Erfahrung in Baden-Württemberg und Deutschland

Die Schwarzkiefer ist auf Versuchsflächen der FVA-BW vorhanden [19]. Auf verschiedenen alten Versuchsflächen in Baden-Württemberg wurden bei einem mittleren Alter von 59 Jahren mittlere jährliche Volumenzuwächse von 14,5 m<sup>3</sup>/ha beobachtet [19]. Die Analyse des Höhenwachstums von vier 49 Jahre alten Schwarzkiefer-Provenienzen auf trockenen Standorten in Baden-Württemberg zeigte, dass Provenienzen aus Korsika höhere Beständeshöhen als Provenienzen aus Italien, Österreich und Bosnien erreichen [16]. Im Gegensatz hierzu zeigen die korsischen Provenienzen jedoch einen niedrigeren Durchmesserzuwachs und dGz. Die anderen Provenienzen wiesen untereinander recht ähnliche Durchmesser- und Volumenkenwerte auf. Im Vergleich mit Waldkiefer zeigen alle Provenienzen eine höhere Leistung (Abb. 2) [16]. Außerdem wurde die Schwarzkiefer auch im Forstbezirk Nagold, hier mit allen obengenannten Subspezies, [20] und im Exotenwald Weinheim [21] gepflanzt. In Bayern erwiesen sich korsische Herkünfte als hervorragend hinsichtlich ihres Höhenwachstums und ihrer Trockenheitsresistenz, aber kritisch bezüglich ihrer Frostempfindlichkeit (Kältetoleranz: -20 °C), sodass ihr Anbau auf Standorten mit ausgeprägt kontinentalem Klima oder auf hohen Lagen der Mittelgebirge nicht empfehlenswert ist [17].

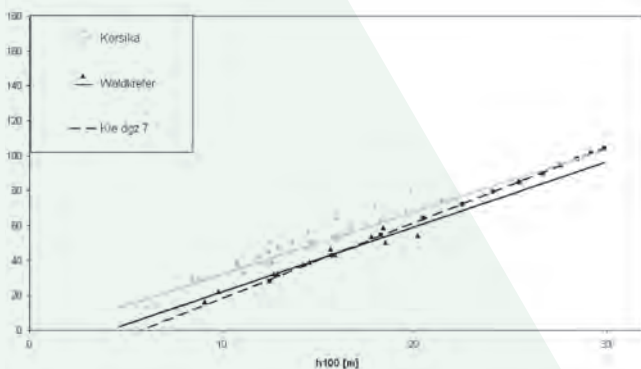


Abb. 2 Entwicklung der Gesamtwuchsleistung über der Oberhöhe von Schwarzkiefer und Waldkiefer [16].

## 6. Holzeigenschaften und Holzverwendung

Das Holz ist ähnlich dem der Kiefer, aber weniger fest und etwas weicher [3]. Außerdem erschwert der hohe Harzgehalt die Holzverarbeitung [4].

- Holzdicke:**  
0,50 ... 0,60 g/cm<sup>3</sup> ( $r_{12}$ ) [11].
- Dauerhaftigkeitsklasse:**  
3-4 (mäßig bis wenig dauerhaft) [22].
- Konstruktionsbereich (Bauholz, Massivholzwerkstoffe):**  
Geeignet [3, 18].
- Innenausbau, Möbelbau:**  
Böden, Türen, Verkleidungen, Treppen [1].
- Holzwerkstoffe (OSB, LVL, Spanplatte, MDF):**  
Spanplatten [23].
- Zellstoff, Papier, Karton:**  
Geeignet für die Papierindustrie [1].
- Energetische Nutzung:**  
Geeignet als Brennholz [3].
- Sonstige Nutzungen:**  
Schiffsbau, Dünenbefestigung und -sicherung [3].

## 7. Sonstige Ökosystemleistungen

- Nicht-Holzverwendung:**  
Weihnachtsbaum, Harz [3].
- Biomassefunktionen:**  
Biomassefunktionen sind für die Türkei [24], Rumänien und die Niederlande [25] bekannt. Sie wurden für verschiedene Kompartimente und mit dem Baumdurchmesser und der Baumhöhe als Prädiktoren entwickelt.
- Landschaftliche und ökologische Aspekte:**  
Die Schwarzkiefer wird als Stadtbaum und für die Dünenbefestigung und -sicherung verwendet [3].

## 8. Biotische und abiotische Risiken

In ihrem natürlichen Verbreitungsgebiet ist die Schwarzkiefer wenig krankheitsanfällig. Auf Standorten mit ungünstigen Bedingungen außerhalb ihres natürlichen Areals treten Schaderreger prinzipiell öfter auf, und die Mortalität nimmt auch mit zunehmendem Alter zu [11].

### 1. Pilze:

In Österreich breitet sich das Schwarzkieferntriebsterben (*Diplodia sapinea*) nach Trockenheitsperioden mit hoher Temperatur rasant aus, sodass braune Nadeln, abgestorbene Triebe, Äste und ganze Kronen in leuchtendem Rostbraun die Landschaft prägen. Bis jetzt existieren keine wirksamen Bekämpfungsmaßnahmen. Es gibt allerdings Vermutungen, dass genetische Unterschiede die Resistenz fördern könnten [2]. Herkünfte aus warm-trockenen Regionen weisen die geringste Anfälligkeit für das Schwarzkieferntriebsterben auf. Milde Winter, feuchtwarme Frühjahrswitterung und nachfolgend trockene Sommer begünstigen das Vorkommen von *Diplodia sapinea* [26]. Zusätzlich können *Fusarium*-, *Phytophthora*-, *Pythium*- und *Rhizoctonia*-Arten die Sämlinge befallen. *Melampsora pinitorqua*, *Cronartium flaccidum*, *Lophodermium seditiosum* sind Nadel- und Triebparasiten [11].

### 2. Insekten:

Der Pinienprozessionsspinner (*Thaumetopoea pityocampa*) kann auf ungünstigen Standorten erhebliche Schäden verursachen. Der Kiefernkulturrüssel (*Pissodes notatus*) attackiert die Rinde von Ästen und Zweigen. *Diprion pini*, *Rhyacionia buoliana* und *Matsucoccus pini* können auch vorkommen [11].

### 3. Sonstige Risiken:

Keine Literatur gefunden.

### 4. Herbivoren/Verbissemempfindlichkeit:

Empfindlich gegen Verbiss [27].

### 5. Dürretoleranz:

Die Schwarzkiefer ist trockenresistent [3, 4] und die Mischung verschiedener Provenienzen kann durch die Erhöhung der genetischen Diversität die Toleranz weiter erhöhen [28].

### 6. Feueranfälligkeit:

Hohe Anfälligkeit [1], aber gute Resilienz nach reduzierter Konkurrenz [7].

### 7. Frosttoleranz:

Niedrig [4, 6, 29], aber Sämlinge können darunter leiden. Sämlinge aus östlichen Provenienzen zeigen weniger Empfindlichkeit gegenüber Frost in den USA [3].

### 8. Sturmanfälligkeit:

Sturmfeste Art [11, 27].

### 9. Schneebruch:

Kann auftreten [11].

### 10. Invasivitätspotenzial:

Nicht invasiv [6], in der grauen Liste des Bundesamts für Naturschutz als potenziell invasiv eingestuft [30].



Schwarzkiefer



Frucht und Nadeln der Schwarzkiefer

## Literatur

- [1] ENESCU, C.M., et al. (2016): *Pinus nigra* in Europe: distribution, habitat, usage and threats, In: European Atlas of Forest Tree Species, SAN-MIGUEL-AYANZ, J., DE RIGO, D., CAUDULLO, G., HOUSTON DURRANT, T., und MAURI, A., (Hrsg.) Publ. Off. EU: Luxembourg. e015138+.
- [2] WALLI, A. (2017): Schwarzkiefer im südlichen Niederösterreich blickt in ungewisse Zukunft. Presseausendung des BFW.
- [3] VAN HAVERBEKE, D.F. (1990): *Pinus nigra* Arnold European Black Pine. In: BURNS, R.M. und HONKALA, B.H., (Hrsg.) *Silvics of North America - Conifers*. Washington, DC: USDA Forest Service. S. 395-404.
- [4] HUBER, G. (2011): Neue Tests für Schwarzkiefern-Herkünfte in Bayern im Hinblick auf den Klimawandel. *forstarchiv*. 82: S. 134-141.
- [5] LWF. (2017): Die Schwarzkiefer (*Pinus nigra*), [Stand: 02.08.2017].
- [6] SPELLMANN, H., et al. (2015): Schwarzkiefer (*Pinus nigra* Arn.). In: VOR, T., SPELLMANN, H., BOLTE, A., und AMMER, C., (Hrsg.) *Potenziale und Risiken*

eingeführter Baumarten: Baumartenportraits mit naturschutzfachlicher Bewertung. Göttingen: Universitätsverlag Göttingen. S. 126-139.

- [7] VALOR, T., et al. (2013): Influence of tree size, reduced competition, and climate on the growth response of *Pinus nigra* Arn. *salzmannii* after fire. *Annals of Forest Science*. 70(5): S. 503-513.
- [8] COPPIN, P. und LUST, N.: Growth and development of stands of corsican pine (*Pinus nigra* Arn. *calabrica* schn.) on coarse sands, unter: <http://ojs.ugent.be/silva/article/viewFile/972/983> [Stand: 28.09.2017].
- [9] ROLOFF, A. und GRUNDMANN, B. (2008): Klimawandel und Baumarten-Verwendung für Waldökosysteme. Tharandt. Stiftung Wald in Not. 46 S.
- [10] SULLIVAN, J. (1993): *Pinus nigra*, unter: <https://www.fs.fed.us/database/feis/plants/tree/pinnig/all.html> [Stand: 28.09.2017].
- [11] GROSSONI, P. (2014): *Pinus nigra* Arnold. In: ROLOFF, A., WEISGERBER, H., LANG, U.M., und STIMM, B., (Hrsg.) *Enzyklopädie der Holzgewächse: Handbuch und Atlas der Dendrologie*. S. 1-14.
- [12] MAYER, H. (1992): *Waldbau auf soziologisch-ökologischer Grundlage*. Stuttgart: Gustav Fischer Verlag. 522 S.
- [13] MUSCOLO, A., et al. (2017): Use of canopy gap



openings to restore coniferous stands in Mediterranean environment. *iForest-Biogeosciences and Forestry*. 10(1): S. 322-327.

**[14]** BURKART, A. (2000): Kulturblätter: Angaben zur Samenernte, Klengung, Samenlagerung, Saamenausbeute und Anzucht von Baum- und Straucharten. Birmensdorf: Eidgenössische Forschungsanstalt WSL. 92 S.

**[15]** BGBL. (2002): Forstvermehrungsgutgesetz vom 22. Mai 2002. In: BGBL. I S. 1658, BUNDESMINISTERIUM DER JUSTIZ UND FÜR VERBRAUCHERSCHUTZ.

**[16]** ŠEHO, M., et al. (2010): Wachstumsanalysen von vier Schwarzkiefer-Provenienzen (*Pinus nigra*) auf trockenen Standorten in Baden-Württemberg. *Allgemeine Forst und Jagdzeitung*. 181(5/6): S. 104-116.

**[17]** HUBER, G.Š., MUHIDIN (2016): Die Schwarzkiefer – eine Alternative für warm-trockene Regionen: Erste Ergebnisse des bayerischen Herkunftsversuchs bestätigen Trockenresistenz. *LWF-aktuell*. 3: S. 4.

**[18]** THE WOOD DATABASE. Austrian pine, unter: <http://www.wood-database.com/austrian-pine/> [Stand: 28.09.2017].

**[19]** KLÄDTKE, J. (2016): Zum Wachstum eingeführter Baumarten in Baden-Württemberg. *Allgemeine Forst und Jagdzeitung*. 187 (5/6): S. 81-92.

**[20]** HANISCH, B. (1997): Fremdländeranbauten in Baden-Württemberg im Forstbezirk Nagold seit 1955. In: LFV BADEN-WÜRTTEMBERG, (Hrsg.) *Versuchsanbauten mit nicht heimischen Baumarten: historische Entwicklung in Baden-Württemberg*. Stuttgart: Schriftenreihe der Landesforstverwaltung Baden-Württemberg. S. 15-66.

**[21]** NOE, E. und WILHELM, U. (1997): Der Exotenwald in Weinheim 1872-1997: 125 Jahre Fremdländeranbau an der Bergstraße. In: LFV BADEN-WÜRTTEMBERG, (Hrsg.) *Versuchsanbauten mit nicht heimischen Baumarten: historische Entwicklung in Baden-Württemberg*. Stuttgart: Schriftenreihe der Landesforstverwaltung Baden-Württemberg. S. 67-185.

**[22]** EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG. (2016): Dauerhaftigkeit von Holz und Holzprodukten - Prüfung und Klassifikation der Dauerhaftigkeit von Holz und Holzprodukten gegen biologischen Angriff - EN 350.

**[23]** GULER, C. (2015): Production of particleboards from licorice (*Glycyrrhiza glabra*) and European black pine (*Pinus nigra* Arnold) wood particles. *academic-Journals*. 10 (7): S. 273-278.

**[24]** GUNER, S.T. und COMEZ, A. (2017): Biomass equations and changes in carbon stock in afforested black pine (*Pinus nigra* Arnold. Subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe) stands in Turkey. *Fresenius Environmental Bulletin*. 26(3): S. 2368-2379.

**[25]** ZIANIS, D., et al. (2005): Biomass and stem volume equations for tree species in Europe. *SILVA FENNICA Monographs* 463.

**[26]** PETERCORD, R. und STRAßER, L. (2017): Mit der Trockenheit kommt der Pilz. *LWF aktuell*. 112: S. 9-11.

**[27]** UXKULL-GYLLENBAND, K.O.V. (1845): *Kurze*

Beschreibung der Oestreichischen Schwarzkiefer, *Pinus nigra austriaca*, und ihres großen Nutzens für die Forst- und Landwirthschaft. Frankfurt am Main: Sauerländer. 52 S.

**[28]** THIEL, D., et al. (2012): Uniform drought and warming responses in *Pinus nigra* provenances despite specific overall performances. *Forest Ecology and Management*. 270: S. 200-208.

**[29]** DIMKE, P. (2015): Spätfrostschäden – erkennen und vermeiden. *LWF-Merkblatt*. 31: S. 1-3.

**[30]** NEHRING, S., et al. (2013): Naturschutzfachliche Invasivitätsbewertungen für in Deutschland wild lebende gebietsfremde Gefäßpflanzen. *BfN-Skripten* 352. Bundesamt für Naturschutz. 202 S.



## 1. Verbreitung und Ökologie

1. **Natürliche Verbreitung:**  
Westen von Nordamerika (vom südlichen Kanada bis Mexiko und von Oklahoma bis zur Pazifikküste) (Abb. 1) [1]; bis auf 3.050 m ü. NN [1].
2. **Klimatische Kennziffern:**  
Jährlicher Niederschlag zwischen 280 und 1.750 mm; zwei Monate Trockenheit im Sommer. Jahresmitteltemperatur von 5 bis 10 °C. Kältetoleranz: -43 °C [1].
3. **Natürliche Waldgesellschaft:**  
Einige begleitende Baumarten sind Douglasie, Eichen-, Tannen- und Wacholderarten [1].
4. **Künstliche Verbreitung:**

Argentinien, Chile [4] und Neuseeland [3].

**5. Lichtansprüche:**  
Von Pionier- bis Klimaxart, abhängig vom Standort. Auf tieferen Lagen eher Klimaxart [1].

**6. Konkurrenzstärke:**  
**6.1. Verjüngungs-Dickungsphase:**  
Konkurrenzwach gegenüber anderen krautiger Vegetation und auch gegen andere Baumarten, z. B. Douglasie und Küstentanne, vor allem wenn nicht ausreichend Licht vorhanden ist. Im Herkunftsgebiet hat Feuer ihr Vorkommen in der natürlichen Waldgesellschaft garantiert [1].

**6.2. Baum- und Altholzphase:**  
Konkurrenz mit Nachbarbäumen oder auch Arten der Strauchschicht kann das Wachstum deutlich reduzieren [1].

## 2. Standortsbindung

In Mitteleuropa sind Böden mit mittlerer Nährstoff- und Wasserversorgung geeignet [3].

1. **Nährstoffansprüche:**  
Geringe Ansprüche [1].
2. **Kalktoleranz:**  
Keine Literatur gefunden.
3. **pH-Wert:**  
6 bis 7 im obersten Horizont oder 4,9 bis 9,1 abhängig von Horizont und Lage [1].
4. **Tontoleranz:**  
Niedrig [5].
5. **Stauässe- und Grundwassertoleranz:**  
Niedrig [2].
6. **Blatabbau (Streuzersetzung und Nährstoffe):**  
Langsame Zersetzungsrate [6].



Abb. 1 Natürliche Verbreitung der Gelbkiefer [1].

# ■ *Pinus ponderosa* P. Lawson & C. Lawson

## GELBKIEFER / PONDEROSA-KIEFER

- **FAMILIE:** Pinaceae  
Franz: pin ponderosa; Ital: pino giallo; Eng: ponderosa pine, western yellow pine; Span: pino ponderosa.
- Die Gelbkiefer hat eine große Amplitude in ihrem Standortsanpassungsvermögen und ihrer Ökologie [1]. Außerdem ist sie dürrerotolerant [2] und widerstandsfähig gegenüber Wind [3]. Zwei Varietäten der Gelbkiefer sind anerkannt: *Pinus ponderosa* var. *ponderosa* (Pacific ponderosa pine) und *Pinus ponderosa* var. *scopulorum* (Rocky Mountain ponderosa pine) [1].

### 3. Bestandesbegründung

- 1. Naturverjüngung:**  
Normalerweise sehr gering. Ausreichende Fruktifizierung in 8-jährigen Zyklen [1], in denen mehr als 850.000 Samen pro Hektar verbreitet werden können (Foiles und Curtis (1965) zitiert nach [1]). Keimfähige Samen sind am besten an Bäumen zwischen 60 und 160 Jahren zu finden. Die Samen werden im November verbreitet und die Keimung ist von warmer Temperatur und ausreichender Feuchtigkeit in der folgenden Vegetationszeit abhängig. Junge Sämlinge (innerhalb des ersten Lebensjahrs) sind anfällig gegenüber Frost und starker Hitze. Wegen ihrer Intoleranz gegenüber Schatten sind Mosaik gleichaltriger Bäume zu finden [1]. Lücken größer als 300 m können die Verjüngung der Gelbkiefer durch das Vorkommen von Konkurrenzvegetation beeinträchtigen [7].
- 2. Künstliche Verjüngung:**  
Vor der Aussaat soll das Saatgut bei +15 °C für 30 - 60 Tage im feuchtem Substrat stratifiziert werden, um die Keimung zu beschleunigen. Temperaturen zwischen +18 (nachts) und +30 °C (am Tag) begünstigen die Keimung sogar von unbehandelten Samen [3]. Die Anzucht von Sämlingen in der Baumschule erwies sich in der Schweiz wegen Pilzkrankheiten als schwer [8]. Leichte Überschildung kann für Sämlinge vorteilhaft sein [7]. Zweijährige Sämlinge können in einem Verband von 2,4 x 3,7 m gepflanzt werden [2].
- 3. Keimfähigkeit und Überdauerungszeit des Saatgutes:**  
60-90 % und viele Jahre wenn bei 6 % Feuchtigkeit und zwischen -4 und -10 °C gelagert (Schönborn (1964) zitiert nach [3]).
- 4. Mineralbodenkeimer:**  
Ja [9].

- 5. Stockausschlagfähigkeit:**  
Nein [1].
- 6. Forstvermehrungsgutgesetz:**  
Nein [10].
- 7. Mögliche Mischbaumarten:**  
Keine Literatur gefunden.

### 4. Leistung und Waldbau

- 1. Wachstum:**  
Die Gelbkiefer kann bis zu 70 m Höhe und 263 cm BHD erreichen, oft sind aber Höhen zwischen 27 und 39 m sowie BHD zwischen 76 und 127 cm zu finden. Die Bäume können zwischen 300 und 600 Jahre alt werden [1].



Frucht und Nadeln der Gelbkiefer

Das Höhenwachstum ist sehr empfindlich gegenüber hoher Bestandesdichte und verläuft in den ersten 60 Jahren am schnellsten [1]. Herrschende Bäume zwischen 20 und 60 Jahren zeigen im pazifischen Nordwesten ein jährliches Höhenwachstum von 0,24 bis 0,46 m (Barrett (1978) zitiert nach [1]). Sowohl für das Wachstum als auch für reduzierte

Anfälligkeit gegenüber Krankheiten spielt die Kontrolle der Bestandesdichte eine wichtige Rolle [1]. Der Durchmesserzuwachs kann länger anhalten, wenn die Bäume genügend Wuchsraum haben [1]. Die  $GWL_V$  kann bis zu  $1.204 \text{ m}^3/\text{ha}$  im Alter von 100 Jahren auf besten Standorten erreichen (Abb. 2) [1]. Küsten-Herkünfte sind dabei wüchsiger [3]. Dies wurde in der Ukraine bestätigt, wo die Varietät *ponderosa* das beste Wachstum zeigte, wobei sie dort stark frostgefährdet war (Molotkov und Il'in (1987) zitiert nach [3]). Ähnliche Anfälligkeit gegen Frost wurde auch für Provenienzen aus Kalifornien und tieferen Lagen in den USA beobachtet [1].

## 2. Ökonomische Bedeutung:

Sehr wichtiger Holzlieferant in den USA [1, 3].

Alter (Jahre)	Ertragszahlen ( $\text{m}^3/\text{ha}$ )			
	Oberhöhenbonität*			
	18 m	27 m	37 m	46 m
20	28	94	168	262
40	122	238	396	588
60	192	340	570	861
80	238	413	696	1060
100	273	427	794	1204
120	308	518	868	-
140	336	556	928	-

\* Höhe dominanter und kodominanter Bäume mit mittlerem BHD

Abb. 2 Wuchsleistungsentwicklung in Beständen im Herkunftsgebiet ([1] modifiziert nach [3]).

## 5. Erfahrung in Baden-Württemberg und Deutschland

Ergebnisse aus Anbauversuchen in Süddeutschland zeigen, dass Bäume im Alter von 46 Jahren eine Höhe von 24 m und einen mittleren BHD von 28 cm erreichen können. An verschiedenen Orten in Deutschland wurde bis zum Alter von 20 Jahren dieselbe Wuchsleistung wie bei der Waldkiefer beobachtet [3]. Ergebnisse aus Brandenburg zeigen, dass danach die Gelbkiefer wüchsiger als die Waldkiefer ist. Im Alter von 112 Jahren hat die Gelbkiefer deutlich höhere Vorräte und Baumhöhen erreicht als die Waldkiefer (Insinna et al. (2006) zitiert nach [3]). Die Klima-Eignung der Gelbkiefer für den Anbau in der Schweiz wird seit 2012 untersucht [8]. Es existiert eine permanente waldwachstumskundliche Versuchsfläche an der FVA-BW.

## 6. Holzeigenschaften und Holzverwendung

- Holzdicke:**  
0,34 ... 0,45 ... 0,52  $\text{g}/\text{cm}^3$  ( $r_{11}$ ) (Schwab (1992) zitiert nach [3]).
- Dauerhaftigkeitsklasse:**  
In EN 350 nicht enthalten [11], geringe Dauerhaftigkeit [12].
- Konstruktionsbereich (Bauholz, Massivholzwerkstoffe):**  
Keine Literatur gefunden.
- Innenausbau, Möbelbau:**  
Innenausbau, Fensterrahmen [3], Furnier, Türen, Leisten, Möbel [13].
- Holzwerkstoffe (OSB, LVL, Spanplatte, MDF):**  
Keine Literatur gefunden.
- Zellstoff, Papier, Karton:**  
Geeignet für die Papierindustrie [12].
- Energetische Nutzung:**  
Gut geeignet als Brennholz [14].
- Sonstige Nutzungen:**  
Kisten, Eisenbahnbau [3], Pfähle [13].

## 7. Sonstige Ökosystemleistungen

- Nicht-Holzverwendung:**  
Agroforst, Weidevieh [1].
- Biomassefunktionen:**  
Für die USA wurden Biomassefunktionen für verschiedene Kompartimente erstellt. Diese Funktionen stützen sich auf den Durchmesser und/oder die Baumhöhe als Prädiktoren [15, 16].
- Landschaftliche und ökologische Aspekte:**  
Im Herkunftsgebiet bilden Gelbkiefernwälder schöne Landschaften und bieten gute Freizeitmöglichkeiten [1]. Außerhalb des Herkunftsgebietes ist die Gelbkiefer auf Versuchsflächen, in Arboreten und Parks vorhanden [3]. Bereitstellung von Habitat und Futter für Wildtiere [1].

## 8. Biotische und abiotische Risiken

### 1. Pilze:

*Letographium wagneri*, *Heterobasidion annosum* (Wurzelschwamm) und *Armillaria* spp. (Hallimasch) können die Wurzeln befallen [1] und sich schnell ausbreiten [3]. *Dichomitus squalens* und *Phellinus pini* rufen Kernfäule hervor. Der Nadelpilz *Elytroderma deformans* befällt die Blätter und kann große Bäume töten oder den Befall durch Käferarten begünstigen [1]. Rostpilzarten schädigen auch die Gelbkiefer, aber es gibt resistente Herkünfte [3]. In Neuseeland zeigte die Varietät *ponderosa* die beste Resistenz gegen *Mycosphaerella* (Burdon und Low (1991) zitiert nach [3]), und in Deutschland zeigte dieselbe Varietät bessere Resistenz gegenüber der Triebspitzenkrankheit (*Gremmeniella abietina*) (Stephan 1977 zitiert nach [3]). Der Befall von *Dothistroma*-Nadelbräune, die durch *Mycosphaerella pini* und *Dothistroma pini* verursacht wird, wurde 2014 in Baden-Württemberg erstmalig beobachtet [17] und kommt auch in den USA vor, wo Schäden mit hoher Luftfeuchtigkeit korreliert sind [2].

### 2. Insekten:

Zahlreiche Insektenarten befallen die Gelbkiefer (108 bei *P. ponderosa* var. *ponderosa* und 59 bei *P. ponderosa* var. *scopulorum*). Besonders anfällig sind gestresste Bäume in dichten Beständen. Sehr wichtige Schädlinge, die Bäume töten können, sind Borkenkäfer der Gattungen *Dendroctonus* spp. (am bedrohendsten der Bergkiefernkäfer - *Dendroctonus ponderosae*) und *Ips* spp. Der Käfer *Conophthorus monophyllae* und der Zünsler *Dioryctria* sp. befallen Zapfen und Samen [1].

### 3. Sonstige Risiken:

Befall mit Zwergmisteln (*Arceuthobium* spp.) kann reduziertes Wachstum auf bedeutender Fläche verursachen [1].

### 4. Herbivoren/Verbisempfindlichkeit:

Hohe Empfindlichkeit gegenüber Verbiss [1]. Bei Sämlingen kann Mäusefraß auftreten [2].

### 5. Dürretoleranz:

Hohe Toleranz [2], obwohl Trockenheit bei Sämlingen zu niedriger Keimrate, Etablierung und reduziertem Wachstum führen kann [1].

### 6. Feueranfälligkeit:

Hohe Anfälligkeit bei Sämlingen, aber hohe Resistenz bei Bäumen. Wachstum und Überleben werden wenig beeinflusst, wenn weniger als 50 % der Krone durch Feuer geschädigt werden [1].

### 7. Frosttoleranz:

Widerstandsfähig gegenüber Kälte [3].

### 8. Sturmanfälligkeit:

Widerstandsfähig gegenüber Wind [3], auf flachgründigen Böden können Sturmschäden aber vorkommen [5].

### 9. Schneebruch:

Anfällig [1, 3, 5].

### 10. Invasivitätspotenzial:

Keine Literatur gefunden.



Gelbkiefer

## Literatur

- [1] OLIVER, W.W. und RYKER, R.A. (1990): *Pinus ponderosa* Dougl. ex Laws. In: BURNS, R.M. und HONKALA, B.H., (Hrsg.) *Silvics of North America - Conifers*. Washington, DC: USDA Forest Service. S. 413-424.
- [2] KANSAS FOREST SERVICE. Ponderosa Pine, unter: [http://www.kansasforests.org/conservation\\_trees/products/evergreens/ponderosapine.html](http://www.kansasforests.org/conservation_trees/products/evergreens/ponderosapine.html) [Stand: 12.10.2017].
- [3] RICHARD, B. (2014): *Pinus ponderosa* Douglas Ex P. & C. Lawson. In: ROLOFF, A., WEISGERBER, H., LANG, U.M., und STIMM, B., (Hrsg.) *Enzyklopädie der Holzgewächse: Handbuch und Atlas der Dendrologie*. S. 1-19.
- [4] DI MARCO, E.: *Pinus ponderosa* Dougl. ex Laws (Familia Pinaceae), unter: <http://forestoindustria.magyp.gob.ar/archivos/procedimiento-requerido-en-plantaciones/pinus-ponderosa-dougl-ex-laws-familia-pinaceae.pdf> [Stand: 06.10.2017].
- [5] SCHUBERT, G.H. (1974): *Silviculture of southwestern ponderosa pine: The status of our knowledge*. Washington: USDA Forest Service. 80 S.
- [6] HART, S.C., et al. (1992): Decomposition and nutrient dynamics of ponderosa pine needles in a Mediterranean-type climate. *Canadian Journal of Forest Research*. 22(3): S. 306-314.
- [7] BRISEÑO, M.A.M., et al. (2014): *Silvicultural recommendations for the management of ponderosa pine forest* National Forestry Commission (Conafor). 70 S.
- [8] NIKOLOVA, P., et al. (2016): *Schlussbericht des Projektes Gastbaumarten im Forschungsprogramm Wald und Klimawandel*. Birmensdorf: Eidg. Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft WSL. 52 S.
- [9] GORDON, D.T. (1956): Slash disposal and seedbed preparation by tractor. *Journal of Forestry*. 54(11): S. 771-773.
- [10] BGBl. (2002): *Forstvermehrungsgutgesetz vom 22. Mai 2002*. In: BGBl. I S. 1658, BUNDESMINISTERIUM DER JUSTIZ UND FÜR VERBRAUCHERSCHUTZ.
- [11] EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG. (2016): *Dauerhaftigkeit von Holz und Holzprodukten - Prüfung und Klassifikation der Dauerhaftigkeit von Holz und Holzprodukten gegen biologischen Angriff - EN 350*.
- [12] USDA FOREST SERVICE. *Pinus ponderosa*, unter: <https://www.fpl.fs.fed.us/documnts/TechSheets/SoftwoodNA/htmlDocs/pinusponderosa.html> [Stand: 12.10.2017].
- [13] ROSS, R.J. (2010): *Wood handbook : Wood as an engineering material*. Madison, WI: General Technical Report FPL- GTR-190. 509 S.
- [14] USDA FOREST SERVICE. *Fuel Efficiency & Conservation*, unter: [https://www.fs.usda.gov/Internet/FSE\\_DOCUMENTS/fsbdev3\\_035113.pdf](https://www.fs.usda.gov/Internet/FSE_DOCUMENTS/fsbdev3_035113.pdf) [Stand: 27.09.2017].
- [15] RITCHIE, M.W., et al. (2013): Aboveground tree biomass for *Pinus ponderosa* in Northeastern California. *Forests*. 4(1): S. 179-196.
- [16] TER-MIKAELIAN, M.T. und KORZUKHIN, M.D. (1997): Biomass equations for sixty-five North American tree species. *Forest Ecology and Management*. 97(1): S. 1-24.
- [17] DELB, H., et al. (2017): *Waldschutzsituation 2016/2017 in Baden-Württemberg*. AFZ-DerWald 6: S. 16-20.





## 1. Verbreitung und Ökologie

- Natürliche Verbreitung:**  
Nicht zutreffend bei Hybriden. Die Morgenländische Platane ist im südlichen Balkan und in Vorderasien heimisch, während die Abendländische Platane aus Nordamerika stammt [1]. Die Kreuzung stammt wahrscheinlich aus Spanien oder Frankreich, wo beide Elternteile in räumlicher Nähe zueinander gepflanzt wurden [2].
- Klimatische Kennziffern:**  
Die Ahornblättrige Platane verträgt Temperaturen zwischen -5 °C und 40 °C [6].
- Natürliche Waldgesellschaft:**  
Nicht zutreffend bei Hybriden.
- Künstliche Verbreitung:**  
Die Ahornblättrige Platane wächst in Europa [1], Nordamerika und in weiteren temperierten Gebieten der Erde [2].
- Lichtansprüche:**  
Pionierbaumart [2].
- Konkurrenzstärke:**
  - Verjüngungs-Dickungsphase:**  
Raschwüchsige Baumart [1], erfordert aber die Begrenzung der krautigen Konkurrenzvegetation [2] und kann leichte Überschirmung in der initialen Phase ertragen [7].
  - Baum- und Altholzphase:**  
Die Ahornblättrige Platane hat ein großes Lichtbedürfnis und erträgt daher Konkurrenz schlecht [1].

## 2. Standortsbindung

Die Ahornblättrige Platane bevorzugt frische [8] und tiefgründige Böden [9].

- Nährstoffansprüche:**  
Basenreiche Böden sind erforderlich [8].
- Kalktoleranz:**  
Keine Literatur gefunden.
- pH-Wert:**  
Erträgt ein großes Spektrum [4] außerhalb der Extreme [7].
- Tontoleranz:**  
Gut [4].
- Stauässe- und Grundwassertoleranz:**  
Erträgt temporäre Überflutung [3].
- Blattabbau (Streuzersetzung und Nährstoffe):**  
Langsame Zersetzung [10].

## 3. Bestandesbegründung

- Naturverjüngung:**  
Die Samen werden im Herbst reif und zwischen Winter und Frühjahr durch Wind oder Wasser verbreitet. Im Auwald ist die Naturverjüngung erfolgreich. Allerdings benötigt sie genügend Licht [2].
- Künstliche Verjüngung:**  
Bei der Aufforstung zeigt die Ahornblättrige Platane im Vergleich zu 43 anderen Baumarten



# ■ *Platanus × acerifolia* (Aiton) Willd. AHORNBLÄTTRIGE PLATANE

## ■ FAMILIE: Platanaceae

Syn.: *Platanus x hispanica cv. acerifolia*, *Platanus x hispanica* Münchh.

Franz: platane; Ital: platano; Eng: London plane; Span: plátano de sombra.

- Die Ahornblättrige Platane entstand aus einer Kreuzung zwischen der Morgenländischen Platane (*Platanus orientalis*) und der Abendländischen Platane (*Platanus occidentalis*) [1] wahrscheinlich um 1650 in Spanien oder Frankreich [2]. Sie wird als potenzielle Alternative zur Esche genannt [3] und als gut geeignet für die Anpassung an geändertes Klima eingeschätzt [4]. Ihr Anbau ist aber zurzeit stark durch Pilzkrankheiten gefährdet [5].

in England eines der besten Anwuchsprozente [4]. Die Aussaat sollte im Frühling stattfinden. Die künstliche Vermehrung erfolgt meistens durch Stecklinge [1], welche von Trieben aus dem aktuellsten Jahr gewonnen werden. Die Pflanzung der Stecklinge sollte im Herbst im Abstand von 10 cm in der Reihe und 25 cm zwischen den Reihen stattfinden. Die Stecklinge sollten von Frühling bis August überschirmt werden und können mit 1 bis 2 Jahren ins Feld gepflanzt werden. Im Niederwald wird häufig in einem Verband von 2 x 3 oder 3 x 4 m gepflanzt. Es wurden aber auch schon deutlich weitere Verbände (z. B. 6 x 5 oder 5 x 5 m) gewählt [11].

- 3. Keimfähigkeit und Überdauerungszeit des Saatgutes:**  
20-30 % und mehrere Jahre, wenn bei -5 bis 3 °C und 10-15 % Feuchtigkeit gelagert [2].
- 4. Mineralbodenkeimer:**  
Keine Literatur gefunden.
- 5. Stockausschlagfähigkeit:**  
Ja [2].
- 6. Forstvermehrungsgutgesetz:**  
Nein [12].
- 7. Mögliche Mischbaumarten:**  
Wegen ihres hohen Lichtbedürfnisses erträgt sie Mischung schlecht [1], kann aber in Reinbeständen etabliert werden [11, 13].

sodass Bäume von über 300 Jahren noch deutliche Zuwächse liefern [14]. Im Niederwald können Zuwächse zwischen 15 und 20 t/ha/J erreicht werden. Die Umtriebszeit kann zwischen 5 und 20 Jahren variieren. Im Hochwald wurde ein jährlicher Zuwachs von 16-18 m<sup>3</sup>/ha mit 300 Stämmen/ha bis zum Alter von 58 Jahren beobachtet [2]. Für die Erzeugung von wertvollem Holz ist Durchforstung notwendig [2]. Umtriebszeiten liegen zwischen 40 und 50 Jahren [5].

## 2. Ökonomische Bedeutung:

Wirtschaftsbaumart in Südbrasilien und Spanien [11, 13]. Trotz des guten Holzpotenzials gibt es keinen konsolidierten Markt in Deutschland, denn es wird zu wenig Holz angeboten [2].



Frucht und Blatt der Ahornblättrigen Platane

## 4. Leistung und Waldbau

- 1. Wachstum:**  
Im Herkunftsgebiet erreicht die Platane Höhen bis zu 50 m und Durchmesser bis zu 3 m [1]. Häufiger sind aber Dimensionen von 40 m und 60-80 cm zu finden [2]. Das Wachstum ist langanhaltend,

## 5. Erfahrung in Baden-Württemberg und Deutschland

Den AutorInnen wenig bekannt. Eine kleine Gruppe im Waldbestand bis Alter 70 ist im Landkreis Karlsruhe vorhanden [15].

## 6. Holzeigenschaften und Holzverwendung

Das Holz ist mittelhart, außerordentlich zäh und schwer zu spalten [1].

1. **Holzdicke:**  
0,42 ... 0,62 ... 0,68 g/cm<sup>3</sup> ( $r_{12...15}$ ) [16].
2. **Dauerhaftigkeitsklasse:**  
In EN 350 nicht enthalten [17], geringe Dauerhaftigkeit [1, 16].
3. **Konstruktionsbereich (Bauholz, Massivholzwerkstoffe):**  
Keine Literatur gefunden.
4. **Innenausbau, Möbelbau:**  
Mittlerer Anspruch im Innenraum [16], Tischler- und Drechslerholz [1], Furnier- und Möbelholz, zum Dampfbiegen geeignet [9].
5. **Holzwerkstoffe (OSB, LVL, Spanplatte, MDF):**  
Sperrholzplatten [18].
6. **Zellstoff, Papier, Karton:**  
Geeignet für die Papierindustrie [1].
7. **Energetische Nutzung:**  
Gut geeignet als Brennholz [1, 2].
8. **Sonstige Nutzungen:**  
Herstellung von Sportgeräten [1].

## 7. Sonstige Ökosystemleistungen

1. **Nicht-Holzverwendung:**  
Medizinisch (Früchte, Borke und Blätter) [19].
2. **Biomassefunktionen:**  
Biomassefunktionen wurden für verschiedene Kompartimente in Südbrasilien [13] oder für oberirdische Biomasse in den USA [20] unter Verwendung von BHD und Höhe als Prädiktoren entwickelt.
3. **Landschaftliche und ökologische Aspekte:**  
Attraktiver Baum, der häufig als Allee- oder Parkbaum verwendet wird [2]. Sie wird oft für Bodenschutz zwecke eingesetzt [2].

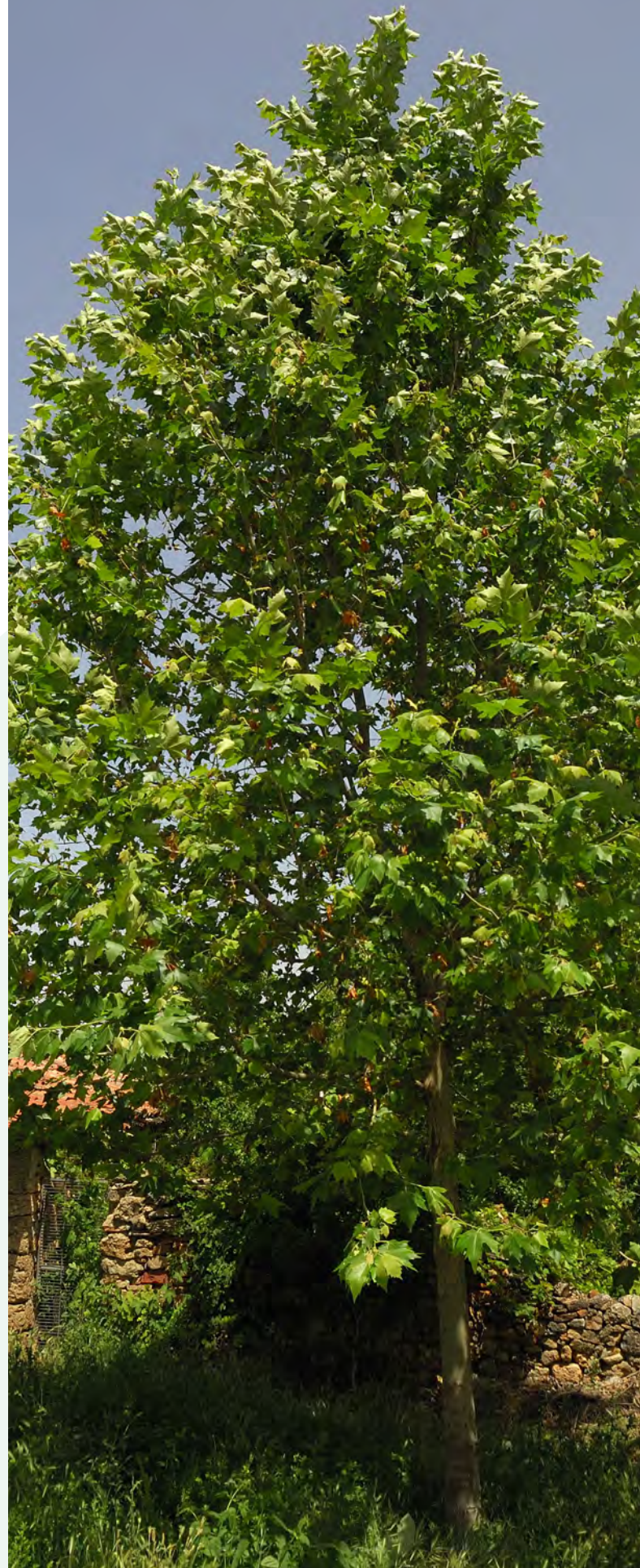
## 8. Biotische und abiotische Risiken

1. **Pilze:**  
Der Platanenkrebs, auch Platanenwelke genannt, ist eine sehr aggressive und gefährliche Krankheit, die von *Ceratocystis fimbriata* f.sp. *platani* verursacht wird. Die Übertragung des Pilzes erfolgt über Wurzelkontakte oder durch kontaminierte Schnittwerkzeuge, Bodenmaterialien und Pflanzgut [21]. Derzeit ist diese Krankheit in Europa weit verbreitet und bedroht den Anbau der Ahornblättrigen Platane [5]. Die Blattbräune der Platane wird von *Apiognomonina veneta* verursacht. Der Befall tritt überwiegend an jungen Blättern und Zweigen auf, führt jedoch nur selten zum Absterben des Baumes. Es gibt einige Varietäten, die resistent gegen die Blattbräune sind. Der Zottige Schillerporling (*Inonotus hispidus*) verursacht massive Weißfäule am Stammholz [2]. *Microsphaera platani* ruft den Echten Mehltau hervor [2]. Die Massaria-Krankheit wird durch den Pilz *Splanchnonema platani* verursacht. Diese Krankheit kommt in Verbindung mit Stressfaktoren vor und kann zum raschen Absterben und Bruch der Triebe führen [22]. Der Brandkrustenzpilz (*Ustilina deusta*) kommt auch vor [23].
2. **Insekten:**  
Die Platanennetzwanze (*Corythucha ciliata*) wird seit den 1960er Jahren in Europa beobachtet. Bei starkem Befall kann sie die Photosynthese beeinträchtigen und zum Absterben der Bäume führen [24]. *Aegeria mellinipennis* bildet Galerien im Holz. Andere holzschädliche Insekten sind *Cossus cossus* und *Zeuzera pyrina* [2]. Der Asiatische Laubholzbockkäfer wurde auch auf Platane beobachtet [25].
3. **Sonstige Risiken:**  
Keine Literatur gefunden.
4. **Herbivoren/Verbissemphindlichkeit:**  
Tolerant gegenüber Verbiss [8].
5. **Dürretoleranz:**  
Die Ahornblättrige Platane erträgt Trockenheit [5, 19].
6. **Feueranfälligkeit:**  
Keine Literatur gefunden.
7. **Frosttoleranz:**  
Frostharte Baumart [9].
8. **Sturmanfälligkeit:**  
Gering wegen Herzwurzelsystem mit starker

Hauptwurzel und dichten oberflächlichen Seitenwurzeln [14, 19].

**9. Schneebruch:**  
Keine Literatur gefunden.

**10. Invasivitätspotenzial:**  
Hoch [26].



Ahornblättrige Platane



## Literatur

- [1] KÖNIG, E. (1956): Heimische und eingebürgerte Nutzhölzer. Stuttgart: Holz-Zentralblatt Verlags-GmbH. 243 S.
- [2] PRACIAK, A., et al. (2013): The CABI encyclopedia of forest trees. Oxfordshire, UK: CABI. 523 S.
- [3] METTENDORF, B. (2016): Eingeführte Baumarten als Alternativen zur Esche. AFZ-DerWald. 4: S. 50-54.
- [4] WILLOUGHBY, I., et al. (2007): The potential of 44 native and non-native tree species for woodland creation on a range of contrasting sites in lowland Britain. Forestry. 80(5): S. 531-553.
- [5] CENTRE RÉGIONAL DE LA PROPRIÉTÉ FORESTIÈRE. (2005): Essences Forestières Aquitaine. Bordeaux Cedex, France. 38 S.
- [6] ANTES, T.E.E.C. (2020): Plátano de sombra: características y cuidados, unter: <https://www.antes-todoestoeracampo.net/platano-de-sombra/> [Stand: 01.07.2020].
- [7] CENTRE RÉGIONAL DE LA PROPRIÉTÉ FORESTIÈRE. (2017): Le platane, une alternative au peuplier en station alluviale séchante unter: <http://www.crfp-poitou-charentes.fr/Le-platane-une-alternative-au.html> [Stand: 29.08.2017].
- [8] MISSOURI BOTANICAL GARDEN. (2017): *Platanus* × *acerifolia*, unter: <http://www.missouribotanicalgarden.org/PlantFinder/PlantFinderDetails.aspx?kempercode=a892> [Stand: 29.08.2017].
- [9] LUNIN, S. (2016): Platane. Material-Archiv. 8 S.
- [10] GILMAN, E.F. und WATSON, D.G. (2014): *Platanus* × *acerifolia* ‚Liberty‘, ‚Liberty‘ London Planetree. Gainesville: Environmental Horticulture Department, UF/IFAS. 3 S.
- [11] PEYRE, S., et al. (1996): La culture du platane hybride en Catalogne espagnole. Forêt Méditerranéenne. 4: S. 304-308.
- [12] BGBL. (2002): Forstvermehrungsgutgesetz vom 22. Mai 2002. In: BGBL. I S. 1658, BUNDESMINISTERIUM DER JUSTIZ UND FÜR VERBRAUCHERSCHUTZ.
- [13] HOPPE, J.M., et al. (2006): Estimativa de biomassa em povoamento de *Platanus* × *acerifolia* (Aiton) Willd. estabelecido no município de Dom Feliciano, RS. Ciência Florestal. 16(4).
- [14] WWU MÜNSTER. (2016): Ahornblättrige Platane, unter: <https://www.uni-muenster.de/Klein-eBaumschule/ahornblaettrigeplatane.html> [Stand: 30.08.2017].
- [15] METTENDORF, B. (2017): mündliche Auskunft.
- [16] WAGENFÜHR, R. (2000): HOLZatlas. München: Fachbuchverlag Leipzig im Carl Hanser Verlag. 707 S.
- [17] EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG. (2016): Dauerhaftigkeit von Holz und Holzprodukten - Prüfung und Klassifikation der Dauerhaftigkeit von Holz und Holzprodukten gegen biologischen Angriff - EN 350.
- [18] THE WOOD DATABASE: London plane, unter: <https://www.wood-database.com/london-plane/> [Stand: 12.06.2020].
- [19] BÄUME UND DUISBURG. (2017): Ahornblättrige Platane, unter: [http://baeume-und-duisburg.de/kant/ahornblaettrige\\_platane.php](http://baeume-und-duisburg.de/kant/ahornblaettrige_platane.php) [Stand: 30.08.2017].
- [20] AGUARON, E. und MCPHERSON, E.G. (2012): Comparison of methods for estimating carbon dioxide storage by Sacramento's urban forest. Carbon sequestration in urban ecosystems. Springer. S. 43-71.
- [21] BUNDESFORSCHUNGSZENTRUM FÜR WALD. (2006): Platanenkrebs - *Ceratocystis fimbriata* f.sp. *platani* unter: [http://bfw.ac.at/ws/sdis.schadens-typ\\_w?schadenstyp\\_id\\_in=178](http://bfw.ac.at/ws/sdis.schadens-typ_w?schadenstyp_id_in=178) [Stand: 30.08.2017].
- [22] MÖSCH, S., et al. (2014): Massaria-Krankheit der Platane: *Splanchnonema platani*. JULIUS KÜHN-INSTITUT - BUNDESFORSCHUNGSINSTITUT FÜR KULTURPFLANZEN. Braunschweig. 2 S.
- [23] BRANDSTETTER, M. (2007): Der Brandkrustenspiz (*Ustilina deusta*) – eine fast unsichtbare Gefährdung für zahlreiche Laubbäume. Forstschutz Aktuell 38: S. 18-20.
- [24] SCHEMBER, J., et al. (2017): *Corythucha ciliata* – Eine Wanze auf dem Vormarsch, unter: <http://www.baumpflege-schweiz.ch/pdf/phytopatho/platanen-netzwanze2.pdf> [Stand: 29.08.2017].
- [25] DELB, H., et al. (2013): Waldschutzsituation 2012/2013 in Baden-Württemberg. AFZ-DerWald. 7: S. 8-11.
- [26] ZAPPONI, L., et al. (2015): The Habitat-Trees experiment: using exotic tree species as new microhabitats for the native fauna. iForest - Biogeosciences and Forestry. 8(4): S. 464-470.



## 1. Verbreitung und Ökologie

### 1. Natürliche Verbreitung:

Die Aspe ist fast in ganz Europa verbreitet (23° bis 70° N). Das Hauptvorkommen liegt zwischen dem 53. und 60. Breitengrad. Sie besiedelt Höhenlagen von bis zu 2.000 m ü. NN [4]. In südöstlicher Richtung erstreckt sich das Vorkommen von Afrika (einzelne Populationen), über Kleinasien und China bis in den Norden Japans (Pearson und Lawrence (1958) zitiert nach [4]).

### 2. Klimatische Kennziffern:

Sie hat keine spezifischen Ansprüche [4, 5]. Daten aus europaweiten Inventuren zeigen, dass die Aspe auf Standorten mit jährlichen Niederschlagssummen zwischen 400 und 2.000 mm (maximal 2.900 mm) und Jahresmitteltemperaturen von -3 bis 15 °C vorkommt (Abb. 1) [1].

### 3. Natürliche Waldgesellschaft:

Rein- und Mischbestände [4]. Sie kommt in Beimischung mit zahlreichen Laub- und Nadelbaumarten sowie oft gruppenweise in Fichtenwäldern vor [3].

### 4. Künstliche Verbreitung:

Island (Loftson (1993) zitiert nach [4]), Vereinigte Staaten, Australien und Nepal [6].

### 5. Lichtansprüche:

Pionierbaumart [4, 5].

### 6. Konkurrenzstärke:

#### 6.1. Verjüngungs-Dickungsphase:

Rasches Jugendwachstum, vor allem bei Wurzelbrut [4, 5, 7]. Die Verjüngung kann durch Bodenvegetation beeinträchtigt werden [8].

#### 6.2. Baum- und Altholzphase:

Hoch auf nährstoffreichen und frischen Standorten (Johansson (1996) zitiert nach [2]). Die Selbstausdünnung beginnt früh und dauert an, bis ein Alter von 20 Jahren erreicht ist (Langhammer und Oppdahl (1990) zitiert nach [2]).

## 2. Standortsbindung

Die Aspe ist nicht standörtlich festgelegt [4]. Unterarten der Aspe besiedeln sowohl Sand- als auch dichte Böden. Gute Wachstumsleistung wird auf mineral- und nährstoffreichen sowie frischen Standorten erreicht [7, 9]. Sandige Lehme und lehmige Sande werden bevorzugt [4]. In Deutschland besiedelt die Aspe auch sandige, nährstoffarme und trockene Böden [10]. Eine ausreichende Wasserversorgung ist für den Anbau entscheidend [5].

### 1. Nährstoffansprüche:

Anspruchslos [5].

### 2. Kalktoleranz:

Keine Literatur gefunden.

### 3. pH-Wert:

Werte zwischen 5 und 6 werden bevorzugt [4].

### 4. Tontoleranz:

Keine Literatur gefunden.

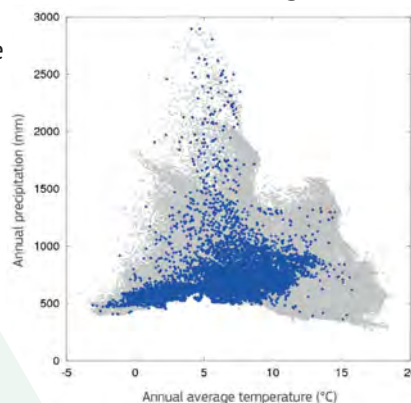


Abb. 1 Vorkommen der Art (blaue Punkte) in Bezug zum Niederschlag und zur Temperatur in Europa (graue Punkte: gesamter europäischer Klimaraum in den Inventurdaten) [1].

# ■ *Populus tremula* L. ZITTERPAPPEL / ASPE / ESPE

## ■ FAMILIE: Salicaceae

Syn: *Populus pseudotremula* N.I. Rubtzov

Franz: tremble; Ital: pioppo tremolo; Eng: Eurasian aspen, European Aspen; Span: álamo temblón, chopo temblón.

- Die Aspe verfügt über ein breites ökologisches Spektrum und zahlreiche Subspezies. Daher hat sie das zweitgrößte Verbreitungsgebiet aller Baumarten der Welt, welches von Osteuropa bis nach Asien reicht [1]. Ihre Verjüngung ist auf Störungen angewiesen [2]. Sie besiedelt oft Schadflächen nach Kalamitäten und ist eine wichtige Biotopbaumart für zahlreiche Arten [1, 3]. In bewirtschafteten Wäldern wurde sie oftmals entfernt, da sie die Wirtsbaumart für den Kieferndrehrost (*Melampsora pinitorqua*) ist. Heutzutage kommt sie verstreut in alten Baumbeständen vor und die Populationen fangen an, sich zu erholen [3].

### 5. Staunässe- und Grundwassertoleranz:

Hoch. Die Aspe verträgt bis zu vier Monate sommerliche Überschwemmung. Sie gedeiht auf nassen Moor-, Bruch- und Auenböden [5].

### 6. Blattabbau (Streuzersetzung und Nährstoffe):

Gute Streuzersetzung [11]. Durch die Zersetzung der kalkhaltigen Streu kann der pH-Wert des Bodens erhöht werden (Valovirta (1968) zitiert nach [12]).

### 3. Keimfähigkeit und Überdauerungszeit des Saatgutes:

80-100 %. Die Überdauerungszeit liegt bei mindestens drei Jahren, wenn es bei niedriger Temperatur und bei 5 % Feuchtigkeit gelagert wird (Jobling (1990) zitiert nach [7]).

### 4. Mineralbodenkeimer:

Keine Literatur gefunden.

### 5. Stockausschlagfähigkeit:

Ja, hauptsächlich Wurzelbrut nach Störungen [7].

### 6. Forstvermehrungsgutgesetz:

Ja [13].

### 7. Mögliche Mischbaumarten:

Die Aspe verträgt seitliche Beschattung besser als die Weiß- oder Schwarzpappel und lässt sich im Bestand einfügen [5]. Sie kann als Vorwald angebaut werden [9], z. B. für die Weißfichte (*Picea glauca*) (Langhammer (1982) zitiert nach [2]).

## 3. Bestandesbegründung

### 1. Naturverjüngung:

Die Aspe weist frühe (schon ab dem 5. Lebensjahr) und reichliche Fruktifizierung auf [5], jedoch ist die Verjüngung nur wenig erfolgreich mit Ausnahme der Keimung und Etablierung auf frischen Brandflächen. Für eine erfolgreiche Samenverjüngung wird geringe Konkurrenz mit der Bodenvegetation [4] und gleichzeitig Schutz vor Austrocknung der Setzlinge benötigt. Die Aspe verjüngt sich hauptsächlich und intensiv durch Wurzelbrut [7]. Dabei kann ein adulte Aspe eine Fläche von 100 bis 1.200 m<sup>2</sup> bedecken [4]. Sie toleriert Beschattung, aber ausreichend Licht wird für das Wachstum benötigt [1, 7].

### 2. Künstliche Verjüngung:

Die Pflanzung wird genutzt, wenn keine Altbäume vorhanden sind. Pflanzen werden hauptsächlich durch vegetative Vermehrung (Steckling oder Pfropfung) gewonnen. Aussaat dürfte jedoch eine höhere genetische Vielfalt absichern und bessere Anpassungsmöglichkeit an klimatischen Bedingungen bieten [7].



Frucht der Aspe



## 4. Leistung und Waldbau

### 1. Wachstum:

Die Bäume erreichen 30 m in der Höhe, 60 bis 80 cm im BHD und werden maximal 200 Jahre alt [4]. In den tieferen Lagen Mitteleuropas werden die Bäume etwa 70-90 Jahre alt [5]. Unter günstigen Bedingungen weist die Aspe rasches Wachstum auf und bildet ertragreiche Bestände. Das Höhenwachstum kulminiert in den ersten 10 Jahren mit durchschnittlich 75 cm pro Jahr [4]. In Skandinavien weist die Aspe einen dGz von 4 bis 10 m<sup>3</sup>/ha/J im Alter 50 auf [14]. Die Umtriebszeiten liegen zwischen 20 und 80 Jahren, je nach Nutzungsziel [7]. In einem Alter von 70 Jahren können bei guter Bonität Holzvorräte von 800 fm/ha erreicht werden [4]. In nordischen und baltischen Ländern wird die Hybridasppe (*P. tremula* × *P. tremuloides*) seit Jahren angebaut. Die Hybridasppe zeigt einen wesentlich höheren Ertrag und wird hauptsächlich in der Papierindustrie genutzt [7].

### 2. Ökonomische Bedeutung:

Hohe ökonomische Bedeutung in der Zündholz- und Papierindustrie [4].

## 5. Erfahrung in Baden-Württemberg und Deutschland

Das Potenzial der Aspe auf Kurzumtriebsplantagen wird in Deutschland seit den 1980er Jahren untersucht. Der Ertrag an oberirdischer Holzbiomasse kann bei einer Umtriebszeit von zehn Jahren 10 t<sub>atro</sub>/ha/J betragen. Die Hybridasppe zeigt bessere Leistungen als die Aspe. Schon nach vier Jahren wurden

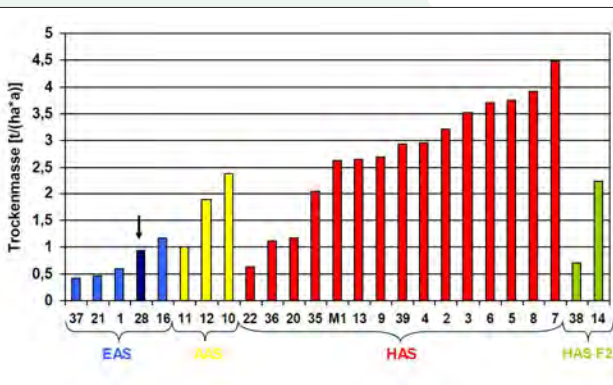


Abb. 2 Jährliche Biomasseleistung in der Aspen-Nachkommenschaftsprüfung Thammenhain 2010 in den ersten vier Jahren (EAS: Europäischen Aspe; AAS: Amerikanische Aspe; HAS: Hybridasppe) [10].

Biomasseleistungen von 3-4,5 t<sub>atro</sub>/ha/J bei den besten Hybridasppe erreicht (Abb. 2) [10]. In Nordwestdeutschland wurde bei der Aspe ein durchschnittlicher Höhenzuwachs von 55 cm in den ersten beiden Vegetationsperioden beobachtet [8].

## 6. Holzeigenschaften und Holzverwendung

Das Holz der Zitterpappel ist sehr weich und leicht. Es ist schmutzigweiß und schwindet kaum [15].

### 1. Holzdichte:

0,43 g/cm<sup>3</sup> (Wassergehalt wurde nicht berichtet) [14].

### 2. Dauerhaftigkeitsklasse:

In EN 350 nicht enthalten [16].

### 3. Konstruktionsbereich (Bauholz, Massivholzwerkstoffe):

Hausbau in waldarmen Gebieten Russlands [4].

### 4. Innenausbau, Möbelbau:

Furnier [17], Verkleidungen [14].

### 5. Holzwerkstoffe (OSB, LVL, Spanplatte, MDF):

Sperrholz- und Spanplatten [14, 17].

### 6. Zellstoff, Papier, Karton:

Geeignet für die Papier- und Zellstoffindustrie [4].

### 7. Energetische Nutzung:

Brennmaterial [4].

### 8. Sonstige Nutzungen:

Streichhölzer [17], Paletten [14].

## 7. Sonstige Ökosystemleistungen

### 1. Nicht-Holzverwendung:

Das Laub kann als wertvolles Viehfutter verwendet werden [7]. Die Rinde und die Blätter haben wichtige medizinische Anwendungsmöglichkeiten [7].

### 2. Biomassefunktionen:

Biomassefunktionen wurden für Estland [18], Deutschland und Schweden erstellt [19].



### 3. Landschaftliche und ökologische Aspekte:

Sehr wichtige Baumart für die Erhaltung der Biodiversität. Für zahlreiche Arten stellt die Aspe Lebensraum und Nahrungsquelle dar [3, 4, 7]. Sie ist aufgrund der goldgelben Herbstfärbung ein schönes Landschaftsbildelement. Außerdem ist sie bodenverbessernd und kann für die Aufforstung auf Schadflächen, die durch das Absterben von Bäumen aufgrund von saurem Regen entstanden [3], sowie zur Phytoremediation [7] verwendet werden. Auch zum Wind-, Wasser- und Bodenschutz wird sie eingesetzt [1].

## 8. Biotische und abiotische Risiken

### 1. Pilze:

Der Feuerschwamm (*Phellinus tremulae*) tritt durch Totäste, Aststümpfe und offene Rindenschnitten ein und ruft Kernfäulnis hervor, die sich schnell im Stamm ausbreitet. Weiterhin von Bedeutung sind: Triebspitzenkrankheit, verursacht durch *Venturia tremulae*; Rindenbrand, vor allem an jungen Pflanzen, hervorgerufen durch *Dothichiza populea*; Stamm- und Astkrebs mit Rotfärbung und vorzeitigem Blattabwurf, ausgelöst durch *Hypoxylon mammatum* [4].

### 2. Insekten:

Zwei Arten des Pappelbocks (*Sarperda carcharias* und *S. populnea*) können erhebliche Schäden verursachen [3, 4]. Außerdem wird die Aspe vom Kleinen Aspenbock (*Saperda populnea*) befallen [11]. Die Entwicklung von jungen Pflanzen kann unter anderem von den folgenden blattfressenden Insekten beeinträchtigt werden: Pappel- und Espenblattkäfer (*Melasoma populi* und *M. tremulae*), Pappelblattroller (*Byctiscus populi*), gelbe Pappelblattwespe (*Cladius viminalis*). Außerdem werden die Blätter von den Raupen von *Lithocolletis tremulae* und *Phyllocnistis labyrinthella* befallen [4].

### 3. Sonstige Risiken:

Die leichte Hybridisierung mit der Amerikanischen Zitterpappel (*Populus tremuloides*) kann den Genfluss bedrohen. Der Klimawandel kann die Anfälligkeit gegenüber Pathogenen und Trockenheit erhöhen [7]. Gallmilben-Arten (*Eriophyidae*) kommen auch vor [11].

### 4. Herbivoren/Verbissemempfindlichkeit:

Hoch anfällig gegenüber Verbiss [2, 3].

### 5. Dürretoleranz:

Mäßig dürreempfindlich [5]. Anhaltende Trockenheit kann das Wachstum und die Vitalität reduzieren [7].

### 6. Feuereanfälligkeit:

Bäume sind sehr anfällig für Feuer. Brände fördern aber die natürliche Verjüngung der Aspe, sowohl durch Samen als auch Wurzelbrut [2, 7].

### 7. Frosttoleranz:

Die Aspe ist ausgesprochen kälte- und frostresistent [5], kann aber bei strenger Winterkälte Frostschäden an den einjährigen Trieben aufweisen [4].

### 8. Sturmanfälligkeit:

Anfällig für Windwurf aufgrund ihres flachen Wurzelsystems [4].

### 9. Schneebruch:

Hohe Gefährdung im belaubten Zustand [5].

### 10. Invasivitätspotenzial:

Die Aspe wird in den Vereinigten Staaten als invasiv eingestuft [6, 20]. Als heimische Baumart ist die Invasivität für Deutschland nicht relevant.



Aspe



## Literatur

- [1] CAUDULLO, G. und DE RIGO, D. (2016): *Populus tremula* in Europe: distribution, habitat, usage and threats. In: SAN-MIGUEL-AYANZ, J., DE RIGO, D., CAUDULLO, G., HOUSTON DURRANT, T., und MAURI, A., (Hrsg.) European Atlas of Forest Tree Species. Luxembourg: Publ. Off. EU. S. e01f148+.
- [2] MYKING, T., et al. (2011): Life history strategies of aspen (*Populus tremula* L.) and browsing effects: a literature review. *Forestry*. 84(1): S. 61-71.
- [3] ROGERS, P.C., et al. (2020): A global view of aspen: Conservation science for widespread keystone systems. *Global Ecology and Conservation*. 21: S. e00828.
- [4] TAMM, Ü. (2001): *Populus tremula* L., 1753. In: ROLOFF, A., WEISGERBER, H., LANG, U.M., und STIMM, B., (Hrsg.) Enzyklopädie der Holzgewächse. S. 10.
- [5] ETH ZÜRICH. (2002): Mitteleuropäische Waldbaumarten: Artbeschreibung und Ökologie unter besonderer Berücksichtigung der Schweiz. ETH Zürich 248 S.
- [6] GBIF. (2020): *Populus tremula* L., unter: <https://www.gbif.org/species/3040249> [Stand: 20.05.2020].
- [7] MACKENZIE, N. (2010): Ecology, conservation and management of Aspen: A Literature Review. *Scottish Native Woods (Aberfeldy)*. 40 S.
- [8] STOLL, B. (2011): Vergleich unterschiedlicher Anbaumethoden von Energieholzplantagen. in Fakultät für Forstwissenschaften und Waldökologie Göttingen. 138 S.
- [9] OTTO, H.J., et al. (2014): Standortansprüche der wichtigsten Waldbaumarten. *aid Infodienst Bonn*. 46 S.
- [10] LIESEBACH, M. (2015): FastWOOD II: Züchtung schnell-wachsender Baumarten für die Produktion nachwachsender Rohstoffe im Kurzumtrieb - Erkenntnisse aus 6 Jahren FastWOOD. Braunschweig: Thünen Report 26. 210 S.
- [11] SCHMIDT, O. (2019): Vielfältige Pionierbaumarten. Weichlaubhölzer: Hotspots der Artenvielfalt in unseren Wäldern. *LWF aktuell*. (122): S. 33-36.
- [12] NIKULA, S., et al. (2010): Urbanization-related changes in European aspen (*Populus tremula* L.): leaf traits and litter decomposition. *Environ Pollut*. 158(6): S. 2132-42.
- [13] BGBL. (2002): Forstvermehrungsgutgesetz vom 22. Mai 2002. In: BGBL I S. 1658, BUNDESMINISTERIUM DER JUSTIZ UND FÜR VERBRAUCHERSCHUTZ.
- [14] WORRELL, R. (1995): European aspen (*Populus tremula* L.): a review with particular reference to Scotland II. Values, silviculture and utilization. *Forestry*. 68(3): S. 231-243.
- [15] WALD, S.U.: Die Zitterpappel (*Populus Tremula* L.), unter: <https://www.wald.de/die-zitterpappel-populus-tremula-l/> [Stand: 24.06.2020].
- [16] EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG. (2016): Dauerhaftigkeit von Holz und Holzprodukten – Prüfung und Klassifikation der Dauerhaftigkeit von Holz und Holzprodukten gegen biologischen Angriff - EN 350.
- [17] WÜHLISCH, G.V. (2009): Eurasian aspen - *Populus tremula*. EUFORGEN Technical Guidelines for genetic conservation and use of Eurasian aspen (*Populus tremula*). S. 6.
- [18] MANDRE, M., et al. (1998): The partitioning of carbohydrates and the biomass of leaves in *Populus tremula* L. canopy. *Trees*. 12: S. 160-166.
- [19] ZIANIS, D., et al. (2005): Biomass and stem volume equations for tree species in Europe. *SILVA FENNICA Monographs* 463.
- [20] INVASIVE PLANT ATLAS OF THE UNITED STATES. (2020): European Aspen: *Populus tremula* L., unter: <https://www.invasiveplantatlas.org/subject.html?sub=11717> [Stand: 20.05.2020].

# VOGELKIRSCHKE



## 1. Verbreitung und Ökologie

- Natürliche Verbreitung:**  
Europa, Nordafrika und Westasien [2]; bis auf 1.800 m in den Alpen [2].
- Klimatische Kennziffern:**  
Jährlicher Niederschlag zwischen 400 und 1.400 mm, gut verteilt über das Jahr. Jahresmitteltemperatur von 5 bis 15 °C (Abb. 1) [3]. Kältetoleranz: -29 °C; Hitzetoleranz: 41 °C [4].
- Natürliche Waldgesellschaft:**  
Mischbaumart, die häufig mit Esche, Ahorn, Buche, Hainbuche und Eiche vorkommt [5]. Sie ist mit einem Anteil von ca. 0,5 % in Baden-Württemberg verbreitet [1] und somit eine seltene Baumart [6].
- Künstliche Verbreitung:**  
in Vorderindien und dem Osten Nordamerikas [1].

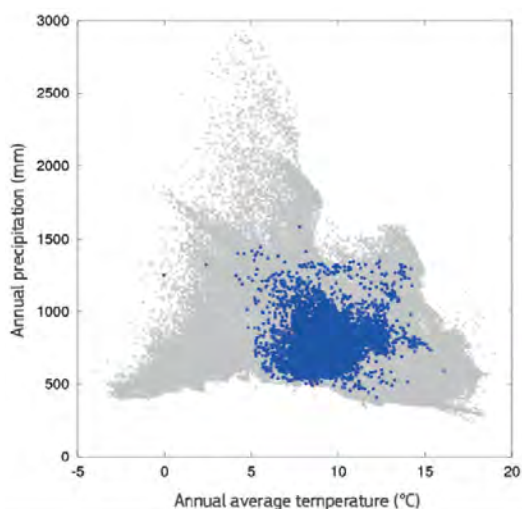


Abb. 1 Vorkommen der Art (blaue Punkte) in Bezug zum Niederschlag und zur Temperatur in Europa (graue Punkte: gesamter europäischer Klimaraum in den Inventurdaten) [3].

- Lichtansprüche:**  
Pionierbaumart [7].
- Konkurrenzstärke:**
  - Verjüngungs-Dickungsphase:**  
Freudige Naturverjüngung in großer Abundanz [7] mit schnellem Jugendwachstum [1] bei ausreichendem Lichtgenuss [8].
  - Baum- und Altholzphase:**  
In dieser Phase verliert sie gegenüber anderen Hartholzarten an Raum [7, 8], wenn sie nicht freigestellt wird [5].

## 2. Standortsbindung

Die Vogelkirsche ist sehr gut an trockene bis sehr trockene Standorte angepasst, erträgt nasse bis sehr frische Böden nicht [9].

- Nährstoffansprüche:**  
Bevorzugt tiefgründige und gut nährstoffversorgte Böden [1].
- Kalktoleranz:**  
Gut [2].
- pH-Wert:**  
Die Vogelkirsche toleriert ein breites Spektrum an pH-Werten (5,5-8,5), hat aber eine Präferenz für leicht saure Böden [7]. Sie verträgt keine stark sauren Standorte [1].
- Tontoleranz:**  
Keine Literatur gefunden.
- Stauässe- und Grundwassertoleranz:**  
Empfindlich gegenüber Stauässe [1].

## ■ *Prunus avium* (L.) L. VOGELKIRSCHKE / SÜSSKIRSCHKE

- FAMILIE: Rosaceae  
Franz: merisier; Ital: ciliegio selvatico; Eng: gean, wild cherry; Span: cerezo silvestre.
- Die Vogelkirsche ist eine Edellaubbaumart und könnte aufgrund ihrer ökologischen und forstlichen Bedeutung sowie ihrer hohen Toleranz gegenüber Warm- und Trockenbedingungen eine wichtige Rolle für die Anpassung des Waldes an den Klimawandel spielen [1].



### 6. Blattabbau (Streuzersetzung und Nährstoffe):

Schnelle Zersetzung [10].

### 3. Bestandesbegründung

#### 1. Naturverjüngung:

Die Vogelkirsche verjüngt sich gut durch Vogel-  
saat oder Wurzelbrut und erfordert Licht für das  
Wachstum [1]. Die Kirschkerne weisen Dormanz  
auf, und die Keimung erfolgt teilweise im ersten,  
zweiten oder sogar weiteren Jahren nach der Ver-  
breitung [2].

#### 2. Künstliche Verjüngung:

Die Vogelkirsche wird oft für die Aufforstung  
vorherigen Ackerlands eingesetzt [7]. Stratifika-  
tion des Saatgutes bei Wechseltemperatur für  
5-6 Monate (2 Wochen bei 20-25°C und danach  
bei 2-5°C bis zur Aussaat im Frühjahr) kann die  
Keimfähigkeit erhöhen [7, 11]. Samen oder Klone  
aus qualifiziertem und geprüftem Vermehrungs-  
gut sind zu bevorzugen [1]. Bei Reinbeständen  
ist ein Verband von 2 x 2 m möglich, dann muss  
jedoch recht früh im Alter von ca. 8 Jahren frei-  
gestellt werden [5]. Die Fläche für Reinbestände  
sollte 0,5 ha nicht überschreiten, um die Gefahr  
von Windwurf und Pilzinfektionen zu minimieren.  
Mischbestände sind daher empfehlenswert [12],  
bei denen zwei Verfahren möglich sind: (a) Ein-  
zelmischung im Verband von 5 x 5 m mit intensi-  
ver Kontrolle der krautigen Begleitvegetation;  
(b) eine Reihemischung mit späterer innerart-  
licher Auslese innerhalb der Reihe [5]. Beim Rei-  
henverband (Reihenabstände von 10 - 13 m und  
1,5 - 3 m Abstand in der Reihe) sollte hochwer-  
tiges Pflanzmaterial bevorzugt werden [8]. Bei sil-  
vaSELECT®-Kulturen wird eine frühe Pflanzung  
im Jahr empfohlen. Als ausreichende (Mindest-)  
Fläche für die Verjüngung der Vogelkirsche wer-

den 0,3 ha empfohlen [13].

#### 3. Keimfähigkeit und Überdauerungszeit des Saat- gutes:

40-70 %; das Saatgut kann für 1 bis 5 Jahre  
bei 0 bis -6° C und 8-12 % Feuchtigkeit  
gelagert werden [11].

#### 4. Mineralbodenkeimer:

Keine Literatur gefunden.

#### 5. Stockausschlagfähigkeit:

Ja, auch aus den Wurzeln [7].

#### 6. Forstvermehrungsgutgesetz:

Ja [14].

#### 7. Mögliche Mischbaumarten:

Esche und Bergahorn auf frischen Böden [1, 2]  
und Eiche sowie Lärche auf mäßig frischen Bö-  
den [1]. Mischungen mit Fichte, Tanne und Kiefer  
sind auch sinnvoll, mit Linde und Buche aller-  
dings zu vermeiden [5].



Blüte der Vogelkirsche

## 4. Leistung und Waldbau

### 1. Wachstum:

Schnellwachsende Art, die bis 25 m Höhe, 70 cm BHD und ca. 100 Jahre erreichen kann [7]. Ab dem 70./80. Lebensjahr kann Stammfäule auftreten [1, 8]. Daher wird die Ernte bis zum Alter 50 [15] oder maximal 90 Jahren empfohlen [2]. In Deutschland liegt der laufende periodische Derbholz-Zuwachs bei ca. 10 m<sup>3</sup>/ha/J [6]. Z-Bäume sollten früh ausgewählt und in mehreren Durchgängen auf 6 bis 10 m grünteastet werden, wobei jeweils 1/3 der Grünkrone bzw. 2-3 Astquirle verbleiben sollten [1]. Die Ästung sollte spätestens im Alter von 4 Jahren [1] oder maximal bei 10 cm BHD beginnen. Das Ziel ist dabei einen asthaltigen Kern bis maximal 10 cm zu erreichen. Ein Astdurchmesser über 2,5 cm kann das Infektionsrisiko durch Monilia-Pilz steigern [16]. Ende Juni/Anfang Juli erscheint als optimaler Zeitpunkt für die Ästung [13]. Die Durchforstungen zur Freistellung der Z-Bäume sollten bis zum Alter 20 in 2-jährigen, bis zum Alter 30 in 3-jährigen, und bis zum Alter 40 in 4-jährigen Intervallen erfolgen. Hiebsreife Z-Bäume mit einem Zieldurchmesser von 50-60 cm benötigen einen Abstand von 12-15 m oder einen Standraum von 100-200 m<sup>2</sup> [1].

### 2. Ökonomische Bedeutung:

Hochwertiges Holz [15].

## 5. Erfahrung in Baden-Württemberg und Deutschland

In den 1960er Jahren hat die FVA-BW mit dem Aufbau einer Kirschen-Samenplantage begonnen („Samenplantage Waldkirsche Liliental“), deren Bäume eine sehr gute Wuchleistung bezüglich Höhe und Durchmesser zeigen, mit guten Stammqualitäten und geringer Neigung zur Starkastigkeit [1, 8, 17]. Hochleistungsklone wie „silvaSELECT“ weisen ebenso überzeugende Stammformen auf und erreichen auf guten Standorten hiebsreife Dimensionen schon ab dem 40. Jahr. Außerdem weisen silvaSELECT-Kirschen geringere Ausfälle und Ästigkeit sowie höhere Zuwächse und Anteile geeigneter Bäume auf als Sämlingskirschen [13]. Eine Studie über das Wachstum der Vogelkirsche wurde in Baden-Württemberg durchgeführt. Das Höhenwachstum ist am Anfang rasch, sodass die halbe Endhöhe bereits nach 15-25 Jahren erreicht werden kann (Abb. 2). Der jährliche Durchmesserzuwachs lag zwischen 4 und 10 mm, wobei die höheren Werte nur durch gezielte Freistellung erreicht werden. Der durchschnittliche Volumen-

zuwachs beträgt ca. 10 Vfm/ha/J [5]. Eine Versuchsfläche im Mittleren Schwarzwald wurde angelegt, um die Mittelwaldbewirtschaftung für die Vogelkirsche zu untersuchen (Suchant et al. (1995) zitiert nach [18]). Es existieren waldwachstumskundliche Versuchsflächen an der FVA-BW.

Höhenbonität	I	II	III	IV	V
Jahre	(Meter)				
10	6,9	6,2	5,5	4,7	4,0
15	10,5	9,4	8,3	7,2	6,1
20	13,9	12,4	10,9	9,5	8,0
25	17,0	15,2	13,4	11,6	9,8
30	19,7	17,6	15,5	13,5	11,4
35	21,9	19,6	17,3	15,0	12,7
40	23,9	21,4	18,9	16,4	13,9
45	25,6	22,9	20,2	17,5	14,8
50	27,3	24,4	21,5	18,6	15,8
55	28,7	25,7	22,6	19,6	16,6
60	29,8	26,7	23,6	20,4	17,3
65	30,8	27,6	24,3	21,1	17,8
70	31,6	28,3	25,0	21,6	18,3
75	32,3	28,9	25,5	22,1	18,7
80	32,8	29,3	25,9	22,4	19,0

Abb. 2 Höhenbonität der Kirsche in Baden-Württemberg [5].

## 6. Holzeigenschaften und Holzverwendung

Die Vogelkirsche hat ein wertvolles und recht hartes Holz mit gelblichem Splint und rötlichem Kern, das für die Produktion hochwertiger Sortimente geeignet ist [1, 7, 19].

### 1. Holzdichte:

0,60 ... 0,63 ... 0,69 g/cm<sup>3</sup> (r<sub>12...15</sub>) [20].

### 2. Dauerhaftigkeitsklasse:

3-5 (mäßig bis nicht dauerhaft) [21].

### 3. Konstruktionsbereich (Bauholz, Massivholzwerkstoffe):

Keine Literatur gefunden.

### 4. Innenausbau, Möbelbau:

Furnier, Massivholzmöbel [1, 7, 19], hochwertiger Innenausbau, Parkett, Verkleidungen [19].

### 5. Holzwerkstoffe (OSB, LVL, Spanplatte, MDF):

Keine Literatur gefunden.

### 6. Zellstoff, Papier, Karton:

Keine Literatur gefunden.

### 7. Energetische Nutzung:

Gut geeignet als Brennholz [2].

8. **Sonstige Nutzungen:**  
Musikinstrumentenbau, diverse Zier- und Gebrauchsartikel [19].

## 7. Sonstige Ökosystemleistungen

1. **Nicht-Holzverwendung:**  
Schnittgrün, Obstbaum (Früchte und Brand) [2]
2. **Biomassefunktionen:**  
Biomassefunktionen wurden für Breisach, BW, Deutschland für verschiedene Kompartimente und mit BHD oder Astdurchmesser als Prädiktor entwickelt [22].
3. **Landschaftliche und ökologische Aspekte:**  
Attraktiver Baum (Blüten und Früchte) [2].  
Bienenweide und Nahrungsquelle für zahlreiche Wildtiere [2].

## 8. Biotische und abiotische Risiken

1. **Pilze:**  
Pilze der Gattung *Monilia* verursachen Kronenkrankheiten (z. B. Triebsterben und Fruchtfäule). *Colletotrichum gloeosporioides* kann Fruchtfäule auslösen. *Phloeosporella padi* verursacht Sprühfleckenkrankheit, die zum vorzeitigen Blattfall führen kann. *Valsa* sp. (begünstigt durch Trockenheitsperiode) und *Taphrina cerasi* stören das Wachstum der Triebe [2]. Hallimaschbefall kann in Folge von Stress (z. B. Frost, Trockenheit) auftreten [8].
2. **Insekten:**  
Zahlreiche Insektenarten verursachen Krankheiten bei der Vogelkirsche und nur einige davon werden hier gelistet. Die Kirschen-Blattlaus (*Myzus cerasi*) kann sowohl Einzelbäume als auch Bestände befallen und führt zum Verkümmern der Leittriebe und Austreiben untergeordneter Triebe [1]. Zahlreiche Raupenarten (z. B. Frostspanner – *Operophtera brumata*; Gespinstmotten – *Yponomeuta* sp., Weißdorneule – *Allophyes oxyacanthae*) fressen die Laubblätter. Die Raupen des Rinden- oder Gummiwicklers (*Enarmonia formosana*) fressen die Rinde, vor allem an Wundstellen, und können zum Absterben des Baumes führen. Als Holz- und Borken-Schädlinge treten der Widderbock (*Clytus arietis*), der Große Obstbaumsplintkä-

fer (*Scolytus mali*) und der Ungleiche Holzbohrer (*Xyleborus dispar*) auf [2].

3. **Sonstige Risiken:**  
Das „Little Cherry“-Virus (LChV) und das Ringfleckenvirus („Pfeffingerkrankheit“, pruned necrotic ringspot virus = PNRV) befallen das Laub [2]. Die Bakterien *Pseudomonas syringae* kann Gummosen an Ästen und Stämmen verursachen. *Erwinia amylovora* (Feuerbrand) befällt das Laub [2].
4. **Herbivoren/Verbissemempfindlichkeit:**  
Hohe Empfindlichkeit gegenüber Verbiss, weshalb Schutz (z. B. mit Wuchshüllen) erforderlich ist [1].
5. **Dürretoleranz:**  
Die Vogelkirsche ist trockenheitstolerant [1, 2, 8], ungenügende Wasserversorgung kann jedoch Probleme in der Kronenentwicklung [1, 3] und im Wachstum [5] verursachen. In Gebieten mit mehr als drei Trockenheitsmonaten fehlt die Kirsche [4].
6. **Feueranfälligkeit:**  
Anfällig [5].
7. **Frosttoleranz:**  
Erhöhte Gefährdung [23] bis frostharte Baumart, leidet aber unter Spätfrost, der die Knospenentwicklung und Blütenbildung stören kann [2, 12].
8. **Sturmanfälligkeit:**  
Hohe Anfälligkeit [3]. Die Art hat ein kräftiges aber flaches Herzwurzelsystem mit hoher Wahrscheinlichkeit früh einsetzender Wurzelfäulen [2, 12].
9. **Schneebruch:**  
Niedrige Resistenz gegenüber Nassschnee [4].
10. **Invasivitätspotenzial:**  
Keine Literatur gefunden. Als heimische Baumart ist die Invasivität für Deutschland nicht relevant.





## Literatur

- [1] FVA BADEN-WÜRTTEMBERG. (2011): Die Vogelkirsche (*Prunus avium* L.) Praxis-Infoblatt zur Wertholzproduktion. ForstBW PRAXIS: Waldbau Aktuell. Bd. 1. Baden-Württemberg 5S.
- [2] SCHMID, T. (2014): *Prunus avium* Linné. In: ROLOFF, A., WEISGERBER, H., LANG, U.M., und STIMM, B., (Hrsg.) Enzyklopädie der Holzgewächse: Handbuch und Atlas der Dendrologie. S. 1-16.
- [3] WELK, E., et al. (2016): *Prunus avium* in Europe: distribution, habitat, usage and threats, In: European Atlas of Forest Tree Species, SAN-MIGUEL-AYANZ, J., DE RIGO, D., CAUDULLO, G., HOUSTON DURRANT, T., und MAURI, A., (Hrsg.) EU: Luxembourg. e01491d+.
- [4] GONIN, P., et al. (2013): Autecology of broadleaved species. Paris: Institut pour le Développement Forestier. 64 S.
- [5] SPIECKER, M. (1994): Wachstum und Erziehung wertvoller Waldkirschen. Mitteilung der Forstlichen Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg. (181): S. 92.
- [6] KÄNDLER, G. (2010): Die Vogelkirsche – eine seltene Baumart im Spiegel der 2. Bundeswaldinventur. FVA-einblick 1.
- [7] RUSSELL, K. (2003): EUFORGEN: Technical Guidelines for genetic conservation and use for wild cherry (*Prunus avium*). 6.
- [8] RUHM, W., et al. (2016): Mischbaumart Esche, Bergahorn und Vogelkirsche (Edellaubhölzer). BFW-Praxisinformation. 41: S. 19 - 23.
- [9] ROLOFF, A. und GRUNDMANN, B. (2008): Klimawandel und Baumarten-Verwendung für Waldökosysteme. Tharandt. Stiftung Wald in Not. 46 S.
- [10] HÄTTENSCHWILER, S., et al. (2005): Biodiversity and litter decomposition in terrestrial ecosystems. Annu. Rev. Ecol. Evol. Syst. 36: S. 191-218.
- [11] BURKART, A. (2000): Kulturblätter: Angaben zur Samenernte, Klengung, Samenlagerung, Saamenausbeute und Anzucht von Baum- und Straucharten. Birmensdorf: Eidgenössische Forschungsanstalt WSL. 92 S.
- [12] ALBRECHT, L. (2010): Waldbauliche Erfahrungen mit der Vogelkirsche. LWF-Wissen 65: S. 24–33.
- [13] KLEINSCHMIT, J.R.G., et al. (2015): Entwicklung von Kulturen mit silvaSELECT-Vogelkirsche. AFZ-DerWald. 15: S. 44-46.
- [14] BGBL. (2002): Forstvermehrungsgutgesetz vom 22. Mai 2002. In: BGBL. I S. 1658, BUNDESMINISTERIUM DER JUSTIZ UND FÜR VERBRAUCHERSCHUTZ.
- [15] TÖPFNER, K. und KAROPKA, M. (2010): Baum des Jahres 2010: Die Vogelkirsche – Verbreitung, Standortsansprüche und Holzverwendung. FVA-einblick 1.
- [16] CASPARI, C.-O., et al. (2005): Merkblatt: Wertätzung. Braunschweig: Niedersächsische Landesforsten. 22 S.
- [17] KAROPKA, M. und TÖPFNER, K. (2010): Wertvolles Kirschbaumholz – zur Herkunftswahl und waldbaulichen Behandlung. FVA-einblick 1(10), 5.
- [18] SUCHANT, R., et al. (1995): Der Kirschen-Mittelwald ökonomische und ökologische Alternative für den Niederwald. Allgemeine Forst und Jagdzeitung. 167(7): S. 139-148.
- [19] JESKE, H. und GROSSER, D. (2014): Das Holz des Kirschbaums – Eigenschaften und Verwendung. LWF-Wissen 6564-69.
- [20] WAGENFÜHR, R. (2000): HOLZatlas. München: Fachbuchverlag Leipzig im Carl Hanser Verlag. 707 S.
- [21] EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG. (2016): Dauerhaftigkeit von Holz und Holzprodukten – Prüfung und Klassifikation der Dauerhaftigkeit von Holz und Holzprodukten gegen biologischen Angriff – EN 350.
- [22] MORHART, C., et al. (2016): Above-ground woody biomass allocation and within tree carbon and nutrient distribution of wild cherry (*Prunus avium* L.) – a case study. Forest Ecosystems. 3(1): S. 4.
- [23] DIMKE, P. (2015): Spätfrostschäden – erkennen und vermeiden. LWF-Merkblatt. 31: S. 1-3.

# (KÜSTEN-) DOUGLASIE



## 1. Verbreitung und Ökologie

- 1. Natürliche Verbreitung:**

An der Pazifikküste im Westen Nordamerikas [8]; von Zentral-British Columbia bis Mittelkalifornien [2]. Im Herkunftsgebiet wurde eine Verschiebung der Populationen von der Küste ins Landesinnere unter zukünftigen Klimabedingungen prognostiziert [9].
- 2. Klimatische Kennziffern:**

Jährlicher Niederschlag zwischen 610 und 3.400 mm [10]; überwiegend im Winterhalbjahr. Juni und Juli fast regenfrei aber mit hoher Luftfeuchtigkeit [4]. In Europa hat sich gezeigt, dass mindestens 700-800 mm für gute Erträge notwendig sind, es werden aber auch weniger als 600 mm toleriert [1] (Abb. 1) [11]. Durchschnittstemperatur im Herkunftsgebiet: Januar (-9 bis 3 °C) und Juli (20 bis 30 °C) [10].
- 3. Natürliche Waldgesellschaft:**

Die Douglasie verjüngt sich in der Regel nach großflächiger Störung als Reinbestand. Erst im höheren Alter (80-100 Jahre) mit dem Ende des Haupthöhenwachstums und beginnender Lichtstellung kommen schattentolerante Mischbaumarten zur Verjüngung (z. B. Westamerikanische Hemlocktanne (*Tsuga heterophylla*), Riesen-Lebensbaum (*Thuja plicata*), Küsten-Tanne (*Abies grandis*) und Sitka-Fichte (*Picea sitchensis*)) [4].
- 4. Künstliche Verbreitung:**

Neuseeland [12], Australien und große Teile Europas [8].
- 5. Lichtansprüche:**

Mittlere Schattentoleranz, der Lichtbedarf nimmt mit dem Alter zu [4].

- 6. Konkurrenzstärke:**
  - 6.1. Verjüngungs-Dickungsphase:**

Konkurrenzschwach gegenüber europäischen Baumarten und Unkraut. Die Douglasie weist ein langsames Wachstum in den ersten Jahren auf, und erst ab dem 6. Lebensjahr ein rascheres Wachstum. Auf für die Fichte ungünstigen Standorten kann die Douglasie schnellerwüchsig sein [4].
  - 6.2. Baum- und Altholzphase:**

Sehr stark, da die Douglasie eine wüchsige Baumart ist. Mit zunehmendem Alter muss sie freigestellt werden, worauf sie bis ins hohe Alter reagiert. Seitliche Beschattung bei freiem Lichtgenuss der Krone wird vertragen [4].

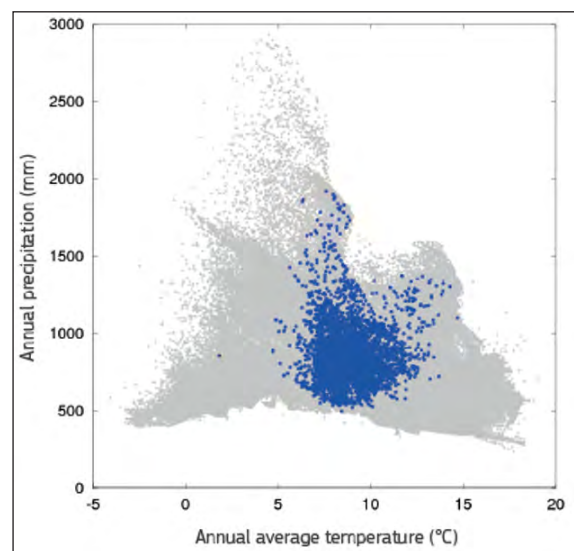


Abb. 1 Vorkommen der Art (blaue Punkte) in Bezug zum Niederschlag und zur Temperatur in Europa (graue Punkte: gesamter europäischer Klimaraum in den Inventurdaten) [11].

# ■ *Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco var. *menziesii* (KÜSTEN-) DOUGLASIE

## ■ FAMILIE: Pinaceae

Syn: *Pseudotsuga taxifolia* (Lamb.) Britton, *Pseudotsuga menziesii* var. *viridis* (Schwer.) Franco  
Franz: douglas; Ital: douglasia; Eng: douglas fir; Span: pino real colorado.

- Die Douglasie ist die wichtigste Wirtschaftsbaumart in Nordamerika [1], und die häufigste angebaute fremdländische Baumart in Deutschland und Frankreich [2]. Sie stellt sich im Zuge des Klimawandels als potenzielle Alternative zur Fichte dar [3], da sie eine bessere Anpassung an Trockenheit zeigt [4-6]. Dabei sind die Wasserspeicherkapazität des Bodens [4] und die Herkunftswahl von entscheidender Bedeutung [1]. Allerdings sollte die Douglasie vorzugsweise in Mischwäldern angebaut werden, um Risiken zu streuen [7] und die Stabilität zu erhöhen [3]. Da sie eine bereits seit geraumer Zeit in Mitteleuropa eingeführte bzw. forstlich erfolgreich angebaute fremdländische Baumart ist, wurde sie in anderen Arbeiten bereits umfangreich untersucht. Ihre Auflistung hier in den knappen Baumartensteckbriefen dient deshalb ähnlich wie die Erwähnung der Roteiche überwiegend der Vollständigkeit und kann keine umfassende Darstellung der Primärliteratur leisten.



## 2. Standortsbindung

Die Douglasie bevorzugt lockeren, gut durchlüfteten, tiefgründigen (mind. 80-100 cm durchwurzelbarer Bodenraum), warmen und frischen Boden. Verdichtete Horizonte und flach anstehendes Grund- oder Stauwasser sind sowohl für das Wachstum als auch für die Sturmresistenz problematisch [4].

- 1. Nährstoffansprüche:**  
Nährstoffreiche Böden werden bevorzugt [1]; sehr arme Böden sind ungeeignet [4].
- 2. Kalktoleranz:**  
Kalkhaltige Böden haben sich in Europa als ungeeignet gezeigt, können aber in Frage kommen, wenn der Unterboden kalkhaltig, der Oberboden aber mindestens 20 cm tief kalkfrei ist [1].
- 3. pH-Wert:**  
Überwiegend Böden mit pH 5-5,5 (Nordamerika). In Europa zwischen 5 und 6 [1].
- 4. Tontoleranz:**  
Schwere Lehm- und Tonböden sind ungeeignet [4].
- 5. Staunässe- und Grundwassertoleranz:**  
Schwere und nasse Böden sollen gemieden werden [4].
- 6. Blattabbau (Streuzersetzung und Nährstoffe):**  
Gut trotz ungünstigem C:N-Verhältnis [4]. In Europa wurde beobachtet, dass sich ihr Anbau durch Entsäuerung und Verbesserung der Humusform positiv auf den Waldboden auswirken kann [13].

## 3. Bestandesbegründung

### 1. Naturverjüngung:

Ab dem 15. Lebensjahr beginnt die Douglasie zu fruktifizieren und alle 3-4 Jahre kommt es zu einem Mastjahr [4]. Sie kann sich problemlos etablieren wenn die Bodenvegetation, etwa auf armen Standorten, konkurrenzschwach ist [14]. Eine bei Pflanzungen mögliche Wurzelaustrocknung kann durch Naturverjüngung verringert werden. Junge Pflanzen müssen aber intensiv gepflegt werden [15]. In Frankreich wurden Erfahrungen mit Naturverjüngung unter Schirm gesammelt. Für eine ausreichende Lichtversorgung und günstige Wurzelentwicklung der Jungbäume sowie zur Vermeidung starker Kronenkonkurrenz innerhalb des Altbestandes sollte die Bestandesgrundfläche des Altbestandes auf weniger als 30 m<sup>2</sup>/ha begrenzt werden. Bei dichter Naturverjüngung sollte mittels Läuterung/Jungbestandspflege die Bestandesdichte auf ca. 2.000 Pflanzen/ha oder weniger verringert werden [6]. Anders als in ihrem Herkunftsgebiet kann die Douglasie in Europa eine Überschirmung bis in ein Alter von 20-25 Jahren vertragen [4].



Zapfen der Douglasie

### 2. Künstliche Verjüngung:

Herbstaat des Saatgutes wird für die Erzielung höherer Keimzahlen und kräftigerer Pflanzen empfohlen. Bei der Frühjahrsaussaat sollten die Samen vorgekeimt oder vorgequollen sein. Die

Auspflanzung sollte im Frühjahr stattfinden, wenn die Knospen anzuschwellen beginnen. Die jungen Pflanzen sollten vor direkter Sonne, Wind und Frost geschützt werden [4]. Es muss aber ausreichend Licht für die Pflanzen vorhanden sein. Die Pflanzendichte sollte zwischen 1.000 und 2.000 Individuen/ha liegen, um optimales Wachstum, Ertrag, Stabilität und Qualität zu erzielen [16]. Die Lochpflanzung mit Pflanzen ohne deformierte oder trockene Wurzeln ist erfolgreicher [15]. Die gruppen- und horstweise Mischung sollte bevorzugt angewandt werden und kann sowohl das Wachstum unterstützen als auch die anderen Arten vor dem raschen Wachstum und der Konkurrenzstärke der Douglasie schützen [4, 6].

### 3. Keimfähigkeit und Überdauerungszeit des Saatgutes:

Zwischen 50 und 80 %. Die Samen können einige Jahre bei 2-3 °C in trockenen und luftdicht abgeschlossenen Glasballons gelagert werden [4]. Saatgut aus Süddeutschland zeigt hohe Variabilität in der Keimfähigkeit (zwischen 18 und 95%). Bei 20 °C und 10 % Wassergehalt können die Samen über 10 Jahre ohne Keimverluste gelagert werden [17].

### 4. Mineralbodenkeimer:

Mineralboden ist am besten geeignet. Auf ihm zeigen die Pflanzen die besten Überlebenschancen [4, 10, 14].

### 5. Stockausschlagfähigkeit:

Nein [10, 14].

### 6. Forstvermehrungsgutgesetz:

Ja [18].

### 7. Mögliche Mischbaumarten:

Die Mischung mit Fichte [7] und/oder Buche kann zu erhöhter Stabilität gegen Sturm beitragen. Außerdem kann die Mischung mit der Buche zur Produktivitätssteigerung und zur besseren Erholung des Zuwachses nach Trockenheit bei der Douglasie beitragen [3]. Die Westamerikanische Hemlocktanne, die heimische Weißtanne, die Linde und der Bergahorn könnten als Unterbau zur Douglasie eingebracht werden [4].

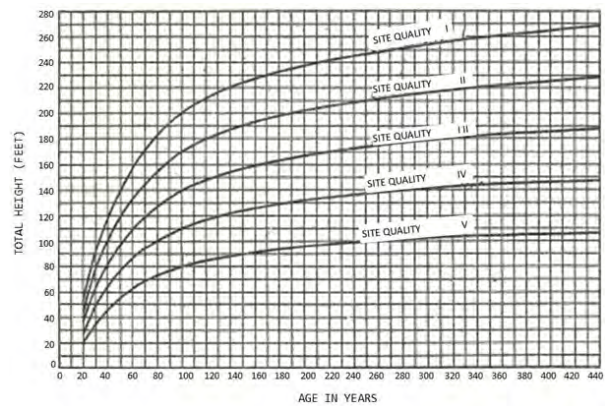


Abb. 2 Höhenbonitätsfächer für die für den Pazifischen Nordwesten (1 Foot = 0,3048 m) [20].

## 4. Leistung und Waldbau

### 1. Wachstum:

Im Herkunftsgebiet kann die Douglasie über 1000 Jahre alt werden und eine Höhe von über 80 m erreichen [19] (Abb. 2) [20]. Die Douglasie ist eine schnellwüchsige Baumart [8], die ein höheres Wachstum als alle anderen Nadelbaumarten in Frankreich und Deutschland aufweist [6]. In Deutschland wird die Douglasie vorzugsweise in Mischbeständen angebaut. Es werden Zieldurchmesser von mindestens 50 cm (in BW 60 cm [21]) bei Umtriebszeiten von über 60 Jahren angestrebt [2]. Je nach Bestandesdichte sollte früher oder später mit der Läuterung/Jungbestandespflege begonnen und diese wiederholt werden, damit kein Gedränge entsteht, denn die Douglasie benötigt ausreichend Wuchsraum [4]. Die Durchforstungsintensität sollte an das Durchmesserziel angepasst werden, denn um einen größeren Zieldurchmesser zu erreichen sind häufige und stärkere Durchforstungen notwendig [6]. Allerdings sollten mindestens 200 Z-Bäume/ha verbleiben, damit die Holzqualität und die Bestandesstabilität nicht beeinträchtigt werden [22]. Die Douglasie verfügt über eine schlechte natürliche Astreinigung [4], und muss für die Produktion von Wertholz geästet werden [22]. Um Wachstumseinbußen zu vermeiden, sollte mindestens die Hälfte des Stammes mit grüner Krone verbleiben [6]. Für die Erzielung von hochwertigem Holz sollte ein geringerer Anteil an juvenilen Holz und eine gleichmäßige Jahrringstruktur mit Jahrringbreiten unter 6 mm erzielt werden [23].

### 2. Ökonomische Bedeutung:

Die Douglasie ist eine der wichtigsten Wirtschaftsbaumarten in Nordamerika [1, 7] und

weltweit [1]. Auch in Deutschland ist das Holz auf dem Markt etabliert [24].

## 5. Erfahrung in Baden-Württemberg und Deutschland

In Deutschland und Baden-Württemberg liegen umfangreiche und langfristige, aus forstlicher Sicht positive Erfahrungen sowohl im Versuchswesen als auch im praktischen Waldbau vor [24]. Nach den Ergebnissen der aktuellen III. Bundeswaldinventur von 2012 kommt die Douglasie in Deutschland auf einen Anteil von 2, in Baden-Württemberg von 3,3 %. Sowohl in Deutschland insgesamt als auch in Baden-Württemberg wuchs ihr Holzvorrat im rechnerischen Reinbestand zwischen 2002 und 2012 um durchschnittlich ca. 19 m<sup>3</sup>/ha/J zu [25]. Die Douglasie ist Bestandteil der Waldentwicklungstypenrichtlinien der meisten Bundesländer inklusive BW [21]. Die Douglasie macht einen großen Teil der Waldfläche der Stadt Freiburg aus [14] und ist auf Versuchsflächen der FVA-BW vorhanden. In ausgewerteten Parzellen wies sie in 2016 im Alter von 36 Jahren eine Oberhöhe von 22,8 m und einen IG<sub>ZV</sub> von 22,8 m<sup>3</sup>/ha/J auf [26]. Die Ergebnisse einer Untersuchung über die Auswirkungen der Standraumgestaltung nach 40-jähriger Beobachtung zeigen, dass Ausgangsbaumzahlen von 1000-2000 Pflanzen/ha zu besseren H/D-Werten und ökonomischeren Holzerträgen führen (Abb. 3) [16]. Neben dem flächendeckenden Vorkommen in ganz Baden-Württemberg wurde die Douglasie u. a. auch im Forstamt Heidelberg [27], im Forstbezirk Nagold [28] sowie im Exotenwald Weinheim angepflanzt [29]. In Nagold wurden Mischbestände mit Douglasie, Fichte und Tanne begründet [28]. Für Bonitätsfächer in BW siehe Bösch (2001) [30].

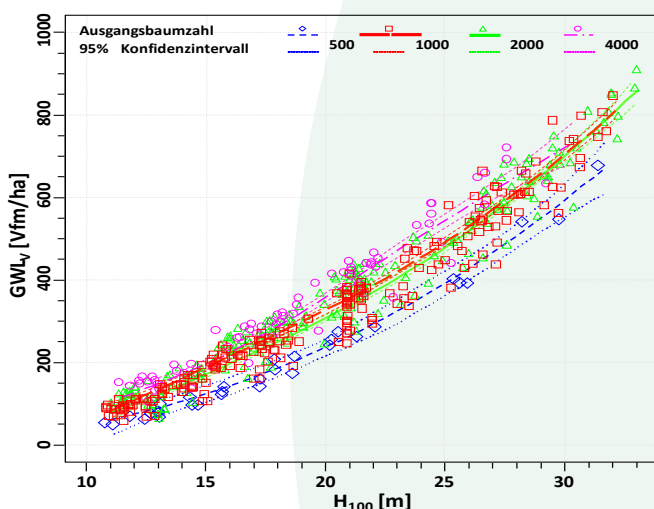


Abb. 3 Gesamtwuchsleistung der Douglasie in verschiedenen Ausgangsbaumzahlen nach 40-jähriger Beobachtung [16].

## 6. Holzeigenschaften und Holzverwendung

Die Douglasie ist weltweit eines der wichtigsten Nutzhölzer. Zu verdanken hat sie diese wirtschaftliche Stellung vor allem ihrer hohen Wuchsleistung verbunden mit hervorragenden Holzeigenschaften [31]. Das Holz wird in Europa hauptsächlich als Sägeholz verwendet. Auch Holzfasern werden gewonnen [6]. Die Holzeigenschaften der Douglasie sind für die Verwendung als Bauholz sehr gut [23].

- Holzdicke:**  
0,40 ... 0,54 ... 0,73 g/cm<sup>3</sup> (r<sub>12...15</sub>) [32].  
0,50 g/cm<sup>3</sup> (r<sub>12</sub>) im Durchschnitt in Europa [23].
- Dauerhaftigkeitsklasse:**  
3-4 (mäßig bis wenig dauerhaft) [33]. Das Splintholz lässt sich bei hoher Feuchte imprägnieren [34]. Das Holz weist eine lange Dauerhaftigkeit als Bauholz im Innenbereich auf [23].
- Konstruktionsbereich (Bauholz, Massivholzwerkstoffe):**  
Sehr gut als Bau- und Konstruktionsholz geeignet [35]. Es wird sowohl in Europa [23] als auch in Nordamerika [36] benutzt, vor allem für mittlere Beanspruchungen im Innen- und Außenbau [34].
- Innenausbau, Möbelbau:**  
Tischlerarbeiten, Furnier (Bastien et al. (2013) zitiert nach [11]), Türen, Fußböden, Möbelbau [35].
- Holzwerkstoffe (OSB, LVL, Spanplatte, MDF):**  
Spanplattenverwendung (Bastien et al. (2013) zitiert nach [11]), Sperrholzverwendung [35].
- Zellstoff, Papier, Karton:**  
Geeignet für die Papier-[36], Zellstoff- und Faserindustrie [34].
- Energetische Nutzung:**  
Keine Literatur gefunden.
- Sonstige Nutzungen:**  
Spezialholz für Masten und Pfähle, Furnierholz, Ausstattungsholz für Vertäfelung, Parkett, Fußböden, Treppen, Wasser-, Brücken- [34] und Bergbau, sowie Zäune, Schiffsbau, Kisten und Paletten [35].

## 7. Sonstige Ökosystemleistungen

### 1. Nicht-Holzverwendung:

In Nordamerika wird die Douglasie zur Verwendung als Weihnachtsbaum angebaut [10]. Terpentin und Gerbstoffe lassen sich wirtschaftlich verwenden [36]. Harz als Oregonbalsam [37].

### 2. Biomassefunktionen:

Die Douglasie weist eine der höchsten Kohlenstoffbindungsraten unter den Koniferen der gemäßigten Zonen auf [38]. Biomassefunktionen wurden für die oberirdische Biomasse z. B. für den Staat Washington erstellt [39] und für verschiedene Kompartimente in Deutschland entwickelt (z. B. [40, 41]).

### 3. Landschaftliche und ökologische Aspekte:

Die Samen der Douglasie sind im Herkunftsgebiet Nahrungsquelle für zahlreiche Tierarten [10]. Der Douglasienanbau ändert die Zusammensetzung der Lebensgemeinschaften, sie wird aber von einer großen Anzahl einheimischer, oft allerdings generalistischer, Tier-, Pflanzen- und Pilzarten als Lebensraum genutzt [42]. Auswirkungen auf die Pflanzengesellschaft können von Managementstrategien beeinflusst (Lichtverhältnisse) werden [14]. In nicht bewirtschafteten Buchen-Douglasien Wäldern in Deutschland

wurden mehr Mikrohabitate gefunden als in bewirtschafteten Wäldern [43].



(Küsten-) Douglasie

## 8. Biotische und abiotische Risiken

### 1. Pilze:

Die Rußige Douglasienschütte (*Phaeocryptopus gaeumannii*) stellt ein großes Infektionsrisiko in luftfeuchten Lagen sowie bei dichtem Stand und feuchten Frühsommern dar. Wiederholte Jahre mit günstigen Infektionsbedingungen für die Rußige Douglasienschütte können den Befall mit Dunklem Hallimasch (*Armillaria ostoyae*) begünstigen [15]. Die Rotband- (*Dothistroma* sp.) sowie die Rindenschildkrankheit (*Phacidium coniferarum*) können auch vorkommen. Das Sirococcus-Triebsterben (*Sirococcus conigenus*) wurde in Belgien im Jahr 2015 nachgewiesen [15]. Stockfäule kommt überwiegend auf sandigen Böden mit ehemaligen Kieferbeständen vor. Die Haupterreger sind der Kiefern-Braunporling (*Phaeolus schweinitzii*) und der Wurzelschwamm (*Heterobasidion annosum*) [44].

### 2. Insekten:

Im Herkunftsgebiet stellen der Douglasienborckenkäfer (*Dendroctonus pseudotsugae*) und der Douglasienspinner (*Orgyia pseudotsugata*) eine besondere Gefährdung dar. Die Douglasienwolllaus (*Adelges cooleyii*) wurde bereits nach Europa importiert [44] und befällt überwiegend junge Pflanzen [12]. In Europa ist die Douglasie vor allem durch verschiedene Borkenkäferarten (z.B. Kupferstecher – *Pityogenes chalcographus*) gefährdet, die überwiegend bei jungen Pflanzen (bis zu Stangenhölzern) erhebliche Schäden hervorrufen können [45]. Der große braune Rüsselkäfer (*Hylobius abietis*) stellt eine Gefahr in den ersten beiden Kulturjahren, vorwiegend nach Nadelholzrieben dar [44]. Der Schlehen-Bürstenspinner (*Orgyia antiqua*) und die Nonne (*Lymantria monacha*) können zu bestandesbedrohenden Schäden führen [12].

### 3. Sonstige Risiken:

Auf wechselfeuchten Sandböden unter sehr hohem Trockenstress können intra-annuelle Radialrisse im Holz auftreten [44]. Wurzel austrocknung bei der Pflanzung und Anwuchsphase kommt vor [15].

### 4. Herbivoren/Verbissemempfindlichkeit:

Hoch [24]; sie wird vom Wild verbissen, gefegt und geschält [44].

### 5. Dürretoleranz:

Sämlinge und junge Pflanzen (bis zum 25. Lebensjahr) sind sehr anfällig gegenüber langen Trockenperioden, während alte Bäume besser damit zurechtkommen [1]. Die Bodenwasserspei-

cherkapazität spielt dabei eine wesentliche Rolle [1, 4]. Bei älteren Bäumen können wiederholte Sommertrockenheit und ein Bodenwasserdefizit zu niedrigem Wachstum und sogar zum Absterben führen [1]. Massive Sommertrockenheit kann ein Wipfelsterben und den Befall von Borkenkäfern und Hallimasch begünstigen [44].

#### 6. Feueranfälligkeit:

Waldbrände sind ein natürliches Phänomen im natürlichen Verbreitungsgebiet [1, 4, 19], und die Douglasie zeigt gute Resistenz und gute Verjüngung nach solchen Ereignissen [10].

#### 7. Frosttoleranz:

Die Douglasie ist bis ins Dickungsalter durch Spätfröste gefährdet. Lange Frost- und Eistageperioden (ohne Schnee) wirken sich ungünstig aus [4]. Wenn der Boden im Frühling noch gefroren ist und eine starke Sonnenstrahlung erfolgt, können junge Pflanzen durch Frosttrocknis stark geschädigt werden [1, 46].

#### 8. Sturmanfälligkeit:

Hoch wie bei der Fichte, und das Risiko wird vermutlich von tondominierten, flachgründigen und kalkreichen Bodenbedingungen begünstigt. Das Risiko kann durch frühe Läuterung der Naturverjüngung oder niedrige Pflanzendichte bei der Bestandsbegründung minimiert werden [47]. Allerdings ist die Douglasie sehr empfindlich gegenüber Wind und reagiert mit geringerem Wachstum und/oder Säbelwuchs [4].

#### 9. Schneebruch:

Anfällig gegenüber Schneebruch, vorzugsweise in sehr dichten Beständen zwischen dem 20. und 40. Lebensjahr [1].

#### 10. Invasivitätspotenzial:

Die Douglasie ist weltweit [14] und nach der schwarzen Liste des Bundesamts für Naturschutz [48] als invasiv eingestuft. Von forstfachlicher Seite hingegen wurde sie als „nicht invasiv“ eingestuft, da sich ihre Verjüngung und Ausbreitung steuern lassen [49]. In einer gemeinsamen Auswertung wurde festgestellt, dass die Douglasie keine gravierenden Auswirkungen auf die Biodiversität und Ökosystemleistungen in den meisten deutschen Wäldern hat. Sie soll aber nicht in und um schützenswerte Biotope und vorzugsweise in Beimischung mit heimischen Baumarten angebaut werden [50]. In Europa zeigten Studien, dass sie ein höheres Invasivitätspotenzial auf sauren, armen, trockenen und lichten Waldstandorten sowie auf offenen Felsstandorten und Blockhalden aufweist [51]. Auf frischen und nährstoffreichen Böden nimmt die Konkurrenz der Douglasie ab und ihre Ausbreitung lässt sich einfacher steuern [52].

## 9. Zusätzliche Information

Die Douglasie weist ein großes natürliches Verbreitungsgebiet mit unterschiedlichen klimatischen Bedingungen auf. Es existieren drei Hauptvarietäten der Douglasie: die Küsten- (*P. menziesii* var. *menziesii*) und Gebirgsformen (*P. menziesii* var. *caesia* und *P. menziesii* var. *glauca*) [8]. Die Küstendouglasie hat eine größere Bedeutung und ist besser für den Anbau in Deutschland [4] und Europa [15, 24] angepasst. Der Großteil des nach Europa exportierten Saatguts kommt aus dem nördlichen Verbreitungsgebiet [19, 46]. Im Zuge des Klimawandels sollte aber Saatgut südlicher Herkunft bevorzugt werden (z. B. Oregon für West- und Mitteleuropa bzw. Kalifornien für südeuropäische Länder). Allerdings gibt es bereits in Europa und Deutschland geeignete und geprüfte Erntebestände, aus denen Saatgut gewonnen werden kann [46]. Jedoch ist dieses Material nicht optimal im Hinblick auf den Klimawandel und für längere Umtriebszeiten [7]. Im Herkunftsgebiet nimmt die Dürretoleranz mit abnehmendem Breitengrad zu während die Produktivität abnimmt [1]. Ergebnisse von Versuchsflächen mit verschiedenen Provenienzen zeigten, dass die Herkünfte aus niedrigen Höhenstufen der Küstengebiete besseres Wachstum und eine geringe Anfälligkeit gegenüber Krankheiten (inklusive gegenüber der Rostigen Douglasienschütte) in Europa aufweisen [2, 15, 46]. Herkunft aus mittleren Höhenstufen des Kaskadengebirges (südwestliches Oregon und nördliches Kalifornien) werden für Zielanbauregionen mit Herbst- und Winterfrost empfohlen [46]. Ergebnisse aus Bayern zeigen, dass Herkünfte aus Oregon (45. Breitengrad) bessere Überlebensraten und besseres Wachstum aufweisen. Südliche Herkünfte zeigten aber unzureichende Frostresistenz [17]. Die Anpassung der Douglasie muss im Zuge des Klimawandels weiter untersucht werden, denn die Vitalität und das Wachstum der Douglasie kann bei hohen Temperaturen und starken sowie wiederholten Wasserdefizitperioden beeinträchtigt werden [53].

## Literatur

- [1] NICOLESCU, V.-N. (2019): Natural range, site requirements and shade tolerance. In: SPIECKER, H., LINDNER, M., und SCHULER, J., (Hrsg.) Douglas-fir - an option for Europe. cost (European Cooperation in Science and Technology). S. 33-72.
- [2] VAN LOO, M. und DOBROWOLSKA, D. (2019): Douglas-fir distribution in Europe. In: SPIECKER, H., LINDNER, M., und SCHULER, J., (Hrsg.) Douglas-fir - an option for Europe. cost (European Cooperation in Science and Technology). S. 21-32.
- [3] THURM, E.A., et al. (2017): Mixed stands of Douglas-fir and European beech compared to pure stands. 200 ed. Forstliche Forschungsberichte München. Freising: Technische Universität München. 184 S.
- [4] WAGENKNECHT, E. (1958): Waldbauliche Eigenschaften und Behandlung der Douglasie. In: GÖHRE, K., (Hrsg.) Die Douglasie und ihr Holz. Berlin: Akademie Verlag. S. 241-306.
- [5] VITALI, V. (2017): Drought tolerance of Douglas-fir, Norway spruce and Silver fir in the Black Forest region - a dendrochronological analysis. Albert-Ludwigs-Universität Freiburg im Breisgau. 72 S.
- [6] KOHNLE, U., et al. (2019): Management of Douglas-fir. In: SPIECKER, H., LINDNER, M., und SCHULER, J., (Hrsg.) Douglas-fir - an option for Europe. cost (European Cooperation in Science and Technology). S. 73-83.
- [7] KNOOK, J. und HANEWINKEL, M. (2019): Economics of growing Douglas-fir. In: SPIECKER, H., LINDNER, M., und SCHULER, J., (Hrsg.) Douglas-fir - an option for Europe. cost (European Cooperation in Science and Technology). S. 99-104.
- [8] FLÖHR, W. (1958): Kennzeichnung, Varietäten und Verbreitung der Douglasie. In: GÖHRE, K., (Hrsg.) Die Douglasie und ihr Holz. Berlin: Akademie Verlag. S. 1-18.
- [9] WEISKITTEL, A.R., et al. (2012): Projected future suitable habitat and productivity of Douglas-fir in western North America. Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen. 163(3): S. 70-78.
- [10] HERMANN, R. und LAVENDER, D.P. (1990): *Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco: Douglas-fir. In: BURNS, R.M. und HONKALA, B.H., (Hrsg.) Silvics of North America: 1. Conifers. Washington U. S. Department of Agriculture, Forest Service S. 527-540.
- [11] DA RONCH, F., et al. (2016): *Pseudotsuga menziesii* in Europe: distribution, habitat, usage and threats, In: European Atlas of Forest Tree Species, SAN-MIGUEL-AYANZ, J., DE RIGO, D., CAUDULLO, G., HOUSTON DURRANT, T., und MAURI, A., (Hrsg.) EU: Luxembourg. e01a4f5+.
- [12] ROQUES, A., et al. (2019): Pests and diseases in the native and European range of Douglas-fir. In: SPIECKER, H., LINDNER, M., und SCHULER, J., (Hrsg.) Douglas-fir - an option for Europe. cost (European Cooperation in Science and Technology). S. 63-72.
- [13] PRIETZEL, J. und BACHMANN, S. (2011): Verändern Douglasien Wasser und Boden? LWF aktuell. 84: S. 50-52.
- [14] WOHLGEMUTH, T., et al. (2019): Impact of Douglas-fir on forests and open land habitats. In: SPIECKER, H., LINDNER, M., und SCHULER, J., (Hrsg.) Douglas-fir - an option for Europe. cost (European Cooperation in Science and Technology). S. 57-62.
- [15] DUBACH, V. und QUELOZ, V. (2017): Douglasie: weniger robust als erhofft. Wald und Holz 98(5), 28-30.
- [16] KLÄDTKE, J., et al. (2012): Wachstum und Wertleistung der Douglasie in Abhängigkeit von der Standraumgestaltung. Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen. 163(3): S. 96-104.
- [17] KONNERT, M., et al. (2008): Fragen zum forstlichen Vermehrungsgut bei Douglasie. LWF Wissen. 59: S. 22-26.
- [18] BGBl. (2002): Forstvermehrungsgutgesetz vom 22. Mai 2002. In: BGBl. I S. 1658, BUNDESMINISTERIUM DER JUSTIZ UND FÜR VERBRAUCHERSCHUTZ.
- [19] PÜTTMANN, K. (2010): Die Douglasie in ihrer Heimat. FVA-einblick 33-5.
- [20] MCARDLE, R.E. (1949 (1961)): The Yield of Douglas fir in the Pacific Northwest. Washington: US Department of Agriculture. 74 S.
- [21] WICHT-LÜCKGE, G. (2014): Richtlinie landesweiter Waldentwicklungstypen (WET). BIEWALD, G., GÖCKEL, C., JACOB, A., KILIAN, M., KOHNLE, U., MICHIELS, H.-G., NAGEL, J., SCHABEL, A., und SCHMALFUß, N. Landesbetrieb Forst Baden-Württemberg, Ministerium für Ländlichen Raum und Verbraucherschutz Baden-Württemberg: Stuttgart. 116 S.
- [22] HEIN, S., et al. (2008): Effect of wide spacing on tree growth, branch and sapwood properties of young Douglas-fir [*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco] in south-western Germany. European Journal of Forest Research. 127(6): S. 481-493.
- [23] HENIN, J.-M., et al. (2019): Technological properties of Douglas-fir wood. In: SPIECKER, H., LINDNER, M., und SCHULER, J., (Hrsg.) Douglas-fir - an option for Europe. cost (European Cooperation in Science and Technology). S. 89-97.
- [24] SPIECKER, H. (2019): Executive summary. In: SPIECKER, H., LINDNER, M., und SCHULER, J., (Hrsg.) Douglas-fir - an option for Europe. cost (European Cooperation in Science and Technology). S. 13-16.
- [25] POLLEY, H., et al. (2014): Der Wald in Deutschland: Ausgewählte Ergebnisse der dritten Bundeswaldinventur. Berlin: Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL). 52 S.
- [26] KLÄDTKE, J. (2016): Zum Wachstum eingeführter Baumarten in Baden-Württemberg. Allgemeine Forst und Jagdzeitung. 187 (5/6): S. 81-92.
- [27] SCHENCK, C.A. (1939): Fremdländische Wald- und Parkbäume: Die Nadelhölzer. Bd. 2. Berlin: Paul Parey.
- [28] HANISCH, B. (1997): Fremdländeranbauten in Baden-Württemberg im Forstbezirk Nagold seit 1955. In: LFV BADEN-WÜRTTEMBERG, (Hrsg.) Versuchs-anbauten mit nicht heimischen Baumarten: histori-



sche Entwicklung in Baden-Württemberg. Stuttgart: Schriftenreihe der Landesforstverwaltung Baden-Württemberg. S. 15-66.

[29] KREISFORSTAMT RHEIN-NECKAR-KREIS.

(2009): Baumartenliste der Bestandesflächen im Exotenwald Weinheim. Landratsamt Rhein-Neckar-Kreis: Weinheim. 5 S.

[30] BÖSCH, B. (2001): Neue Bonitierungs- und Zuwachshilfen. Wissenstransfer in Praxis und Gesellschaft – FVA Forschungstage. ed. FORSCHUNG, S.F.F. Bd. 18. Freiburg: FVA - BW. S. 266-276.

[31] BORCHERT, H. und HAHN, J. (2008): Die Douglasie: Eine wirtschaftlich lohnende Baumart. LWF aktuell. 65: S. 51-53.

[32] SCHWAB, E. (2003): Sammlung technologischer Untersuchungen an Holz und Holzwerkstoffen. ed. HOLZWIRTSCHAFT, B.F.F.-U. Institut für Holzphysik und mechanische Technologie des Holzes der Universität Hamburg.

[33] EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG.

(2016): Dauerhaftigkeit von Holz und Holzprodukten - Prüfung und Klassifikation der Dauerhaftigkeit von Holz und Holzprodukten gegen biologischen Angriff - EN 350.

[34] WAGENFÜHR, R. (2007): HOLZatlas. München: Fachbuchverlag Leipzig im Carl Hanser Verlag. 816 S.

[35] ROSS, R.J. (2010): Wood handbook: Wood as an engineering material. Madison, WI: General Technical Report FPL- GTR-190. 509 S.

[36] GÖHRE, K. (1958): Das Holz der Douglasie. In: GÖHRE, K., (Hrsg.) Die Douglasie und ihr Holz. Berlin: Akademie Verlag. S. 437-562.

[37] DIETERICH, K. und STOCK, E. (1930): Analyse der Harze, Balsame und Gummiharze: nebst ihrer Chemie und Pharmakognosie: zum Gebrauch in wissenschaftlichen und technischen Untersuchungslaboratorien unter Berücksichtigung der älteren und neuesten Literatur. 2 ed. Berlin: J. Springer.

[38] BASTIEN, J.-C. (2019): Douglas-fir biomass production and carbon sequestration. In: SPIECKER, H., LINDNER, M., und SCHULER, J., (Hrsg.) Douglas-fir - an option for Europe. cost (European Cooperation in Science and Technology). S. 84-88.

[39] SWAN, R.J. (2019): Prediction of aboveground component biomass for coastal Douglas-fir (*Pseudotsuga menziesii* var. *menziesii*). in School of Environmental and Forest Sciences College of the Environment, University of Washington.

[40] PRETZSCH, H., et al. (2014): Nährstoffentzüge durch die Holz- und Biomassennutzung in Wäldern. Teil 1: Schätzfunktionen für Biomasse und Nährelemente und ihre Anwendung in Szenariorechnungen. Allgemeine Forst- u. Jagdzeitung. 185(11/12): S. 261-285.

[41] VONDERACH, C., et al. (2018): Consistent set of additive biomass functions for eight tree species in Germany fit by nonlinear seemingly unrelated regression. Annals of forest science. 75(2): 49 S.

[42] TSCHOPP, T., et al. (2014): Auswirkungen der Douglasie auf die Waldbiodiversität: eine Literaturübersicht. WSL Berichte Bd. 20. 52 S.

[43] WINTER, S., et al. (2015): Association of tree and plot characteristics with microhabitat formation in European beech and Douglas-fir forests. European Journal of Forest Research. 134(2): S. 335-347.

[44] METZLER, B. (2010): Waldschutzaspekte bei Douglasie. FVA-einblick 36-8.

[45] TOMICZEK, C. (2008): Ist die Douglasie hinsichtlich des Forstschutzes weniger problematisch als heimische Koniferen? BFW-Praxisinformation Bd. 16. S. 17-18.

[46] KONNERT, M. und BASTIEN, J.-C. (2019): Genealogy of Douglas-fir and tree improvement strategies. In: SPIECKER, H., LINDNER, M., und SCHULER, J., (Hrsg.) Douglas-fir - an option for Europe. cost (European Cooperation in Science and Technology). S. 46-56.

[47] ALBRECHT, A., et al. (2013): Storm damage of Douglas-fir unexpectedly high compared to Norway spruce. Annals of Forest Science. 70(2): S. 195-207.

[48] NEHRING, S., et al. (2013): Naturschutzfachliche Invasivitätsbewertungen für in Deutschland wild lebende gebietsfremde Gefäßpflanzen. BfN-Skripten 352. Bundesamt für Naturschutz. 202 S.

[49] SPELLMANN, H., et al. (2015): Douglasie (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco). In: VOR, T., SPELLMANN, H., BOLTE, A., und AMMER, C., (Hrsg.) Potenziale und Risiken eingeführter Baumarten: Baumartenportraits mit naturschutzfachlicher Bewertung. Göttingen: Universitätsverlag Göttingen. S. 187-217.

[50] AMMER, C., et al.: Vertreter von Forstwissenschaft und Naturschutz legen gemeinsame Empfehlungen für den Anbau eingeführter Waldbaumarten vor: Gemeinsames Papier des DVFFA und des BfN, unter: [https://www.nw-fva.de/fileadmin/user\\_upload/Aktuelles/2016/Gemeinsames\\_Papier\\_BfN\\_DVFFA\\_eingefuehrte\\_Baumarten.pdf](https://www.nw-fva.de/fileadmin/user_upload/Aktuelles/2016/Gemeinsames_Papier_BfN_DVFFA_eingefuehrte_Baumarten.pdf) [Stand: 24.02.2020].

[51] HÖLTERMANN, A., et al. (2008): Naturschutzfachliche Bewertung der Douglasie aus Sicht des Bundesamtes für Naturschutz (BfN). LWF Wissen. 59: S. 74-81.

[52] KNOERZER, D. (1999): Zur Naturverjüngung der Douglasie im Schwarzwald. Dissertationes Botanicae. Bd. 306. Stuttgart: Albert-Ludwigs-Universität Freiburg.

[53] BASTIEN, J.-C. (2019): Potential of Douglas-fir under climate change. In: SPIECKER, H., LINDNER, M., und SCHULER, J., (Hrsg.) Douglas-fir - an option for Europe. cost (European Cooperation in Science and Technology). S. 33-72.



## 1. Verbreitung und Ökologie

1. **Natürliche Verbreitung:**  
Südeuropa und Kleinasien [1]. Es gibt Hinweise, dass sie bei uns gelegentlich vorkommt [5] und im Zuge des Pflanzenhandels in den Nachkriegsjahren beigemischt wurde [6]; von 480 bis auf 550 m ü. NN [7].
2. **Klimatische Kennziffern:**  
Jährlicher Niederschlag zwischen 400 und 1.300 mm; erträgt 2 bis 3 Monate sommerliche Trockenheit. Jahresmitteltemperatur von 6 bis 15 °C (Abb. 1) [1]. Kältetoleranz: -20 °C [8].
3. **Natürliche Waldgesellschaft:**  
Dominante Baumart in mediterranen Wäldern [1]. Begleitende Baumarten sind u. a. Eichenarten (z. B. Flaumeiche, Traubeneiche), Rotbuche, Ahorn, Hainbuche, europäische Hopfenbuche, Esskastanie, Tanne und Schwarzkiefer [8].

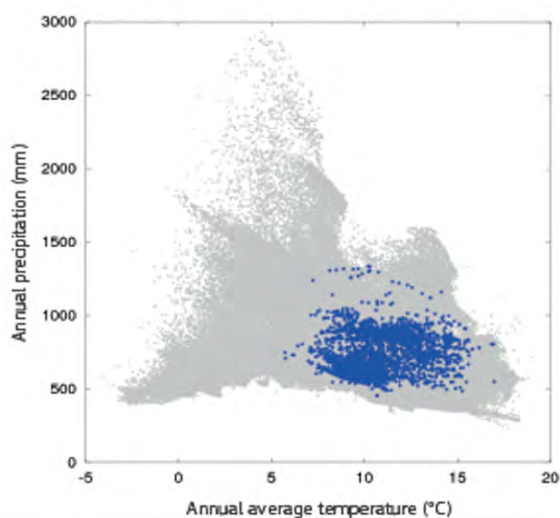


Abb. 1 Vorkommen der Art (blaue Punkte) in Bezug zum Niederschlag und zur Temperatur in Europa (graue Punkte: gesamter europäischer Klimaraum in den Inventurdaten) [1].

4. **Künstliche Verbreitung:**  
Großbritannien, Nordamerika, Argentinien und Neuseeland [2].
5. **Lichtansprüche:**  
Pionierbaumart [2, 9].
6. **Konkurrenzstärke:**
  - 6.1. **Verjüngungs-Dickungsphase:**  
Rasches Jugendwachstum [1], wodurch sie vorwüchsig ist, außer bei hoher Dichte der krautigen Vegetation. In der Etablierungsphase ist sie anfällig gegenüber Konkurrenz durch krautige Vegetation [2].
  - 6.2. **Baum- und Altholzphase:**  
Keine Literatur gefunden.

## 2. Standortsbindung

Die Zerreiche bevorzugt frische und tiefgründige Böden [8]. Sie ist gut an mäßig frische bis sehr trockene Standorte angepasst, erträgt nasse bis frische Böden nicht gut [10].

1. **Nährstoffansprüche:**  
Auf degradierten Böden gedeiht sie nicht [8].
2. **Kalktoleranz:**  
Kalkhaltige Böden werden selten besiedelt [8].
3. **pH-Wert:**  
Zwischen 5 und 7,5 [8].
4. **Tontoleranz:**  
Gut [8] mit verbessertem Wachstum [9].
5. **Stauässe- und Grundwassertoleranz:**  
Keine Literatur gefunden.

# ■ *Quercus cerris* L. ZERREICHE

## ■ FAMILIE: Fagaceae

Franz: chêne chevelu; Ital: cerro; Eng: Turkey oak; Span: roble de Turquía.

- Die Zerreiche toleriert ein breites Spektrum von Standortsbedingungen und ist tolerant gegenüber Trockenheit [1, 2]. Die Zerreiche unterscheidet sich von Stiel-, Trauben- und Flaumeiche genetisch [3] und hat eine große genetische Variabilität innerhalb ihrer Populationen [4]. Diese Eigenschaften könnten für die Anpassung an zukünftige klimatische Bedingungen von Bedeutung sein, allerdings schränken die geringe Wuchsleistung und die begrenzten stofflichen Holzverwendungsmöglichkeiten den Einsatz als Wirtschaftsbaumart ein.

## 6. Blattabbau (Streuzersetzung und Nährstoffe):

Geringer Beitrag zur Bodenverbesserung [7].

## 3. Bestandesbegründung

### 1. Naturverjüngung:

Gute Fruktifizierung alle 1 bis 3 Jahre [2] und sehr hohe Stockausschlagfähigkeit [8]. Vor der Verbreitung der Samen (im Oktober) können die Öffnung des Kronendachs (als Verjüngungshieb oder Femelschlag) und die Bodenvorbereitung die Etablierung der Sämlinge erleichtern [2]. Sie wird wegen der guten Anpassung an wiederholtes Auf-den-Stock-Setzen und das rasche Sprosswachstum oft im Niederwald bewirtschaftet [2].

### 2. Künstliche Verjüngung:

Direkte Aussaat nach Bodenvorbereitung wird häufig angewandt. Eine andere Methode ist die Pflanzung von Sämlingen mit mindestens 50 cm Höhe in einer Dichte von 1.000 bis 2.000 Pflanzen pro Hektar [2].

### 3. Keimfähigkeit und Überdauerungszeit des Saatgutes:

80 % [2] und bis zu 1 Jahr bei -4 °C [8].

### 4. Mineralbodenkeimer:

Keine Literatur gefunden.

### 5. Stockausschlagfähigkeit:

Hoch [1].

### 6. Forstvermehrungsgutgesetz:

Ja [11].

### 7. Mögliche Mischbaumarten:

Keine Literatur gefunden.

## 4. Leistung und Waldbau

### 1. Wachstum:

Die Zerreiche kann 30-35 m hoch und 60-90 cm dick (BHD) werden. Sie hat einen geraden Schaft [2]. Der Höhenzuwachs ist mit 160 Jahren vollendet und der Hauptzuwachs findet im Alter zwischen 80 und 120 Jahren statt [12].



Blatt und Frucht der Zerreiche

In Italien, wo die Art am meisten verbreitet ist, erfolgt die Hauptbewirtschaftung der Zerreiche im Niederwald mit Umtriebszeiten zwischen 12 und 25 Jahren und jährlichem Massenzuwachs von 2 bis 15 m<sup>3</sup>/ha je nach Standort [8]. In dichten Beständen können Vorräte zwischen 100 und 150 m<sup>3</sup>/ha innerhalb von 15 Jahren erreicht werden [2]. Im Hochwald variiert die Umtriebszeit zwischen 80 und 120 Jahren [2]. Das Biomassenwachstum kulminiert im Alter von 70 Jahren (De Philippis (1955) zitiert nach [8]). Im Alter 120 kann der Vorrat auf 445 bis 657 m<sup>3</sup>/ha steigen [2]. Häufige Durchforstung ist im Hochwald erforderlich [8]. In Südromänien wurde beobachtet, dass Niederschlagsmangel in der Vegetationszeit das radiale Wachstum der Zerreiche limitiert [13].

**2. Ökonomische Bedeutung:**

In Italien häufig als Brennholzbaumart im Niederwald bewirtschaftete Baumart [2, 4].

## 5. Erfahrung in Baden-Württemberg und Deutschland

Ca. 500 Sämlinge wurden im Exotenwald Weinheim im Jahr 1995 im Verband 2 x 1 m gepflanzt [14]. Die Angepasstheit der Zerreiche als Stadtbaum wird in Bayern im Forschungsprojekt „Stadtgrün 2021“ untersucht [15].

## 6. Holzeigenschaften und Holzverwendung

Herkünfte aus dem Süden des Areals produzieren besseres und weniger reißendes Holz [8]. Allerdings gilt das Holz insgesamt als geringwertig für Nutzholzwecke [5].

1. **Holzdicke:**  
0,60 ... 0,85 ... 1,05 g/cm<sup>3</sup> ( $r_{12}$ ) [8].
2. **Dauerhaftigkeitsklasse:**  
3 (mäßig dauerhaft) [16].
3. **Konstruktionsbereich (Bauholz, Massivholzwerkstoffe):**  
Je nach Herkunft (im nördlichen Verbreitungsgebiet schränkt die Neigung zur Bildung von Frostrissen die Verwendbarkeit ein) [1, 17].
4. **Innenausbau, Möbelbau:**  
Zimmereiarbeiten, Paneel, Möbelbau [17].
5. **Holzwerkstoffe (OSB, LVL, Spanplatte, MDF):**  
Spanplatten [18].
6. **Zellstoff, Papier, Karton:**  
Geeignet für die Papierindustrie [19].
7. **Energetische Nutzung:**  
Sehr gut geeignet als Brennholz und Holzkohle [8, 19].
8. **Sonstige Nutzungen:**  
Schiffs- und Fassbau [17], Eisenbahnschwellen [1].

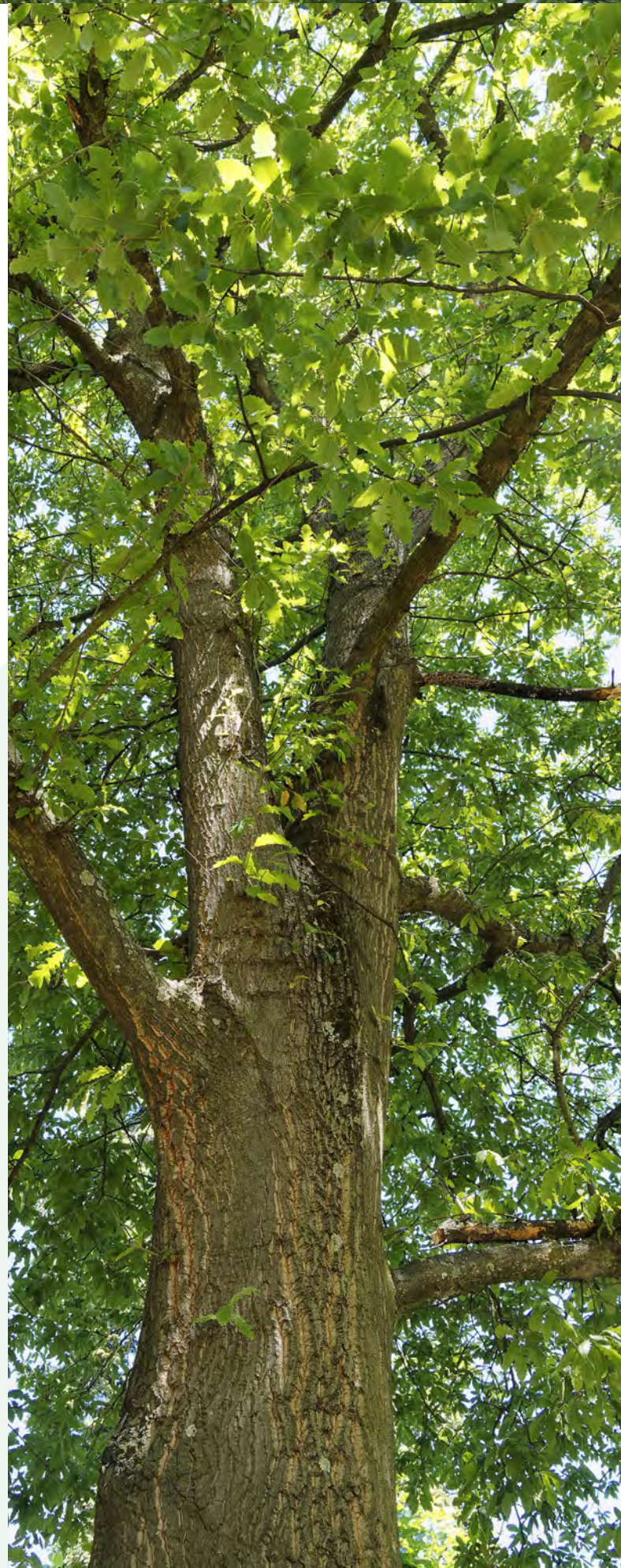
## 7. Sonstige Ökosystemleistungen

1. **Nicht-Holzverwendung:**  
Tierfutter [2], medizinische Verwendung [1].
2. **Biomassefunktionen:**  
Biomassefunktionen wurden für Italien für verschiedene Kompartimente entwickelt und stützen sich auf den Baum-BHD und die Baumhöhe als Prädiktoren [20].
3. **Landschaftliche und ökologische Aspekte:**  
Oft gepflanzt als Allee- und Parkbaum [1, 8]. Bienenweide [19], Bodenschutz [1, 2].

## 8. Biotische und abiotische Risiken

1. **Pilze:**  
*Hypoxylon mediterraneum* und *Armillaria mellea* führen zum Vitalitätsverlust und zu Ausfällen. Außerdem tritt in Italien eine Komplexkrankheit auf (Waldsterben, Eichensterben), die durch verschiedene Pilzarten (z. B. *Hypoxylon mediterraneum*, *Diplodia mutila* und *Phomopsis quercina*) in Kombination mit Stressfaktoren (z. B. Dürre und Verringerung der Bodenqualität) verursacht wird [8].
2. **Insekten:**  
Der Schwammspinner (*Lymantria dispar*) und der Prozessionsspinner (*Thaumtopoea processionea*) gefährden die Zerreiche. Befall tritt in Abständen von 10 bis 15 Jahren auf und dauert ca. 3 Jahre. Der Eichenwickler (*Tortrix viridana*) [8] und zahlreiche Gallwespen können auch an der Zerreiche vorkommen (z. B. *Andricus* spp. und *Cynips quercusfolii*) [21]. Die Knoppergallwespe (*Andricus quercuscalicis*) ist in West- und Nordeuropa seit Langem invasiv. Sie ist auf einen Wirtswechsel zwischen der Zerreiche und der Stieleiche für ihre Entwicklung angewiesen [22]. Ein notwendiger Generationswechsel ist allerdings umstritten [23]. Bei starkem Befall kann die Keimung der Eicheln der Stieleiche beeinträchtigt werden [24]. Die Intensität des Befalls und verbundener Saatgutverlust können stark zwischen einzelnen Bäumen variieren, wie es in England [25] und im Stuttgarter Raum [26] beobachtet wurde.
3. **Sonstige Risiken:**  
Die Eichenmistel (*Loranthus europaeus*) kommt vor [7].

- 4. Herbivoren/Verbissemempfindlichkeit:**  
Im Exotenwald Weinheim wurde beobachtet, dass alle Pflanzen außerhalb der Zäunung vollständig verbissen wurden [14].
- 5. Dürretoleranz:**  
Dürresistent [2] mit guter Anpassung auf sehr trockenen Standorten [27], aber auf ausgesprochenen Trockenstandorten überlebt sie nicht [8].
- 6. Feueranfälligkeit:**  
Geringe Resistenz aber mit großer Resilienz [2].
- 7. Frosttoleranz:**  
Anfällig [2].
- 8. Sturmanfälligkeit:**  
Resistent [2].
- 9. Schneebruch:**  
Resistent [2].
- 10. Invasivitätspotenzial:**  
In England ist die Zerreiche als potenziell invasiv eingestuft [28].



Zerreiche



## Literatur

- [1] DE RIGO, D., et al. (2016): *Quercus cerris* in Europe: distribution, habitat, usage and threats, In: European Atlas of Forest Tree Species, SAN-MIGUEL-AYANZ, J., DE RIGO, D., CAUDULLO, G., HOUSTON DURRANT, T., und MAURI, A., (Hrsg.) Publ. Off. EU: Luxembourg. e01b479+.
- [2] PRACIAK, A., et al. (2013): The CABI encyclopedia of forest trees. Oxfordshire, UK: CABI. 523 S.
- [3] FINKELDEY, R. (2001): Forschung zur Vielfalt, vielfältige Forschung: Ziele und Wege der Forstgenetik. Schweiz. Z. Forstwes. 152(5): S. 162-168.
- [4] BELLAROSA, R., et al. (2003): Italy. in Mediterranean Oaks Network: Report of the second meeting, BOZZANO, M. und TUROK, J. EUFROGEN: Malta. 54 S.
- [5] KÖNIG, E. (1956): Heimische und eingebürgerte Nutzhölzer. Stuttgart: Holz-Zentralblatt Verlags-GmbH. 243 S.
- [6] METTENDORF, B. (2017): mündliche Auskunft.
- [7] HESS, R. (1905): Die Eigenschaften und das forstliche Verhalten der wichtigeren in Deutschland vorkommenden Holzarten: Ein Leitfaden für Studierende, Praktiker und Waldbesitzer. Paul Parey. 336 S.
- [8] BUSSOTTI, F. (2014): *Quercus cerris* Linné. In: ROLOFF, A., WEISGERBER, H., LANG, U.M., und STIMM, B., (Hrsg.) Enzyklopädie der Holzgewächse: Handbuch und Atlas der Dendrologie. S. 1-10.
- [9] MAYER, H. (1992): Waldbau auf soziologisch-ökologischer Grundlage. Stuttgart: Gustav Fischer Verlag. 522 S.
- [10] ROLOFF, A. und GRUNDMANN, B. (2008): Klimawandel und Baumarten-Verwendung für Waldökosysteme. Tharandt. Stiftung Wald in Not. 46 S.
- [11] BGBL. (2002): Forstvermehrungsgutgesetz vom 22. Mai 2002. In: BGBL. I S. 1658, BUNDESMINISTERIUM DER JUSTIZ UND FÜR VERBRAUCHERSCHUTZ.
- [12] WILLKOMM, M. (1875): Forstliche Flora von Deutschland und Oesterreich. Leipzig: Winter. 968 S.
- [13] POPA, I., et al. (2013): Dendroclimatic response variability of *Quercus* species in the Romanian intensive forest monitoring network. Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca. 41(1): S. 326.
- [14] NOE, E. und WILHELM, U. (1997): Der Exotenwald in Weinheim 1872-1997: 125 Jahre Fremdländeranbau an der Bergstraße. In: LFV BADEN-WÜRTTEMBERG, (Hrsg.) Versuchsanbauten mit nicht heimischen Baumarten: historische Entwicklung in Baden-Württemberg. Stuttgart: Schriftenreihe der Landesforstverwaltung Baden-Württemberg. S. 67-185.
- [15] KÖRBER, K.: Bäume im Zeichen des Klimawandels, unter: [http://www.bund-mecklenburg-vorpommern.de/uploads/media/Klaus\\_Koerber.pdf](http://www.bund-mecklenburg-vorpommern.de/uploads/media/Klaus_Koerber.pdf) [Stand: 15.09.2017].
- [16] EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG. (2016): Dauerhaftigkeit von Holz und Holzprodukten - Prüfung und Klassifikation der Dauerhaftigkeit von Holz und Holzprodukten gegen biologischen Angriff - EN 350.
- [17] KÄTZEL, R., et al. (2012): Untersuchungen zu Vitalität, Wuchsleistung und Holzqualität von Zerr-Eichen (*Quercus cerris* L.) im Kommunalwald von Prenzlau. Archiv für Forstwesen und Landschaftsökologie. 46(3) S. 125-132.
- [18] LAKREB, N., et al. (2017): Production and characterization of particleboards from cork-rich *Quercus cerris* bark. European Journal of Wood and Wood Products. S. 1-9.
- [19] GLATZER, K. und SCHRAMM, E. (2010): Klima-bezogener Umbau der Eichenwälder mit mediterranen Eichen – Eine vorläufige Wirkungs- und Folgenabschätzung. BiKF Knowledge Flow Paper. (5): S. 14.
- [20] TABACCHI, G., et al. (2011): Aboveground tree volume and phytomass prediction equations for forest species in Italy. European Journal of Forest Research. 130(6): S. 911-934.
- [21] PERNY, B. (2009): Gallwespen treten in Österreich verstärkt auf. Forstschutz Aktuell 45: S. 14-16
- [22] STONE, G.N., et al. (1995): Geographic and between-generation variation in the parasitoid communities associated with an invading gallwasp, *Andricus quercuscalicis* (Hymenoptera: Cynipidae). Oecologia. 104(2): S. 207-217.
- [23] LOHRER, T. (2013): Knopperngallwespe, unter: <https://www.arbofux.de/knopperngallwespe.html> [Stand: 08.07.2020].
- [24] WERMELINGER, B. (2007): Knopperrn-Gallwespe, unter: <https://www.wsl.ch/forest/wus/diag/index.php?TEXTID=79&MOD=1> [Stand: 08.07.2020].
- [25] HAILS, R. und CRAWLEY, M. (1991): The population dynamics of an alien insect: *Andricus quercuscalicis* (Hymenoptera: Cynipidae). The Journal of Animal Ecology. 60: S. 545-562.
- [26] GAUSS, R. (1976/77): Zur Massenvermehrung der Knopperngallwespe *Andricus quercuscalicis* Burgsd. im Jahre 1974 im Forstamt Stuttgart 1, 2. Zeitschrift für Angewandte Entomologie. 82(1-4): S. 277-284.
- [27] POPOVIĆ, R., et al. (1997): Ecological characteristics of six important Submediterranean tree species in Serbia. Bocconea. 5(2): S. 431-438.
- [28] AMENITY FORUM. Identifying potentially invasive plants, unter: <http://www.amenityforum.co.uk/downloads/Briefing%20Notes/Identifying%20invasive%20plants.pdf> [Stand: 12.10.2017].

# UNGARISCHE EICHE



## 1. Verbreitung und Ökologie

- Natürliche Verbreitung:**  
Südeuropa und im Nordwesten Kleinasiens [3]; von 450 bis auf 900 m [4].
  - Klimatische Kennziffern:**  
Jährlicher Niederschlag zwischen 400 und 1.000 mm. Jahresmitteltemperatur von 7 bis 16 °C (Abb. 1) [1].
  - Natürliche Waldgesellschaft:**  
Begleitende Baumarten sind Eichenarten, Hopfenbuche, Rotbuche und Edelkastanie [2]. Sie bildet aber auch Reinbestände [3].
  - Künstliche Verbreitung:**  
Keine Literatur gefunden.
  - Lichtansprüche:**  
Lichtbaumart [5].
  - Konkurrenzstärke:**  
Sehr anfällig für Konkurrenz, vor allem außerhalb ihres Hauptareals [6].
- 6.1. Verjüngungs-Dickungsphase:  
Keine Literatur gefunden.

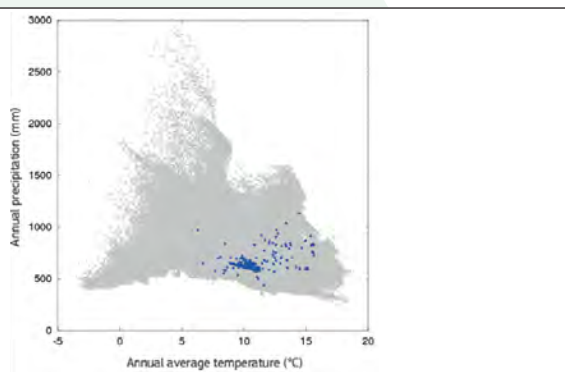


Abb. 1 Vorkommen der Art (blaue Punkte) in Bezug zum Niederschlag und zur Temperatur in Europa (graue Punkte: gesamter europäischer Klimaraum in den Inventurdaten) [1].

6.2. Baum- und Altholzphase:  
Keine Literatur gefunden.

## 2. Standortsbindung

Die Ungarische Eiche hat geringe Ansprüche an die Qualität des Bodens [3].

- Nährstoffansprüche:**  
Anspruchslose Art [3].
- Kalktoleranz:**  
Gut, vor allem im nördlichen Teil ihres Areals [3].
- pH-Wert:**  
6,5 bis 8 (nördlicher Teil des Areals) und 5 bis 7 (südlicher Teil des Areals) [3].
- Tontoleranz:**  
Gut [3].
- Stauanässe- und Grundwassertoleranz:**  
Tolerant [7].
- Blattabbau (Streuzersetzung und Nährstoffe):**  
Ergebnisse aus einer Studie in Hessen zeigen, dass die Zersetzungsrate ähnlich wie bei der Rotbuche und Stieleiche ist [8].

## 3. Bestandesbegründung

- Naturverjüngung:**  
Die Ungarische Eiche kann Schatten in den ersten zwei bis drei Jahren tolerieren. Die Eicheln sind allerdings eine sehr beliebte Nahrungsquelle für Tiere [9].



# ■ *Quercus frainetto* Ten. UNGARISCHE EICHE

■ **FAMILIE:** Fagaceae

Franz: chène hongrois; Ital: farnetto; Eng: Hungarian oak; Span: roble de Hungría.

■ Das Areal der Ungarischen Eiche wird sich wahrscheinlich im Zuge des Klimawandels vergrößern [1] und sie weist erhebliches Potenzial für die Unterstützung der Ökosystemleistungen und der Biodiversität in deutschen Wäldern auf [2]. In ihrem natürlichen Areal gibt es allerdings verschiedene Varietäten und die Art hybridisiert sehr schnell mit anderen Eichenarten [3].



## 2. Künstliche Verjüngung:

Im Mittelmeerraum werden heutzutage sehr häufig Niederwälder durch Femelschlag in Hochwaldbestände umgewandelt. Im Zuge von Durchforstungen werden ca. 200 Stämme pro Hektar als Z-Bäume freigestellt [9]. Die Pflanzung 2-jähriger Sämlinge im Winter kann in einem Verband von 2 x 2 m erfolgen [10].

## 3. Keimfähigkeit und Überdauerungszeit des Saatgutes:

90 % [11].

## 4. Mineralbodenkeimer:

Die Keimfähigkeit nimmt mit abnehmender krautiger Vegetation zu [11].

## 5. Stockausschlagfähigkeit:

Hoch, auch im hohen Alter [2, 3].

## 6. Forstvermehrungsgutgesetz:

Nein [12].

## 7. Mögliche Mischbaumarten:

Keine Literatur gefunden.

aus England zeigen, dass das Radialwachstum abnimmt, wenn der Niederschlag unter 242 mm in der Vegetationsperiode sinkt [7]. In Südrumänien wurde ebenso beobachtet, dass Niederschlagsmangel in der Vegetationszeit das radiale Wachstum der Ungarischen Eiche limitiert [13].

## 2. Ökonomische Bedeutung:

Die Ungarische Eiche ist die häufigste Baumart, die im Niederwald in Griechenland bewirtschaftet wird [14]. Allerdings findet momentan ein Umbau von vielen Niederwaldbeständen zu Hochwald statt [15].

I. Standortsklasse Alter in Jahren	Holzmasse m <sup>3</sup> /ha	laufender Zuwachs m <sup>3</sup> /ha	durchschnittl. Zuwachs m <sup>3</sup> /ha
30	106	4.1	3.5
60	249	5.0	4.1
90	377	3.8	4.2
120	457	2.2	3.8

Abb. 2 Ertragsdaten im Reinbestand (Porubszky (1886) modifiziert nach [3]).

## 4. Leistung und Waldbau

### 1. Wachstum:

Raschwüchsige Art [2], die zwischen 30 und 40 m Höhe und 60 cm BHD erreichen kann. Sie hat allerdings eine kurze Lebensdauer. Der laufende Zuwachs kulminiert im Alter von 60 Jahren und der durchschnittliche Massenzuwachs im Alter von 80 Jahren. Der gesamte Vorrat kann zwischen 212 und 457 m<sup>3</sup>/ha je nach Ertragsklasse im Alter von 120 Jahren variieren (Abb. 2) [3]. Die Hauptbewirtschaftungsform ist als Niederwald, aber sie verfügt auch über das Potenzial für die Bewirtschaftung im Hochwald [5]. Ergebnisse



Blatt und Frucht der Ungarischen Eiche

## 5. Erfahrung in Baden-Württemberg und Deutschland

Die Ungarische Eiche wurde auf Versuchsflächen in Hessen (Rüsselsheim, Lampertheim und Frankfurt) angepflanzt [16, 17]. Die Anpassung der Ungarischen Eiche als Stadtbaum wird in Bayern im Forschungsprojekt „Stadtgrün 2021“ untersucht [18].

## 6. Holzeigenschaften und Holzverwendung

1. **Holzdicke:**  
0,78 g/cm<sup>3</sup> (r<sub>15</sub>). Das Holz ist schwer bearbeitbar [3].
2. **Dauerhaftigkeitsklasse:**  
In EN 350 nicht enthalten, hohe Dauerhaftigkeit [2, 3].
3. **Konstruktionsbereich (Bauholz, Massivholzwerkstoffe):**  
Geeignet [2].
4. **Innenausbau, Möbelbau:**  
Weniger gut geeignet für Innenausbau- und Möbelbau [1].
5. **Holzwerkstoffe (OSB, LVL, Spanplatte, MDF):**  
Keine Literatur gefunden.
6. **Zellstoff, Papier, Karton:**  
Geeignet für die Papierindustrie [2].
7. **Energetische Nutzung:**  
Hauptnutzung als Brennholz [5].
8. **Sonstige Nutzungen:**  
Herstellung von Weinfässern, Bergbau [1].

## 7. Sonstige Ökosystemleistungen

1. **Nicht-Holzverwendung:**  
Viehfutter [2].
2. **Biomassefunktionen:**  
Biomassefunktionen wurden für oberirdische Biomasse in Niederwaldbewirtschaftung in Kroatien [19] und für Hochwaldbestände in Griechen-

land [15] entwickelt und stützen sich auf den Baum-BHD als Prädiktor.

3. **Landschaftliche und ökologische Aspekte:**  
Attraktive Baumart [2]. Aufforstung in Hochlagen [2].

## 8. Biotische und abiotische Risiken

1. **Pilze:**  
Mehltau (*Microsphaera quercina*) kann vorkommen [3]. *Phytophthora* spp. befällt die Wurzel [1]. *Hypoxylon mediterraneum* gefährdet gestresste Bäume in Südtalien (Vannini et al. (1996) zitiert nach [1]). Der Kastanienrindenkrebs, verursacht durch *Cryphonectria parasitica*, kann auch die ungarische Eiche befallen (de Rigo (2016) zitiert nach [1]).
2. **Insekten:**  
Zahlreiche Gallwespen können vorkommen (z. B. *Andricus* spp. und *Cynips quercusfolii*) [20], besonders wichtig ist die Ungarische Gallwespe (*Cynips hungarica*). Der Rüsselkäfer (*Balaninus glandium*) befällt die Eichel. Nach heutigem Wissensstand treten Eichenwickler, Schwammspinner und Eichensterben selten auf [3].
3. **Sonstige Risiken:**  
Keine Literatur gefunden.
4. **Herbivoren/Verbissemempfindlichkeit:**  
Hohe Empfindlichkeit gegenüber Verbiss [21].
5. **Dürretoleranz:**  
Dürre-resistent [2, 3], mit guter Anpassungsfähigkeit auf sehr trockenen Standorten [22]. Sie verträgt lange Trockenperioden [3].
6. **Feueranfälligkeit:**  
Keine Literatur gefunden.
7. **Frosttoleranz:**  
Winterhart [17], allerdings empfindlich gegenüber Spätfrost [3].
8. **Sturmanfälligkeit:**  
Keine Literatur gefunden.
9. **Schneebruch:**  
Keine Literatur gefunden.
10. **Invasivitätspotenzial:**  
Keine Literatur gefunden.

## Literatur

- [1] MAURI, A., et al. (2016): *Quercus frainetto* in Europe: distribution, habitat, usage and threats, In: European Atlas of Forest Tree Species, SAN-MIGUEL-AYANZ, J., DE RIGO, D., CAUDULLO, G., HOUSTON DURRANT, T., und MAURI, A., (Hrsg.) Publ. Off. EU: Luxembourg. e01de78+.
- [2] GLATZER, K. und SCHRAMM, E. (2010): Klimabezogener Umbau der Eichenwälder mit mediterranen Eichen – Eine vorläufige Wirkungs- und Folgenabschätzung. BiKF Knowledge Flow Paper. (5): S. 14.
- [3] BARTHA, D. (2014): *Quercus frainetto* TEN. In: ROLOFF, A., WEISGERBER, H., LANG, U.M., und STIMM, B., (Hrsg.) Enzyklopädie der Holzgewächse: Handbuch und Atlas der Dendrologie. S. 1-8.
- [4] KONSTANTINIDIS, P., et al. (2002): Taxonomy and ecology of plant communities of *Quercus frainetto* Ten. (*Q. conferta* Kit.) forests in Greece. Israel Journal of Plant Sciences. 50(2): S. 145-154.
- [5] BELLAROSA, R., et al. (2003): Italy. in Mediterranean Oaks Network: Report of the second meeting, BOZZANO, M. und TUROK, J. EUFROGEN: Malta. 54 S.
- [6] PROPETTO, G. (2008): *Quercus frainetto* Ten., unter: <http://www.floraitaliae.actaplantarum.org/viewtopic.php?t=7511> [Stand].
- [7] SANDERS, T.G., et al. (2014): Species-specific climate response of oaks (*Quercus* spp.) under identical environmental conditions. iForest-Biogeosciences and Forestry. 7(2): S. 61-69.
- [8] RUSSELL, D.: Adaptation soil ecosystems: adaptation of soil organisms and their ecosystem functions to climate-induced changes in deciduous forests, unter: [http://www.bik-f.de/root/index.php?page\\_id=77&projectID=29](http://www.bik-f.de/root/index.php?page_id=77&projectID=29) [Stand: 02.10.2017].
- [9] PLUTINO, M. (2008): Struttura e dinamica evolutiva dei boschi in stato di abbandono gestionale: il caso delle fustaie di cerro nell'Alto Lazio. UNIVERSITÀ degli STUDI della TUSCIA. 180 S.
- [10] RADOGLU, K., et al. (2003): The effects of planting date and seedling quality on field performance of *Castanea sativa* Mill. and *Quercus frainetto* Ten. seedlings. Forestry. 76(5): S. 569-578.
- [11] BERCEA, I. (2013): Germination, upshot and growth of hungarian and turkey oak seedlings in the woodlands of the western part of the Getic Plateau. Oltenia. 29(1): S. 145-150.
- [12] BGBL. (2002): Forstvermehrungsgutgesetz vom 22. Mai 2002. In: BGBL I S. 1658, BUNDESMINISTERIUM DER JUSTIZ UND FÜR VERBRAUCHERSCHUTZ.
- [13] POPA, I., et al. (2013): Dendroclimatic response variability of *Quercus* species in the Romanian intensive forest monitoring network. Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca. 41(1): S. 326.
- [14] PYTTEL, P., et al. (2011): Wald in Griechenland AFZ-DerWald. 66(8): S. 49-53.
- [15] ZIANIS, D., et al. (2016): Bayesian and classical models to predict aboveground tree biomass allometry. Forest Science. 62(3): S. 247-259.
- [16] FORSCHUNG-FRANKFURT. (2008): Der Wald der Zukunft: Forschungsprojekt für eine sanfte Anpassung der Waldwirtschaft an den Klimawandel. in Forschung Frankfurt. S. 1.
- [17] WITTIG, R. und NIEKISCH, M. (2014): Die Auswirkungen des Klimawandels auf die Biodiversität. In: WITTIG, R. und NIEKISCH, M., (Hrsg.) Biodiversität: Grundlagen, Gefährdung, Schutz. Springer. S. 335-372.
- [18] KÖRBER, K.: Bäume im Zeichen des Klimawandels, unter: [http://www.bund-mecklenburg-vorpommern.de/uploads/media/Klaus\\_Koerber.pdf](http://www.bund-mecklenburg-vorpommern.de/uploads/media/Klaus_Koerber.pdf) [Stand: 15.09.2017].
- [19] TOPIĆ, V., et al. (2000): Regression models for estimating biomass of resprouted pubescent oak (*Quercus pubescens* Willd.), Italian oak (*Quercus frainetto* Ten.) and holm oak (*Quercus ilex* L.). Glasnik za Šumske Pokuse. 37: S. 123-131.
- [20] PERNY, B. (2009): Gallwespen treten in Österreich verstärkt auf. Forstschutz Aktuell 45: S. 14-16
- [21] MILIOS, E., et al. (2014): Are sprouts the dominant form of regeneration in a lowland *Quercus pubescens*-*Quercus frainetto* remnant forest in Northeastern Greece? A regeneration analysis in the context of grazing. New Forests. 45(2): S. 165-177.
- [22] POPOVIĆ, R., et al. (1997): Ecological characteristics of six important Submediterranean tree species in Serbia. Bocconea. 5(2): S. 431-438.



Ungarische Eiche

# FLAUMEICHE



## 1. Verbreitung und Ökologie

- Natürliche Verbreitung:**  
Mittel- und Südeuropa (von Spanien bis Kaukasien); von 200 bis auf 1.300 m ü. NN [3].
- Klimatische Kennziffern:**  
Jährlicher Niederschlag zwischen 400 und 1.400 mm [3]; 2-4 Monate Sommertrockenheit [2]. Jahresmitteltemperatur von 5 bis 16 °C. Kältetoleranz: -20 °C [2]. (Abb. 1)
- Natürliche Waldgesellschaft:**  
Sie wird oft von *Carpinus orientalis*, *Ostrya carpinifolia*, anderen Eichenarten sowie von Ahorn- und Kiefernarten begleitet [2, 3].
- Künstliche Verbreitung:**  
Keine Literatur gefunden.
- Lichtansprüche:**  
Lichtbaumart [2, 6].

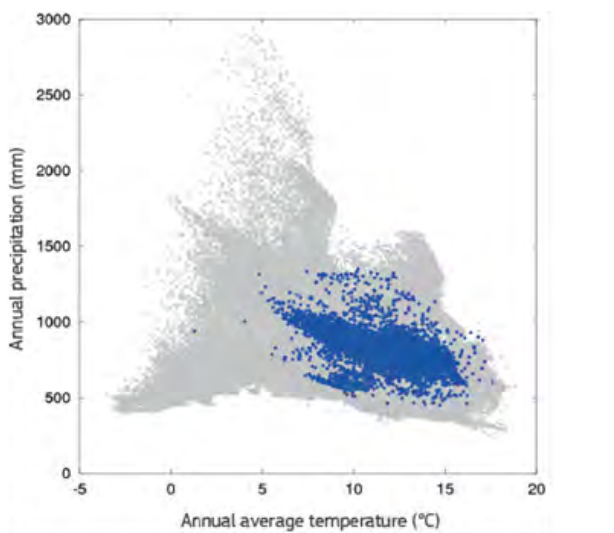


Abb. 1 Vorkommen der Art (blaue Punkte) in Bezug zum Niederschlag und zur Temperatur in Europa (graue Punkte: gesamter europäischer Klimaraum in den Inventurdaten) [3].

## 6. Konkurrenzstärke:

### 6.1. Verjüngungs-Dickungsphase:

Geringere Konkurrenzkraft, Schattentoleranz und Wuchsleistung als Stiel- und Traubeneiche [4].

### 6.2. Baum- und Altholzphase:

Konkurrenzschwach [7], geschwächte Konkurrenzfähigkeit nach anthropogener Störung [3] und mit fortschreitender Vegetationsperiode. Es treten zahlreiche Baumarten in Konkurrenz zur Flaumeiche, z. B. Hopfenbuche [1].

## 2. Standortsbindung

Die Flaumeiche gedeiht gut auf trockenen bis sehr trockenen Böden [8] oder auf steilen Hanglagen [9].

### 1. Nährstoffansprüche:

Geringe Ansprüche [2].

### 2. Kalktoleranz:

Gut [2, 6].

### 3. pH-Wert:

Breite Toleranz [3].

### 4. Tontoleranz:

Gering [2].

### 5. Staunässe- und Grundwassertoleranz:

Gering [7].

### 6. Blattabbau (Streuzersetzung und Nährstoffe):

Schnelle Zersetzung mit durchschnittlichem Streuumsatz von 1,4 Jahren [10].

# ■ *Quercus pubescens* Willd. FLAUMEICHE

## ■ FAMILIE: Fagaceae

Franz: chène pubescent; Ital: roverella; Eng: downy oak, pubescent oak; Span: roble.

- Flaumeichenbestände sind artenreiche Pflanzengesellschaften und könnten zur Anpassung des Waldes an den Klimawandel beitragen [1]. Die Flaumeiche ist eine licht- und wärmeliebende Baumart, die sich leicht mit anderen Eichenarten, vor allem mit Traubeneiche, hybridisiert. Daher sind zahlreiche Subspezies und Artbastarde vorhanden [2, 3]. Sie zeigt eine bessere Toleranz gegenüber starker Trockenheit und Sommerwärme als Stiel- und Traubeneiche [4], allerdings begleitet von schwächerem Wachstum. Ihr besonderes Potenzial liegt in Agroforstsystemen und Kurzumtriebsplantagen zur Erzeugung von Energieholz [5].

## 3. Bestandesbegründung

- 1. Naturverjüngung:**  
Ausreichende Fruktifizierung erfolgt in Abständen von ein bis drei Jahren, die Eicheln werden von Oktober bis November reif [2].
- 2. Künstliche Verjüngung:**  
Die Keimung erfolgt im feuchtem Sand bei ca. 20 °C. Leichte Beschattung ist für Keim- und Sämlinge vorteilhaft. Die vegetative Vermehrung durch Stockausschläge stellt auch eine Option dar [2].
- 3. Keimfähigkeit und Überdauerungszeit des Saatgutes:**  
80 % und bis zu einem Jahr wenn in verschlossenen Polyäthylen-Beuteln bei 4 °C gelagert [2]. Bei -1 °C und 25-35 % Feuchtigkeit bis zu zwei Jahre lagerfähig [11].
- 4. Mineralbodenkeimer:**  
Keine Literatur gefunden.
- 5. Stockausschlagfähigkeit:**  
Ja, aber gering [3, 6].
- 6. Forstvermehrungsgutgesetz:**  
Nein [12].
- 7. Mögliche Mischbaumarten:**  
Mischungen mit Kiefernarten und Atlaszeder können zur Erhaltung der Bodenfruchtbarkeit beitragen, da in Reinbeständen in degradierten Wäldern eine rasche Mineralisierung infolge erhöhter Einstrahlung wegen der großen Lückenanteile erfolgt [2]. Außerdem können Mischungen mit Feldahorn, französischem Ahorn und Speierling vorteilhaft sein [5].

## 4. Leistung und Waldbau

- 1. Wachstum:**  
Die Flaumeiche wächst bis zu 25 m in die Höhe und kann 2 m BHD erreichen. Durchschnittliche Werte liegen aber zwischen 10 und 20 m und 40 bis 50 cm. Sie kann 500 Jahre alt werden. Durch Übernutzung und falsche Behandlung bestockt diese Art oft arme Standorte [2]. Daher gibt es kaum wirtschaftliche Nutzung wegen ihrer niedrigen Produktivität [5]. Ergebnisse aus der Toskana zeigen, dass im Niederwald das jährliche Wachstum zwischen 2 und 3 m<sup>3</sup>/ha bei einer Umtriebszeit von 15-16 Jahren betragen kann (De Philipps (1955) zitiert nach [2]). Der Volumenzuwachs liegt damit deutlich niedriger als bei Trauben- und Stieleiche [7]. Allerdings gibt es Hinweise, dass auf guten Standorten die Produktivität gesteigert werden kann [6].
- 2. Ökonomische Bedeutung:**  
Im Niederwald für die Lieferung von Brennholz bewirtschaftet [2, 5]. In Deutschland hat die Art keine forstliche Bedeutung [12], mit geringem Nutz- und Wirtschaftswert [5].



Frucht und Blatt der Flaumeiche

## 5. Erfahrung in Baden-Württemberg und Deutschland

Die Flaumeiche wurde auf Versuchsflächen in Hessen (Rüsselsheim, Lampertheim und Frankfurt) angepflanzt [13]. Die Eignung der Flaumeiche als Stadtbaum wird in Bayern im Forschungsprojekt „Stadtgrün 2021“ untersucht [14]. Das Wachstum von jungen Eichen, darunter auch die Flaumeiche, unter Trockenheit und erhöhter Lufttemperatur wird durch die Eidgenössische Forschungsanstalt WSL erforscht [15]. Ergebnisse zeigen, dass sich die einzelnen Provenienzen in ihren Wachstumsraten unterscheiden [15].

## 6. Holzeigenschaften und Holzverwendung

Das Holz ist schwer bearbeitbar [3] und verzieht sich leicht [2]. Andererseits gibt es schon Studien zur Verbesserung der Holzeigenschaften [16].

### 1. Holzdichte:

0,7 ... 0,92 g/cm<sup>3</sup> (r<sub>12</sub>) [2].

### 2. Dauerhaftigkeitsklasse:

In EN 350 nicht enthalten, sehr dauerhaftes Holz [2].

### 3. Konstruktionsbereich (Bauholz, Massivholzwerkstoffe):

Nicht geeignet [2].

### 4. Innenausbau, Möbelbau:

Tischlereiarbeiten [3].

### 5. Holzwerkstoffe (OSB, LVL, Spanplatte, MDF):

Keine Literatur gefunden.

### 6. Zellstoff, Papier, Karton:

Keine Literatur gefunden.

### 7. Energetische Nutzung:

Hauptnutzung als Brennholz [3].

### 8. Sonstige Nutzungen:

Wasser- und Schiffsbau [17], Obstpressen, Gewinde [9], Eisenbahnschwellen [3].

## 7. Sonstige Ökosystemleistungen

### 1. Nicht-Holzverwendung:

Viehfutter [5], sehr wichtige Baumart für die Trüffelzucht [3].

### 2. Biomassefunktionen:

Biomassefunktionen wurden für Italien für verschiedene Kompartimente entwickelt und stützen sich auf den Baum-BHD und die Baumhöhe als Prädiktoren [18].

### 3. Landschaftliche und ökologische Aspekte:

Attraktive Baumart mit schöner Herbstverfärbung, wird häufig auf Viehweiden angepflanzt [2]. Eicheln sind wichtiges Tierfutter [2]. Schutzwald und Bienenweide [5]. Zahlreiche Reptilien- und Insektenarten finden ihren Lebensraum in Flaumeichenbeständen [9].

## 8. Biotische und abiotische Risiken

### 1. Pilze:

Sehr anfällig für das Eichensterben, eine Komplexkrankheit, die vor allem nach abiotischen Stressbedingungen wie starker Trockenheit durch Pilzpathogene hervorgerufen wird [2, 3]. *Phytophthora* spp. wird als Hauptverursacher genannt (De Rigo et al. (2016) zitiert nach [3]). Befall von Hallimasch (*Armillaria mellea*) und Mehltau (*Microsphaera alphitoides*) sind bekannt [2].

### 2. Insekten:

Die Flaumeiche ist anfällig für Schwammspinner (*Lymantria dispar*) (De Rigo et al. (2016) zitiert nach [3]). Der Eichen-Prozessionsspinner (*Thaumetopoea processionea*) befällt Eichenbestände im Zyklus von ca. 15 Jahren und kann zu starkem Blattverlust führen [2]. Der Erreger breitet sich aus und scheint vom Klimawandel zu profitieren [19]. Bei starkem Befall kann die Vitalität der Bäume beeinträchtigt werden und den Befall durch sekundäre Pathogene begünstigen [20]. Die Raupen des Eichenwicklers (*Tortrix viridana*) können Kahlfraß verursachen [2].

### 3. Sonstige Risiken:

Keine Literatur gefunden.

### 4. Herbivoren/Verbissempfindlichkeit:

Anfällig gegenüber Verbiss, aber mit Widerstandsfähigkeit. Trotzdem gibt es Hinweise in



Flaumeiche

Baden-Württemberg auf stark verbissene Flaumeichenbestände, deren Regeneration in Folge des Schadens nicht mehr möglich war [5].

#### 5. Dürretoleranz:

Toleriert mäßige Sommertrockenheit [3]. Die Böden von Flaumeichenwäldern im Bereich der mittleren Schwäbischen Alb haben eine nutzbare Wasserkapazität zwischen 30 und maximal 70 l/m<sup>2</sup> [1].

#### 6. Feueranfälligkeit:

Sehr bedroht mit geringer Resistenz [2, 5].

#### 7. Frosttoleranz:

Erhöhte Gefährdung [21], vor allem empfindlich gegenüber Spätfrost [7], aber auch als winterhart beschrieben [3].

#### 8. Sturmanfälligkeit:

Vermutlich sturmfest [7].

#### 9. Schneebruch:

Unbekannt [7].

#### 10. Invasivitätspotenzial:

Keine Literatur gefunden. Als heimische Baumart ist die Invasivität für Deutschland nicht relevant.

Verlag. 522 S.

[7] ETH ZÜRICH. (2002): Mitteleuropäische Waldbaumarten: Artbeschreibung und Ökologie unter besonderer Berücksichtigung der Schweiz. ETH Zürich 248 S.

[8] ROLOFF, A. und GRUNDMANN, B. (2008): Klimawandel und Baumarten-Verwendung für Waldökosysteme. Tharandt. Stiftung Wald in Not. 46 S.

[9] EBI, A. (2013): Flaumeichenwälder oder der letzte Wald vor der Steppenbildung. Zürcher Wald 3: S. 24-26.

[10] COTRUFO, M., et al. (1999): Decomposition and nutrient dynamics of *Quercus pubescens* leaf litter in a naturally enriched CO<sub>2</sub> Mediterranean ecosystem. Functional Ecology. 13(3): S. 343-351.

[11] BURKART, A. (2000): Kulturblätter: Angaben zur Samenernte, Klengung, Samenlagerung, Saamenausbeute und Anzucht von Baum- und Straucharten. Birmensdorf: Eidgenössische Forschungsanstalt WSL. 92 S.

[12] BGBl. (2002): Forstvermehrungsgutgesetz vom 22. Mai 2002. In: BGBl. I S. 1658, BUNDESMINISTERIUM DER JUSTIZ UND FÜR VERBRAUCHERSCHUTZ.

[13] FORSCHUNG-FRANKFURT. (2008): Der Wald der Zukunft: Forschungsprojekt für eine sanfte Anpassung der Waldwirtschaft an den Klimawandel. in Forschung Frankfurt. 1 S.

[14] KÖRBER, K.: Bäume im Zeichen des Klimawandels, unter: [http://www.bund-mecklenburg-vorpommern.de/uploads/media/Klaus\\_Koerber.pdf](http://www.bund-mecklenburg-vorpommern.de/uploads/media/Klaus_Koerber.pdf) [Stand: 15.09.2017].

[15] BONFILS, P., et al. (2013): Die Eiche reagiert flexibel. Wald Holz 94(2): S. 29-33.

[16] TODARO, L., et al. (2015): Behavior of pubescent oak (*Quercus pubescens* Willd.) wood to different thermal treatments. iForest-Biogeosciences and Forestry. 8(6): S. 748-755.

[17] KÖNIG, E. (1956): Heimische und eingebürgerte Nutzhölzer. Stuttgart: Holz-Zentralblatt Verlags-GmbH. 243 S.

[18] TABACCHI, G., et al. (2011): Aboveground tree volume and phytomass prediction equations for forest species in Italy. European Journal of Forest Research. 130(6): S. 911-934.

[19] LOBINGER, G., et al. (2018): Fraßschäden durch Schmetterlinge Blickpunkt Waldschutz 6: S.

[20] LOBINGER, G. und WALLERER, G. (2020): Eichenprozessionsspinner: Zwischen Pflanzenschutz und Gesundheitsvorsorge LWF-aktuell. 124(1): S. 38-41.

[21] DIMKE, P. (2015): Spätfrostschäden – erkennen und vermeiden. LWF-Merkblatt. 31: S. 1-3.

## Literatur

[1] SAYER, U. (2000): Die Ökologie der Flaumeiche (*Quercus pubescens* Willd.) und ihrer Hybriden auf den Kalkstandorten an ihrer nördlichen Arealgrenze. in Dissertationes Botanicae Albert Ludwigs-Universität Freiburg; Berlin/Stuttgart. 198 S.

[2] BUSSOTTI, F. (2014): *Quercus pubescens* Willd. In: ROLOFF, A., WEISGERBER, H., LANG, U.M., und STIMM, B., (Hrsg.) Enzyklopädie der Holzgewächse: Handbuch und Atlas der Dendrologie. S. 1-10.

[3] PASTA, S., et al. (2016): *Quercus pubescens* in Europe: distribution, habitat, usage and threats, In: European Atlas of Forest Tree Species, SAN-MIGUEL-AYANZ, J., DE RIGO, D., CAUDULLO, G., HOUSTON DURRANT, T., und MAURI, A., (Hrsg.) Publ. Off. EU: Luxembourg. e019e5c+.

[4] GÜNTHARDT-GOERG, M.S., et al. (2016): Wie meistert die Eiche den Klimawandel? Zürcher Wald. 3: S. 4-7.

[5] GLATZER, K. und SCHRAMM, E. (2010): Klimabezogener Umbau der Eichenwälder mit mediterranen Eichen – Eine vorläufige Wirkungs- und Folgenabschätzung. BiKF Knowledge Flow Paper. (5): S. 14.

[6] MAYER, H. (1992): Waldbau auf soziologisch-ökologischer Grundlage. Stuttgart: Gustav Fischer

# ROTEICHE



## 1. Verbreitung und Ökologie

- 1. Natürliche Verbreitung:**  
Osten der Vereinigten Staaten und Südosten Kanadas [6] (Abb. 1); bis auf 1.670 m ü. NN [6].
- 2. Klimatische Kennziffern:**  
Jährlicher Niederschlag zwischen 760 und 2.030 mm. Jahresmitteltemperatur von 4 bis 16 °C [6]. Kältetoleranz: -41 °C [7].
- 3. Natürliche Waldgesellschaft:**  
Im Herkunftsgebiet kommt sie oft in Mischung mit Eichen-, Walnuss- und Hickoryarten vor [6].
- 4. Künstliche Verbreitung:**  
Zahlreiche europäische Länder [7], mit Ausnahme Skandinaviens [2].
- 5. Lichtansprüche:**  
Mittlere Schattentoleranz [6].
- 6. Konkurrenzstärke:**
  - 6.1. Verjüngungs-Dickungsphase:**  
Im Herkunftsgebiet ist die Roteiche konkurrenzschwach gegenüber anderen Baumarten auf Kahlflächen [6]. In Europa hat sie eine hohe Konkurrenzskraft gegenüber heimischen Baumarten [5, 8, 9].
  - 6.2. Baum- und Altholzphase:**  
Mit dem Alter nimmt die Wuchsleistung gegenüber heimischen Arten ab [3]. Gegenüber der Rotbuche ist die Konkurrenzskraft trotzdem auf lange Sicht höher [5]. Mitherrschende Roteichen können schnell auf Freistellung reagieren [6].

## 2. Standortsbindung

Tiefgründige sandige Lehmböden begünstigen das Wachstum der Roteiche [6]. Sie ist sehr gut an ziemlich frische bis mäßig trockene Standorte angepasst, erträgt aber nasse bis sehr frische Böden nicht gut [10].

- 1. Nährstoffansprüche:**  
Basenreiche Böden werden bevorzugt [11].
- 2. Kalktoleranz:**  
Niedrig [7].
- 3. pH-Wert:**  
Die Roteiche bevorzugt leicht saure Böden [5].
- 4. Tontoleranz:**  
Tonböden sind ungeeignet [7], können aber auch toleriert werden [5].
- 5. Staunässe- und Grundwassertoleranz:**  
Die Roteiche verträgt kein stagnierendes Wasser oder lange Überflutung [7].
- 6. Blattabbau (Streuzersetzung und Nährstoffe):**  
Blattzersetzung ist problematisch; daher keine bedeutende bodenverbessernde Wirkung [7].



Abb. 1 Natürliche Verbreitung der Roteiche



# ■ *Quercus rubra* B.A. Sm. & Abbot

## ROTEICHE

### ■ FAMILIE: Fagaceae

Franz: chêne rouge d'Amérique; Ital: quercia rossa; Eng: northern red oak, grey oak; Span: roble rojo.

- Die im östlichen Nordamerika beheimatete Roteiche ist schon lange und häufig als fremdländische Baumart in Europa vorhanden und wird als potenzielle Art für die Anpassung des Waldes an den Klimawandel eingeschätzt [1-4]. Ihre Wachstums- und Holzeigenschaften machen sie zu einer bedeutenden Wirtschaftsbaumart. Außerdem werden ihre Widerstandskraft gegenüber Pathogenen [2, 5] und ihre Dürretoleranz als gut [2] eingestuft. Da sie eine bereits seit geraumer Zeit in Mitteleuropa eingeführte bzw. forstlich erfolgreich angebaute fremdländische Baumart ist, wurde sie in anderen Arbeiten bereits umfangreich untersucht. Ihre Auflistung hier in den knappen Baumartensteckbriefen dient deshalb ähnlich wie die Erwähnung der Douglasie überwiegend der Vollständigkeit und kann keine umfassende Darstellung der Primärliteratur leisten.



## 3. Bestandesbegründung

### 1. Naturverjüngung:

Gute Fruktifizierung erst ab dem 50. Lebensjahr und in periodischen Intervallen von zwei bis fünf Jahren. Etablierung der Verjüngung erfolgt erst, wenn die Pflanzen schon groß sind und ein gutes Wurzelsystem besitzen. Kleine Sämlinge leiden unter Lichtmangel und starkem Verbiss, was zu hoher Sämlingsmortalität führt [6].

### 2. Künstliche Verjüngung:

Direktaussaat kann im Frühling erfolgen [2]. Die Keimfähigkeit wird durch Stratifizierung des Saatgutes erhöht [12], welche durch Lagerung bei -1 bis -3° C über den Winter mit anschließender Stratifizierung in kalt-feuchtem Sand für 20-45 Tagen erfolgen kann [2]. Für die Pflanzung werden Sämlinge von ein bis maximal zwei Jahren und Verbänden von 1 x 1, 1 x 1,5 bis 2 x 0,75 m verwendet [7, 13]. Alternativ kann die Pflanzung auch mit 40 bis 80 Klumpen pro Hektar mit je 40 bis 70 Roteichen und Mindestabständen zwischen den Klumpen von 12 m angelegt werden. Damit die Pflanzen sich gut etablieren können, soll die Verdämmung durch Brombeeren und Pionierbaumarten sowie der Verbiss überwacht werden [13]. Neue Bestände lassen sich außerdem durch Stockausschlag etablieren [6] und stellen eine Option auf Sturmflächen dar. Saatgut kann aus geprüften Erntebeständen in Europa, darunter auch Deutschland, gewonnen werden [2]. Allerdings hat der Großteil des nach Europa exportierten Saatguts eine unbekannte Herkunft und die Auswahl wurde hauptsächlich am Ertrag orientiert. Die Herausforderungen des Klimawandels fordern aber eine Überprüfung der Anpassungsfähigkeit der Herkünfte [14]. Genetische Untersuchungen in eingeführten Beständen wiesen darauf hin, dass der wahrscheinliche Ursprung des Saatgutes in Europa aus dem Norden des natürlichen Verbreitungsgebiets stammt. Dies

kann allerdings die Anpassung an zukünftige klimatische Bedingungen einschränken. Außerdem zeigen die Ergebnisse, dass es im Südwesten Deutschlands eine höhere genetische Variation gibt [15].

### 3. Keimfähigkeit und Überdauerungszeit des Saatgutes:

Ca. 75 % und ein bis drei Jahre bei 0-1° C [12].

### 4. Mineralbodenkeimer:

Ja [6].

### 5. Stockausschlagfähigkeit:

Ja [6].



Blatt der Roteiche

### 6. Forstvermehrungsgutgesetz:

Ja [16].

### 7. Mögliche Mischbaumarten:

Rotbuche, Winterlinde und Hainbuche sind gut geeignet, Nadelhölzer wie Fichte oder Tanne kommen ebenfalls in Frage [5, 7, 17]. Die Roteiche kann die Stabilität und die Massenleistung von Mischbeständen erhöhen, indem sie trupp- oder einzelbaumweise eingebracht wird [15].

## 4. Leistung und Waldbau

### 1. Wachstum:

Im Herkunftsgebiet erreichen hiebsreife Bäume im Durchschnitt 20-30 m Höhe und 61-91 cm BHD. In undurchforsteten Beständen im natürlichen Areal kann eine  $GWL_V$  von 75,6 bis 175  $m^3/ha$  im Alter von 50 Jahren erreicht werden. Bäume mit 15,2 und 53,3 cm BHD benötigen jeweils ca. 8,5 und 26,5  $m^2$  Standraum, um optimal wachsen zu können. In regelmäßig (alle zehn Jahre) durchforsteten Beständen kann ein Vorrat von 102,9 bis 278,3  $m^3/ha$  im Alter von 70 Jahren erreicht werden [6]. In Europa liegt der  $dGz$  zwischen 8 und 10  $Vfm/ha/J$  im Alter 80 [2]. In Bayern wird beobachtet, dass die Roteiche bessere Leistungen als die heimischen Eichenarten erzielt und ihr Vorkommen einen positiven Zusammenhang mit Niederschlag in der Vegetationszeit aufweist [1]. Die Roteiche kann den Zieldurchmesser früher als die einheimischen Eichen erreichen [13]. Mit zwei Durchforstungen (im Alter von 30 und 40 Jahren) können das Wachstum und die Holzqualität gesteigert werden [13]. In Beständen von mehr als 30 Jahren kann starke Durchforstung zur Wasserreiserbildung führen [6]. Die natürliche Astreinigung erfolgt in dichten Beständen, und wertvolles Holz kann innerhalb von ca. 80 Jahren produziert werden [17].

### 2. Ökonomische Bedeutung:

Die Roteiche ist eine sehr wichtige Wirtschaftsbaumart in den USA [1], sowie in Europa mit hohen Holzpreisen in Deutschland und Frankreich [2], jedoch geringeren als die heimischen Eichenarten [1].

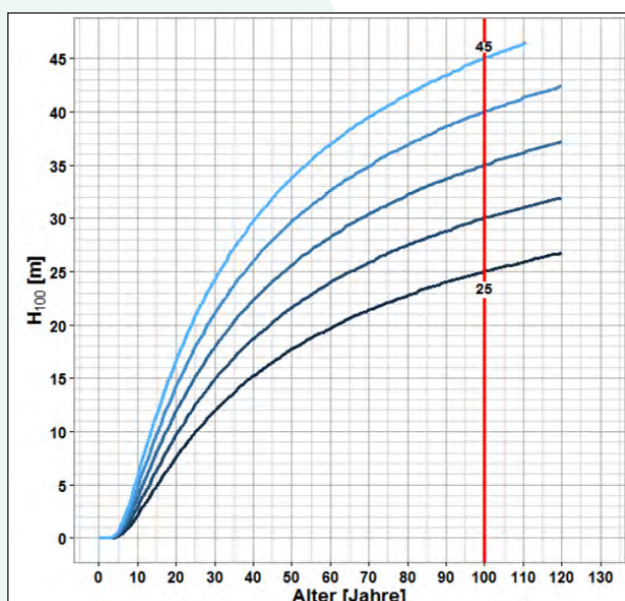


Abb. 2 Höhenbonitätsfächer für Roteichenbestände in Baden-Württemberg [19].

## 5. Erfahrung in Baden-Württemberg und Deutschland

Nach den Ergebnissen der aktuellen III. Bundeswaldinventur von 2012 kommt die Roteiche in Deutschland auf einen Anteil von 0,5 Prozent [18]. Die Roteiche ist auf Versuchsflächen der FVA-BW und zahlreicher anderer forstlicher Versuchsanstalten vorhanden. Die Ergebnisse zeigen, dass im Alter von 100 Jahren eine Höhe von 45 m erreicht werden kann (Abb. 2). In diesem Alter lag die  $GWL_V$  zwischen 500 und 1100  $Vfm/ha$  und der  $dGz$  lag damit zwischen 5 und 11  $Vfm/ha/J$ , je nach Bonität [19]. In Baden-Württemberg wurde die Roteiche oft in Mischbeständen mit Eiche, Rotbuche, Lärche, Kiefer, Fichte und Douglasie gepflanzt [7]. Im Forstbezirk Nagold bildet sie größere Bestände [20].

## 6. Holzeigenschaften und Holzverwendung

Das Holz der Roteiche ist geeignet für Tischlerarbeiten und Furniere, der Baum weist allerdings eine unerwünschte Tendenz zur Steilastbildung auf [21]. Das Holz ist gut bearbeitbar, leicht spaltbar, aber schwierig zu hobeln [22].

### 1. Holzdichte:

0,55 ... 0,70 ... 0,98  $g/cm^3$  ( $r_{12...15}$ ) [22].

### 2. Dauerhaftigkeitsklasse:

3-4 (mäßig bis wenig dauerhaft) [23]. Das Holz lässt sich aber gut imprägnieren [17].

### 3. Konstruktionsbereich (Bauholz, Massivholzwerkstoffe):

Geeignet für Bau- und Konstruktionsholz, nicht geeignet für Außenbereich aufgrund fehlender Verthyllung [3].

### 4. Innenausbau, Möbelbau:

Tischlerarbeiten, Furnier [21], Parkett, Treppen-, Fenster- und Türbau [17].

### 5. Holzwerkstoffe (OSB, LVL, Spanplatte, MDF):

Keine Literatur gefunden.

### 6. Zellstoff, Papier, Karton:

Keine Literatur gefunden.

### 7. Energetische Nutzung:

Gut geeignet als Brennholz und Holzkohle [21].

### 8. Sonstige Nutzungen:

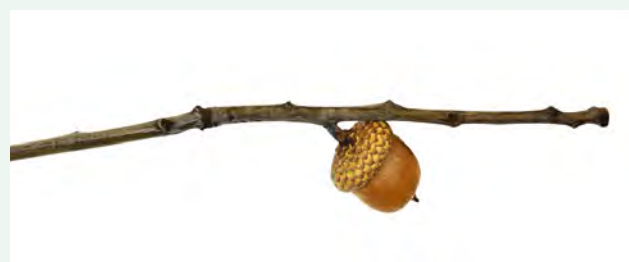
Eisenbahnschwellen, Bergbau [2].

## 7. Sonstige Ökosystemleistungen

- 1. Nicht-Holzverwendung:**  
Nahrung, medizinische Verwendung [24].
- 2. Biomassefunktionen:**  
Biomassefunktionen wurden für den Nordosten der USA erstellt. Sie wurden für die Kompartimente Stamm, Blätter und oberirdische Biomasse entwickelt und stützen sich auf den Baumdurchmesser und die Baumhöhe als Prädiktoren [25].
- 3. Landschaftliche und ökologische Aspekte:**  
Attraktive Baumart mit schöner Herbstfärbung, die oft als Zierbaum in Städten eingesetzt wird [6]. Nahrungsquelle für zahlreiche Tierarten [6], obwohl die Eicheln von heimischen Eichenarten bevorzugt werden (Wasik zitiert nach [2]). Die Eicheln werden von Mäusen gern gefressen und dabei teilweise auch über kurze Entfernungen verbreitet [26]. Boden- und Windschutz sowie Lebensraum für zahlreiche Tierarten, allerdings begrenzt auf die an die heimischen Eichen angepassten Arten. Außerdem wird sie für die Bepflanzung von Waldbrandschutzriegeln eingesetzt [5].

## 8. Biotische und abiotische Risiken

- 1. Pilze:**  
Eichenwelke (*Ceratocystis fagacearum*) kann rasch Gruppen von Bäumen oder ganze Bestände zum Absterben bringen. Die Verbreitung der Krankheit kann durch Borkenkäfer oder Wurzelverwachsungen erfolgen. *Armillariella mellea* kann gestresste Bäume abtöten [6]. Der Wundparasit *Stereum rugosum* ruft krebsartige Wucherungen hervor und *Bulgaria polymorpha* sowie *Pezizula cinnamomea* können Schäden im Holz verursachen [7]. Die Roteiche ist allerdings immun gegen Mehlaupilz (*Microsphaera quercina*) [7, 13]. Kalkhaltige Böden und schlechte Wasserversorgung begünstigen das Vorkommen von Wurzelfäulen, die durch *Gymnopus fusipes* verursacht werden [27] und im Alter zunehmen [2]. Witterungsextreme auf trockenen oder wechsellustigen Standorten begünstigen Pilzkrankungen [5].
- 2. Insekten:**  
Starke Entlaubung von Einzelbäumen bis hin zum Absterben ganzer Bestände in großem Umfang kann durch den Schwammspinner (*Lymantria dispar*) hervorgerufen werden. Auch andere Arten können Entlaubung verursachen: *Heterocampa manteo*, *Anisota senatoria* und *Nygmia phaeorrhea*. *Cyrtopistomus castaneus* kann Sämlingsmortalität verursachen, denn Wurzeln und Blätter von Jungbäumen werden jeweils von Larven und Imagines befallen. Manche Arten können Galerien im Holz bilden: *Agrilus bilineatus*, *Corythylus columbianus*, *Prionoxystus robiniae*, *Arrhenodes minutus* und *Enaphalodes rufulus* [6].
- 3. Sonstige Risiken:**  
Keine Literatur gefunden.
- 4. Herbivoren/Verbissemfälligkeit:**  
Die Roteiche wird stark von Reh- und Rotwild verbissen. Die Eicheln werden gern von Mäusen benagt [7]. Nach dem Verbiss werden Stämmchen auch gern gefegt [7].
- 5. Dürretoleranz:**  
Gut [2]. Sämlinge sind oft anfällig. Westprovenienzen können Hitze und Trockenheit besser ertragen [6]. Der Wasserbedarf erhöht sich mit der Temperatur [13].
- 6. Feueranfälligkeit:**  
Gering (Dey (2002) zitiert nach [5]), alte Bäume sind aber weniger resistent. Der Stockausschlag kann die Verjüngung nach dem Brand vorantreiben [6].
- 7. Frosttoleranz:**  
Geringe bis mäßige Gefährdung [28].
- 8. Sturmanfälligkeit:**  
Sturmfest [5], kann allerdings problematisch auf flachgründigen und grundwassernahen Böden sein [7].
- 9. Schneebruch:**  
Gering [5]. An schlank gewachsenen Bäumen vereinzelt beobachtet [7].
- 10. Invasivitätspotenzial:**  
Die Roteiche ist als invasiv in Mitteleuropa und in der schwarzen Liste des Bundesamts für Naturschutz eingestuft [29]. Von forstfachlicher Seite hingegen wurde sie als „nicht invasiv“ eingestuft,



Frucht der Roteiche

da sie kein erhebliches Gefährdungspotenzial darstellt [5] und ihre Ausbreitung durch ineffektive Samenverbreitung [9] und Wildschäden [2] stark beeinträchtigt wird. Außerdem lässt sich ihre Verjüngung durch waldbauliche Maßnahmen kontrollieren [30]. Negative Auswirkungen wurden in Belgien auf den Nährstoffkreislauf [31] sowie in Polen auf die Boden-Mikrobiota [32] und Baumartenvielfalt [30, 33] beobachtet. Eine Verdrängung der natürlichen Vegetation kann auftreten [3]. Auf trockenen und nährstoffarmen Standorten steigt das Invasivitätspotenzial [34].

## Literatur

[1] KLEMMT, H.-J., et al. (2013): Das Wachstum der Roteiche im Vergleich zu den einheimischen Eichen. LWF aktuell 97: S. 28-31.

[2] NICOLESCU, N., et al. (2018): Ecology and management of northern red oak (*Quercus rubra* L. syn. *Q. borealis* F. Michx.) in Europe: a review. Forestry. S. 1-14.

[3] BURKARDT, K. (2017): Portrait fremdländischer Baumarten – *Quercus rubra*, unter: [https://www.waldwissen.net/waldwirtschaft/waldbau/wuh\\_roteiche/index\\_DE](https://www.waldwissen.net/waldwirtschaft/waldbau/wuh_roteiche/index_DE) [Stand: 03.06.2020].

[4] SCHMIDT, O. (2019): Nichtheimische Baumarten zwischen Naturschutz und Forstwirtschaft. LWF aktuell. 4: S. 28-31.

[5] NAGEL, R.-V. (2015): Roteiche (*Quercus rubra* L.). In: VOR, T., SPELLMANN, H., BOLTE, A., und AMMER, C., (Hrsg.) Potenziale und Risiken eingeführter Baumarten: Baumartenportraits mit naturschutzfachlicher Bewertung. Göttingen: Universitätsverlag Göttingen. S. 219-267.

[6] SANDER, I.L. (1990): *Quercus rubra* L. In: BURNS, R.M. und HONKALA, B.H., (Hrsg.) Silvics of North America - Harwoods. Washington, DC: USDA Forest Service. S. 727-732.

[7] BAUER, F. (1953): Die Roteiche. Frankfurt a.M.: J.D. Sauerländer's. 108 S.

[8] WOZIWODA, B., et al. (2019): Natural regeneration and recruitment of native *Quercus robur* and introduced *Q. rubra* in European oak-pine mixed forests. Forest Ecology and Management. 449: S. 117473.

[9] MAJOR, K.C., et al. (2013): Regeneration dynamics of non-native northern red oak (*Quercus rubra* L.) populations as influenced by environmental factors: A case study in managed hardwood forests of southwestern Germany. Forest Ecology and Management. 291: S. 144-153.

[10] ROLOFF, A. und GRUNDMANN, B. (2008): Klimawandel und Baumarten-Verwendung für Waldökosysteme. Tharandt. Stiftung Wald in Not. 46 S.

[11] DEMCHIK, M.C. und SHARPE, W.E. (2000): The

effect of soil nutrition, soil acidity and drought on northern red oak (*Quercus rubra* L.) growth and nutrition on Pennsylvania sites with high and low red oak mortality. Forest Ecology and Management. 136(1): S. 199-207.

[12] BURKART, A. (2000): Kulturblätter: Angaben zur Samenernte, Klengung, Samenlagerung, Saamenausbeute und Anzucht von Baum- und Straucharten. Birmensdorf: Eidgenössische Forschungsanstalt WSL. 92 S.

[13] GAUER, J. (2013): Je wärmer, desto mehr Regen braucht die Roteiche. Jagd, Forst und Natur.

[14] ŠEHO, M. und JANŔEN, A. (2019): Alternativbaumarten im Klimawandel: Herkunftsversuche und Praxisanbauten sind unverzichtbar im Waldumbau. LWF aktuell. 4: S. 19-22.

[15] PETTENKOFER, T., et al. (2019): Eine Übersicht zu Untersuchungen der Herkunft und genetischen Variation der Roteiche (*Quercus rubra* L.) in natürlichen und eingeführten Populationen. Allg. Forst- u. J.-Ztg. 190: S. 22-30.

[16] BGBl. (2002): Forstvermehrungsgutgesetz vom 22. Mai 2002. In: BGBl. I S. 1658, BUNDESMINISTERIUM DER JUSTIZ UND FÜR VERBRAUCHERSCHUTZ.

[17] RUHM, W. (2013): Die Roteiche, wüchsig und attraktiv. Die Landwirtschaft 5: S. 32-33.

[18] POLLEY, H., et al. (2014): Der Wald in Deutschland: Ausgewählte Ergebnisse der dritten Bundeswaldinventur. Berlin: Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL). 52 S.

[19] KLÄDTKE, J. (2016): Zum Wachstum eingeführter Baumarten in Baden-Württemberg. Allgemeine Forst und Jagdzeitung. 187 (5/6): S. 81-92.

[20] HANISCH, B. (1997): Fremdländeranbauten in Baden-Württemberg im Forstbezirk Nagold seit 1955. In: LFV BADEN-WÜRTTEMBERG, (Hrsg.) Versuchsanbauten mit nicht heimischen Baumarten: historische Entwicklung in Baden-Württemberg. Stuttgart: Schriftenreihe der Landesforstverwaltung Baden-Württemberg. S. 15-66.

[21] ZIMMERLE, H. (1952): Ertragszahlen für Grüne Douglasie, Japaner Lärche und Roteiche in Württemberg. Verlag für Landwirtschaft, Gartenbau und Naturwissenschaften. Bd. 9. Stuttgart. 44 S.

[22] WAGENFÜHR, R. (2000): HOLZatlas. München: Fachbuchverlag Leipzig im Carl Hanser Verlag. 707 S.

[23] EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG. (2016): Dauerhaftigkeit von Holz und Holzprodukten - Prüfung und Klassifikation der Dauerhaftigkeit von Holz und Holzprodukten gegen biologischen Angriff - EN 350.

[24] MOERMAN, D.E. (1998): Native American Ethnobotany. Portland, Oregon: Timber Press. 927 S.

[25] TRITTON, L.M. und HORNBECK, J.W. (1982): Biomass equations for major tree species of the Northeast. Broomail: US Department of Agriculture, Forest Service, Northeastern Forest Experiment Station. 46 S.

[26] BIEBERICH, J., et al. (2016): Acorns of introduced *Quercus rubra* are neglected by European Jay but spread by mice. Annals of Forest Research. 59(2):

S. 249-258.

[27] METZLER, B., et al. (2010): Befallsbedingungen für Wurzelfäule bei Roteiche. AFZ-DerWald. 65(3): S. 26-28.

[28] DIMKE, P. (2015): Spätfrostschäden – erkennen und vermeiden. LWF-Merkblatt. 31: S. 1-3.

[29] NEHRING, S., et al. (2013): Naturschutzfachliche Invasivitätsbewertungen für in Deutschland wild lebende gebietsfremde Gefäßpflanzen. BfN-Skripten 352. Bundesamt für Naturschutz. 202 S.

[30] CHMURA, D. (2020): The Spread and Role of the Invasive Alien Tree *Quercus rubra* (L.) in Novel Forest Ecosystems in Central Europe. Forests. 11(5): S. 586.

[31] BRANQUART, E., et al. (2012): *Quercus rubra*: Red oak unter: <https://ias.biodiversity.be/species/show/87> [Stand: 03.06.2020].

[32] STANEK, M. und STEFANOWICZ, A.M. (2019): Invasive *Quercus rubra* negatively affected soil microbial communities relative to native *Quercus robur* in a semi-natural forest. Science of the Total Environment. 696: S. 133977.

[33] DYDERSKI, M.K., et al. (2020): Biological Flora of the British Isles: *Quercus rubra*. Journal of Ecology. 108(3): S. 1199-1225.

[34] VOR, T. (2005): Natural regeneration of *Quercus rubra* L. (red oak) in Germany. Neobiota. 6: S. 111-123.

# ROBINIE



## 1. Verbreitung und Ökologie

- 1. Natürliche Verbreitung:**  
Osten der Vereinigten Staaten; von 150 bis auf 1.620 m ü. NN [6].
- 2. Klimatische Kennziffern:**  
Jährlicher Niederschlag zwischen 400 und 1.600 mm; Jahresmitteltemperatur von 7 bis 16 °C [5, 7] (Abb. 1).
- 3. Natürliche Waldgesellschaft:**  
Die Robinie kommt als Reinbestand in der initialen Phase der Sukzession vor, tritt aber meistens in Mischbeständen mit ca. 1 % Abundanz auf [6].
- 4. Künstliche Verbreitung:**  
Andere Regionen der Vereinigten Staaten, Süden Kanadas, Europa und Asien [6].
- 5. Lichtansprüche:**  
Pionierbaumart [6].

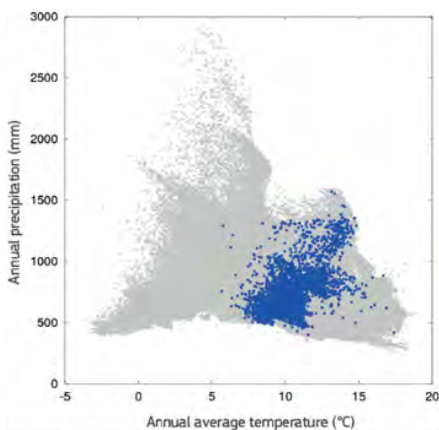


Abb. 1 Vorkommen der Art (blaue Punkte) in Bezug zum Niederschlag und zur Temperatur in Europa (graue Punkte: gesamter europäischer Klimaraum in den Inventurdaten) [5].

## 6. Konkurrenzstärke:

### 6.1. Verjüngungs-Dickungsphase:

Schnelles Jugendwachstum, verträgt aber eine starke Konkurrenz um Licht mit der krautigen Vegetation oder bei Kronenüberschirmung nicht gut. Im Gegenzug kann sie das Wachstum anderer Lichtbaumarten beeinträchtigen, die gewünscht sind, aber langsamer wachsen [6].

### 6.2. Baum- und Altholzphase:

Erträgt Schatten nicht und ist daher in geschlossenen Beständen nur als herrschender Baum möglich [6].

## 2. Standortsbindung

Die Robinie ist sehr gut an mäßig frische bis sehr trockene Standorte angepasst, erträgt keine nassen bis sehr frischen Böden [8].

### 1. Nährstoffansprüche:

Geringe Ansprüche [6].

### 2. Kalktoleranz:

Die Robinie wächst sehr gut auf frischen, kalksteinigen Böden [6].

### 3. pH-Wert:

4,6-8,2 [6], im Iran wurde bei pH-Werten größer als 7 reduziertes Wachstum beobachtet [9].

### 4. Tontoleranz:

Gering [10].

### 5. Staunässe- und Grundwassertoleranz:

Niedrig [6].

### 6. Blattabbau (Streuzersetzung und Nährstoffe):

Schnelle Zersetzung mit positiver Auswirkung auf den Nährstoffhaushalt [11].

# ■ *Robinia pseudoacacia* L. ROBINIE / FALSCHER AKAZIE

## ■ FAMILIE: Fabaceae

Franz: robinier, faux-acacia; Ital: robinia; Eng: black locust, yellow locust; Span: acacia, falsa acacia.

- Die Robinie ist anpassungsfähig, anspruchslos, besitzt gute Holzeigenschaften und zählt damit zu den am häufigsten in Europa angebaute fremdländischen Baumarten. Außerdem verfügt sie über eine ausgewiesene Toleranz gegenüber Hitze und Wasserstress, was bei einem prognostizierten Klimawandel von Bedeutung sein kann [1-3]. Eine Studie über die potenzielle Verbreitung der Robinie zeigte Deutschland als besonders geeignet [4, 5].

## 3. Bestandesbegründung

### 1. Naturverjüngung:

Die Robinie fruktifiziert schon ab dem sechsten Lebensjahr, aber die Saatgutproduktion ist zwischen dem 15. und 40. Lebensjahr deutlich besser. Die natürliche Verjüngung ist nur in Lücken mit genügend Licht möglich, oder sie kann sich bei geringer Konkurrenz durch krautige Vegetation auf der Freifläche erfolgreich in großer Zahl etablieren [6]. Ihre Hauptvermehrungsstrategie ist die Wurzelbrut, wodurch sie sich schnell ausbreiten kann [10]. Bodenverwundung kann Wurzelbrutbildung stimulieren [12].

### 2. Künstliche Verjüngung:

Die Aussaat kann direkt im Freiland erfolgen [3]. Die Keimruhe (Dormanz) des Saatgutes kann durch mechanisches Anritzen und mit einem Bad in Schwefelsäure oder kochendem Wasser beendet werden [6]. Die vegetative Vermehrung wird allerdings bevorzugt, denn sie fördert die Geradschaftigkeit [10]. In Deutschland befinden sich Klone aus Pflanzenmaterial in der Zulassungsprüfung gemäß Forstvermehrungsgutgesetz [13]. Einjährige Sämlinge können ins Freiland gebracht werden [3]. Eine Pflanzung bei Trockenheit soll vermieden werden und der Verband kann 2,5 x 1,25 m betragen [13].

### 3. Keimfähigkeit und Überdauerungszeit des Saatgutes:

70 % [14], das Saatgut kann mindestens zehn Jahre bei 0-5 °C und 8-10 % Feuchtigkeit gelagert werden [6].

### 4. Mineralbodenkeimer:

Ja [10].

### 5. Stockausschlagfähigkeit:

Ja [6], auch Wurzelbrut [12].

### 6. Forstvermehrungsgutgesetz:

Ja [15].

### 7. Mögliche Mischbaumarten:

Im natürlichen Verbreitungsgebiet mit Schwarznuss und Tulpenbaum [6]; in Deutschland mit Kiefer, Eiche und Ahorn [2].

## 4. Leistung und Waldbau

### 1. Wachstum:

In den ersten fünf Jahren kann die Robinie auf schlechten Standorten durchschnittlich 30 und auf guten Standorten 80 cm in die Höhe wachsen. Oft erreicht sie 12-18 m Höhe und 30-76 cm BHD, kann aber auf guten Standorten bis zu 30 m Höhe und 122 cm BHD erreichen [6].



Blätter und Frucht der Robinie

Das Wachstum nimmt normalerweise ab dem 30. Lebensjahr ab. Bis zum Alter von 27 Jahren hatte eine Plantage in den zentralen USA einen Vorrat von 126 m<sup>3</sup>/ha erreicht [6]. Ergebnisse aus Italien und Ungarn zeigen eine Kulmination des jährlichen Höhenzuwachses mit 15-20 Jahren und des dGz mit 40 Jahren [10]. Für einen starken Durchmesserzuwachs ist Durchforstung erforderlich [2]. Abhängig von der Bestockungsdichte kann

die Robinie zwischen 6 und 12 t Trockenmasse pro Hektar und Jahr im Niederwald produzieren [3]. In Bayern wurde ein Zuwachs von 4 t/ha/J beobachtet [16]. Im Hochwald sind Umtriebszeiten von 50-60 Jahren üblich. Ab diesem Alter steigt jedoch das Risiko von Stammfäule [12]. Für die Produktion wertvollen Holzes sollten Ästung (bis 4-6 m) und Durchforstung (400 bis 700 Z-Bäume/ha) durchgeführt werden [13].

## 2. Ökonomische Bedeutung:

Wichtige Wirtschaftsbaumart in Europa und Asien [17], in den USA mit begrenztem und noch wachsendem Markt [18]. Sie ist ein potenzieller Lieferant von Biomasse für die Energieerzeugung [12].

## 5. Erfahrung in Baden-Württemberg und Deutschland

In Deutschland wird die Robinie am häufigsten in Brandenburg und Sachsen-Anhalt angebaut. Ergebnisse aus der Region zeigen, dass ein 80-jähriger Bestand mit Ertragsklasse II/absoluter Oberhöhenbonität von 32 m eine Oberhöhe von 30 m und einen mittleren BHD von 36 cm erreichen kann. Der laufende jährliche Zuwachs beträgt ca. 5 fm/ha/J. Die GWL lag bei 626 m<sup>3</sup>/ha (80 Jahre) und der Derbholzvorrat bei 386 m<sup>3</sup>/ha (85 Jahre) [2].

- Holzdicke:**  
0,58 ... 0,77 ... 0,90 g/cm<sup>3</sup> (r<sub>12...15</sub>) [19].
- Dauerhaftigkeitsklasse:**  
1-2 (sehr dauerhaft bis dauerhaft) [20], kann ohne Behandlung im Außenbereich verwendet werden [2].
- Konstruktionsbereich (Bauholz, Massivholzwerkstoffe):**  
Holzkonstruktionen [2], Brettware [10].
- Innenausbau, Möbelbau:**  
Fußbodenparkett [2].
- Holzwerkstoffe (OSB, LVL, Spanplatte, MDF):**  
Keine Literatur gefunden.
- Zellstoff, Papier, Karton:**  
Geeignet für die Papierindustrie [6].
- Energetische Nutzung:**  
Sehr gut geeignet als Brennholz [6].
- Sonstige Nutzungen:**  
Zaunpfähle, Schiffsbau [6], Eisenbahnschwellen, Brückenbau [2], Minenhölzer [21].

## 7. Sonstige Ökosystemleistungen

- Nicht-Holzverwendung:**  
Viehfutter [10].
- Biomassefunktionen:**  
Sie besitzt aufgrund ihrer Schnellwüchsigkeit und ihres dauerhaften Kernholzes ein hohes Kohlenstoffspeicherungspotenzial [2]. Biomassefunktionen gibt es für Norditalien für verschiedene Kompartimente [22] und für Deutschland für die oberirdische Biomasse in Kurzumtriebsplantagen [23].
- Landschaftliche und ökologische Aspekte:**  
Bienenweide. Die Robinie wird oft als Stadtbaum angepflanzt. Sie bindet Stickstoff aus der Atmosphäre durch eine Symbiose mit Rhizobium-Bakterien. Außerdem bietet sie Schutz für Wildtiere und Höhlen für Vögel [6], sowie geeignetes Habitat für Insekten [10]. Ihr Vorkommen kann jedoch die vorhandene Biodiversität beeinträchtigen [5].

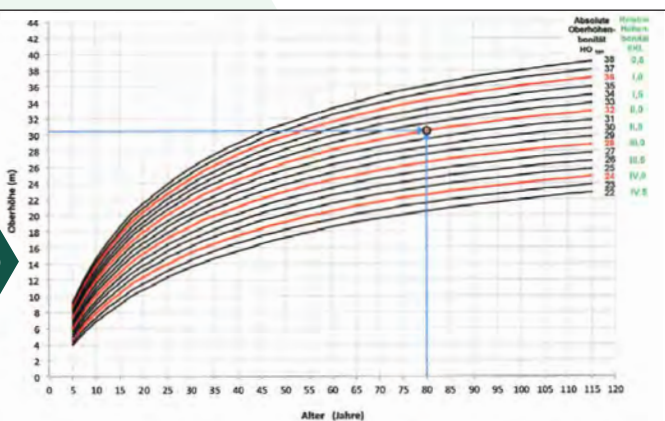


Abb. 2 Bonitätsfächer für Robinienplantagen in Norddeutschland [2].

## 6. Holzeigenschaften und Holzverwendung

Die Robinie hat Potenzial zur Energieholzerzeugung in Kurzumtriebsplantagen [10], oder für hochwertiges Holz auf guten Standorten mit Umtriebszeiten von ca. 80 Jahren. Sie kann im Hoch-, Mittel- und Niederwald bewirtschaftet werden und stellt eine Alternative für viele Tropenhölzer dar [2, 18].



## 8. Biotische und abiotische Risiken

In ihrem Herkunftsgebiet wird die Robinie von zahlreichen Insekten- und Pilzarten befallen [6]. Außerhalb ihres natürlichen Areals zeigt sie aber eine höhere Resistenz gegenüber biotischen Schädlingen [4, 24].

### 1. Pilze:

Stammfäule kann durch *Fomes rimosus*, *Polyporus robinophilus* oder *Polyporus robiniae* verursacht werden [24], die zur Destabilisierung des Einzelbaumes sowie zum Wertverlust führen kann. *Nectria cinnabarina* verursacht die Rotpustelkrankheit [24]. *Alternaria tenuis* und *Fusarium oxysporum* befallen die Samen und Sämlinge [4].

### 2. Insekten:

Der Bockkäfer *Cyllene robiniae* kann bedeutende Schäden verursachen, vor allem auf armen und trockenen Standorten. Die Robinienschildlaus *Eulecanium corni* kann auch von Bedeutung sein [24]. Die Robinien-Gallmücke (*Obolodiplosis robiniae*) wurde schon in der Schweiz nachgewiesen [25].

### 3. Sonstige Risiken:

In Ungarn tritt die Robinien-Mosaikvirose auf, die durch ein Virus der Tomatenschwarzringgruppe verursacht wird und zu Blattdeformationen und Wuchsdepressionen führen kann [24].

### 4. Herbivoren/Verbissempfindlichkeit:

Hohe Empfindlichkeit gegenüber Verbiss [6], sodass erhebliche Reduzierung im Wachstum auftritt [4] und Zäunung auf Kulturfleichen erforderlich sein kann [12]. Junge Bäume werden auch von Kaninchen geschält [4]. Mäusefraß kann auch vorkommen [26].

### 5. Dürretoleranz:

Die Robinie toleriert keine extremen Trockenstandorte [6], kann sich aber an Wassermangel anpassen [10]. Im Iran wurde eine solche Anpassung an Wassermangel und Trockenheit von reduziertem Wachstum begleitet [9].

### 6. Feueranfälligkeit:

Hoch mit wenig Resistenz, kann sich aber nach dem Feuer natürlich wiederverjüngen [6].

### 7. Frosttoleranz:

Empfindlich gegenüber Früh- und Spätfrost [2, 4, 12, 27].

### 8. Sturmanfälligkeit:

Anfällig [28]. Die Robinie bildet normalerweise

ein flaches und breites Wurzelsystem, kann aber auch in die Tiefe wachsen [6].

### 9. Schneebruch:

Anfällig [28].

### 10. Invasivitätspotenzial:

Die Art ist in der schwarzen Liste des Bundesamts für Naturschutz als invasiv eingestuft [29]. Ein hohes Verbreitungspotenzial besteht vor allem im Offenland [7, 10]. Durch N-Fixierung kann sie hochspezialisierte Biozönosen auf mageren Standorten verdrängen. Die Klimaerwärmung kann ihre Verbreitung begünstigen [10]. Außerdem ist die Robinie schwer zu verdrängen, wenn sie einmal eine Fläche erfolgreich besiedelt hat [12]. Daher soll sie nicht in unmittelbarer Nähe von naturschutzfachlich wichtigen Gebieten angebaut werden [10].



Robinie



Blätter der Robinie



Frucht der Robinie im Winter

## Literatur

- [1] FALLER, S. (2013): Die Baumart Robinie ist nützlich, richtet aber auch Schaden an. Badische Zeitung. 01.06.2013.
- [2] LOCKOW, K.-W. und LOCKOW, J. (2013): Die Robinie (*Robinia pseudoacacia* L.) eine schnellwachsende Baumart mit wertvollen Holzeigenschaften. Mitteilungen der Gesellschaft zur Förderung schnellwachsender Baumarten in Norddeutschland e.V. Bd. 1. 8 S.
- [3] VON WUEHLISCH, G. (2011): Anlage von Kurzumtriebsplantagen mit Robinie durch Aussaat. AFZ-DerWald. (18): S. 4-5.
- [4] RÉDEI, K., et al. (2012): The silviculture of black locust (*Robinia pseudoacacia* L.) in Hungary: a review. SEEFOR (South-east European forestry). 2(2): S. 101-107.
- [5] SITZIA, T., et al. (2016): *Robinia pseudoacacia* in Europe: distribution, habitat, usage and threats, In: European Atlas of Forest Tree Species, SAN-MIGUEL-AYANZ, J., DE RIGO, D., CAUDULLO, G., HOUSTON DURRANT, T., und MAURI, A., (Hrsg.) Publ. Off. EU: Luxembourg. e014e79+.
- [6] HUNTLEY, J.C. (1990): *Robinia pseudoacacia* L. In: BURNS, R.M. und HONKALA, B.H., (Hrsg.) Silvics of North America - Harwoods. Washington, DC: USDA Forest Service. S. 755-761.
- [7] LI, G., et al. (2014): Mapping the global potential geographical distribution of black locust (*Robinia Pseudoacacia* L.) using herbarium data and a maximum entropy model. Forests 5: S. 2773–2792.
- [8] ROLOFF, A. und GRUNDMANN, B. (2008): Klimawandel und Baumarten-Verwendung für Waldökosysteme. Tharandt. Stiftung Wald in Not. 46 S.
- [9] MOSHKE, A. (2011): Effects of salt and drought stress on the growth, nitrogen fixation and nutrient uptake of black locust (*Robinia pseudoacacia* L.) provenances. Göttingen: Sierke Verlag. 105 S.
- [10] MEYER-MÜNZER, B., et al. (2015): Robinie (*Robinia pseudoacacia* L.). In: VOR, T., SPELLMANN, H., BOLTE, A., und AMMER, C., (Hrsg.) Potenziale und Risiken eingeführter Baumarten: Baumartenportraits mit naturschutzfachlicher Bewertung. Göttingen: Universitätsverlag Göttingen. S. 277-296.
- [11] LEE, Y.C., et al. (2011): The influence of black locust (*Robinia pseudoacacia*) flower and leaf fall on soil phosphate. Plant and Soil. 341(1): S. 269-277.
- [12] ENGEL, J., et al. (2014): Bewirtschaftung von Robinien-Beständen in Brandenburg-Ergebnisse aus dem FNR-Projekt FastWOOD. Informationen für Waldbesitzer. Landesbetrieb Forst Brandenburg. 12 S.
- [13] SILVASELECT. (2017): *Robinia pseudoacacia* – Robinie, unter: <https://selectree.calpoly.edu/tree-detail/prunus-avium> [Stand: 26.07.2017].
- [14] BURKART, A. (2000): Kulturblätter: Angaben zur Samenernte, Klengung, Samenlagerung, Saamenausbeute und Anzucht von Baum- und Straucharten. Birnensdorf: Eidgenössische Forschungsanstalt WSL. 92 S.
- [15] BGBL. (2002): Forstvermehrungsgutgesetz vom 22. Mai 2002. In: BGBL. I S. 1658, BUNDESMINISTERIUM DER JUSTIZ UND FÜR VERBRAUCHERSCHUTZ.
- [16] STOLL, B., et al. (2015): Es wächst und wächst und wächst. LWF aktuell 105: S. 4-7.
- [17] KERESZTESI, B. (1976): The black locust, unter: <http://www.fao.org/docrep/n7750e/n7750e04.htm> [Stand: 28.09.2017].
- [18] GREEN, J. (2011): Why Use Ipe When You Can Have Black Locust?, unter: <https://dirt.asla.org/2011/11/10/why-use-ipe-when-you-can-have-black-locust/> [Stand: 09.08.2017].
- [19] WAGENFÜHR, R. (2000): HOLZatlas. München: Fachbuchverlag Leipzig im Carl Hanser Verlag. 707 S.
- [20] EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG. (2016): Dauerhaftigkeit von Holz und Holzprodukten - Prüfung und Klassifikation der Dauerhaftigkeit von Holz und Holzprodukten gegen biologischen Angriff - EN 350.
- [21] ROSS, R.J. (2010): Wood handbook : Wood as an engineering material. Madison, WI: General Technical Report FPL- GTR-190. 509 S.
- [22] ANNIGHÖFER, P., et al. (2012): Biomass functions for the two alien tree species *Prunus serotina* Ehrh. and *Robinia pseudoacacia* L. in floodplain forests of Northern Italy. European Journal of Forest Research. 131(5): S. 1619-1635.
- [23] CARL, C., et al. (2017): Allometric Models to Predict Aboveground Woody Biomass of Black Locust (*Robinia pseudoacacia* L.) in Short Rotation Coppice in Previous Mining and Agricultural Areas in Germany. Forests. 8(9): S. 328.
- [24] SCHÜTT, P. (2014): *Robinia pseudoacacia*. In: ROLOFF, A., WEISGERBER, H., LANG, U.M., und STIMM, B., (Hrsg.) Enzyklopädie der Holzgewächse: Handbuch und Atlas der Dendrologie. S. 1-16.
- [25] WERMELINGER, B. und SKUHRAVÁ, M. (2007): First records of the gall midge *Obolodiplosis robiniae* (Haldeman) (Diptera: Cecidomyiidae) and its associated parasitoid *Platygaster robiniae* Buhl & Duso (Hymenoptera: Platygastridae) in Switzerland. Mitt. Schweiz. Entomol. Ges. . 80: S. 217-221.
- [26] STOLL, B. (2011): Vergleich unterschiedlicher Anbaumethoden von Energieholzplantagen. in Fakultät für Forstwissenschaften und Waldökologie Göttingen. 138 S.
- [27] DIMKE, P. (2015): Spätfrostschäden – erkennen und vermeiden. LWF-Merkblatt. 31: S. 1-3.
- [28] STONE, K.R. (2009): *Robinia pseudoacacia*, unter: <https://www.fs.fed.us/database/feis/plants/tree/robpse/all.html> [Stand: 28.09.2017].
- [29] NEHRING, S., et al. (2013): Naturschutzfachliche Invasivitätsbewertungen für in Deutschland wild lebende gebietsfremde Gefäßpflanzen. BfN-Skripten 352. Bundesamt für Naturschutz. 202 S.



## 1. Verbreitung und Ökologie

1. **Natürliche Verbreitung:**  
Süd- und Mitteleuropa sowie Nordafrika und Kleinasien (Abb. 1); bis auf 900 m ü. NN [3].
2. **Klimatische Kennziffern:**  
Jährlicher Niederschlag zwischen 700 und 1.500 mm. Jahresmitteltemperatur von 10 bis 17 °C (Kutzelnigg (1995) zitiert nach [5]). Kältetoleranz: -34 °C [6].
3. **Natürliche Waldgesellschaft:**  
Vor allen in Laubmischbeständen [3] wie dem Elsbeeren-Eichenwald [6].
4. **Künstliche Verbreitung:**  
Keine Literatur gefunden.
5. **Lichtansprüche:**  
Lichtbedürftige Baumart [3]. Allerdings kann die Elsbeere auch schattentolerant sein und sich unter der Überschilderung von Eichen verjüngen [4].

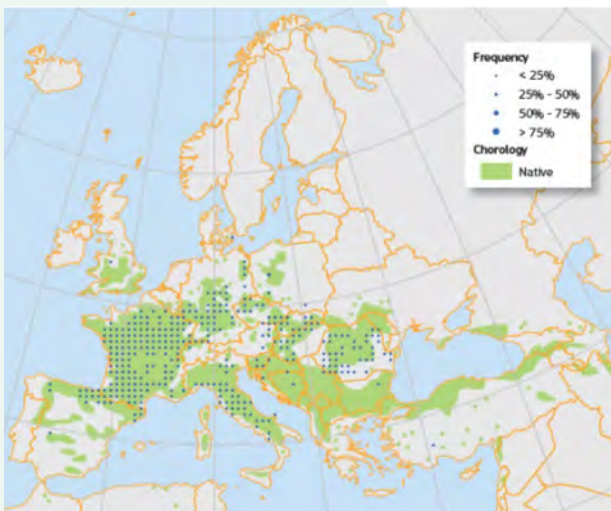


Abb. 1 Natürliche Verbreitung [5].

## 6. Konkurrenzstärke:

### 6.1. Verjüngungs-Dickungsphase:

Die Verjüngung erfordert eine relative Beleuchtungsstärke von mindestens 30 %; die Bedeutung von Licht für das Wachstum nimmt mit dem Alter zu [6].

### 6.2. Baum- und Altholzphase:

Geringe Konkurrenzkraft [3], z. B. gegenüber Rotbuche, Esche und Bergahorn [6]. Ihre Konkurrenzkraft steigt aber auf trockenen und armen Standorten [3]. Die Elsbeere kann bis ins hohe Alter dynamisch auf Freistellung von intra- und interspezifischer Konkurrenz reagieren [1, 7].

## 2. Standortsbindung

Besseres Wachstum wird auf frischen, tiefgründigen und basenreichen Böden erzielt [2, 3]. Sie ist sehr gut an mäßig frische bis sehr trockene Standorten angepasst, erträgt nasse bis sehr frische Böden nicht [8].

1. **Nährstoffansprüche:**  
Nährstoffreiche Böden [3].
2. **Kalktoleranz:**  
Hoch; die Elsbeere kommt überwiegend auf Kalkstandorten vor [6].
3. **pH-Wert:**  
4,5 bis 8 [9].
4. **Tontoleranz:**  
Gute Angepasstheit [3], aber mit geringem Wachstum [10]
5. **Stauwasser- und Grundwassertoleranz:**  
Empfindlich [3], kann aber zeitlich begrenzte Stauwasser tolerieren [10].

# ■ *Sorbus torminalis* (L.) Crantz L. ELSBEERE

## ■ FAMILIE: Rosaceae

Franz: alisier torminal; Ital: ciavardello; Eng: wild service tree; Span: espinera real, mostajo.

- Die Elsbeere könnte eine der anpassungsfähigsten Baumarten für die zukünftigen Klimabedingungen in Mitteleuropa sein [1, 2]. Sie ist eine seltene Baumart, die auf trockenen und warmen Standorten mit Eiche und Rotbuche konkurrieren kann. Niederwald und Mittelwald begünstigen ihr Vorkommen [3], obwohl gute Verjüngung auch im Hochwald beobachtet wurde [4].

## 6. Blattabbau (Streuzersetzung und Nährstoffe):

Keine Literatur gefunden.

## 3. Bestandesbegründung

### 1. Naturverjüngung:

Trotz ausreichender Fruktifizierung findet die natürliche Verjüngung seltener statt, denn die Früchte werden vor der Verbreitung häufig von Vögeln und die erfolgreich verbreiteten Samen von Mäusen gefressen [11]. Außerdem benötigt das Sämlingswachstum eine bestimmte Mindestlichtmenge sowie eine Kontrolle der krautigen Konkurrenzvegetation. Pflanzen aus Wurzelsprossen können zur Verjüngung beitragen, sollten aber durch Pflanzungen ergänzt werden [6]. Die Elsbeere bevorzugt südexponierte Hänge in sonnigen Lagen [3]. Die Verjüngung erfordert eine relative Beleuchtungsstärke von mindestens 30 % [6].

### 2. Künstliche Verjüngung:

In der Baumschule sollten die Samen aus mehreren Mutterbäumen rechtzeitig (z. B. Ende September) geerntet und zwei bis drei Wochen gelagert werden. Danach sollten die Samen bei ca. 4 °C für ungefähr 14 Wochen stratifiziert werden, um eine gleichmäßige Keimung zu ermöglichen [3]. Eine direkte Aussaat der Samen ist nicht empfehlenswert, sondern sollte erst nach Stratifizierung und sobald 10-20 % der Samen anfangen zu keimen erfolgen [11]. Sämlinge im Alter von ein (Höhe ca. 20-30 cm) oder zwei (ca. 50 cm) Jahren können zwischen November und März gepflanzt werden [9]. Die Begründung auf Freiflächen sollte in Gruppen mit einem Verband von ca. 1,5 x 1,0 m eingeleitet und dienende Baumarten erst später eingebracht werden. Konkurrenz mit Verjüngung aus Esche oder Bergahorn sollte vermieden

werden [6]. Die Elsbeere reagiert sehr empfindlich auf Herbizide [9]. Herkunftsgebiete für die Beschaffung von qualifiziertem Vermehrungsgut wurden in Bayern und Baden-Württemberg untersucht und empfohlen [12].

### 3. Keimfähigkeit und Überdauerungszeit des Saatgutes:

20-90 %; die Samen können für zwei bis drei Jahre bei 0 bis -6 °C und 9-13 % Feuchtigkeit gelagert werden [3].

### 4. Mineralbodenkeimer:

Keine Literatur gefunden.

### 5. Stockausschlagfähigkeit:

Ja [6], auch Wurzelsprosse [6].

### 6. Forstvermehrungsgutgesetz:

Nein [13].

### 7. Mögliche Mischbaumarten:

Eine Mischung mit Kirschen zeigte gute Ergebnisse für das Wachstum der Elsbeere [6], kann aber die Anfälligkeit für Krankheiten erhöhen [9].



## 4. Leistung und Waldbau

### 1. Wachstum:

Die Elsbeere kann bis zu 300 Jahre alt werden und eine Oberhöhe von 20-25 m erreichen [3]. Sie hat ein langsames, aber langanhaltendes Wachstum (Abb. 2) [6, 9, 14]. Ästung und Durchforstung können die Qualität der Stämme und den Zuwachs steuern. Die Produktion von wertvollem Holz mit 45 cm BHD kann innerhalb von 60-80 Jahren erzielt werden [9]. Allerdings ist eine frühe, zielgerichtete und wiederholte Freistellung notwendig [1].

### 2. Ökonomische Bedeutung:

Eine der wertvollsten heimischen Holzarten [15]. Das Interesse an dieser Baumart ist in den letzten 30 Jahren deutlich gestiegen, sodass gute Erlöse für wertvolles Holz erzielt werden können [1, 16].

## 5. Erfahrung in Baden-Württemberg und Deutschland

Ergebnisse aus einer Versuchsfläche im Liliental zeigen, dass der Höhenzuwachs mit der Lichtverfügbarkeit steigt und 28 cm/Jahr bei 60-70 % relativer Beleuchtungsintensität erreichen kann. Der durchschnittliche jährliche Höhenzuwachs lag bei 25 bis 35 cm im Alter von 19 Jahren. Herkünfte aus Liebenburg, Diekirch und Zbraslav (Tschechien) zeigen eine geringere Wuchsleistung (Abb. 3) [6].

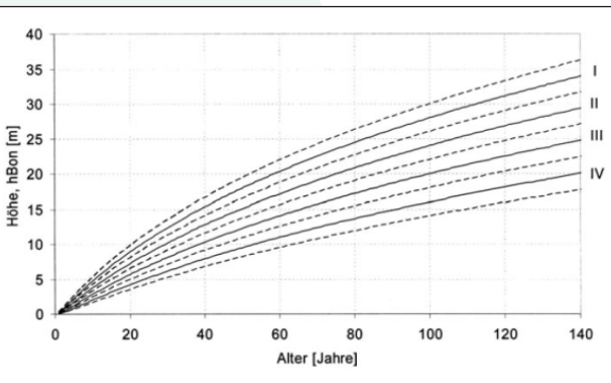


Abb. 2 Modellierung der Oberhöhenbonität von Beständen in der Nähe von Göttingen [14].

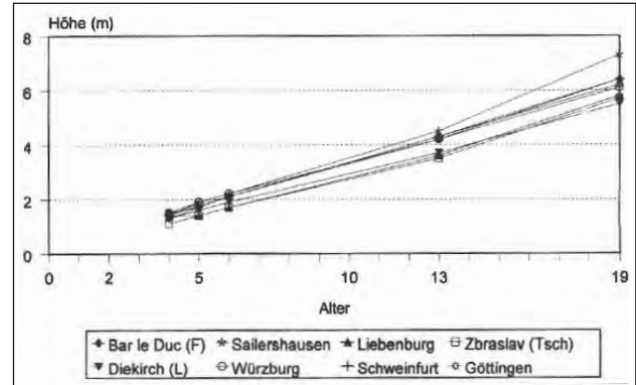


Abb. 3 Höhenentwicklung im Liliental [6].

## 6. Holzeigenschaften und Holzverwendung

Die Elsbeere hat ein besonders wertvolles Holz mit gutem Stehvermögen [16].

### 1. Holzdichte:

0,67 ... 0,75 ... 0,90 g/cm<sup>3</sup> (r<sub>12...15</sub>) [17].

### 2. Dauerhaftigkeitsklasse:

In EN 350 nicht enthalten, geringe Dauerhaftigkeit [3].

### 3. Konstruktionsbereich (Bauholz, Massivholzwerkstoffe):

Keine Literatur gefunden.

### 4. Innenausbau, Möbelbau:

Tischler- und Drechslerarbeiten [3, 11], Parkett [15], Möbelbau, Furnier [16].

### 5. Holzwerkstoffe (OSB, LVL, Spanplatte, MDF):

Furnierte Spanplatten [18].

### 6. Zellstoff, Papier, Karton:

Keine Literatur gefunden.

### 7. Energetische Nutzung:

Unbedeutend aufgrund geringen Anfalls und geringer Wuchsleistung [19].

### 8. Sonstige Nutzungen:

Stallbau, Musikinstrumente, Wagenbau [3, 11], Mühlmahlwerke [15].

## 7. Sonstige Ökosystemleistungen

1. **Nicht-Holzverwendung:**  
Früchte werden medizinisch und kulinarisch verwendet [3]. Agroforst [9].
2. **Biomassefunktionen:**  
Keine Literatur gefunden.
3. **Landschaftliche und ökologische Aspekte:**  
Attraktiver Baum, der auch in Gärten angepflanzt wird [3]. Bienenweide, Nahrung für Vogel- und Kleinsäugerarten [3]. Außerdem finden viele Pilz- und Insektenarten an der Elsbeere ihren Lebensraum [20].

## 8. Biotische und abiotische Risiken

1. **Pilze:**  
*Venturia inaequalis* und *Armillaria* spp. können das Absterben der Bäume verursachen [3].
2. **Insekten:**  
*Yponomeuta padellus*, *Zeuzera pyrina*, *Dysaphis aucupariae*, *Eriophyes sorbi* und *Scolytus rugulosus* können auftreten, verursachen aber keine bedeutsamen Schäden [3].
3. **Sonstige Risiken:**  
Keine Literatur gefunden.
4. **Herbivoren/Verbissemempfindlichkeit:**  
Hohe Empfindlichkeit gegenüber Verbiss [6]. Wühlmäuse nagen die Wurzeln ab [3].
5. **Dürretoleranz:**  
Gute Anpasstheit und Widerstandsfähigkeit bei Sommertrockenheit [3], erträgt bis zu zwei Monate Trockenheit [5]. Ergebnisse aus Deutschland zeigen, dass Sämlinge eine gute Erholung nach Trockenheitsstress zeigen können [21].
6. **Feueranfälligkeit:**  
Keine Literatur gefunden.
7. **Frosttoleranz:**  
Von erhöhter Gefährdung [22] bis frosthart, aber Sämlinge können unter Spätfrost leiden [6]. Frühfrost kann späte Johannistriebe gefährden [3].
8. **Sturmanfälligkeit:**  
Sturmfest wegen des stabilen Wurzelsystems [3].
9. **Schneebruch:**  
Keine Literatur gefunden.
10. **Invasivitätspotenzial:**  
Keine Literatur gefunden. Als heimische Baumart ist die Invasivität für Deutschland nicht relevant.



Elsbeere





## Literatur

- [1] AMMER, C., et al. (2011): Konkurrenz belebt das Geschäft – aber nicht bei der Elsbeere. LWF-Wissen 67: S. 24-28.
- [2] KÖLLING, C. und MÜLLER-KROEHLING, S. (2011): Standortliche Möglichkeiten für den Anbau der Elsbeere in Bayern LWF Wissen 67: S. 24–33.
- [3] PIETZARKA, U., et al. (2014): *Sorbus torminalis* (L.) Crantz. In: ROLOFF, A., WEISGERBER, H., LANG, U.M., und STIMM, B., (Hrsg.) Enzyklopädie der Holzgewächse: Handbuch und Atlas der Dendrologie. S. 1-16.
- [4] PYTTEL, P., et al. (2013): Growth, regeneration and shade tolerance of the Wild Service Tree (*Sorbus torminalis* (L.) Crantz) in aged oak coppice forests. *Trees*. 27(6): S. 1609-1619.
- [5] WELK, E., et al. (2016): *Sorbus torminalis* in Europe: distribution, habitat, usage and threats, In: European Atlas of Forest Tree Species, SAN-MIGUEL-AYANZ, J., DE RIGO, D., CAUDULLO, G., HOUSTON DURRANT, T., und MAURI, A., (Hrsg.) Publ. Off. EU: Luxembourg. e01090d+.
- [6] SCHÜTE, G. (2000): Waldbauliche in-situ und ex-situ Verjüngungskonzepte für die Elsbeere (*Sorbus torminalis* [L.] Crantz). Ber. Forschungszentrum Wald-ökosysteme. Bd. Reihe A, Bd. 168. Universität Göttingen. 152 S.
- [7] ELFLEIN, T., et al. (2008): Zur Reaktionsfähigkeit der Elsbeere (*Sorbus torminalis* [L.] Crantz) auf späte Kronenumlichtung. *Forstarchiv*. 79(9/10): S. 155-163.
- [8] ROLOFF, A. und GRUNDMANN, B. (2008): Klimawandel und Baumarten-Verwendung für Waldökosysteme. Tharandt. Stiftung Wald in Not. 46 S.
- [9] COELLO, J., et al. (2013): Service tree (*Sorbus domestica*) and Wild Service tree (*Sorbus torminalis*) for high quality timber. In: BECQUEY, J., GONIN, P., ORTISSET, J.-P., DESOMBRE, V., BAIGES, T., und PIQUÉ, M., (Hrsg.) Technical collection Species and Silviculture: Ecology and silviculture of the main valuable broad-leaved species in the Pyrenean area and neighbouring regions. Santa Perpètua de Mogoda: Government of Catalonia, Ministry of Agriculture, Livestock, Fisheries, Food and Natural Environment - Catalan Forest Ownership Centre. S. 37-44.
- [10] GONIN, P., et al. (2013): Autecology of broad-leaved species. Paris: Institut pour le Développement Forestier. 64 S.
- [11] VON SCHMELLING, K.-B. (1994): Die Elsbeere (*Sorbus torminalis* (L.) Crantz). Bovenden, Verlag Kausch. S. 253.
- [12] BAIER, R., et al. (2017): Die Elsbeere – Generhaltung und Herkunftsfragen. *AFZ-DerWald*. 20: S. 14-18.
- [13] BGBL. (2002): Forstvermehrungsgutgesetz vom 22. Mai 2002. In: BGBL. I S. 1658, BUNDESMINISTERIUM DER JUSTIZ UND FÜR VERBRAUCHERSCHUTZ.
- [14] KAHLE, M. (2007): Zur Modellierung des Wachstums der Elsbeere (*Sorbus torminalis*) in Mischbeständen. *Forstarchiv*. 78: S. 3-11.
- [15] SUCHOMEL, C. und PYTTEL, P. (2011): Die Holzeigenschaften der Elsbeere. *AFZ-DerWald*. 4: S. 11-13.
- [16] GROSSER, D. (2011): Das Holz der Elsbeere – Eigenschaften und Verwendung. LWF Wissen 67 S. 29-36.
- [17] WAGENFÜHR, R. (2000): *HOLZatlas*. München: Fachbuchverlag Leipzig im Carl Hanser Verlag. 707 S.
- [18] ATLAS HOLZ AG. Furnierte Spanplatten Elsbeere unter: <https://www.atlasholz.ch/de-de/furnierte-spanplatten-p2-e1-elsbeere-ged%C3%A4mpft-ab-04--001335> [Stand: 22.04.2020].
- [19] MEYER, N. (2011): *Sorbus*-Vielfalt in Bayern. LWF Wissen. 67: S. 40-46.
- [20] BLASCHKE, M. und BUßLER, H. (2011): Pilze und Insekten an der Elsbeere. LWF-Wissen 67: S. 22-23.
- [21] KUNZ, J., et al. (2016): Effects of drought and rewetting on growth and gas exchange of minor European broadleaved tree species. *Forests*. 7(10): S. 239.
- [22] DIMKE, P. (2015): Spätfrostschäden – erkennen und vermeiden. LWF-Merkblatt. 31: S. 1-3.



## 1. Verbreitung und Ökologie

1. **Natürliche Verbreitung:**  
Große Teile Europas [7], aber überwiegend Mittel- und Osteuropa [8] (Abb. 1); bis auf 1.500 m ü. NN [3].
2. **Klimatische Kennziffern:**  
Jährlicher Niederschlag zwischen 700 und 950 mm. Jahresmitteltemperatur von 6,5 bis 11,5 °C [3]. Kältetoleranz: -45 °C; Hitzetoleranz: 44 °C (Pigott (2012) zitiert nach [1]).
3. **Natürliche Waldgesellschaft:**  
Diese Art kommt sowohl in Reinbeständen als auch, etwas häufiger, in wärmeliebenden Laub-, Eichen- und Nadel-Mischwäldern vor [7].
4. **Künstliche Verbreitung:**  
USA, Kanada, Neuseeland [5].
5. **Lichtansprüche:**  
Licht- bis schattentolerante Baumart, abhängig von Boden und Klima [5, 7]. Bei ungünstigen Bedingungen ist sie eher eine Lichtbaumart [2, 5].

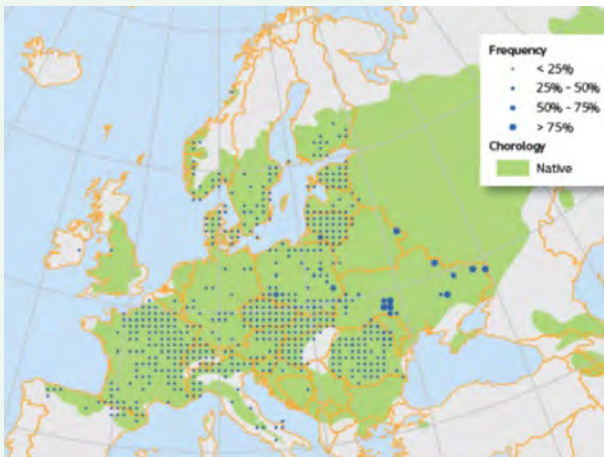


Abb. 1 Natürliche Verbreitung [8].

## 6. Konkurrenzstärke:

### 6.1. Verjüngungs-Dickungsphase:

Rasches Jugendwachstum [7], kann aber von anderen Baumarten überholt werden [1].

### 6.2. Baum- und Altholzphase:

Unempfindlich gegenüber Seitendruck [5], reagiert dynamisch auf Freistellung [1]. Diese Art leidet auf guten Standorten allerdings unter der starken Konkurrenz der Rotbuche [2, 9].

## 2. Standortsbindung

Die Winterlinde bevorzugt basenreiche Lehm- und Tonböden, passt sich aber an verschiedene Standorte an [7]. Gute Leistung kann auf lockeren, frischen, tiefgründigen und nährstoffreichen Böden erzielt werden [10]. Sie ist sehr gut an ziemlich frische bis sehr trockene Standorte angepasst [11].

1. **Nährstoffansprüche:**  
Mittlere Ansprüche [5].
2. **Kalktoleranz:**  
Gut [5].
3. **pH-Wert:**  
Sehr gut geeignet zwischen 6 und 7,5, verträgt aber auch saure Böden [5].
4. **Tontoleranz:**  
Hoch [7].
5. **Stauwasser- und Grundwassertoleranz:**  
Niedrig [1, 3] bis wenig empfindlich gegenüber mäßigem Stauwasser [2].
6. **Blattabbau (Streuzersetzung und Nährstoffe):**  
Leicht zersetzbar [7], trägt zur chemischen Verbesserung des Bodens bei [1].

## ■ *Tilia cordata* Mill. WINTERLINDE

- FAMILIE: Malvaceae  
Franz: tilleul à petites feuilles; Ital: tiglio selvatico; Eng: small-leaved lime; Span: tillera.
- Die Winterlinde ist eine Schlüsselbaumart für die Anpassung des Waldes an den Klimawandel [1, 2]. Sie ist dürreresistent [3, 4], sturmfest [5] und kann zur Stabilität und Diversität des Waldes beitragen [2, 6].



### 3. Bestandesbegründung

- 1. Naturverjüngung:**  
Die natürliche Verjüngung basiert auf ausreichender Fruktifizierung, die durch Temperaturen über 20 °C zur Blütezeit und Samenreife begünstigt wird [1]. Trotz ausreichender Fruktifizierung ist die natürliche Verjüngung gering [2]. Die Samen besitzen Keimhemmung und neigen zum Überliegen, daher keimen sie erst im zweiten Jahr nach der Reife oder später [12]. Das Überleben von Keimlingen erfordert eine minimale relative Beleuchtungsstärke von 13 % [7].
- 2. Künstliche Verjüngung:**  
In der Baumschule sollen die Samen mechanisch, chemisch oder physikalisch stratifiziert werden. Frühgeerntete Samen (noch grün) können sofort keimen. Außerdem lässt sich die Winterlinde auch durch vegetative Vermehrung verjüngen. Ein- bis dreijährige Pflanzen können im Feld in Verbänden von 2 x 1 bzw. 2 x 2 m (Mischbestände) oder 1 x 1,5 bzw. 1,5 x 1,5 m (Hauptbaumart) angepflanzt werden [7]. Als dienende Baumart soll die Winterlinde in einer Dichte von 1.000 bis 2.000 Pflanzen/ha gepflanzt werden, um Wasserreiserbildung an der Hauptbaumart (z. B. Eiche) zu verhindern [2]. Ein Pflanzverband von 2 x 1 m kann verwendet werden und sollte Fegeschäden stark mindern. Als Mischung kann sie trupp- und gruppenweise eingebracht werden [13].
- 3. Keimfähigkeit und Überdauerungszeit des Saatgutes:**  
50 % und 5-7 Jahre, wenn bei -6 bis 0 °C und 7-10 % Feuchtigkeit gelagert [14].
- 4. Mineralbodenkeimer:**  
Keine Literatur gefunden.
- 5. Stockausschlagfähigkeit:**  
Ja, Stockausschlag und Wurzelbrut [7].

### 6. Forstvermehrungsgutgesetz:

Ja [15].

### 7. Mögliche Mischbaumarten:

Die Winterlinde eignet sich am besten für Mischbestände, z. B. mit Bergahorn und Roteiche. Außerdem wird sie oft als „dienende Baumart“ in Eichen- und Edellaubholzwäldern verwendet [7, 10]. Von guten Erfahrungen mit raschwüchsigen Edellaubhölzern wie Esche, Ahorn, Kirsche, Ulme und Eiche wird berichtet. Die Beimischung in Eichenbeständen wirkt boden- und klimaverbessernd [13].



Blätter und Frucht der Winterlinde

### 4. Leistung und Waldbau

#### 1. Wachstum:

Die Winterlinde kann bis zu 1000 Jahre alt werden [16]. Das Höhenwachstum ist in der Jugendphase hoch, nimmt aber mit dem Alter ab [1]. Die Produktion von wertvollem Holz, als Hauptwirtschaftsbaumart oder in Mischung mit anderen Arten, benötigt frühe Durchforstung und eine Umtriebszeit von 100 bis 140 Jahren, um einen durchschnittlichen BHD von 40-60 cm zu erreichen [10]. Ästung sollte auch durchgeführt werden [3]. Starke und späte Durchforstung kann

allerdings zur Wasserreiserbildung führen [2].

**2. Ökonomische Bedeutung:**

Geringe ökonomische Bedeutung, da sie keine etablierte Wirtschaftsbaumart ist [1, 17, 18].

## 5. Erfahrung in Baden-Württemberg und Deutschland

Ergebnisse aus Niedersachsen und Nordhessen zeigen, dass das Höhen- und Volumenwachstum der Winterlinde höher als das von anderen Wirtschaftsbaumarten sein kann [7]. Das Höhenwachstum kulminiert im Alter von 10 bis 20 Jahren und die Oberhöhe kann mehr als 35 m erreichen, abhängig vom Standort (Abb. 2). Der durchschnittliche Gesamtzuwachs kulminiert zwischen 30 und 55 Jahren und kann bis zum Alter 100 Werte zwischen 7 und 11 fm/ha/J erreichen (Abb. 3) [10]. Für Bonitätsfächer in BW siehe Bösch (2001) [19].

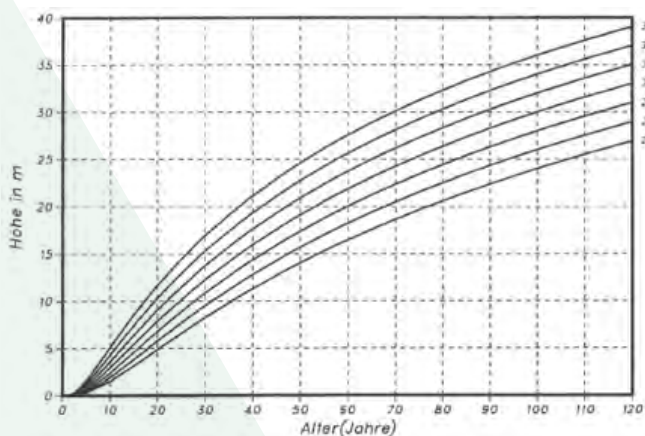


Abb. 2 Oberhöhenbonitätsfächer [10].

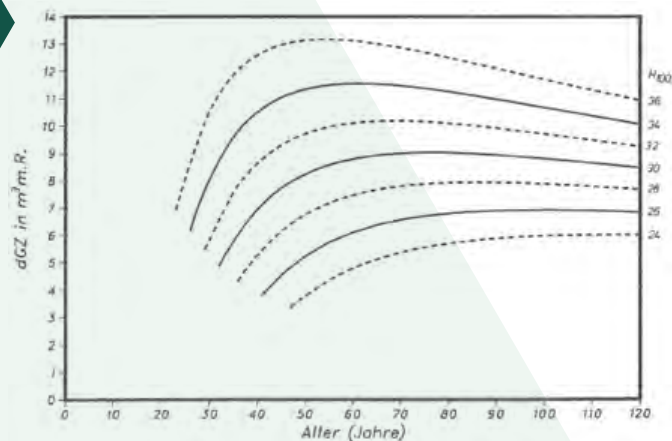


Abb. 3 Durchschnittlicher Gesamtzuwachs [10].

## 6. Holzeigenschaften und Holzverwendung

Das Holz ist leicht bearbeitbar und wird daher gern im Innenraum benutzt [7].

- Holzdicke:**  
0,35 ... 0,53 ... 0,60 g/cm<sup>3</sup> (r<sub>12..15</sub>) [20].
- Dauerhaftigkeitsklasse:**  
5 (nicht dauerhaft) [21].
- Konstruktionsbereich (Bauholz, Massivholzwerkstoffe):**  
Selten, für die Außenverwendung nicht geeignet [7].
- Innenausbau, Möbelbau:**  
Möbelherstellung, Furnier [22].
- Holzwerkstoffe (OSB, LVL, Spanplatte, MDF):**  
Faser- und Spanplatten [23].
- Zellstoff, Papier, Karton:**  
Geeignet für Papier- und Zellstoffindustrie [7].
- Energetische Nutzung:**  
Gut geeignet als Brennholz (Krempl (1963) zitiert nach [7]).
- Sonstige Nutzungen:**  
Spielwaren, Küchengeräte [7], Bildhauerei, Schnitzerei, Drechslerei, Wabenbau [22].

## 7. Sonstige Ökosystemleistungen

- Nicht-Holzverwendung:**  
Tierfutter (Blätter und Kernöl), medizinische Verwendung [7]
- Biomassefunktionen:**  
Eine generische Funktion für oberirdische Biomasse mit BHD und Höhe als Prädiktoren wurde in Italien erstellt [24]. Außerdem liegen Funktionen für die Tschechische Republik für verschiedene Kompartimente mit BHD und Höhe als Prädiktoren vor [17].
- Landschaftliche und ökologische Aspekte:**  
Oft benutzt als Allee- und Zierbaum [7]. Bienenweide [10] und Biotopbaum [6].

## 8. Biotische und abiotische Risiken

### 1. Pilze:

Rußtaupilzartige können die Photosynthese beeinträchtigen [7]. *Apiognomonium tiliae* und *Cercospora microsora* verursachen Blattfleckenkrankheit [25]. Der Brandkrustenpilz (*Ustulina deusta*) kommt auch vor [26] und kann problematisch sein. Rotpustelkrankheit (*Nectria cinnabarina*) und Welke (*Verticillium* sp.) treten oft nach Verletzung auf [27]. *Phytophthora* spp. können Stämme und Wurzeln befallen [3]. *Asteromella tiliae* kommt gegen Ende der Vegetationszeit vor, hauptsächlich in Süddeutschland und Österreich, verursacht aber keine erheblichen Schäden [28].

### 2. Insekten:

Die Raupen von *Smerinthus tiliae* und *Vanessa antiopa* fressen die Blätter [7]. Die Lindenzierlaus (*Eucallipterus tiliae*) und die wollige Napfschildlaus (*Pulvinaria regalis*) wurden ebenfalls beobachtet [27]. Ein Befall durch *Lymantria* spp. kann auch auftreten [8].

### 3. Sonstige Risiken:

Milbenbefall durch *Eriophyes tetratrichus* tritt häufig auf [27].

### 4. Herbivoren/Verbissemempfindlichkeit:

Hohe Empfindlichkeit gegenüber Verbiss [27].

### 5. Dürretoleranz:

Mittel [3] bis hoch [4]. Bei Trockenheit tritt „Hitzelaubfall“ ein und die Krankheitsanfälligkeit steigt [7].

### 6. Feueranfälligkeit:

Keine Literatur gefunden.

### 7. Frosttoleranz:

Gering bis mäßig [29], oder spätfrostgefährdet (Mayer (1990) zitiert nach [2]). Johannistriebe können unter Frühfrost leiden [5].

### 8. Sturmanfälligkeit:

Baumart mit Sturmfestigkeit, die sich aber mit Staunässe und zunehmendem Alter reduzieren kann [5].

### 9. Schneebruch:

Sehr gefährdet wenn belaubt [16].

### 10. Invasivitätspotenzial:

Keine Literatur gefunden. Als heimische Baumart ist die Invasivität für Deutschland nicht relevant.



Winterlinde



## Literatur

[1] DE JAEGERE, T., et al. (2016): A review of the characteristics of small-leaved lime (*Tilia cordata* Mill.) and their implications for silviculture in a changing climate. *Forests*. 7(3): S. 56.

[2] FALK, W., et al. (2016): Die Winterlinde – Standort, Wachstum und waldbauliche Behandlung in Bayern. *LWF-Wissen*. (78): S. 20-29.

[3] COELLO, J., et al. (2013): Limes (*Tilia platyphyllos* and *T. cordata*) for high quality timber. In: BECQUEY, J., GONIN, P., ORTISSET, J.-P., DESOMBRE, V., BAIGES, T., und PIQUÉ, M., (Hrsg.) *Technical collection Species and Silviculture: Ecology and silviculture of the main valuable broadleaved species in the Pyrenean area and neighbouring regions*. Santa Perpètua de Mogoda: Government of Catalonia, Ministry of Agriculture, Livestock, Fisheries, Food and Natural Environment - Catalan Forest Ownership Centre. S. 53-60.

[4] HEMERY, G., et al. (2010): Growing scattered broadleaved tree species in Europe in a changing climate: a review of risks and opportunities. *Forestry*. 83(1): S. 65-81.

[5] LEDER, B.: Ökologie und waldbauliche Bedeutung der Winterlinde in NRW, unter: [https://www.wald-und-holz.nrw.de/fileadmin/Wald-und-Holz/Dokumente/Winterlinde\\_Vortrag-DrLeder.pdf](https://www.wald-und-holz.nrw.de/fileadmin/Wald-und-Holz/Dokumente/Winterlinde_Vortrag-DrLeder.pdf) [Stand: 09.08.2017].

[6] FALTL, W., et al. (2016): Die Linde im bayerischen Staatswald. *LWF Wissen*. (78): S. 30-37.

[7] GÖTZ, B. und WOLF, C. (2014): *Tilia cordata* Miller. In: ROLOFF, A., WEISGERBER, H., LANG, U.M., und STIMM, B., (Hrsg.) *Enzyklopädie der Holzgewächse: Handbuch und Atlas der Dendrologie*. S. 1-16.

[8] EATON, E., et al. (2016): *Tilia cordata*, *Tilia platyphyllos* and other limes in Europe: distribution, habitat, usage and threats, In: *European Atlas of Forest Tree Species*, SAN-MIGUEL-AYANZ, J., DE RIGO, D., CAUDULLO, G., HOUSTON DURRANT, T., und MAURI, A., (Hrsg.) Publ. Off. EU: Luxembourg. e010ec5+.

[9] BÜRVENICH, J., et al. (2012): Kronenkonkurrenz der Winterlinde AFZ-Der Wald. 17: S. 22-23.

[10] BÖCKMANN, T. (1990): Wachstum und Ertrag der Winterlinde (*Tilia cordata* MILL.) in Niedersachsen und Nordhessen. University of Göttingen: Göttingen. 143 S.

[11] ROLOFF, A. und GRUNDMANN, B. (2008): Klimawandel und Baumarten-Verwendung für Waldökosysteme. Tharandt. Stiftung Wald in Not. 46 S.

[12] AAS, G. (2016): Die Winterlinde (*Tilia cordata*): Verwandtschaft, Morphologie und Ökologie. *LWF Wissen*. 78: S. 7-12.

[13] BARENGO, N. (2001): Sommerlinde: *Tilia platyphyllos* Scop - Winterlinde: *Tilia cordata* Mill. Zürich: Professur Waldbau ETHZ/BUWAL. 8 S.

[14] BURKART, A. (2000): Kulturblätter: Angaben zur Samenernte, Klengung, Samenlagerung, Saamen-

ausbeute und Anzucht von Baum- und Straucharten. Birmensdorf: Eidgenössische Forschungsanstalt WSL. 92 S.

[15] BGBl. (2002): Forstvermehrungsgutgesetz vom 22. Mai 2002. In: BGBl. I S. 1658, BUNDESMINISTERIUM DER JUSTIZ UND FÜR VERBRAUCHERSCHUTZ.

[16] ETH ZÜRICH. (2002): Mitteleuropäische Waldbaumarten: Artbeschreibung und Ökologie unter besonderer Berücksichtigung der Schweiz. ETH Zürich 248 S.

[17] ČIHÁK, T., et al. (2014): Functions for the aboveground woody biomass in Small-leaved lime (*Tilia cordata* Mill.). *Forestry Journal*. 60(3): S. 150-158.

[18] ULLRICH, E. (2015): Bäume im Zechliner Land. S. 68.

[19] BÖSCH, B. (2001): Neue Bonitierungs- und Zuwachshilfen. Wissenstransfer in Praxis und Gesellschaft – FVA Forschungstage. ed. FORSCHUNG, S.F.F. Bd. 18. Freiburg: FVA - BW. S. 266-276.

[20] WAGENFÜHR, R. (2000): *HOLZatlas*. München: Fachbuchverlag Leipzig im Carl Hanser Verlag. 707 S.

[21] EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG. (2016): Dauerhaftigkeit von Holz und Holzprodukten - Prüfung und Klassifikation der Dauerhaftigkeit von Holz und Holzprodukten gegen biologischen Angriff - EN 350.

[22] GROSSER, D. und EHMCKE, G. (2016): Das Holz der Winterlinde – Eigenschaften und Verwendung. *LWF Wissen*. 78: S. 38-44.

[23] GROSSER, D. und TEETZ, W. (1998): Einheimische Nutzhölzer – Linde. Informationsdienst Holz, Holzbau Handbuch. 7.

[24] PESOLA, L., et al. (2017): Linking above-ground biomass and biodiversity to stand development in urban forest areas: A case study in Northern Italy. *Landscape and Urban Planning*. 157: S. 90-97.

[25] METZLER, B. (2002): *Apiognomonium*-Blattbräune der Linde. *Waldschutz-Info* 2: S. 2.

[26] BRANDSTETTER, M. (2007): Der Brandkrustenspiz (*Ustulina deusta*) – eine fast unsichtbare Gefährdung für zahlreiche Laubbäume. *Forstschutz Aktuell* 38: S. 18-20.

[27] FORSTBOTANISCHER GARTEN. (2017): *Tilia cordata*, *T. platyphyllos*, unter: <http://www.uni-goettingen.de/de/tilia+cordata+/+winter-linde%2c+t.+platyphyllos+/+sommer-linde/41671.html> [Stand: 09.08.2017].

[28] BUTIN, H. und KEHR, R. (1999): Blattkrankheiten der Linde. *Nachrichtenbl. Deut. Pflanzenschutzd.* 51(1): S. 1-4.

[29] DIMKE, P. (2015): Spätfrostschäden – erkennen und vermeiden. *LWF-Merkblatt*. 31: S. 1-3.

# SOMMERLINDE



## 1. Verbreitung und Ökologie

- 1. Natürliche Verbreitung:**  
Mittel- und südeuropäischer Gebirgsraum [3] (Abb. 1). Die Sommerlinde erreicht südlichere Regionen als die Winterlinde und kommt selten in Nordeuropa vor [4]. In Deutschland verläuft die nördliche Grenze der Verbreitung entlang des Nordrands der Mittelgebirge [3].
- 2. Klimatische Kennziffern:**  
Jährlicher Niederschlag zwischen 600 und 950 mm. Jahresmitteltemperatur von 7 bis über 11,5 °C [1].
- 3. Natürliche Waldgesellschaft:**  
Die Sommerlinde kommt in Gesellschaften mit Rotbuche, Eichen- und Ahornarten sowie Esche und Mehlbeeren vor [1].
- 4. Künstliche Verbreitung:**  
Peru, Bolivien, China, Vereinigte Staaten [5].
- 5. Lichtansprüche:**  
Schattentolerant [4], aber im Alter lichtbedürftig [3].



Abb. 1 Natürliche Verbreitung (blaue Punkte: Inventurdaten) [13].

## 6. Konkurrenzstärke:

### 6.1. Verjüngungs-Dickungsphase:

Schnelles Jugendwachstum [3], jedoch mit geringer Konkurrenzstärke [1], vor allem gegenüber Rotbuche [6].

### 6.2. Baum- und Altholzphase:

Mittelmäßig [1]. Auf sommertrockenen Kalkböden setzt sie sich gegen die Rotbuche durch [7].

## 2. Standortsbindung

Die Sommerlinde bevorzugt frische, nährstoffreiche und gut durchlüftete Böden [1], kann aber auch sandige und nährstoffarme Standorte besiedeln [6]. Sie vermeidet eher trockene Standorte [8] und besiedelt vor allem die Südseite von steilen Muschelkalkhängen, Kalksteinschutthalden sowie block- und schuttreichen Hängen. Mit dem Alter wird die Sommerlinde bezüglich des Licht- und Nährstoffangebots anspruchsvoller [3].

### 1. Nährstoffansprüche:

Mittlere bis hohe Ansprüche [1, 7].

### 2. Kalktoleranz:

Gut [1, 3].

### 3. pH-Wert:

Bevorzugt zwischen 6 und 8,5. Sie verträgt aber saure Böden [1, 7].

### 4. Tontoleranz:

Gut [1, 3].

### 5. Staunässe- und Grundwassertoleranz:

Gering [1, 7].

### 6. Blattabbau (Streuzersetzung und Nährstoffe):

Sehr gut und schnell [3, 9]. Die Streu wirkt bodenverbessernd [1, 3].



# ■ *Tilia platyphyllos* Scop. SOMMERLINDE / GROSSBLÄTTRIGE LINDE

## ■ FAMILIE: Malvaceae

Syn: *Tilia grandifolia* Ehrh., *Tilia europaea* L., *Tilia officinarum* Crantz

Franz: tilleul à grandes feuilles; Ital: tiglio nostrale, tiglio d'Olanda; Eng: large-leaved lime, large-leaved linden; Span: tilo común, tilo de hoja grande.

- Die Sommerlinde ist eine wärmebedürftige Baumart mit seltenem und verstreutem Vorkommen [1]. Ihre Verjüngung und Etablierung wird Richtung Norden von niedrigen Temperaturen begrenzt und ihr aktuelles Vorkommen wurde vom Menschen im Laufe der Zeit stark beeinflusst [2]. Ihre Bedeutung in der Forstwirtschaft ist eher gering, was sich jedoch ändern kann, da im Zuge des Klimawandels die Sommerlinde von steigenden Temperaturen profitieren kann [3].

## 3. Bestandesbegründung

### 1. Naturverjüngung:

Die Fruktifikation beginnt im Alter von ca. 30 Jahren. Die Samenverjüngung profitiert von warmen Klimabedingungen [6]. Die Früchte werden von Oktober bis Dezember verbreitet und überwintern im Boden. Die Keimung erfolgt im Frühjahr (Burschel und Huss (2003) zitiert nach [3]). Die Verjüngung ist schwieriger als bei der Winterlinde, da die Sommerlinde lichtbedürftiger und frostempfindlicher ist (Berlepsch (1979) zitiert nach [3]). Bei großem Samenangebot und genügend Licht kann die Verjüngung erfolgreicher ausfallen [9].

### 2. Künstliche Verjüngung:

Eine Keimhemmung bildet sich zum Ende der Reife. Daher wird eine Frühernte empfohlen. Ansonsten ist eine Stratifizierung des Saatgutes notwendig (Bärtels (1993) zitiert nach [3]). Einjährige Sämlinge können gepflanzt werden, wobei die jungen Pflanzen in den ersten Jahren unter Schirm stehen sollten [1]. Ein Pflanzverband von 2 x 1 m kann verwendet werden und sollte Fegeschäden stark mindern. Als Mischung kann sie trupp- und gruppenweise eingebracht werden [9].

### 3. Keimfähigkeit und Überdauerungszeit des Saatgutes:

Geringe Keimfähigkeit. Die Samen können für drei bis fünf Jahre gelagert werden [6]. Geringe Feuchtigkeit und Temperaturen unterhalb des Gefrierpunkts sind notwendig (Schönborn (1964) zitiert nach [3]).

### 4. Mineralbodenkeimer:

Keine Literatur gefunden.

### 5. Stockausschlagfähigkeit:

Hoch, selten auch Wurzelbrut [3].

## Forstvermehrungsgutgesetz:

Ja [10].

### 6. Mögliche Mischbaumarten:

Die Sommerlinde sollte in Mischbeständen angebaut werden und lässt sich problemlos in Buchen- und Fichtenbestände integrieren, da sie Schatten gut tolerieren kann [1]. Sie kann als „dienende Baumart“ für Edellaubhölzer verwendet werden, wird dazu jedoch weniger benutzt als die Winterlinde [3]. Von guten Erfahrungen mit raschwüchsigen Edellaubhölzern wie Esche, Ahorn, Kirsche, Ulme und Eiche wird berichtet. Die Beimischung in Eichenbeständen wirkt boden- und klimaverbessernd [9].



Blatt der Sommerlinde

## 4. Leistung und Waldbau

### 1. Wachstum:

Die Sommerlinde kann über 400 Jahre alt werden [3, 6]. Die Bäume erreichen eine Höhe von bis zu 40 m und einen Brusthöhendurchmesser von bis zu ca. 1 m. Außerdem weisen sie ein langsames Wachstum auf. Als Hauptbaumart kann eine gute Massen- und Wertleistung

erreicht werden [3]. Sie wächst schneller als die Winterlinde [11, 12], vor allem auf schutt- und blockreichen Hängen, kalkreichen Standorten und in höheren Lagen [3]. Die Erzielung von hochwertigem Holz erfordert Ästungseingriffe [1]. Bei Freistellung können „schlafende Augen“ am Stamm austreiben [12]. Lindenarten wurden oft und traditionell im Niederwald und Mittelwald bewirtschaftet [12, 13].

## 2. Ökonomische Bedeutung:

Geringe ökonomische Bedeutung [1, 14].

## 5. Erfahrung in Baden-Württemberg und Deutschland

Die Sommerlinde kommt in Deutschland seltener vor als die Winterlinde [8] und beide Arten werden in der Bundeswaldinventur nicht unterschieden [15]. In Bayern haben Ergebnisse von einer Auswertung von 122 Höhenmessbäumen aus BWI-Daten für 2012 gezeigt, dass die Bäume eine Mittelhöhe von 21 m im Alter 71 erreichen [16].

## 6. Holzeigenschaften und Holzverwendung

Die Holzeigenschaften der Sommerlinde unterscheiden sich kaum von denen der Winterlinde. Es ist leicht bearbeitbar und wird daher gern für Spielwaren, Küchengeräte und im Innenraum benutzt [17]. Das Holz der Sommerlinde wird hauptsächlich in der Bildhauerei, Schnitzerei und Drechslerei genutzt [3].

- Holzdicke:**  
0,53 g/cm<sup>3</sup> (r<sub>12...15</sub>) [18].
- Dauerhaftigkeitsklasse:**  
5 (nicht dauerhaft) [19].
- Konstruktionsbereich (Bauholz, Massivholzwerkstoffe):**  
Keine Literatur gefunden.
- Innenausbau, Möbelbau:**  
Nutzung für Innenraum, Möbelherstellung, Furnier [18].
- Holzwerkstoffe (OSB, LVL, Spanplatte, MDF):**  
Keine Literatur gefunden.

## 6. Zellstoff, Papier, Karton:

Geeignet für Papier- und Zellstoffindustrie [3].

## 7. Energetische Nutzung:

Gut geeignet als Brennholz [17].

## 8. Sonstige Nutzungen:

Spielwaren, Küchengeräte, Bildhauerei, Schnitzerei, Drechslerei, Wabenbau [18].

## 7. Sonstige Ökosystemleistungen

### 1. Nicht-Holzverwendung:

Die Blätter und Blüten haben medizinische Wirkung [1, 3, 4]. Der Bast wurde früher für Flecht- und Seilerwaren verwendet [3]. Tierfutter (Blätter und Kernöl) [20].

### 2. Biomassefunktionen:

Keine Literatur gefunden.

### 3. Landschaftliche und ökologische Aspekte:

Die Sommerlinde hat eine kulturelle und historische Bedeutung. Sie ist eine attraktive Baumart, die eine wichtige Rolle als Landschaftselement spielt und oft als Stadt- und Parkbaum verwendet wird. Sie ist eine wichtige Nahrungsquelle für Bienen und bietet daher eine wichtige wirtschaftliche Nutzung [1, 3, 4]. Weit verbreitet als „Dorflinde“, die in der Mitte des Dorfs gepflanzt wurde. Sie zeigt gute Eigenschaften für die Bodenbefestigung [3].

## 8. Biotische und abiotische Risiken

### 1. Pilze:

*Apiognomonium tiliae* und *Cercospora microsora* verursachen Blattfleckenkrankheit [1, 21]. *Asteromella tiliae* kommt gegen Ende der Vegetationszeit vor, hauptsächlich in Süddeutschland und Österreich, verursacht aber keine erheblichen Schäden [22]. *Phytophthora* spp. kann Stämme und Wurzeln befallen [1], begünstigt durch die Abfolge von starker Trockenheit im Sommer und starken Niederschlägen im Spätsommer [2]. Als holzerstörende Pilze können unter anderem Brandkrustenpilz (*Ustilina deusta*) und Hallimasch (*Armillaria mellea*) die Sommerlinde befallen. Der Blattpilzerreger *Didymosphaeria petrakiana* kommt häufig vor. Die

Rotpustelkrankheit (*Nectria cinnabarina*) tritt, vor allem bei Frostschädigungen und Wassermangel, auf. Vom Befall durch Triebwelke (*Verticillium albo-atrum*) und Rindenkrebs (*Nectria ditissima*) wird auch berichtet [23]. Triebsterben kann durch den Erreger *Stigmia pulvinata* hervorgerufen werden [24].

## 2. Insekten:

Die Kleine Lindenblattwespe (*Caliroa annulipes*) befällt die Blätter [1]. Ein Befall durch *Lymantria* spp. kann auch auftreten, etwa durch Schwammspinner (*L. dispar*) oder Nonne (*L. monacha*), für die die Sommerlinde besonders anfällig ist (De Rigo et al. (2016) zitiert nach [13]). Die Lindenblattlaus (*Eucallipterus tiliae*) kommt auch vor [25].

## 3. Sonstige Risiken:

Starker Befall durch die Laubholz-Mistel (*Viscum album*) kann die Vitalität des Baums beeinträchtigen. Blattgallen werden unter anderem von der Blattrandgallmücke (*Dasineura tiliamvolvans*) und verschiedene Gallmilbenarten der Gattung *Eriophyes* hervorgerufen [25]. Sonnenbrand und Frostrisse kommen auch vor [3]. Die Sommerlinde ist gegenüber Immissionen und Abgasen empfindlich [9, 12].

## 4. Herbivoren/Verbisempfindlichkeit:

Hohe Empfindlichkeit, sodass Schutz notwendig ist [1, 3]. Sämlinge werden auch durch Nagetiere geschädigt [3].

## 5. Dürretoleranz:

Hoch [1, 2, 6], jedoch geringer als bei der Winterlinde [12], vor allem in der Jugend [3]. Die Sommerlinde ist hitzetolerant [3]. Sie wirft ihr Laub bei Sommertrockenheit ab, kann aber bei ausreichender Wasserversorgung wieder austreiben [7].

## 6. Feueranfälligkeit:

Keine Literatur gefunden.

## 7. Frosttoleranz:

Empfindlich gegenüber Spätfrost und starkem Winterfrost [6], vor allem in der Jugendphase [3].

## 8. Sturmanfälligkeit:

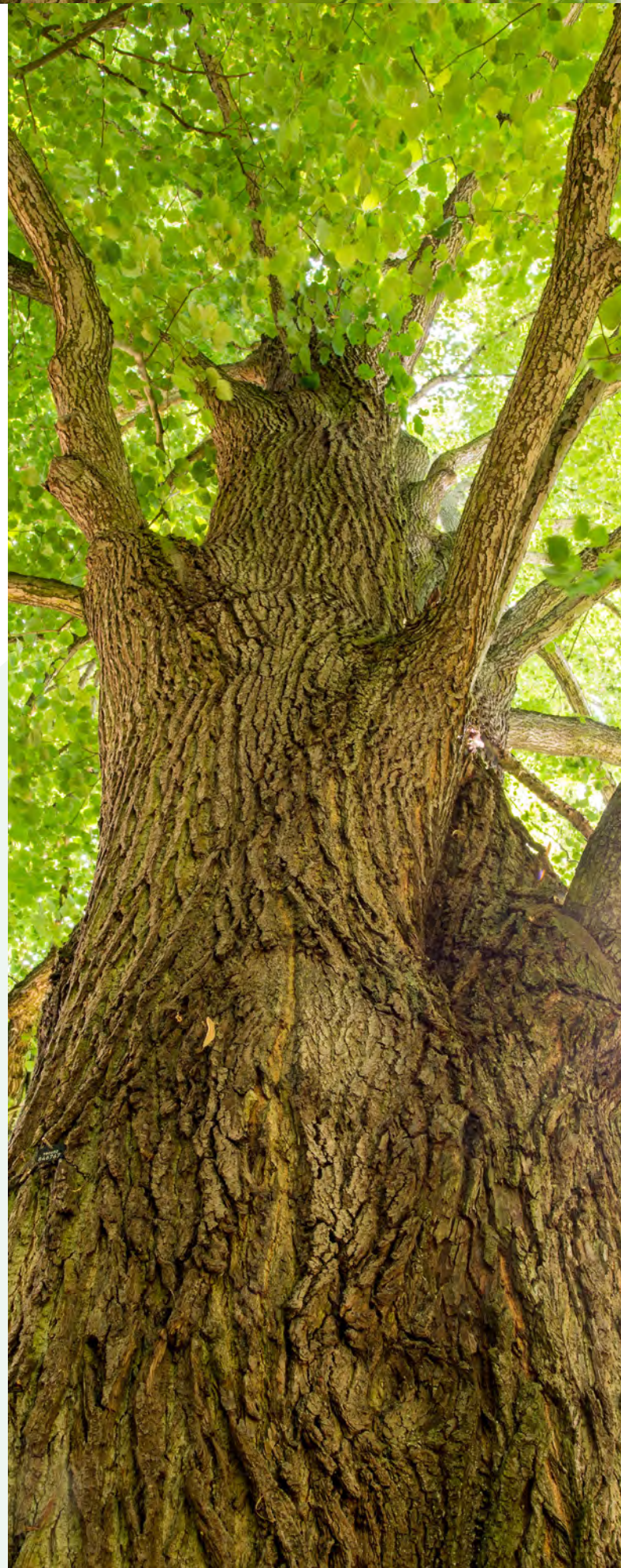
Sturmfest [1, 3, 7].

## 9. Schneebruch:

Im belaubten Zustand stark gefährdet [7].

## 10. Invasivitätspotenzial:

Keine Literatur gefunden. Als heimische Baumart ist die Invasivität für Deutschland nicht relevant.



Sommerlinde



## Literatur

- [1] COELLO, J., et al. (2013): Limes (*Tilia platyphyllos* and *T. cordata*) for high quality timber. In: BECQUEY, J., GONIN, P., ORTISSET, J.-P., DESOMBRE, V., BAIGES, T., und PIQUÉ, M., (Hrsg.) Technical collection Species and Silviculture: Ecology and silviculture of the main valuable broadleaved species in the Pyrenean area and neighbouring regions. Santa Perpètua de Mogoda: Government of Catalonia, Ministry of Agriculture, Livestock, Fisheries, Food and Natural Environment - Catalan Forest Ownership Centre. S. 53-60.
- [2] HEMERY, G., et al. (2010): Growing scattered broadleaved tree species in Europe in a changing climate: a review of risks and opportunities. *Forestry*. 83(1): S. 65-81.
- [3] KNIESEL, B., et al. (2014): *Tilia platyphyllos* Scopoli, 1771. Enzyklopädie der Holzgewächse: Handbuch und Atlas der Dendrologie. S. 1-20.
- [4] EUFORGEN. *Tilia platyphyllos*: Large-leaved lime, unter: <http://www.euforgen.org/species/fagus-sylvatica/> [Stand: 26.05.2020].
- [5] TROPICOS. *Tilia platyphyllos* Scop., unter: <http://legacy.tropicos.org/Name/32200188?tab=specimens> [Stand: 28.05.2020].
- [6] SVEJGAARD JENSEN, J. (2003): EUFORGEN: Technical Guidelines for genetic conservation and use for lime (*Tilia* spp.). 6 S.
- [7] ETH ZÜRICH. (2002): Mitteleuropäische Waldbaumarten: Artbeschreibung und Ökologie unter besonderer Berücksichtigung der Schweiz. ETH Zürich. 248 S.
- [8] BARTSCH, N., et al. (2020): Waldbau auf ökologischer Grundlage. Bd. 8. UTB GmbH. 676 S.
- [9] BARENGO, N. (2001): Sommerlinde: *Tilia platyphyllos* Scop - Winterlinde: *Tilia cordata* Mill. Zürich: Professur Waldbau ETHZ/BUWAL. 8 S.
- [10] BGBL. (2002): Forstvermehrungsgutgesetz vom 22. Mai 2002. In: BGBL. I S. 1658, BUNDESMINISTERIUM DER JUSTIZ UND FÜR VERBRAUCHERSCHUTZ.
- [11] RADOGLU, K., et al. (2008): A review on the ecology and silviculture of limes (*Tilia cordata* Mill., *Tilia platyphyllos* Scop. and *Tilia tomentosa* Moench.) in Europe. 29 S.
- [12] NAENDRUP, G. und KRÖMER-BUTZ, S.: Die Linden. Bonn: Schutzgemeinschaft Deutscher Wald - Bundesverband e.V. (SDW).
- [13] EATON, E., et al. (2016): *Tilia cordata*, *Tilia platyphyllos* and other limes in Europe: distribution, habitat, usage and threats, In: European Atlas of Forest Tree Species, SAN-MIGUEL-AYANZ, J., DE RIGO, D., CAUDULLO, G., HOUSTON DURRANT, T., und MAURI, A., (Hrsg.) Publ. Off. EU: Luxembourg. e010ec5+.
- [14] ULLRICH, E. (2015): Bäume im Zechliner Land. 68 S.
- [15] THÜNEN-INSTITUT. Dritte Bundeswaldinventur - Ergebnisdatenbank, unter: <https://bwi.info> [Stand: 20.03.2020].
- [16] FALK, W., et al. (2016): Die Winterlinde – Standort, Wachstum und waldbauliche Behandlung in Bayern. LWF Wissen. (78): S. 20-29.
- [17] GÖTZ, B. und WOLF, C. (2014): *Tilia cordata* Miller. In: ROLOFF, A., WEISGERBER, H., LANG, U.M., und STIMM, B., (Hrsg.) Enzyklopädie der Holzgewächse: Handbuch und Atlas der Dendrologie. S. 1-16.
- [18] GROSSER, D. und EHMCKE, G. (2016): Das Holz der Winterlinde – Eigenschaften und Verwendung. LWF-Wissen. 78: S. 38-44.
- [19] EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG. (2016): Dauerhaftigkeit von Holz und Holzprodukten - Prüfung und Klassifikation der Dauerhaftigkeit von Holz und Holzprodukten gegen biologischen Angriff - EN 350.
- [20] LAGONI, N. (2016): Die Linde – ein bewährter Heilmittellieferant. LWF Wissen. 78: S. 69-72.
- [21] METZLER, B. (2002): Apiognomonien-Blattbräune der Linde. *Waldschutz-Info* 2: S. 2.
- [22] BUTIN, H. und KEHR, R. (1999): Blattkrankheiten der Linde. *Nachrichtenbl. Deut. Pflanzenschutzd.* 51(1): S. 1-4.
- [23] BUTIN, H. (1996): Krankheiten der Wald- und Parkbäume. Bd. 3. Stuttgart: Georg Thieme Verlag. 261 S.
- [24] KEHR, R. und DUJESIEFKEN, D. (2006): Neuartige Kronenschäden an Linde: Lindentriebsterben durch *Stigmia pulvinata*. *AFZ-Der Wald*. 61: S. 883-885.
- [25] BUTIN, H., et al. (2010): Farbatlas Gehölzkrankheiten: Ziersträucher, Allee- und Parkbäume. Stuttgart: Ulmer. 278 S.



## 1. Verbreitung und Ökologie

1. **Natürliche Verbreitung:**  
Südosteuropa und nordwestlicher Teil Kleinasiens (Abb. 1) [3]; bis auf 1.300 m ü. NN [2].
2. **Klimatische Kennziffern:**  
Jährlicher Niederschlag zwischen 500 und 600 mm; gleichmäßig über das Jahr verteilt [2]. Jahresmitteltemperatur von 10 bis 11,5 °C (Horvat et al. (1974) zitiert nach [1]).
3. **Natürliche Waldgesellschaft:**  
Bildet keine Reinbestände, spielt aber eine wichtige Rolle in hainbuchen- und kastanienreichen Eichenwäldern [2]. Begleitende Baumarten sind unter anderem Stieleiche, Feldahorn, Hainbuche, Wildbirne, Zerleiche und Ungarische Eiche [4].
4. **Künstliche Verbreitung:**  
Mitteleuropa [2], Großbritannien [4] und Nordamerika [5].
5. **Lichtansprüche:**  
Halbschattbaumart [1]. In der Jugend erträgt sie Schatten, fordert jedoch mehr Licht mit zunehmendem Alter [2].

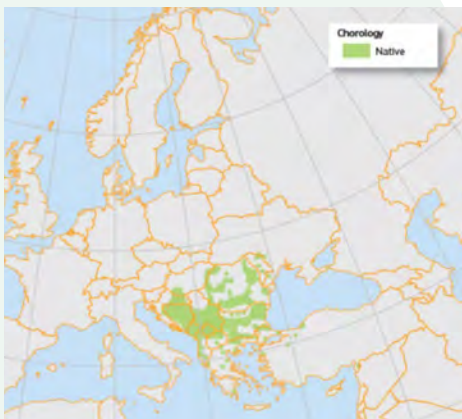


Abb. 1 Natürliche Verbreitung [3].

## 6. Konkurrenzstärke:

Wenig bekannt [4].

### 6.1. Verjüngungs-Dickungsphase:

Rasches Jugendwachstum [1], durch vegetative Vermehrung ist sie in der Lage sich zu behaupten [4]. Sämlinge aus generativer Vermehrung benötigen aber Hilfe gegenüber Stockausschlag und Wurzelbrut [6].

### 6.2. Baum- und Altholzphase:

Keine Literatur gefunden.

## 2. Standortsbindung

Die Silberlinde bevorzugt tiefgründige und frische Böden, obwohl sie sowohl auf extrem trockenen als auch auf frischen Böden gedeiht [2].

1. **Nährstoffansprüche:**  
Mittel, ähnliche Ansprüche wie Traubeneiche (Jahn (1991) zitiert nach [1]).
2. **Kalktoleranz:**  
Kalkliebende Art [2].
3. **pH-Wert:**  
5,8 bis 8,2 [2]; 6,2 bis 7,2 [6].
4. **Tontoleranz:**  
Nicht geeignet [6].
5. **Stauässe- und Grundwassertoleranz:**  
Bevorzugt Böden mit guter Drainage [7].
6. **Blattabbau (Streuzersetzung und Nährstoffe):**  
Leicht zersetzbar und bodenverbessernd [2, 4].

## ■ *Tilia tomentosa* Moench SILBERLINDE

- FAMILIE: Malvaceae  
Franz: tilleul argenté; Ital: tiglio argentato; Eng: silver lime; Span: tilo plateado.
- Die Silberlinde hat eine beachtliche Wuchseistung und wird selten von Pathogenen befallen [1]. Außerdem gedeiht sie problemlos auf trockenen Standorten und eignet sich für die Wertholzproduktion [2]. Somit kann sie als potenzielle Alternativbaumart für die Anpassung des Waldes an den Klimawandel betrachtet werden [1]. In Südbaden sind schon heute ähnliche Jahresmitteltemperaturen wie in ihrem natürlichen Verbreitungsgebiet vorhanden [1].

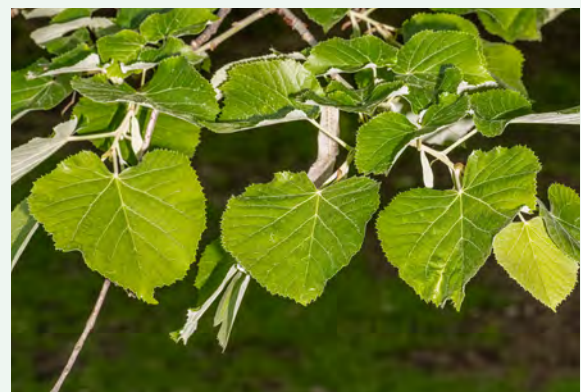


### 3. Bestandesbegründung

- 1. Naturverjüngung:**  
Jährlich reichliche Fruktifizierung. Die Samen müssen aber nach der Verbreitung nachreifen [2]. Sie verjüngt sich auch durch Wurzelbrut und Stockausschlag erfolgreich [4], weshalb sich die Art auch im Niederwald bewirtschaften lässt [6].
- 2. Künstliche Verjüngung:**  
Sie kann in Reinbeständen entweder im Hochwald oder Niederwald bewirtschaftet werden [1]. In Mischbeständen kann sie trupp-, gruppen- bis horstweise im Reihenverband eingebracht werden. Die Sämlinge sollen 50-80 cm (Sortiment 1+1) oder 80-120 cm (Sortiment 1+2) hoch sein [4].
- 3. Keimfähigkeit und Überdauerungszeit des Saatgutes:**  
Niedrig. Die Samen weisen Dormanz auf und sollen stratifiziert werden: fünf Monate bei hohen Temperaturen (10 °C nachts und bis 30 °C am Tag) und dann fünf Monate unter Kälte (McMillan-Browse (1985) zitiert nach [8]).
- 4. Mineralbodenkeimer:**  
Nein [9].
- 5. Stockausschlagfähigkeit:**  
Ja, Stockausschlag und Wurzelbrut [2].
- 6. Forstvermehrungsgutgesetz:**  
Nein [9].
- 7. Mögliche Mischbaumarten:**  
Das Wachstum von Stieleiche, Ungarischer Eiche und Schwarzkiefer nimmt mit der Beimischung von Silberlinde zu [1]. Eine ökologische Integration dieser Art ist möglich [4].

### 4. Leistung und Waldbau

- 1. Wachstum:**  
Der Höhenzuwachs kann 60-80 cm/J in der Jugend erreichen, kulminiert im Alter von ca. 20 bis 25 Jahren und nimmt ab dem Alter 35-40 stark ab [1, 2]. Die Silberlinde kann eine Höhe von 28 m im Alter von 110 Jahren erreichen (Abb. 2) [1]. Die Derbholzmasse (Vfm/ha) der Silberlinde ist vergleichbar mit der von einheimischen Lindenarten im hohen Alter [1]. Der mittlere jährliche Derbholzzuwachs in reinen Silberlinden-Hochwaldbeständen erreicht 3 bis 7,7 m<sup>3</sup>/ha, je nach Ertragsklasse [6]. Abrupte Freistellung kann zur Wasserreiserbildung und zum Rindenbrand führen. Daher soll das Überschirmungsprozent bei mindestens 80 liegen. Die Durchforstung kann im Alter von 20 bis 25 Jahren beginnen und mit einem Turnus von fünf bis sechs Jahren im Stangenholzstadium fortgeführt werden.



Blatt der Silberlinde

Im Baumholzstadium kann das Intervall auf acht bis zehn Jahre erhöht werden, und die letzten Durchforstungen erfolgen im Alter von 60 bis 70 Jahren [6]. Bis zum Alter 100 kann der Vorrat mehr als 500 Vfm/ha erreichen [1, 4]. Umtriebszeiten können ca. 90 Jahre betragen [4].

## 2. Ökonomische Bedeutung:

Die Art wird auf dem Balkan als Wirtschaftsbaumart angebaut [4].

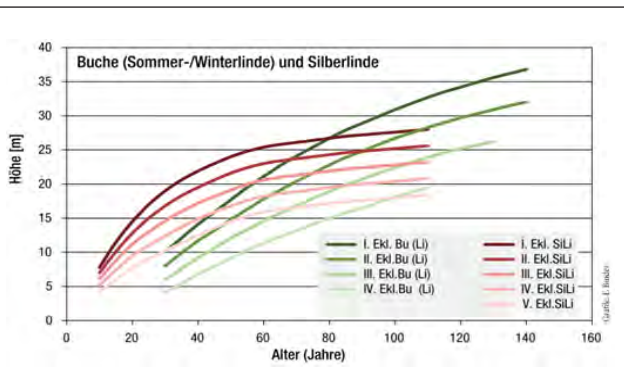


Abb. 2 Bonitätsfächer für Silberlinde (rot) im Vergleich zur Buche (grün) in verschiedenen Ertragsklassen [1].

## 5. Erfahrung in Baden-Württemberg und Deutschland

Versuchsflächen wurden in den letzten Jahren in Deutschland, Österreich und in der Schweiz angelegt [1].

## 6. Holzeigenschaften und Holzverwendung

Das Holz lässt sich gut verspannen und polieren [2]. Es eignet sich für ähnliche Verwendungen wie das der anderen Lindenarten [1].

- Holzdichte:**  
0,32 ... 0,56 g/cm<sup>3</sup> (r<sub>15</sub>) [2].
- Dauerhaftigkeitsklasse:**  
In EN 350 nicht enthalten [10]. Dauerhaft bei konstant geringer Luftfeuchte, im Freien maximal 20 Jahre [2].
- Konstruktionsbereich (Bauholz, Massivholzwerkstoffe):**  
Keine Literatur gefunden.
- Innenausbau, Möbelbau:**  
Möbelbau, Furnier [4].
- Holzwerkstoffe (OSB, LVL, Spanplatte, MDF):**  
Sperrholzverwendung [4].
- Zellstoff, Papier, Karton:**  
Keine Literatur gefunden.

## 7. Energetische Nutzung:

Geeignet als Brennholz und Holzkohle [4].

## 8. Sonstige Nutzungen:

Spielwaren, Schnitzarbeiten, Kisten, Bienenstöcke [4].

## 7. Sonstige Ökosystemleistungen

### 1. Nicht-Holzverwendung:

Tierfutter [11], medizinische Verwendung [1].

### 2. Biomassefunktionen:

Keine Literatur gefunden.

### 3. Landschaftliche und ökologische Aspekte:

Attraktive Baumart mit goldgelblichem Laub im Herbst [12]. Sie wird in Mitteleuropa häufig als Allee- und Parkbaum angepflanzt [2]. Nahrungsquelle für Bienen und Hummeln [2, 4].



Frucht und Blatt der Silberlinde

## 8. Biotische und abiotische Risiken

Nach dem derzeitigen Stand des Wissens ist die Silberlinde nicht erheblich durch Pathogene gefährdet (Insekten und Pilze) [1].

### 1. Pilze:

*Fomes fomentarius*, *Ganoderma adspersum*, *Gloeoporus dichrous* und *Polyporus squamosus* treten häufig an Wurzeln und Stämmen auf. *Cercospora microsora* parasitiert die Blätter [2]. Seltener Befall durch *Verticillium*, der aber Absterben verursachen kann [7].



2. **Insekten:**  
Der Japanische Borkenkäfer kann auch vorkommen [7].
3. **Sonstige Risiken:**  
Milbenbefall kann problematisch während Trockenperioden sein [7].
4. **Herbivoren/Verbissemphindlichkeit:**  
Wird von Rotwild stark geschält [2].
5. **Dürretoleranz:**  
Toleriert Trockenheit [1]. Im Herkunftsgebiet tritt Sommertrockenheit auf (Horvat et al. 1974 zitiert nach [1]). Sie ist widerstandsfähig gegen anhaltend geringe Luftfeuchtigkeit und trockene Böden [2]. In Bezug auf den Wasserhaushalt ähnlich wie bei Esskastanie, Elsbeere und Schwarzkiefer (Jahn (1991) zitiert nach [1]).
6. **Feueranfälligkeit:**  
Keine Literatur gefunden.
7. **Frosttoleranz:**  
Frosthart in ihrem natürlichen Vorkommen und in Mitteleuropa [2].
8. **Sturmanfälligkeit:**  
Sturmfest wegen ihres kräftigen und tiefreichenden Wurzelsystems [2].
9. **Schneebruch:**  
Keine Literatur gefunden.
10. **Invasivitätspotenzial:**  
Nicht erkennbar bei korrekter waldbaulicher Behandlung [4].

[Stand: 10.09.2017].

[5] GILMAN, E.F. und WATSON, D.G. (1994): *Tilia tomentosa*: Silver Linden. in Fact Sheet ST-642 Environmental Horticulture Department, UF/IFAS: Gainesville. 3 S.

[6] RADOGLU, K., et al. (2008): A review on the ecology and silviculture of limes (*Tilia cordata* Mill., *Tilia platyphyllos* Scop. and *Tilia tomentosa* Moench.) in Europe. 29 S.

[7] MISSOURI BOTANICAL GARDEN. (2017): *Tilia tomentosa*, unter: <http://www.missouribotanicalgarden.org/PlantFinder/PlantFinderDetails.aspx?taxonid=287372&isprofile=0> [Stand: 10.09.2017].

[8] PFAF. *Tilia tomentosa* Moench, unter: <http://www.pfaf.org/User/Plant.aspx?LatinName=Tilia+tomentosa> [Stand: 11.09.2017].

[9] BGBl. (2002): Forstvermehrungsgutgesetz vom 22. Mai 2002. In: BGBl. I S. 1658, BUNDESMINISTERIUM DER JUSTIZ UND FÜR VERBRAUCHERSCHUTZ.

[10] EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG. (2016): Dauerhaftigkeit von Holz und Holzprodukten - Prüfung und Klassifikation der Dauerhaftigkeit von Holz und Holzprodukten gegen biologischen Angriff - EN 350.

[11] CABl. (2008): *Tilia tomentosa* (silver lime), unter: <http://www.cabi.org/isc/datasheet/53908> [Stand: 11.09.2017].

[12] KRÜSSMANN, G. (1979): Die Bäume Europas: ein Taschenbuch für Naturfreunde. Bd. 2. P. Parey. 172 S.

## Literatur

[1] BINDER, F. (2015): Silberlinde - Baumart mit Chancen im Klimawandel? AFZ-DerWald. 16: S. 23-27.

[2] BARTHA, D. (2014): *Tilia tomentosa* Moench. In: ROLOFF, A., WEISGERBER, H., LANG, U.M., und STIMM, B., (Hrsg.) Enzyklopädie der Holzgewächse: Handbuch und Atlas der Dendrologie. S. 1-8.

[3] EATON, E., et al. (2016): *Tilia cordata*, *Tilia platyphyllos* and other limes in Europe: distribution, habitat, usage and threats, In: European Atlas of Forest Tree Species, SAN-MIGUEL-AYANZ, J., DE RIGO, D., CAUDULO, G., HOUSTON DURRANT, T., und MAURI, A., (Hrsg.) Publ. Off. EU: Luxembourg. e010ec5+.

[4] BINDER, F. (2016): Kurzportrait Silberlinde (*Tilia tomentosa*), unter: [https://www.waldwissen.net/waldwirtschaft/waldbau/wuh\\_tilia\\_tomentosa/index\\_DE](https://www.waldwissen.net/waldwirtschaft/waldbau/wuh_tilia_tomentosa/index_DE)



Silberlinde

# FLATTERULME



## 1. Verbreitung und Ökologie

- Natürliche Verbreitung:**  
West-, Mittel-, Südost- und Osteuropa [1]. Hauptvorkommen im osteuropäischen Raum (Abb. 1) [7].
- Klimatische Kennziffern:**  
Daten aus europaweiten Inventuren zeigen, dass die Flatterulme bei jährlichen Niederschlagssummen zwischen 500 und 900 mm und Jahresmitteltemperaturen von 4 bis 13 °C vorkommt [8].
- Natürliche Waldgesellschaft:**  
Typische Mischbaumart in sommerwarmen Lagen, vor allem in Au- und Bruchwäldern. Sie kommt einzeln oder in kleinen Gruppen vor [1]. Sie ist oft mit Baumarten der Gattungen *Salix*, *Populus*, *Alnus*, *Fraxinus* und *Quercus* vergesellschaftet [9]. Neben Esche und Stieleiche ist die Flatterulme eine der Hauptbaumarten des prioritären FFH-Lebensraumtyp 91F0 „Hartholzau“ [10]. Im osteuropäischen Raum kommt sie auch im Flaumeichen- und Zerreibenwald vor [7].
- Künstliche Verbreitung:**  
Italien, Spanien und britische Inseln [11].
- Lichtansprüche:**  
Halbschatt- bis Halblichtbaumart [1].

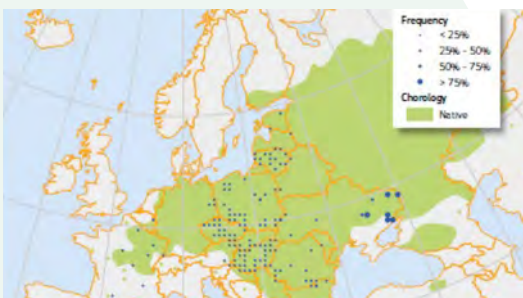


Abb. 1 Natürliche Verbreitung (blaue Punkte: Inventurdaten) [8].

## 6. Konkurrenzstärke:

### 6.1. Verjüngungs-Dickungsphase:

Rasches Jugendwachstum [5].

### 6.2. Baum- und Altholzphase:

Hoch auf Gleyböden regelmäßig überfluteter Auwaldstandorte [7].

## 2. Standortsbindung

Die Flatterulme hat mäßige Bodenansprüche und ist vor allem gut angepasst an Feuchtstandorte, besiedelt jedoch wenig frische, aber tiefe, durchwurzelbare Böden [11]. Sie kann auch sehr zähe, tonige und stark wechselfeuchte Böden durchwurzeln [6] und besiedelt Gley- und Pseudogleystandorte erfolgreich [6].

### 1. Nährstoffansprüche:

Hoch, jedoch geringer als bei Berg- und Feldulme [1].

### 2. Kalktoleranz:

Mäßig (Kreutzer (1987) zitiert nach [6]).

### 3. pH-Wert:

Leicht saure Böden werden bevorzugt [8, 12].

### 4. Tontoleranz:

Bevorzugt Lehm- und Tonböden [13, 14].

### 5. Staunässe- und Grundwassertoleranz:

Sie toleriert hoch anstehendes Grundwasser [2] und erträgt bis zu vier Monate sommerliche Überschwemmung gut [13].

### 6. Blattabbau (Streuzersetzung und Nährstoffe):

Schnell zersetzbar [7], bodenpflegliche Streu [14, 15].

# ■ *Ulmus laevis* Pall. FLATTERULME / WASSER-RÜSTER

## ■ FAMILIE: Ulmaceae

Syn: *Ulmus celtidea* Litv., *Ulmus simplicidens* E.L. Wolf

Franz: orme lisse, orme diffus; Ital: olmo ciliato, olmo bianco (europeo); Eng: European white elm;

Span: olmo blanco europeo, llamera temblona.

- Die Flatterulme ist eine seltene heimische Baumart mit Hauptvorkommen in Auenwäldern größerer Flüsse [1]. Sie ist tolerant gegenüber Überflutung und weist eine geringe Anfälligkeit für das Ulmensterben auf [2]. Sie wurde bislang waldbaulich nicht oder nur sehr begrenzt gefördert [1] und durch den Rückgang ihres Lebensraums sind die Populationen stark fragmentiert [3]. Die Bedeutung der Flatterulme für die Forstwirtschaft nimmt zu [1], denn sie kann sowohl ungünstige Standorte besiedeln als auch von höheren Temperaturen im Zuge des Klimawandels profitieren [4]. Zudem gibt es nur eine geringe Zahl an Schaderregern, die bestandesbedrohend wirken [2] und sie wird als Alternative auf Eschenstandorten betrachtet [5, 6],

## 3. Bestandesbegründung

### 1. Naturverjüngung:

Das Reproduktionsalter ist mit ca. 35 Jahren erreicht. Die Fruktifikation findet jährlich statt, jedoch mit Schwankungen in der tatsächlichen Samenausbeute. Die Flatterulme ist ein „Lichtkeimer“ und verträgt keine Übererdung [3]. Aufgrund ihrer Eigenschaft als Rohbodenkeimer und des Mangels an fruktifizierenden Altbäumen ist die Naturverjüngung nicht vielversprechend [10].

### 2. Künstliche Verjüngung:

Die Aussaat sollte gleich nach der Fruchtreife geschehen und kann ohne Vorbehandlung des Saatguts stattfinden [1]. Ernteerträge von 10 bis 15 kg (bis hin zu 25 kg) pro Baum sind möglich. Die Gewinnung von Saatgut ist noch nicht im Forstvermehrungsgutgesetz geregelt. Die Gütegemeinschaft für forstliches Vermehrungsgut e. V. (DKV) erkennt aber sechs ausgewiesene Sonderherkünfte an [3]. Die Pflanzung im Wald sollte trupp- bis gruppenweise (z. B. 30 x 30 m) erfolgen und die genetische Vielfalt des Pflanzguts gesichert werden. Der Pflanzverband kann 2 x 1,5 m oder 1,5 x 1,5 m betragen. Wuchshüllen können vor Wildschäden und konkurrenzfähiger Vegetation schützen [10].

### 3. Keimfähigkeit und Überdauerungszeit des Saatgutes:

Die Samen können drei bis fünf Jahre bei einem Wassergehalt von 8-10 % und luftdicht bei -7 °C gelagert werden [3].

### 4. Mineralbodenkeimer:

Ja (Rohbodenkeimer) [3].

### 5. Stockausschlagfähigkeit:

Ja, Wurzelbrut nach Wurzelverletzungen [1].

### 6. Forstvermehrungsgutgesetz:

Nein [16].

### 7. Mögliche Mischbaumarten:

Die Flatterulme sollte in Mischbeständen angebaut werden [15]. Sie wird auf Eschenstandorten als aussichtsreiche Alternative zur Esche betrachtet [5, 10].

## 4. Leistung und Waldbau

### 1. Wachstum:

Die Flatterulme kann bis zu 300 (max. 500) Jahre alt werden. Die Bäume erreichen einen BHD von bis zu 3 m und eine Höhe von bis zu 35 m (max. 40 m) [1].



Blatt der Flatterulme

Die Flatterulme weist in der Jugend ein rasches Höhenwachstum auf, das dann früh kulminiert (ähnlich wie bei der Esche) (Abb. 2) [5]. Christen und Dalgaard (2013) berichten, basierend auf ihrer europaweiten Literaturstudie, einen maximalen dGz von 7 m<sup>3</sup>/ha/J im Alter zwischen 20 und 25 Jahren [17]. Waldbaulich gesehen sollten alte Bäume erhalten und junge, vitale Bäume falls notwendig gefördert werden [10].

## 2. Ökonomische Bedeutung:

Ulmenholz wird nur in geringen Umfang vermarktet, da aufgrund des Ulmensterbens nur ein begrenztes Angebot zur Verfügung steht [18]. Das Holz kann jedoch vielseitig verwendet werden und die Flatterulme kann sich daher als wirtschaftlich interessante Baumart erweisen [10].

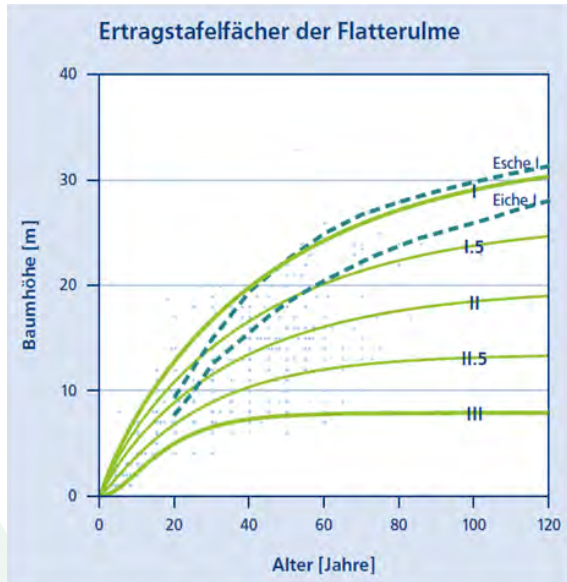


Abb. 2 Ertragstafelfächer der Flatterulme, basierend auf Forstinventurdaten von Bäumen der Kraft'schen Klasse I und II, im Vergleich zur Esche und Eiche [5].

## 5. Erfahrung in Baden-Württemberg und Deutschland

Zum Wachstum der Flatterulme ist wenig bekannt. Es wird oftmals mit dem Wachstum der Esche und der Eiche verglichen [5]. In Nordvorpommern wurde nach Pflanzung auf Eschenstandorten ein rasches Jugendwachstum beobachtet. Dabei erwies sich eine gewisse Übersicherung (Schlussgrad bis ca. 0,3) als vorteilhaft. Im Alter von zehn Jahren erreichten die Bäume eine Höhe von 8 m und im Alter von 15 Jahren eine Höhe von etwa 15 m [19].

## 6. Holzeigenschaften und Holzverwendung

Im Vergleich zum Holz der Feld- und Bergulme besitzt jenes der Flatterulme für die meisten Zwecke ungünstigere Eigenschaften. Für manche Verwendungen wird aber gerade seine Zähigkeit geschätzt, in Osteuropa früher sogar im Maschinenbau [20].

## 1. Holzdichte:

0,65 g/cm<sup>3</sup> (Wassergehalt wurde nicht berichtet) [18].

## 2. Dauerhaftigkeitsklasse:

4 (wenig dauerhaft) [21].

## 3. Konstruktionsbereich (Bauholz, Massivholzwerkstoffe):

Keine Literatur gefunden.

## 4. Innenausbau, Möbelbau:

Möbelherstellung und Innenausbau [22, 23], Furnier, Treppen, Türen, Parkett [24].

## 5. Holzwerkstoffe (OSB, LVL, Spanplatte, MDF):

Keine Literatur gefunden.

## 6. Zellstoff, Papier, Karton:

Keine Literatur gefunden.

## 7. Energetische Nutzung:

Als Brennholz geeignet [25].

## 8. Sonstige Nutzungen:

Pfeifenköpfe, Schreibwerkzeuge [23], Boots- und Schiffsbau, Drechsel- und Schnitzarbeiten, Täfelungen, Wagnerholz, Skier, Paletten [24].

## 7. Sonstige Ökosystemleistungen

### 1. Nicht-Holzverwendung:

Tierfutter [15]. Streunutzung. Bast als Bindematerial [23]. Rinde zum Gerben [24]. Der Bast kann medizinisch und für handwerkliche Zwecke verwendet werden [26]. Die Wirkung von Rindenextrakten gegen Krebs wird untersucht [27].

### 2. Biomassefunktionen:

Biomassefunktionen für die Flatterulme wurden z. B. für die Region Belgrad erstellt [28].

### 3. Landschaftliche und ökologische Aspekte:

Die Flatterulme ist eine der Hauptbaumarten des prioritären FFH-Lebensraumtyp 91F0 „Hartholzau“ im Schutzgebietsnetz Natura 2000 [10]. Die Art trägt zur Erhaltung der heimischen Artenvielfalt bei und stellt angesichts des fortgesetzten Ausfalls von Berg- und Feldulme ein potenzielles Biotop für spezialisierte Arten dar [10]. Einige Arten sind sogar speziell auf die Flatterulme angewiesen [15]. Infolge der Lebensraumzerstörung und des Ulmensterbens sind heute wahrscheinlich nicht mehr als 1 % der natürlichen Populationen noch vorhanden [9]. Die Flatterulme sollte

für die Wiederherstellung von geschädigten Feuchtwäldern genutzt werden [15]. Die Flatterulme stellt bereits im Vorfrühling ein Pollenangebot für Bienen und andere Insektenarten bereit [3] und gilt als aussichtsreiche Stadtbaumart [29].

## 8. Biotische und abiotische Risiken

### 1. Pilze:

Die Flatterulme wird im Vergleich zu den anderen heimischen Ulmenarten als weniger anfällig für das Ulmensterben eingestuft, da sie weniger attraktiv für die Vektoren der Ausbreitung dieser Krankheit ist (Splintkäferarten) [2, 30]. Die Krankheit wird durch die aus Ostasien stammenden Pilze *Ophiostoma ulmi* und *Ophiostoma novo-ulmi* hervorgerufen. Wenn befallene Bäume vorhanden sind, kann durch deren Entfernung der Befall des restlichen Bestandes eingedämmt werden [2].

### 2. Insekten:

Splintkäferarten (*Scolytus* spp.), die Hauptüberträger beider *Ophiostoma*-Arten sind, können an der Flatterulme vorkommen, bevorzugen aber die anderen Ulmenarten [2, 14]. Die Blattwespe *Trichiocampus ulmi* kann Kahlfraß verursachen (Horn (1982) zitiert nach [2]), der jedoch durch Neuaustrieb gut überwunden werden kann [2].

### 3. Sonstige Risiken:

Ulmen-Phloemnekrose, die durch das Bakterium *Candidatus Phytoplasma ulmi* verursacht wird (Braun und Sinclair (1979) zitiert nach [2]). Blattflecken und Hexenbesen-Wuchs, die durch Virenbefall hervorgerufen werden (Stipes und Campana (1981) zitiert nach [2]), können auftreten. Das Bakterium *Erwinia nimipressuralis* kann Schleimfluss verursachen (Richens (1993) zitiert nach [2]).

### 4. Herbivoren/Verbissemöglichkeit:

Mäßige Anfälligkeit für Wildverbiss. Fegen durch Rehe kann vorkommen [2]. Schältschäden wurden in der Region Nordvorpommern beobachtet [19].

### 5. Dürretoleranz:

Tolerant gegenüber Trockenphasen [2, 13]. Durch ihre gute und tiefe Durchwurzelung, auch auf ungünstigen Standorten, kann die Flatterulme tiefliegende Wasserkörper erreichen und sollte dadurch wenig anfällig gegenüber Trockenheit sein (Walter (1931) zitiert nach [6]). Die genetische Vielfalt innerhalb der Art kann eine gewisse Rolle für die Auswahl toleranter Herkünfte spielen [12].

### 6. Feueranfälligkeit:

Tolerant gegenüber und regenerationsfähig nach Bränden (Ullrich et al. (2009) zitiert nach [29]).

### 7. Frosttoleranz:

Tolerant gegenüber Winter- und Spätfrost [2], anfällig für Frühfrost [26] und Frostrisse [13].

### 8. Sturmanfälligkeit:

Sturmfest [13].

### 9. Schneebruch:

Wenig gefährdet [13].

### 10. Invasivitätspotenzial:

Keine Literatur gefunden. Als heimische Baumart ist die Invasivität für Deutschland nicht relevant.



Flatterulme



Blätter und Blüten der Flatterulme

## Literatur

- [1] AAS, G. (2019): Die Flatterulme: Verwandtschaft, Morphologie und Ökologie. in LWF Wissen Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft: Freising. S. 7-12.
- [2] MÜLLER-KROEHLING, S. (2019): Krankheiten, Schädlinge und Schäden an der Flatterulme. in LWF Wissen Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft: Freising. S. 65-75.
- [3] CREMER, E., et al. (2019): Aspekte zur Genetik und zum Vermehrungsgut der Flatterulme. in LWF Wissen Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft: Freising. S. 13-18.
- [4] THURM, E.A., et al. (2018): Alternative tree species under climate warming in managed European forests. *Forest Ecology and Management*. 430: S. 485-497.
- [5] THURM, E.A., et al. (2019): Die Flatterulme als Alternative bei der Baumartenwahl: Standorts- und Leistungspotenzial. in LWF Wissen Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft: Freising. S. 31-42.
- [6] MÜLLER-KROEHLING, S. (2019): Die Flatterulme in Bayern – ein Überblick über ihr Vorkommen und Erfahrungen zu Eignung und Verwendung. in LWF Wissen Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft: Freising. S. 19-30.
- [7] MÜLLER-KROEHLING, S. (2014): *Ulmus laevis* PALL., 1784. Enzyklopädie der Holzgewächse: Handbuch und Atlas der Dendrologie. S. 1-13.
- [8] CAUDULLO, G. und DE RIGO, D. (2016): *Ulmus* - elms in Europe: distribution, habitat, usage and threats, In: *European Atlas of Forest Tree Species*, SAN-MIGUEL-AYANZ, J., DE RIGO, D., CAUDULLO, G., HOUSTON DURRANT, T., und MAURI, A., (Hrsg.) Publ. Off. EU: Luxembourg. pp. e01bd40+.
- [9] MACKENTHUN, G. (2004): The role of *Ulmus laevis* in German floodplain landscapes. *Invest Agrar: Sist Recur For*. 13(1): S. 55-63.
- [10] FALTL, W., et al. (2019): Die (Flatter-)Ulme im Bayerischen Staatswald. in LWF Wissen Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft: Freising. S. 43-48.
- [11] COLLIN, E. (2003): EUFORGEN: Technical Guidelines for genetic conservation and use for European white elm (*Ulmus laevis*). 6.
- [12] VENTURAS, M., et al. (2015): *Ulmus laevis* in the Iberian Peninsula: a review of its ecology and conservation. *iForest-Biogeosciences and Forestry*. 8(2): S. 135.
- [13] ETH ZÜRICH. (2002): *Mitteleuropäische Waldbaumarten: Artbeschreibung und Ökologie unter besonderer Berücksichtigung der Schweiz*. ETH Zürich. 248 S.
- [14] ABS, C. (2002): *Seltene Bäume in unseren Wäldern: erkennen, erhalten, nutzen*. Stiftung Wald in Not. 38 S.

**[15]** MÜLLER-KROEHLING, S. (2019): Biodiversität an Ulmen, unter besonderer Berücksichtigung der Flutterulme. in LWF Wissen Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft: Freising. S. 49-64.

**[16]** BGBL. (2002): Forstvermehrungsgutgesetz vom 22. Mai 2002. In: BGBL. I S. 1658, BUNDESMINISTERIUM DER JUSTIZ UND FÜR VERBRAUCHERSCHUTZ.

**[17]** CHRISTEN, B. und DALGAARD, T. (2013): Buffers for biomass production in temperate European agriculture: A review and synthesis on function, ecosystem services and implementation. *Biomass and Bioenergy*. 55: S. 53-67.

**[18]** RISSE, M. und RICHTER, K. (2019): Das Holz der Flutterulme – Eigenschaften und Verwendung. in LWF Wissen Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft: Freising. S. 76-84.

**[19]** BAUMGART, A. (2019): Die Flutterulme als Ersatzbaumart nach Esche – erste Erfahrungen aus Nordvorpommern. in LWF Wissen Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft: Freising. S. 85-91.

**[20]** LWF BAYERN. Die Flutterulme (*Ulmus laevis* Pall.) - Baum des Jahres 2019, unter: <https://www.lwf.bayern.de/waldbau-bergwald/waldbau/109895/index.php> [Stand: 24.06.2020].

**[21]** EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG. (2016): Dauerhaftigkeit von Holz und Holzprodukten - Prüfung und Klassifikation der Dauerhaftigkeit von Holz und Holzprodukten gegen biologischen Angriff - EN 350.

**[22]** WOLF, H. (2020): Die Flutterulme – Baum des Jahres 2019. *Waldpost*. S. 20-22.

**[23]** HÄNE, K.: Die Flutterulme (*Ulmus laevis*), unter: [https://www.waldwissen.net/wald/baeume\\_waldpflanzen/laub/wsl\\_flutterulme/index\\_DE](https://www.waldwissen.net/wald/baeume_waldpflanzen/laub/wsl_flutterulme/index_DE) [Stand: 24.06.2020].

**[24]** MÜLLER-KROEHLING, S. (2005): Flatterrüster - eine wenig bekannte heimische Holzart. *Holz-Zentralblatt*. 8: S. 109-111.

**[25]** CAUDULLO, G. und DE RIGO, D. (2016): *Ulmus* - elms in Europe: distribution, habitat, usage and threats, In: *European Atlas of Forest Tree Species*, SAN-MIGUEL-AYANZ, J., DE RIGO, D., CAUDULLO, G., HOUSTON DURRANT, T., und MAURI, A., (Hrsg.) Publ. Off. EU: Luxembourg. e01bd40+.

**[26]** SCHWAB, P. (2001): Flutterulme: *Ulmus laevis* Pall. Zürich: Professur Waldbau ETHZ/BUWAL. 8 S.

**[27]** HARTMANN, A.-M., et al. (2011): Effects of elm bark extracts from *Ulmus laevis* on human chorion carcinoma cell lines. *Archives of gynecology and obstetrics*. 284(5): S. 1265-1269.

**[28]** DEVETAKOVIC, J., et al. (2018): European white elm biomass production (*Ulmus laevis* Pall.) in high-density plantation. *Reforesta*. 5: S. 22-26.

**[29]** MÜLLER-KROEHLING, S. (2019): Die Flutterulme als Stadtbaum. in LWF Wissen Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft: Freising. S. 92-101.

**[30]** MARTÍN, J.A., et al. (2019): Breeding and scientific advances in the fight against Dutch elm disease:

Will they allow the use of elms in forest restoration? *New Forests*. 50(2): S. 183-215.

# REFERENZBAUMART ROTBUCHE



## 1. Verbreitung und Ökologie

### 1. Natürliche Verbreitung:

Von Nordgriechenland, Sizilien über Korsika bis ins südliche Skandinavien sowie auch von Spanien bis in den Nordwesten der Türkei [2]. Der Verbreitungsschwerpunkt liegt in Deutschland [6]. Deutschland war vor dem Eintreffen der Römer fast vollständig mit Wald und davon zu zwei Dritteln mit Buchenwald bedeckt. Heutzutage sind nur noch 15 % der gesamten Waldfläche mit Rotbuche bestockt [7].

### 2. Klimatische Kennziffern:

Jährlicher Niederschlag zwischen 500 und 1.800 mm und Jahresmitteltemperatur von 2 bis 14 °C (Abb. 1) [8]. Die Rotbuche ist an atlantische bis subkontinentale Klimabedingungen angepasst. Auf Standorten mit einer Vegetationszeit unter fünf Monaten und geringerem Niederschlag als 250 mm sollte der Anbau

unterbleiben [9]. Hohes Wachstum kommt in Gebieten ab einer Jahresmitteltemperatur von 7 bis 8 °C und Niederschlägen von 600 bis 700 mm vor [4]. Hitze-Letalgrenze der Blätter: 47 °C (Pisek (1968) zitiert nach [2]).

### 3. Natürliche Waldgesellschaft:

Laubwälder der Klasse *Querco-Fagetea*, in denen Baumarten der Gattungen *Acer*, *Carpinus*, *Fagus*, *Fraxinus*, *Tilia* und *Ulmus* vorherrschend sind, besiedeln den größten Teil Mitteleuropas. In den mittleren und oberen Montanstufen können Tannen-Buchenwälder vorkommen. Auf stark sauren Böden kommen Eichen-Buchenwälder vor [10].

### 4. Künstliche Verbreitung:

Vereinigte Staaten (New England) [11], Indien, Irland [12].

### 5. Lichtansprüche:

Im jungen Alter sehr schattentolerant [5, 10, 13] und im Alter schattentolerant [14].

### 6. Konkurrenzstärke:

#### 6.1. Verjüngungs-Dickungsphase:

Die Sämlinge wachsen langsamer als die vieler anderer Baumarten, können sich aber unter Schirm verjüngen und, falls notwendig, eine gewisse Zeit verharren. Die Freistellung kann in Beimischung mit langsamwachsenden Arten (z. B. *Sorbus torminalis*) später erfolgen als in Beimischung mit schnellwachsenden Arten (z. B. *Acer pseudoplatanus*), welche auch die Rotbuche verdrängen können [5]. Unterschiedliche Höhen von Jungpflanzen in den ersten Jahren wirken sich auch in späteren Jahren auf die Überlebenschancen und das Wachstumspotenzial der Bäume aus [15].

#### 6.2. Baum- und Altholzphase:

Groß. Der Konkurrenzkraft nimmt in Gebieten mit Niederschlägen geringer als 750 mm und nährstoffarmen Böden ab [14]. Wegen ihrer breiten ökologischen Amplitude ist die Rotbuche in vielen Waldgesellschaften herrschend [10].

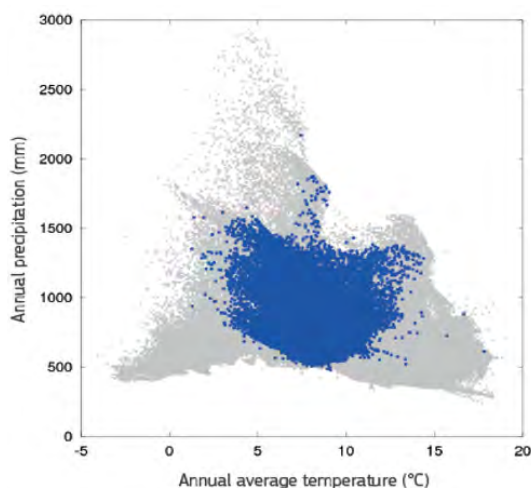


Abb. 1 Vorkommen der Art (blaue Punkte) in Bezug zum Niederschlag und zur Temperatur in Europa (graue Punkte: gesamter europäischer Klimaraum in den Inventurdaten) [8].



# ■ *Fagus sylvatica* L. ROTBUCH

## ■ FAMILIE: Fagaceae

Syn: *Castanea fagus* Scop

Franz: hêtre commun, fau, fayard, fouteau; Ital: faggio, fago; Eng: European beech, common beech;

Span: haya común, fayard.

- Die Rotbuche ist unter heutigen Bedingungen eine der wichtigsten Laubbaumarten in BW [1] und in Europa. Sie hat eine große ökologische Bedeutung, da sie in weiten Teilen die Hauptbaumart der naturnahen Waldgesellschaft darstellt. Ihr Holz findet vielfältige Verwendung, was die Rotbuche damit auch zu einer wertvollen Wirtschaftsbaumart macht [2]. Sie bevorzugt milde Winter und nasse Sommer [3]. Eine Studie aus Bayern wies darauf hin, dass die Rotbuche bei geringem Temperaturanstieg (1-2 °C), aber gleichbleibenden Feuchtigkeitsverhältnissen während der Vegetationsperiode vor allem in kühleren Gebieten die Produktivität beibehalten könnte [4]. Im Zuge des Klimawandels kann aber das Vorkommen auf bestimmten Standorten durch die Anfälligkeit gegenüber Trockenheit beeinträchtigt werden [3, 5].

## 2. Standortbindung

Die Rotbuche bevorzugt tiefgründige, frische und gut durchlüftete Böden [9].

### 1. Nährstoffansprüche:

Mittlere Ansprüche [14]. Nährstoffreiche Böden erhöhen jedoch das Wachstum [9].

### 2. Kalktoleranz:

Kalkhaltige Böden sind bevorzugt [13] und verbessern das Wachstum und die Stammform [14].

### 3. pH-Wert:

Von stark sauren Böden (pH < 3) bis hin zu Kalkstandorten (pH > 8) (Tschermak (1950) zitiert nach [2]), extrem saure Böden sind aber nicht geeignet [9].

### 4. Tontoleranz:

Gering (Mitchell (1996) zitiert nach [3]).

### 5. Staunässe- und Grundwassertoleranz:

Gering bis ungeeignet [9, 10].

### 6. Blattabbau (Streuzersetzung und Nährstoffe):

Langsamer Abbau [10], wirkt jedoch bodenverbessernd [16].

folgen [5], durch Tiere können die Samen einige Kilometer weit transportiert werden [2]. Die Sämlinge sind sehr schattentolerant, allerdings sehr empfindlich gegenüber Dürre, Frost und Verbiss. Die natürliche Verjüngung hat Vorteile unter mittlerer Überschirmung [5]. In der Regel wird das Schirmschlagverfahren mit einer Auflichtung von zunächst ca. 15 %, u. a. zur Humusverbesserung angewandt. Nach einem Mastjahr ist eine weitere Reduzierung der Überschirmung von 30-40 % vorteilhaft für die Verjüngung. In den folgenden Jahren werden alte Bäume schrittweise geerntet, um die Entwicklung der Verjüngung zu begünstigen (Hartig (1791) zitiert nach [2]).

### 2. Künstliche Verjüngung:

Für den Waldumbau (neue Herkünfte oder Rotbuche als neue Baumart) oder die Aufforstung von landwirtschaftlichen Flächen ist eine künstliche Verjüngung erforderlich.



Blatt und Frucht der Rotbuche

## 3. Bestandesbegründung

### 1. Naturverjüngung:

Das Reproduktionsalter beginnt mit ca. 50 Jahren. Die Samenproduktion findet alle fünf bis acht Jahre statt [10]. Die Verbreitung durch Wind kann lediglich über eine Distanz von bis zu 20 m er-

Diese kann mit der Pflanzung von 1- bis 4-jährigen Pflanzen oder direkter Aussaat erfolgen [5]. Sämlinge können in Verbänden von 1 x 1 bis 2 x 1 m gepflanzt werden [17]. Samen können von Ende September bis Anfang November geerntet werden [2]. Diese haben allerdings eine Keimhemmung und müssen vor der Aussaat im Frühling stratifiziert werden [14]. Die Aussaat erfolgt in der Regel nach einer Bodenbearbeitung in Streifen, Rillen oder Plätzen. Für Reinbestände

werden zwischen 200 und 300 kg Saatgut/ha benötigt, für Mischbestände mit einem Rotbuchenanteil von 30 % zwischen 30 und 40 kg. Die vegetative Vermehrung ist von geringer Bedeutung [2].

### 3. Keimfähigkeit und Überdauerungszeit des Saatgutes:

Halbes Jahr ohne Keimverlust [2]. Für kurze Überdauerungszeit sind ein Wassergehalt von ca. 30 % und die Lagerung bei 0 bis 5 °C notwendig. Für lange Überdauerungszeiten (3-4 Jahre) sind ein Wassergehalt von 10 % und die Lagerung bei -10 °C optimal [18].

### 4. Mineralbodenkeimer:

Ja [19].

### 5. Stockausschlagfähigkeit:

Mittelmäßig [10], auch Wurzelbrut [14].

### 6. Forstvermehrungsgutgesetz:

Ja [20].

### 7. Mögliche Mischbaumarten:

Die Mischung mit Traubeneiche und Kiefer zeigt sich unter warmen und trocken Klimabedingungen vorteilhaft [9]. Die Baumarten Fichte, Europäische Lärche, Douglasie, Kiefer und Bergahorn eignen sich zur Mischung auf Böden mit Silikatgestein, während Esche, Bergahorn, Kirsche und Elsbeere auf Böden aus basischem Gestein beigemischt werden sollten [9]. Die Mischung mit Douglasie kann die Waldproduktivität und die Stabilität der Douglasie gegenüber Trockenheit und Sturm erhöhen [21]. Für die Verjüngung von Pionierbaumarten unter buchendominierten Wäldern müssen kleine Lücken und Lichtkegel geschaffen werden [5].

werden in der Regel im Hochwaldbetrieb zur Erzeugung von gutem Stammholz mit möglichst hohem Anteil an Wertholz bewirtschaftet [2]. Die natürliche Astreinigung ist in hoch bestockten Jungbeständen (5.000-10.000 Pflanzen/ha) gewährleistet (Sandhof (1809) zitiert nach [2]). Sobald die gewünschte Höhe des astfreien Schafts erreicht ist, werden starke Eingriffe zur Förderung der Z-Bäume durchgeführt (Wilhelm et al. (1999) zitiert nach [2]), um rotkernfreie Schäfte über 60 cm BHD zu erzeugen (Burschel (1997) zitiert nach [2]). Außerdem zeigen Ergebnisse aus Südwestdeutschland, dass durch die Durchforstung das Stammdickenwachstum sowie die Resistenz, Erholung und Resilienz der freigestellten Bäume bei Trockenheit erhöht wird [22]. Mittlere periodische Zuwächse für die Rotbuche liegen in Baden-Württemberg sowie in Gesamtdeutschland nach der III. Bundeswaldinventur bei knapp über 10 m<sup>3</sup>/ha/J im rechnerischen Reinbestand [23].

### 2. Ökonomische Bedeutung:

Eine der wichtigsten Laub-Nutzbaumarten in Europa [24], deren Bewirtschaftung meist auf die Erzeugung von Wertholz ausgerichtet ist [25].

## 5. Erfahrung in Baden-Württemberg und Deutschland

Es liegt umfangreiche Erfahrung über den Waldbau und das Wachstum der Rotbuche vor. Für Bonitätsfächer in BW siehe Bösch (2001) [26].

## 6. Holzeigenschaften und Holzverwendung

Buchenholz ist eines der am vielseitigsten verwendbaren einheimischen Nutzhölzer [2, 8]. Es zeichnet sich vor allem durch seine überdurchschnittlich hohen Festigkeitseigenschaften aus. Das fast weiße Holz ist sehr gleichmäßig aufgebaut. Charakteristisch sind zahlreiche breite Holzstrahlen. Ältere Buchen bilden unter bestimmten Umständen einen Farbkern, der als Rotkern bekannt und unter der Bezeichnung „Wildbuche“ in den letzten Jahren im Möbelbau in Mode gekommen ist [27]. Außerdem ist das Holz für das Dampfbiegen sehr gut geeignet [13].

### 1. Holzdichte:

0,54 ... 0,72 ... 0,91 g/cm<sup>3</sup> (r<sub>12...15</sub>) [28].

## 4. Leistung und Waldbau

### 1. Wachstum:

Die Bäume erreichen bis 260 cm BHD und 50 m Höhe [10]. Auf guten Sandorten kann eine Höhe von 30 m im Alter von 100 Jahren oder 40 m im Alter von 150 Jahren erreicht werden. Rotbuchen werden ca. 300 Jahre alt. Das wirtschaftliche Nutzungsalter liegt zwischen 80 und 140 Jahren [2]. Wachstum und Reaktionsvermögen der Bäume auf Freistellung halten bis ins hohe Alter an [14]. Allerdings nimmt die holzentwertende Rotkernbildung mit zunehmendem Alter und Durchmesser zu [1]. Der laufende Höhenzuwachs kulminiert im Alter 30, der durchschnittliche Höhenzuwachs im Alter 40 [2]. Buchenbestände

2. **Dauerhaftigkeitsklasse:**  
5 (nicht dauerhaft) [29]. Das Holz ist sehr empfindlich gegenüber Feuchtigkeit [13].
3. **Konstruktionsbereich (Bauholz, Massivholzwerkstoffe):**  
Eingeschränkt geeignet, innovative Produkte kommen mehr und mehr auf den Markt [30].
4. **Innenausbau, Möbelbau:**  
Möbelbau, Furnier, Parkett, Treppen [30].
5. **Holzwerkstoffe (OSB, LVL, Spanplatte, MDF):**  
Brettschichtholz [31], Spanplatten, Faserplatten, Sperrholzplatten, Formteile [30].
6. **Zellstoff, Papier, Karton:**  
Geeignet für die Papier- und Zellstoffindustrie [30]. Die Nutzung in der Papierherstellung ist allerdings durch die kurze Faserlänge begrenzt (Knigge (1966) zitiert nach [2]).
7. **Energetische Nutzung:**  
Sehr gut, das Holz wird oft als Brennholz und für die Kohleherstellung verwendet [13, 24].
8. **Sonstige Nutzungen:**  
Das Holz findet Verwendung zur Herstellung von Haushaltsutensilien [13], Kunstfasern (z. B. Viskose) [2], Musikinstrumententeilen [28], Eisenbahnschwellen und Spielzeug [30].

## 7. Sonstige Ökosystemleistungen

1. **Nicht-Holzverwendung:**  
Die Blätter können an Vieh verfüttert werden. In der Vergangenheit wurden die Blätter auch für die menschliche Ernährung verwendet und die Rotbucheneckern wurden zu Mehl gemahlen oder gepresst als Öl verwendet [13]. Die Bucheckern sind roh leicht giftig, können aber geröstet ohne Probleme verspeist werden [32]. Die Asche wurde früher für die Herstellung von Glas und Seife verwendet, heute dient sie als Pottasche (Savill et al. (1997) zitiert nach [2]).
2. **Biomassefunktionen:**  
Biomassefunktionen sind für viele europäische Länder bekannt. Sie wurden für verschiedene Kompartimente entwickelt und stützen sich auf den Baumdurchmesser und die Baumhöhe als Prädiktoren [33]. Außerdem stellen zahlreiche Studien Biomassefunktionen für Deutschland bereit (z. B. [34-36]).

3. **Landschaftliche und ökologische Aspekte:**  
Buchenwälder sind ökologisch wichtige Ökosysteme in Mitteleuropa, die oftmals durch das Schutzgebietsnetz Natura 2000 geschützt sind. In Deutschland sind die fünf wichtigsten Buchenwaldtypen darin einbezogen [6]. Die Buche stellt eine Nahrungsquelle für zahlreiche Wildtiere dar und kann die Bodenqualität sichern oder sogar verbessern [8]. Im Winter ernähren sich 26 Vogelarten und 17 Säugtierarten überwiegend von Bucheckern (Schwerdtfeger (1981) zitiert nach [2]). Zur Förderung der biologischen Vielfalt können die Erhaltung von alten Bestandsstrukturen (z. B. alte Bäume, tote Stämme usw.) und kleinflächige waldbauliche Eingriffe beitragen [7]. Außerdem weist sie eine attraktive Herbstfärbung auf [2] und wird als Stadt- und Parkbaum angepflanzt [3].

## 8. Biotische und abiotische Risiken

1. **Pilze:**  
Der Befall von *Phytophthora* spp. kann in der Verjüngung hohe Ausfälle hervorrufen (Schwerdtfeger (1981) zitiert nach [2]) und wird vermutlich unter steigenden Temperaturen zunehmen [3]. Pilzarten der Gattung *Nectria* spp. rufen Krebs hervor und mindern die Holzqualität. *Fomes fomentarius*, *Fomitopsis pinicola* und *Polyporus*-Arten sind Holzfäuleerreger [2]. Die Rindennekrose ist eine Komplexkrankheit, die infolge von Witterungsextremen und Laus- und Pilzbefall hervorgerufen wird [14] und in Mitteleuropa meist an einzelnen Orten, aber auch auf größeren Flächen auftritt [2]. Zahlreiche Pilzarten entwerten das Holz, wenn es im Wald liegen bleibt [2].
2. **Insekten:**  
Der Buchenwickler (*Cydia fagiglandana*) kann die Fruchtentwicklung stark beeinträchtigen (Veldmann (1978) zitiert nach [2]). Die Buchenwollschildlaus (*Cryptococcus fagisuga*) verursacht Verletzungen an der Rinde, welche Eintrittspforten für Sekundärpathogene (z. B. *Nectria coccinea* und *Fomes fomentarius*) schaffen (bzw. Rindennekrose verursachen) [2].
3. **Sonstige Risiken:**  
Die Bildung von Rotkern (oder Spritzkern, abnormem Kern) entsteht oft durch Verletzung des Stamms oder starke Totäste [2], wodurch Luftsauerstoff in das Holzgewebe eindringen kann [37].

- 4. Herbivoren/Verbissemempfindlichkeit:**  
Anfällig [10], zeigt aber mehr Resistenz als andere Baumarten [3].
- 5. Dürretoleranz:**  
Gering [10]. Eine Studie aus Griechenland zeigt, dass das Vorkommen von Buchenbeständen an den Osthängen des Olymp von einer Wasserspeicherkapazität von mindestens 153 mm und Evapotranspirationsraten höher als 277 mm (in den drei trockensten Monaten) begrenzt wurde [38].
- 6. Feueranfälligkeit:**  
Kleine Bäume (BHD < 36 cm) sind eher anfällig, sterben aber langsam ab. Die Verjüngung profitiert von einzelnen Waldbränden moderater Intensität [39, 40].
- 7. Frosttoleranz:**  
Stark spätfrostgefährdet [9, 10], vor allem in der Verjüngung und bei jungen Bäumen [2].
- 8. Sturmanfälligkeit:**  
Mittelmäßig [10] bis sturmfest [13].
- 9. Schneebruch:**  
Geringe Gefahr [10], wenn die Krone unbelaubt ist. Sie weist höhere Schneedruckempfindlichkeit in der Dickungs- und Stangenholzphase auf [14].
- 10. Invasivitätspotenzial:**  
In den USA als gering eingestuft [41], wird aber in Schottland naturschutzfachlich als potenziell invasiv betrachtet [42]. Als heimische Baumart ist die Invasivität für Deutschland nicht relevant.

## Literatur

- [1] SEELING, U. und BECKER, G. (2002): Der „Rotkern“ bei großkronigen Buchen. FVA-einblick.
- [2] ROLOFF, A., et al. (2010): Bäume Mitteleuropas: Von Aspe bis Zirbel-Kiefer. 1. ed. Weinheim: WILEY-VCH. 479 S.
- [3] PACKHAM, J.R., et al. (2012): Biological Flora of the British Isles: *Fagus sylvatica*. Journal of Ecology. 100(6): S. 1557-1608.
- [4] FELBERMEIER, B. (1993): Der Einfluß von Klimaänderungen auf die Areale von Baumarten. Forstliche Forschungsberichte München. Bd. 134. Freising. 228 S.
- [5] WAGNER, S., et al. (2010): Beech regeneration research: from ecological to silvicultural aspects. Forest Ecology and Management. 259(11): S. 2172-2182.
- [6] SSYMANK, A., et al. (2010): Natura 2000 in Deutschland. Bonn: Bundesamt für Naturschutz, 75 S.
- [7] FELBERMEIER, B. und MOSANDL, R. (2011): Die Buche-Neue Perspektiven für Europas dominierende Laubbaumart. LWF aktuell. (85): S. 25-27.
- [8] HOUSTON DURRANT, T., et al. (2016): *Fagus sylvatica* in Europe: distribution, habitat, usage and threats, In: European Atlas of Forest Tree Species, SAN-MIGUEL-AYANZ, J., DE RIGO, D., CAUDULLO, G., HOUSTON DURRANT, T., und MAURI, A., (Hrsg.) Publ. Off. EU: Luxembourg. e012b90+.
- [9] OTTO, H.J., et al. (2014): Standortansprüche der wichtigsten Waldbaumarten. aid Infodienst Bonn. 46 S.
- [10] ELLENBERG, H. und LEUSCHNER, C. (2010): Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen. 6 ed. Stuttgart (Hohenheim): Eugen Ulmer KG. 1333 S.
- [11] GO-BOTANY. *Fagus sylvatica* L., unter: <https://gobotany.nativeplanttrust.org/species/fagus/sylvatica/> [Stand: 22.01.2020].
- [12] GBIF. (2020): *Fagus sylvatica* L., unter: <https://www.gbif.org/species/2882316> [Stand: 24.01.2020].
- [13] FINKEN, K. (2007): Rotbuche und Steineiche: Laubbäume in alten Bildern und Geschichten. Ostfildern: Jan Thorbecke Verlag. 136 S.
- [14] ETH ZÜRICH. (2002): Mitteleuropäische Waldbaumarten: Artbeschreibung und Ökologie unter besonderer Berücksichtigung der Schweiz. ETH Zürich 248 S.
- [15] AMMER, C., et al. (2008): Ontogenetic variation in the relative influence of light and belowground resources on European beech seedling growth. Tree Physiology. 28(5): S. 721-728.
- [16] MICHIELS, H.-G. und KOLLER, S. (1998): Die standörtlichen Grenzen der Buche am Beispiel des Virngrundes. AFZ-Der Wald. 15: S. 788-790.
- [17] WICHT-LÜCKGE, G. (2014): Richtlinie landesweiter Waldentwicklungstypen (WET). BIEWALD, G., GÖCKEL, C., JACOB, A., KILIAN, M., KOHNLE, U., MICHIELS, H.-G., NAGEL, J., SCHABEL, A., und SCHMALFUß, N. Landesbetrieb Forst Baden-Württemberg,



Rotbuche

Ministerium für Ländlichen Raum und Verbraucherschutz Baden-Württemberg: Stuttgart. 116 S.

[18] GOSLING, P.G. (1991): Beechnut Storage: A Review and Practical Interpretation of the Scientific Literature. *Forestry: An International Journal of Forest Research*. 64(1): S. 51-59.

[19] EBERT, V., et al. (2004): Waldbau-Richtlinie 2004 „Grüner Ordner“ der Landesforstverwaltung Brandenburg. FORST, A. Ministerium für Landwirtschaft, Umweltschutz und Raumordnung des Landes Brandenburg: Potsdam. 16 S.

[20] BGBl. (2002): Forstvermehrungsgutgesetz vom 22. Mai 2002. In: BGBl. I S. 1658, BUNDESMINISTERIUM DER JUSTIZ UND FÜR VERBRAUCHERSCHUTZ.

[21] THURM, E.A., et al. (2017): Mixed stands of Douglas-fir and European beech compared to pure stands. 200 ed. Forstliche Forschungsberichte München. Freising: Technische Universität München. 184 S.

[22] DIACONU, D. (2016): Impact of Thinning and Aspect on Growth and Drought Tolerance of European Beech: Analyses on a Cellular-, Tree-and Stand-level. Albert-Ludwigs-Universität Freiburg im Breisgau. 107 S.

[23] POLLEY, H., et al. (2014): Der Wald in Deutschland: Ausgewählte Ergebnisse der dritten Bundeswaldinventur. Berlin: Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL). 52 S.

[24] EUFORGEN. *Fagus sylvatica*: European beech, unter: <http://www.euforgen.org/species/fagus-sylvatica/> [Stand: 23.01.2020].

[25] LANGSHAUSEN, J. (2009): Optionen der Wachstumssteuerung zur Produktion von Wertholz bei der Baumart Buche (*Fagus sylvatica* L.). Albert-Ludwigs-Universität: Freiburg im Breisgau. 291 S.

[26] BÖSCH, B. (2001): Neue Bonitierungs- und Zuwachshilfen. Wissenstransfer in Praxis und Gesellschaft – FVA Forschungstage. ed. FORSCHUNG, S.F.F. Bd. 18. Freiburg: FVA - BW. S. 266-276.

[27] LWF BAYERN. Mutter des Waldes - Die Rotbuche (*Fagus sylvatica* L.) - Baum des Jahres 1990, unter: <https://www.lwf.bayern.de/waldbau-bergwald/waldbau/096555/index.php> [Stand: 24.06.2020].

[28] WAGENFÜHR, R. (2007): HOLZatlas. München: Fachbuchverlag Leipzig im Carl Hanser Verlag. 816 S.

[29] EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG. (2016): Dauerhaftigkeit von Holz und Holzprodukten - Prüfung und Klassifikation der Dauerhaftigkeit von Holz und Holzprodukten gegen biologischen Angriff - EN 350.

[30] NIEMZ, P. (2007): Verwendungsmöglichkeiten von Buchenholz - Von der Waschlaube bis zum Snowboard-Kern. WALD UND HOLZ. 10: S. 35-37.

[31] SCHMIDT, M. und GLOS, P. (2010): Forstlicher Hoffnungsträger: Brettschichtholz aus Buche. LWF-aktuell. (77): S. 15-17.

[32] NABU. Bucheckern: Nussig und nahrhaft, unter: <https://www.nabu.de/umwelt-und-ressourcen/oekologisch-leben/essen-und-trinken/natur/14179.html> [Stand: 24.06.2020].

[33] ZIANIS, D., et al. (2005): Biomass and stem volume equations for tree species in Europe. SILVA

FENNICA Monographs 463.

[34] RIEDEL, T. und KÄNDLER, G. (2017): Nationale Treibhausgasberichterstattung: Neue Funktionen zur Schätzung der oberirdischen Biomasse am Einzelbaum. *forstarchiv* 88. 2: S. 31-38.

[35] PRETZSCH, H., et al. (2014): Nährstoffentzüge durch die Holz- und Biomassenutzung in Wäldern. Teil 1: Schätzfunktionen für Biomasse und Nährelemente und ihre Anwendung in Szenariorechnungen. *Allgemeine Forst- u. Jagdzeitung*. 185(11/12): S. 261-285.

[36] VONDERACH, C., et al. (2018): Consistent set of additive biomass functions for eight tree species in Germany fit by nonlinear seemingly unrelated regression. *Annals of forest science*. 75(2): 49 S.

[37] KOCH, G. (2007): Rotkernbildung der Buche Holz-Zentralblatt

[38] XYSTRAKIS, F. (2009): The drought tolerance limit of European beech (*Fagus sylvatica* L.) stands on Mt. Olympus, NC Greece. Faculty of Forest and Environmental Sciences, Albert-Ludwigs Universität Freiburg. 168 S.

[39] MARINGER, J., et al. (2016): What drives European beech (*Fagus sylvatica* L.) mortality after forest fires of varying severity? *Forest Ecology and Management*. 368: S. 81-93.

[40] MARINGER, J., et al. (2016): Resilience of European beech forests (*Fagus sylvatica* L.) after fire in a global change context. *International Journal of Wildland Fire*. 25(6): S. 699-710.

[41] GILMAN, E.F. und WATSON, D.G. (2006): *Fagus sylvatica*: European Beech. ENH403 - Environmental Horticulture, UF/IFAS Extension.

[42] WILSON, S. (2006): The European beech (*Fagus sylvatica* L.) in Scotland: history, distribution and ecological potential. *Scottish Forestry*. 60(4): S. 4-12.

Da die Rotbuche als heutige Hauptbaumart in anderen Arbeiten bereits umfangreich untersucht wurde, dient ihre Auflistung hier in den knappen Baumartensteckbriefen überwiegend Referenzzwecken und kann keine umfassende Darstellung der Primärliteratur leisten.

# REFERENZBAUMART GEWÖHNLICHE FICHTE



## 1. Verbreitung und Ökologie

### 1. Natürliche Verbreitung:

Das natürliche Verbreitungsgebiet erstreckt sich über die nördlich-kontinentalen Breiten Eurasiens. Sie kommt in Gebirgen in Mittel-, Süd- und Südosteuropa vor und ist in weiten Teilen Skandinaviens, im nördlichen Osteuropa und Sibirien verbreitet. In Mitteleuropa findet man sie auf hochmontanen und subalpinen Höhenstufen der Alpen sowie auf höheren Lagen [2].

### 2. Klimatische Kennziffern:

Jahresmitteltemperatur von -3 bis 12 °C [9] und optimal zwischen 5 bis 7,5 °C (Nebe (1968) zitiert nach [1]). Jährlicher Niederschlag von ca. 500 bis über 2.500 mm (Abb. 1) [3].

### 3. Natürliche Waldgesellschaft:

Die Gewöhnliche Fichte kommt in borealen Wäldern häufig zusammen mit Birke und Aspe vor, in alpinen Regionen mit der Europäischen

Lärche und Zirbelkiefer, in montanen Gebieten mit der Rotbuche und Weißtanne und auf trockenen Standorten mit der Waldkiefer [6].

### 4. Künstliche Verbreitung:

Westeuropa (z. B. England), Vereinigte Staaten, Kanada, Japan [1] sowie Südafrika, Neuseeland und Tasmanien (Taylor et al. (1993) und Svenning und Skov (2004) zitiert nach [3]).

### 5. Lichtansprüche:

Mittlere Schattentoleranz [8]. Das Lichtbedürfnis nimmt mit dem Alter zu [1].

### 6. Konkurrenzstärke:

#### 6.1. Verjüngungs-Dickungsphase:

Gut auf nährstoffärmeren und bodensauren Standorten, schwach auf günstigeren Standorten, wo sie anderen Baum- und Krautarten unterlegen sein kann [1]. Sie zeigt eine langsame Jugendentwicklung [1], und kann jahrelang unter der Dachkronen überleben [3]. Auf freier Fläche ist allerdings ein rasches Jugendwachstum zu beobachten (Leibundgut (1982) zitiert nach [1]).

#### 6.2. Baum- und Altholzphase:

Raschwüchsige Art ab dem 15. Lebensjahr (abhängig vom Standort) [1], gilt im Fichten-Tannen-Buchen-Mischwald in der Regel als vorwüchsig [10].

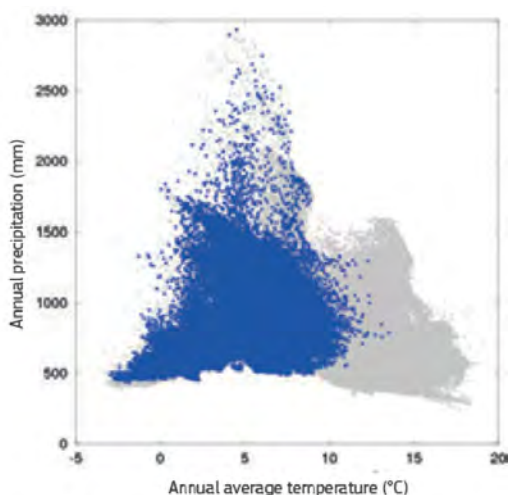


Abb. 1 Vorkommen der Art (blaue Punkte) in Bezug zum Niederschlag und zur Temperatur in Europa (graue Punkte: gesamter europäischer Klimaraum in den Inventurdaten) [3].

## 2. Standortsbindung

Eine ausreichende Wasserversorgung ist für die Fichte erforderlich [1, 4]. Wüchsige Bestände kommen auf frischen bis feuchten und nährstoffreichen Böden vor [1].

### 1. Nährstoffansprüche:

Gering [8]. Sie besiedelt basenarme bis -reiche Böden [1].

# ■ *Picea abies* (L.) H. Karst. GEWÖHNLICHE FICHTE

## ■ FAMILIE: Pinaceae

Syn: *Picea abies* subsp. *acuminata* Parfenov, *Picea excelsa* (Lamb.) Link, *Pinus abies* L., *Pinus excelsa* Lamb., u.a.  
Franz: épicéa commun, sapin du Nord; Ital: abete rosso, peccio; Eng: Norway spruce; Span: abeto rojo, picea de Noruega.

- Die Gewöhnliche Fichte ist eine der wichtigsten Nadelbaumarten in Europa und wird weit über ihr natürliches Verbreitungsgebiet als Wirtschaftsbaum kultiviert [1]. Häufig wird sie an den Grenzen ihrer ökologischen Nische angebaut [2-4]. An diesen ungeeigneten Standorten fallen die Gefährdungen durch Hitze, Dürre und Schädlinge drastisch aus [3]. Zusätzlich ist sie stark von Trockenheit und Stürmen bedroht [5]. Sie ist eine Baumart mit großer Schädlings- [6] und Trockenheitsempfindlichkeit [7] und kann nur von Wärme profitieren solange ausreichende Wasserversorgung vorhanden ist [8]. Durch ihr weitreichendes Verbreitungsgebiet hat die Fichte eine große Standortstoleranz [4] und zahlreiche Varietäten und Subspezies, welche eine gewisse Dürre-resistenz aufweisen können [1, 8]. So gilt beispielsweise die verwandte Sibirische Fichte (*Picea obovata*, Syn: *Picea abies* subsp. *obovata* (Ledeb.) Hultén) als weniger empfindlich gegenüber Hitze und Dürre [1].

## 2. Kalktoleranz:

Auf kalkreichen Böden entsteht oft eine Nadelverfärbung, die auf eine unausgeglichene Nährstoffversorgung hindeutet [4].

## 3. pH-Wert:

4 bis 5 im Hauptwurzelbereich ist optimal (Kreutzer (1970b) zitiert nach [8]).

## 4. Tontoleranz:

Gut [1], vor allem bei ausreichender Belüftung [4].

## 5. Staunässe- und Grundwassertoleranz:

Mittelmäßig [6]. Staunässe führt jedoch zur Flachwurzligkeit [11].

## 6. Blattabbau (Streuzersetzung und Nährstoffe):

Gering bis sehr gering [6], kann mit der Zeit zur Bodenversauerung führen [6, 12].

Die Ernte der Zapfen erfolgt von November bis Februar und die Aussaat standortsabhängig von März bis Mai. Vegetativ lässt sich die Fichte durch Stecklinge und Veredelung vermehren [1]. Bei Container- oder Ballenpflanzung sollten im Frühjahr oder Herbst 2+2(3)-Sämlinge gepflanzt werden. Der Pflanzverband kann 3 (2,5) x 1 (1,5) m betragen mit einer Pflanzendichte zwischen 2.200 und 3.300 je ha [10]. Enge Pflanzverbände können, vor allem auf Standorten mit eingeschränkter Wasserversorgung, zur Wuchsstockung führen [7, 10]. Für Herkunftsempfehlungen siehe Quelle [10], Seite 353.

## 3. Keimfähigkeit und Überdauerungszeit des Saatgutes:

95 %. Die Samen können 3-4 Jahre ohne Keimverlust gelagert werden (bei Kühlung getrockneter Samen sogar 5-10 Jahre) [1].



Nadeln und Frucht der Fichte

## 3. Bestandesbegründung

### 1. Naturverjüngung:

Untergeordnete Bedeutung in bewirtschafteten Reinbeständen [1, 10]. Die Naturverjüngung ist bedeutsam auf Standorten mit geringer Wachstumsleistung oder wo die Erhaltung der autochthonen Standortssorte wichtig ist. Ein Schirmschlag- oder ein Keilverfahren (bei Sturmgefahr) haben sich bewährt. Standorte mit hoher Sturmgefährdung, Unkrautkonkurrenz oder starker Rohhumusbildung sind für die Naturverjüngung problematisch [10]. Das Reproduktionsalter beginnt mit ca. 50 Jahren. Die Samenproduktion findet alle drei bis fünf Jahre statt [6].

### 2. Künstliche Verjüngung:

In der Regel durch generative Vermehrung.

### 4. Mineralbodenkeimer:

Ja [1].

### 5. Stockausschlagfähigkeit:

Sehr gering [6], kann sich aber vegetativ durch Absenker vermehren [2].

### 6. Forstvermehrungsgutgesetz:

Ja [13].

**7. Mögliche Mischbaumarten:**

Die Gewöhnliche Fichte lässt sich gut mit anderen Nadelbaumarten wie Tanne, Lärche und Douglasie sowie mit den Laubbaumarten Rotbuche, Ahorn und Eiche mischen. Die Mischung ist vorteilhaft für die Erzielung astfreier Stämme und für die Stabilität des Waldes [12]. Die Mischung mit Tanne und Rotbuche trägt zu einer höheren Wuchsleistung und Stabilität bei. Dies gilt vor allem in Beimischung mit der Rotbuche gegenüber Schneebruch und Windwurf [7]. Von der Etablierung gleichaltriger und reiner Nadelbaumbestände wird abgeraten, da sie zu instabilen Wäldern führen [1].

werden  $16,5 \text{ m}^3/\text{ha}/\text{J}$  Fichtenholz geerntet [5]. Mittlere periodische Zuwächse für Fichte liegen in Gesamtdeutschland nach der III. Bundeswaldinventur bei knapp über  $15 \text{ m}^3/\text{ha}/\text{J}$  im rechnerischen Reinbestand [16].

**2. Ökonomische Bedeutung:**

Die Fichte stellt 51 % des gesamten Rohholzaufkommens in Deutschland. Zwei Drittel der Erlöse der deutschen Forstbetriebe werden mit der Fichte erzielt [10]. Der Fichtenwaldanteil beträgt 26 % in Deutschland und 34 % in Baden-Württemberg (BWI 2012) [2]. Sie ist damit die wichtigste Wirtschaftsbaumart in Deutschland.

**4. Leistung und Waldbau****1. Wachstum:**

Die Fichte erreicht ein Lebensalter zwischen 200 und 400 Jahren. Die Bäume erreichen einen BHD bis 190 cm und eine Höhe bis 63 m [6]. In der Regel erreichen sie allerdings Höhen zwischen 35 und 50 m je nach Standort. Die Fichte erhält die Totäste, sodass für die Erzielung von hochwertigem Holz eine Ästung im Alter von 20 bis 30 Jahren durchgeführt werden sollte [12]. Diese sollte allerdings vorzugsweise auf guten Standorten und in stabilen Beständen durchgeführt werden. Die Ästung wird im Winter und in der Regel auf 5 bis 9 m mit einer maximalen Reduktion der Grünkronenlänge von 35 % durchgeführt [10]. Der maximale Höhenzuwachs wird, je nach Standort, in einem Alter zwischen 30 und 45 Jahren erreicht, reduziert sich mit 70 bis 120 Jahren deutlich und hält bis zu einem Alter von 150 bis 200 Jahren an [1]. Die Fichte hat ihre größte Produktionsleistung im Thüringer Wald (Koch (1958) zitiert nach [1]). Das Dickenwachstum hängt stark von der Niederschlagsmenge und der Temperatur während der Vegetationsperiode ab [7]. Starke Pflegeeingriffe in der Jugendperiode regen das Wachstum an [7]. Eine frühzeitige Läuterung führt zu betriebssicheren Beständen [10]. Ein zu starker Pflegeeingriff kann aber zu Frostschäden führen [14]. Starke und frühzeitige Durchforschungen sind ökonomisch und ökologisch vorteilhaft. Es werden zwischen 150 und 400 Z-Bäume empfohlen [10]. Ergebnisse aus Süddeutschland zeigen nach trockenheitsbedingten Einbrüchen eine schnellere Zuwachserholung der Zukunftsbäume in stark durchforsteten Beständen [15]. Der Zuwachs kann bei Insektenkalamitäten, Wildverbiss, Dürre, hohen Immissionen und Mastjahren beeinträchtigt werden [7]. Die Umtriebszeit liegt zwischen 80 und 120 Jahren [12]. Aktuell

**5. Erfahrung in Baden-Württemberg und Deutschland**

Es liegt umfangreiche Erfahrung mit dem Waldbau und das Wachstum der Fichte vor. Für Bonitätsfächer in BW siehe Bösch (2001) [17].

**6. Holzeigenschaften und Holzverwendung**

Das Holz der Fichte ist wegen der guten physikalisch-mechanischen Eigenschaften bei vergleichsweise geringem Gewicht und seiner rationellen Prozessier- und Klebbarkeit ein sehr geschätztes Bau- und Werkholz [18].

**1. Holzdichte:**

$0,33 \dots 0,47 \dots 0,68 \text{ g}/\text{cm}^3$  ( $r_{12..15}$ ) [19].

**2. Dauerhaftigkeitsklasse:**

4 (wenig dauerhaft) [20].

**3. Konstruktionsbereich (Bauholz, Massivholzwerkstoffe):**

Sehr gut geeignet, mengenmäßig wichtigstes Bau- und Konstruktionsholz Mitteleuropas [18].

**4. Innenausbau, Möbelbau:**

Furnier, Innenverkleidung, Türen- und Fensterbau [18].

**5. Holzwerkstoffe (OSB, LVL, Spanplatte, MDF):**

Brettschichtholz, Balkenschichtholz, Brettsperrholz, Furnierschichtholz, Spanplatten, MDF- und LDF-Platten [18].



6. **Zellstoff, Papier, Karton:**  
Das Holz wird für die Zellstoff- und Papierherstellung verwendet [1].
7. **Energetische Nutzung:**  
Das Holz kann als Brennholz [7] und für die Kohleherstellung verwendet werden (Liese und Dujesiefken (1986) zitiert nach [1]).
8. **Sonstige Nutzungen:**  
Spezialholz für Masten, Pfähle, Stangen [19], Verpackung [18], Haushaltgeräte, Spielzeuge und Musikinstrumente. [12].

## 7. Sonstige Ökosystemleistungen

1. **Nicht-Holzverwendung:**  
Weihnachtsbaum [1, 12]. Junge Fichtentriebe und Harz werden häufig als Heilmittel verwendet [12].
2. **Biomassefunktionen:**  
Fichtenwälder der gemäßigten Breiten gehören zu den produktivsten Ökosystemen der Erde [7]. Biomassefunktionen wurden für viele europäische Länder und für verschiedene Kompartimente entwickelt. Sie stützen sich auf den Baumdurchmesser und die Baumhöhe als Prädiktoren [21]. Außerdem stellen Studien Biomassefunktionen für Deutschland bereit (z. B. [22-24]).
3. **Landschaftliche und ökologische Aspekte:**  
In Bergregionen hat die Fichte eine wichtige Schutzfunktion [1, 12]. Vielen Organismen dient sie als Nahrungsquelle und Lebensraum [1, 12].

## 8. Biotische und abiotische Risiken

1. **Pilze:**  
Pilze sind bedeutsame und verbreitete Krankheitserreger bei der Fichte. Keimlinge sind besonders anfällig für Fäule. Diese wird häufig durch Arten der Gattungen *Pythium*, *Fusarium* und *Nectria* verursacht. Kern- und Stammfäule können durch beschädigte Wurzeln sowie durch Rindenverletzungen in das Stammholz eindringen und gravierende wirtschaftliche Schäden verursachen. Zu den wichtigsten Erregern zählen *Rhizinia undulata* (Wurzelloorchel), *Armillaria mellea* (Hallimasch), *Heterobasidion annosum* (Wurzelschwamm) und *Resinicium bicolor* (Zweifarbiger Harz-Rindenpilz) [25]. In einer Studie

wurde gezeigt, dass der Anteil an Kernfäule mit dem Alter ansteigt und durch Standorte mit Stau-nässe oder Wechselfeuchtigkeit, hohem Basengehalt, an sonnenseitigen Hanglagen und auf Erstaufforstungen gefördert wird. Der Zapfenrost (*Pucciniastrum areolatum*) kann die Samenproduktion beeinträchtigen [26].

2. **Insekten:**  
Borkenkäferarten rufen erhebliche Schäden hervor, vor allem Buchdrucker (*Ips typographus*) und Kupferstecher (*Pityogenes chalcographus*). Schadereignisse (z. B. Windwurf und Trockenheit) begünstigen deren Massenvermehrung. Der Buchdrucker befällt bevorzugt geschwächte und absterbende Bäume; bei ausreichenden Brut- und Futterbäumen sowie günstigen Witterungsbedingungen können dadurch beachtliche Schäden hervorgerufen werden. Rindenbrütende Arten, z. B. Rüsselkäfer (*Curculionidae*) und Bockkäfer (*Cerambycidae*), können physiologische Schäden verursachen. Weitere bedeutende Schädlinge sind Nonnenfalter (*Lymantria monacha*), Gespinstblattwespen (*Pristiphora abietina*), Großer Brauner Rüsselkäfer (*Hylobius abietis*) und der gestreifte Nutzholzborkenkäfer (*Trypodendron lineatum*) [25].
3. **Sonstige Risiken:**  
Immissionsbedingte Schädigungen an den Nadeln und Wurzeln stellen ein großes Risiko für die Fichte dar [1].



Fichte

4. **Herbivoren/Verbissempfindlichkeit:**  
Mittelmäßig [6] und korreliert stark mit der Wilddichte. Verbiss kann einen Zuwachsverlust hervorrufen. Schälsschäden sind oft Eintrittspforten für Wundfäule [25].
5. **Dürretoleranz:**  
Mittelmäßige Empfindlichkeit in der Jugendentwicklung bis hohe Empfindlichkeit im Alter [6]. In einer Herkunftsuntersuchung zeigten Fichten aus Westerhof/Harzvorland und Unnaryd/Schweden eine relativ hohe Trockenheitsresistenz (Fröhlich (1966) zitiert nach [8]).
6. **Feueranfälligkeit:**  
Feuer ist eine natürliche Störungsursache in natürlichen Fichtenwäldern [1] und steigert die Wüchsigkeit in der 2. Generation [7]. In einer Studie wurde die Fichte aufgrund der niedrigen Entflammbarkeit ihrer Rinde als mittelmäßig empfindlich gegenüber Boden- oder Lauffeuer eingestuft [27].
7. **Frosttoleranz:**  
Mittelmäßig [6], vor allem Jungpflanzen sind davon bedroht [1].
8. **Sturmanfälligkeit:**  
Sehr hoch [6], wird zusätzlich von ungünstigen Bodenverhältnissen wie wechselfeuchten Standorten [28], zunehmender Kronenmantelfläche, Baumhöhe, Wurzelfäule und späten Eingriffen in höherem Alter verstärkt [25]. Untersuchungen auf Sturmwurfflächen des Jahres 1990 in Baden-Württemberg haben gezeigt, dass die Sturmschäden auf stauwassergeprägten Standorten größer waren [29, 30].
9. **Schneebruch:**  
Hohe Gefährdung [6]. Das Risiko kann mit der Herkunftsauswahl und rechtzeitiger Durchförsung reduziert werden [4].
10. **Invasivitätspotenzial:**  
Die Fichte wurde als invasiv in Kanada [31], Belgien [32] und den Vereinigten Staaten beschrieben [33]. Als heimische Baumart ist die Invasivität für Deutschland nicht relevant.

## Literatur

- [1] ROLOFF, A., et al. (2010): Bäume Mitteleuropas: Von Aspe bis Zirbel-Kiefer. 1. ed. Weinheim: WILEY-VCH. 479 S.
- [2] AAS, G., et al. (2017): Die Fichte (*Picea abies*): Verwandtschaft, Morphologie und Ökologie. LWF Wissen. 80: S. 13-19.
- [3] CAUDULLO, G., et al. (2016): *Picea abies* in Europe: distribution, habitat, usage and threats, In: European Atlas of Forest Tree Species, SAN-MIGUEL-AYANZ, J., DE RIGO, D., CAUDULLO, G., HOUSTON DURRANT, T., und MAURI, A., (Hrsg.) Publ. Off. EU: Luxembourg. e012300+.
- [4] OTTO, H.J., et al. (2014): Standortansprüche der wichtigsten Waldbaumarten. aid Infodienst Bonn. 46 S.
- [5] POLLEY, H., et al. (2015): Buche und Fichte: beliebt und begehrt. Thünen à la carte 3. Braunschweig: Johann Heinrich von Thünen-Institut. 6 S.
- [6] ELLENBERG, H. und LEUSCHNER, C. (2010): Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen. 6 ed. Stuttgart (Hohenheim): Eugen Ulmer KG. 1333 S.
- [7] SCHMIDT-VOGT, H., et al. (1986): Die Fichte (Band II/1): Wachstum, Züchtung, Boden, Umwelt, Holz. Hamburg, Berlin: Paul Parey. 563 S.
- [8] SCHMIDT-VOGT, H., et al. (1977): Die Fichte (Band 1): Taxonomie, Verbreitung, Morphologie, Ökologie, Waldgesellschaften. Hamburg, Berlin: Paul Parey. 647 S.
- [9] SCHMIDT, P. (2014): *Picea abies*. In: ROLOFF, A., WEISGERBER, H., LANG, U.M., und STIMM, B., (Hrsg.) Enzyklopädie der Holzgewächse: Handbuch und Atlas der Dendrologie. S. 1-18.
- [10] SCHMIDT-VOGT, H., et al. (1991): Die Fichte (Band II/3): Ökosysteme, Urwald, Wirtschaftswald, Ernährung, Düngung, Ausblick. Hamburg, Berlin: Paul Parey. 781 S.
- [11] AMANN, S. (2010): Bodenbelüftung und Bodenstruktur unter Fichte: Bandbreite und Ursachen der Heterogenität. Freiburger Forstliche Forschung – Schriftenreihe. Bd. 44. Forstliche Versuchs- und Forschungsanst. Baden-Württemberg.
- [12] HÄNE, K. (2017): Die Fichte. Der Baum des Jahres 2017. Schweizer Briefmarken Zeitung.
- [13] BGBl. (2002): Forstvermehrungsgutgesetz vom 22. Mai 2002. In: BGBl. I S. 1658, BUNDESMINISTERIUM DER JUSTIZ UND FÜR VERBRAUCHERSCHUTZ.
- [14] BACHOFEN, H. (1993): Zur Wirkung verschiedener Pflanzmethoden und Pflegemaßnahmen auf das Wachstum von Fichten- und Lärchenaufforstungen. Mitteilungen der Eidgenössischen Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft Bd. 68. Birmensdorf: Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald Schnee und Landschaft. 213 S.
- [15] SOHN, J.A. (2014): Can thinning of conifer stands increase drought tolerance of crop trees? Albert-Ludwigs-Universität: Freiburg im Breisgau. 80 S.
- [16] POLLEY, H., et al. (2014): Der Wald in Deutschland: Ausgewählte Ergebnisse der dritten Bundeswald-

inventur. Berlin: Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL). 52 S.

[17] BÖSCH, B. (2001): Neue Bonitierungs- und Zuwachshilfen. Wissenstransfer in Praxis und Gesellschaft – FVA Forschungstage. ed. FORSCHUNG, S.F.F. Bd. 18. Freiburg: FVA - BW. S. 266-276.

[18] RICHTER, K. und EHMCKE, G. (2017): Das Holz der Fichte – Eigenschaften und Verwendung. LWF Wissen. 80: S. 117-124.

[19] WAGENFÜHR, R. (2007): HOLZatlas. München: Fachbuchverlag Leipzig im Carl Hanser Verlag. 816 S.

[20] EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG. (2016): Dauerhaftigkeit von Holz und Holzprodukten - Prüfung und Klassifikation der Dauerhaftigkeit von Holz und Holzprodukten gegen biologischen Angriff - EN 350.

[21] ZIANIS, D., et al. (2005): Biomass and stem volume equations for tree species in Europe. SILVA FENNICA Monographs 463.

[22] RIEDEL, T. und KÄNDLER, G. (2017): Nationale Treibhausgasberichterstattung: Neue Funktionen zur Schätzung der oberirdischen Biomasse am Einzelbaum. forstarchiv 88. 2: S. 31-38.

[23] PRETZSCH, H., et al. (2014): Nährstoffentzüge durch die Holz- und Biomassenutzung in Wäldern. Teil 1: Schätzfunktionen für Biomasse und Nährelemente und ihre Anwendung in Szenariorechnungen. Allgemeine Forst- u. Jagdzeitung. 185(11/12): S. 261-285.

[24] VONDERACH, C., et al. (2018): Consistent set of additive biomass functions for eight tree species in Germany fit by nonlinear seemingly unrelated regression. Annals of forest science. 75(2): 49 S.

[25] SCHMIDT-VOGT, H., et al. (1989): Die Fichte (Band II/2): Krankheiten, Schäden, Fichtensterben. Hamburg, Berlin: Paul Parey. 607 S.

[26] ZYCHA, H. und KATÓ, F. (1967): Untersuchungen über die Rotfäule der Fichte. Schriftenreihe der Forstlichen Fakultät der Universität Göttingen und Mitteilungen der Niedersächsischen Forstlichen Versuchsanstalt. Bd. 39. Frankfurt am Main: Sauerländer.

[27] FREJAVILLE, T., et al. (2013): Bark flammability as a fire-response trait for subalpine trees. Frontiers in Plant Science. 4(466): S. 8.

[28] ALBRECHT, A. (2009): Sturmschadensanalysen langfristiger waldwachstumkundlicher Versuchsflächendaten in Baden-Württemberg. in Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg Albert-Ludwigs-Universität Freiburg i. Brsg.: Freiburg im Breisgau.

[29] ALDINGER, E., et al. (1996): Wurzeluntersuchungen auf Sturmwurfflächen 1990 in Baden-Württemberg. Mitt. Ver. Forstl. Standortkunde u. Forstpflanzenzüchtung. 38: S. 11-24.

[30] SCHREINER, M., et al. (1996): Standort und Sturmwurf 1990 – dargestellt am Östlichen Odenwald und Nordöstlichen Schwarzwald. Mitt Ver Forst Standortkd Forstpflanzenztg. 38: S. 27-36.

[31] CBCN. (2020): Canadian Botanical Conservation Network: Invasive Tree Species, unter: [http://www.rbg.ca/archive/cbcn/en/projects/invasives/i\\_tree1.html](http://www.rbg.ca/archive/cbcn/en/projects/invasives/i_tree1.html) [Stand: 07.02.2020].

html [Stand: 07.02.2020].

[32] BELLANGER, S. (2011): Manual of the Alien Plants of Belgium: *Picea abies* unter: <http://alien-plantsbelgium.be/content/picea-abies> [Stand: 07.02.2020].

[33] INVASIVE-PLANT-ATLAS-OF-THE-UNITED-STATES. (2018): Norway spruce: *Picea abies* (L.) Karst., unter: <https://www.invasiveplantatlas.org/subject.html?sub=3386> [Stand 10.05.2021].

Da die Gewöhnliche Fichte als heutige Hauptbaumart in anderen Arbeiten bereits umfangreich untersucht wurde, dient ihre Auflistung hier in den knappen Baumartensteckbriefen überwiegend Referenzzwecken und kann keine umfassende Darstellung der Primärliteratur leisten.



# KAPITEL 3

## Zusammenfassendes Baumartenranking

In diesem Kapitel fassen wir die Literaturumschau systematisch und quantitativ zusammen. Dabei werden 35 der dargestellten Kriterien quantitativ zwischen den Baumarten verglichen, um zu einem Ranking der Baumarten zu kommen. Hierfür wenden wir die Technik der sogenannten multikriteriellen Analyse an.

## Untersuchungsansatz

Um die Eignung der präsentierten Baumarten für die Anpassung bewirtschafteter Wälder in Baden-Württemberg an den Klimawandel systematisch zu vergleichen, wurden die im Abschnitt Baumartensteckbriefe dargestellten Eigenschaften in einen numerischen Schlüssel überführt und mit einer multikriteriellen Analyse ausgewertet. Ziel hierbei war die Erarbeitung einer Rangfolge der Arten hinsichtlich ihrer Eignung als Grundlage für die darauf aufbauenden weiteren Untersuchungen gemäß Abbildung 2 (S. 12 [im Vorspann]). Die multikriterielle Analyse ist eine Methode, um komplexe Entscheidungssituationen zu unterstützen. Dabei besteht die Komplexität zumeist aus der Vielzahl möglicher Optionen – in unserem Fall Baumarten – und der Vielzahl der bei dieser Entscheidung zu berücksichtigenden Kriterien. Die multikriterielle Analyse wurde bereits in den Umweltwissenschaften [1, 2], der Nachhaltigkeitsforschung [3] und in forstwissenschaftlichen Untersuchungen [4] angewendet. Für die Anwendung der multikriteriellen Analyse auf die Informationen der Baumartensteckbriefe wurden 37 Kriterien für die 35 dargestellten Baumarten ausgewertet. Hierbei wurden ökologische Kriterien, Aspekte der Holzverwendung und waldbauliche Eigenschaften der 12 heimischen, 9 europaheimischen, 10 außereuropäischen und 2 Hybrid-Baumarten berücksichtigt. Die zu vergleichenden Baumarten sind methodisch als Optionen der multikriteriellen Analyse zu verstehen, und die Ausprägungen der 37 Kriterien werden methodisch als Performanzmaße für diesen Vergleich bezeichnet [5, 6].

Unsere Hypothesen waren dabei, dass (H1) der multikriterielle Ansatz großen Anwendungswert für die Baumartenwahl unter Klimawandel hat, da er zwar durch die Vielzahl der einfließenden Kriterien komplex, aber transparent und reproduzierbar ist. Dies dürfte systematische Verzerrungen im Entscheidungsprozess reduzieren, die z. B. durch subjektive Einschätzungen oder rein monokriterielle Verfahren entstehen könnten. Außerdem (H2) wurde geprüft, ob die alternativen Baumarten in der Baumartenrangfolge systematisch besser als die zwei heutigen Hauptbaumarten Buche (*Fagus sylvatica*) und Fichte (*Picea abies*) abschneiden.

## Ablauf der Analyse

### Kriterienauswahl

Aus der Gesamtliste der in den Steckbriefen aufgelisteten Kriterien wurden 37 Kriterien für die multikriterielle Analyse ausgewählt (Tabelle 1). Für diese Auswahl war grundlegend, dass das jeweilige Kriterium für die Baumartenwahl im Klimawandel relevant, quantitativ bewertbar und nicht inhaltlich redundant zu anderen Kriterien ist. Für die ausgewählten Kriterien wurde ein Gewicht ermittelt, da nicht alle Kriterien gleiche Bedeutung für die Baumartenwahl im Klimawandel aufweisen. Das Kriteriumgewicht wurde mithilfe einer fachübergreifenden Befragung an der FVA hergeleitet, um eine disziplinübergreifende Gewichtung zu erhalten. Zum Zweck der Ergebniszusammenfassung und zur Formulierung der Präferenzszenarien (s. u.) wurden die 37 Kriterien schließlich fünf Kategorien zugeordnet: Anbau, Ertrag, Holzeigenschaften und -verwendung, Ökosystemleistungen, Risiken. Diese fünf Kategorien werden in der methodischen Nomenklatur der multikriteriellen Analyse auch als Zielsysteme bezeichnet, weshalb dieser Begriff im Folgenden weiterverwendet wird. Das Schema der Auswertungsschritte bei der multikriteriellen Analyse ist in Abb. 1 dargestellt.

### Punktebewertung und Vollständigkeitswert

Die Bewertungsskala zur Ermittlung des Erfüllungsgrades je Kriterium rangierte von 1, wenn die Baumart das Kriterium bestmöglich erfüllt, bis 5, wenn die Baumart das Kriterium nicht erfüllt. Dabei wurden die Zwischenausprägungen entsprechend der spezifischen Merkmalsausprägung in Tabelle 1 zugeordnet. So wurde beispielsweise beim Kriterium Schattentoleranz der beste Wert 1 vergeben, wenn eine Baumart sehr schattentolerant ist, und der Wert 5 bei Pionierbaumarten. Beim Kriterium Temperatur wurde verglichen, ob die betrachtete Art in ihrem ursprünglichen Verbreitungsgebiet Jahresdurchschnittstemperaturen von 11,5 °C tolerieren kann, denn dies ist die für Baden-Württemberg am Ende des 21. Jahrhunderts erwartete Jahresdurchschnittstemperatur [7]. Arten, die dieses Kriterium erfüllen, erhielten den Wert 1, und Arten, die eine Jahresdurchschnittstemperatur von weniger als 8,4 °C benötigen, wurde der schlechteste Wert 5 zugeordnet. Die Zwischenstufen wurden dann in 1 °C-Stufen zugeordnet. Das Kriterium Invasivitätspotenzial wurde bei heimischen Arten mittelwertneutral entfernt, da es nicht zutreffend ist. Beim Kriterium Ertrag wurde der maximale Wert des durchschnittlichen Gesamtwachses bewertet, da der Gesamtwuchs stark standortsabhängig ist.

In der Kategorie "Holzeigenschaften und Holzverwendung" wurde die Holzdichte in zweifacher Weise beurteilt. Mittels des Kriteriums „Holzdichte (allgemein)“ wurden die Holzarten entlang des Holzdichte-

gradienten hinsichtlich einer biomassebezogenen Verwendung (Holzenergie, potenzielle Produkte Bioökonomie) beurteilt; Score 1 weist auf eine (bevorzugte) hohe Holzdichte, respektive höhere Biomasse je Volumen, Score 5 auf eine geringe Holzdichte, respektive geringe Biomasse je Volumeneinheit hin. Das Kriterium „Holzdichte (Nadelholz/Laubholz)“ gewichtet die Holzdichte als zugrunde liegende Kenngröße für eine Verwendungseignung im konstruktiven Bereich. Hierzu wurden die unterschiedlichen Holzdichteniveaus von Nadelholz und Laubholz im Anhalt an die Norm DIN EN 338:2016-07 [8] hinsichtlich den zu erreichenden Festigkeitsklasse zugeordnet, und dann mit dem Scoringsystem klassifiziert (1: sehr hohe Festigkeit zu erwarten, 5: geringe Festigkeit zu erwarten).

Die Zuordnung der Textinformationen aus den Artensteckbriefen zu den jeweiligen Punktwerten wurde durch die AutorInnen Angela de Avila und Axel Albrecht durchgeführt und anschließend zu einem Mittelwert verrechnet. Dieser Mittelwert wurde mit dem Kriteriengewicht (Tabelle 1) multipliziert.

Zur Beurteilung der Verlässlichkeit dieser Bewertung wurde je Baumart die Anzahl von Kriterien mit vorhandenen Literaturinformationen zu einem einfachen Prozentwert verrechnet.

### **Berücksichtigung individueller Präferenzen von Entscheidungspersonen in Szenarien**

Die nach diesen Berechnungsschritten vorliegenden Kriterienwerte wurden auf unterschiedliche Weise zu einem Gesamtwert weiterverrechnet. Die Auswahl von Baumarten zur Anpassung bewirtschafteter Wälder an den Klimawandel muss neben den naturalen Eignungsaspekten auch individuelle Präferenzen von Forstbetrieben und Entscheidungspersonen berücksichtigen. So können beispielsweise Personengruppen mit besonders hoher Präferenz für Risikovermeidung oder mit hoher Präferenz für bestimmte Ökosystemleistungen unterschiedlich berücksichtigt werden. Zu diesem Zweck wurden vier verschiedene exemplarische Präferenzszenarien formuliert, die durch eine höhere Gewichtung bestimmter Kriteriengruppen (syn. Zielsysteme) umgesetzt wurden: Zunächst wurden in Szenario 1 alle fünf Zielsysteme mit je 20 % gleich gewichtet. In Szenario 2 wurde das Zielsystem Risiken mit 40 % stärker und die anderen Zielsysteme proportional geringer gewichtet. Personengruppen, die besonderen Wert auf die Stärkung der Ökosystemleistungen legen, wurden in Szenario 3 berücksichtigt, und schließlich wurden ertragsorientierte Entscheidungspersonen in Szenario 4 berücksichtigt, indem die Zielsysteme Ertrag sowie Holzeigenschaften und -verwendung mit je 30 % stärker gewichtet wurden (Tabelle 2).

Die gewichteten Kriterieneinzelwerte wurden je Baumart und Zielsystem zu einem Mittelwert verrechnet, sodass jede Baumart fünf Zwischenergebniswerte erhält. Unter Anwendung der Szenariengewichte wurden diese fünf Zwischenergebnisse dann zu ge-

wichteten Gesamtmittelwerten weiterberechnet, die später als Gesamteignung bezeichnet werden. Diese Gesamteignung war die Grundlage für die Erstellung des Baumartenrankings. Der Ablauf aller Berechnungsschritte ist in Abb. 1 zusammengefasst.

Tabelle 1: Liste der 37 Kriterien mit ihrem jeweiligen Gewicht (1: hoch, 3: niedrig), der Skala für die Bewertung und Zuordnung zum Zielsystem. Diese Kriterien wurden mit der multikriteriellen Analyse ausgewertet um das Potential der Baumarten für die Anpassung an den Klimawandel abzuschätzen.

Kriterium aus den Steckbriefen	Gewicht	Skala für die Bewertung (bester / höchster Wert: 1; ...; niedrigster Wert: 5)	Zielsystem
1.2. Niederschlag (min)	1,00	Toleranz gegenüber Niederschlagsarmut erwünscht: Niedrigster Wert < 600 mm: 1; 600-700mm: 2; ...; > 949 mm: 5	Risiken
1.2. Temperatur (Jahresdurchschnittstemperatur)	1,33	Toleranz für wärmere Klimate erwünscht (> 11,5 °C möglich: 1; 10,5-11,4 °C: 2; 9,5-10,4 °C: 3; 8,5-9,4 °C: 4; < 8,5 °C: 5)	Risiken
1.5. Lichtansprüche	1,44	Gute Schattenverträglichkeit? (Schattbaumart: 1; Pionier: 5)	Anbau
1.6.1. Konkurrenzstärke in der Verjüngungs-Dickungsphase	1,22	Hohe Konkurrenzkraft erwünscht (hohe Konkurrenzkraft: 1; ...; niedrige Konkurrenzkraft: 5)	Anbau
1.6.2. Konkurrenzstärke in der Baum- und Altholzphase	1,56	Hohe Konkurrenzkraft erwünscht (hohe Konkurrenzkraft: 1; ...; niedrige Konkurrenzkraft: 5)	Anbau
2.2. Kalktoleranz	1,44	Hohe Toleranz erwünscht (hohe Toleranz : 1; ...; niedrige Toleranz: 5)	Anbau
2.3. pH-Wert	1,67	Große Amplitude erwünscht (5 pH-Wert-Stufen: 1; 4 Stufen: 2; ...; nur pH-Wert > 5: 5)	Anbau
2.4. Tontoleranz	1,50	Hohe Toleranz erwünscht (hohe Toleranz : 1; ...; niedrige Toleranz: 5)	Anbau
2.5. Staunässe- und Grundwassertoleranz	1,56	Hohe Toleranz erwünscht (hohe Toleranz : 1; ...; niedrige Toleranz: 5)	Anbau
2.6. Blattabbau (Streuzersetzung und Nährstoffe)	1,78	Bodenverbessernd?	Anbau
3.1. Naturverjüngung	1,38	Gutes Potenzial erwünscht	Anbau
3.2. Baumschule (etabliertes Verfahren?)	1,50	1: Kenntnis vorhanden; 3: Keimfähigkeit bekannt, Verfahren nicht; 5: beides unbekannt	Anbau
3.2. Künstliche Verjüngung	1,67	Gute Kenntnis vorhanden?	Anbau
3.3. Überdauerungszeit des Saatgutes	2,22	Lange Lagerfähigkeit erwünscht (> 3 Jahre: 1; ...; nicht oder nur bis 3 Monate lagerfähig: 5)	Anbau
3.7. Mögliche Mischbaumarten	1,25	Gutes Mischungspotenzial erwünscht (Mischung mit mehreren Arten bekannt: 1; ...; nur eine Mischung bekannt: 3; ...; niedriges Potenzial für Mischung: 5)	Anbau
4.1. Bonitätsfächer	1,75	Kenntnis vorhanden? (Bonitätsfächer: 1; ...; Bestandeshöhenkurven: 3; ...; keine: 5)	Ertrag
4.1. Gesamtwuchsleistung	1,25	dGZ100 auf besten Standorten: >12: 1; 10-12: 2; 8-10: 3; 6-8: 4; <6: 5	Ertrag
4.2. Ökonomische Bedeutung	1,50	Als Wirtschaftsbaumart bekannt oder etablierbar: 1; ...; nur Brennholznutzung: 4; keine wirtschaftliche Nutzung: 5	Ertrag
6.1. Holzdichte (allgemein)	1,78	Hohe Dichte erwünscht (>0,8: 1; 0,6-0,8: 2; 0,5-0,6: 3; 0,4-0,5: 4; <0,4: 5)	Holzigenschaften und Holzverwendung
6.1.1. Holzdicke (Nadelholz/Laubholz)	1,78	Hohe Dicke erwünscht (Nadelholz:>0,52: 1; 0,48-0,52: 2; 0,48-0,42: 3; 0,4-0,42: 4; <0,4: 5) (Laubholz:>0,79: 1; 0,66-0,79: 2; 0,58-0,65: 3; 0,57-0,58: 4; <0,57: 5)	Holzigenschaften und -verwendung



Kriterium aus den Steckbriefen	Gewicht	Skala für die Bewertung (besten / höchsten Wert: 1; ...; niedrigsten Wert: 5)	Zielsystem
6.2. Dauerhaftigkeitsklasse	1,67	Hohe Dauerhaftigkeit erwünscht	Holzigenschaften und - verwendung
6.3. Konstruktionsbereich (Bauholz, Massivholzwerkstoffe)	1,56	Ausgezeichnete Eigenschaften für zahlreiche Verwendungen:1; gute Eigenschaften für eine begrenzte Anzahl von Verwendungen: 2; Benutzung nur unter eindeutigen Beschränkungen:3; Nutzung nur als Ersatz für bessere (geeignete) Holzarten: 4; Keine Verwendung: 5	Holzigenschaften und - verwendung
6.4. Innenausbau, Möbelbau	1,56	Vielfältige Verwendung erwünscht (> 4 Verwendungen bekannt: 1; 3; 2; ...; keine Verwendungen bekannt: 5)	Holzigenschaften und - verwendung
6.6. Zellstoff, Papier, Karton	1,78	Gute Eigenschaften erwünscht	Holzigenschaften und - verwendung
6.7. Energetische Nutzung	1,78	Gute Eigenschaften erwünscht	Holzigenschaften und - verwendung
7.1. Sonstige Verwendung (z.B. Harz, medizinisch)	2,22	Mehr als 3 bekannt: 1; ...; 3;2; ...; keine bekannt: 5	Ökosystemleistungen
7.3. Landschaftliche Aspekte (z.B. Ästhetik, Stadtbaumeigenschaften, landschaftliche Aspekte)	1,89	Gute Eigenschaften erwünscht	Ökosystemleistungen
7.3. Ökologische Aspekte (z.B. Ressourcen für Fauna, Bodenschutz)	1,50	Mehr als 3 bekannt: 1, 3;2; ...; keine bekannt: 5	Ökosystemleistungen
8.1. Pilze	1,00	Hohe Resistenz: 1; ...; mehrere Erreger bekannt: 3; ...; bestandesweise Schäden: 5	Risiken
8.2. Insekten	1,00	Hohe Resistenz: 1; ...; mehrere Erreger bekannt: 3; ...; bestandesweise Schäden: 5	Risiken
8.4. Herbivoren / Verbisempfindlichkeit	1,11	Hohe Resistenz erwünscht (hohe Resistenz: 1; ...; hohe Anfälligkeit: 5)	Risiken
8.5. Dürretoleranz	1,00	Hohe Toleranz erwünscht (hohe Toleranz : 1; ...; niedrige Toleranz: 5)	Risiken
8.6. Feueranfälligkeit	1,56	Geringe Anfälligkeit erwünscht (geringe Anfälligkeit: 1; ...; hohe Anfälligkeit: 5)	Risiken
8.7. Frosttoleranz	1,00	Hohe Toleranz erwünscht (hohe Toleranz : 1; ...; juvenile und adulte Pflanzen anfällig: 5)	Risiken
8.8. Sturmanfälligkeit	1,00	Resistenz erwünscht (hohe Resistenz: 1; ...; niedrige Resistenz: 5)	Risiken
8.9. Schneebruch	1,22	Resistenz erwünscht (hohe Resistenz: 1; ...; niedrige Resistenz: 5)	Risiken
8.10. Invasivitätspotenzial	1,22	Invasivität unerwünscht (nicht invasiv: 1; invasiv: 5) (Kriterium nicht zutreffend für heimische Arten)	Risiken

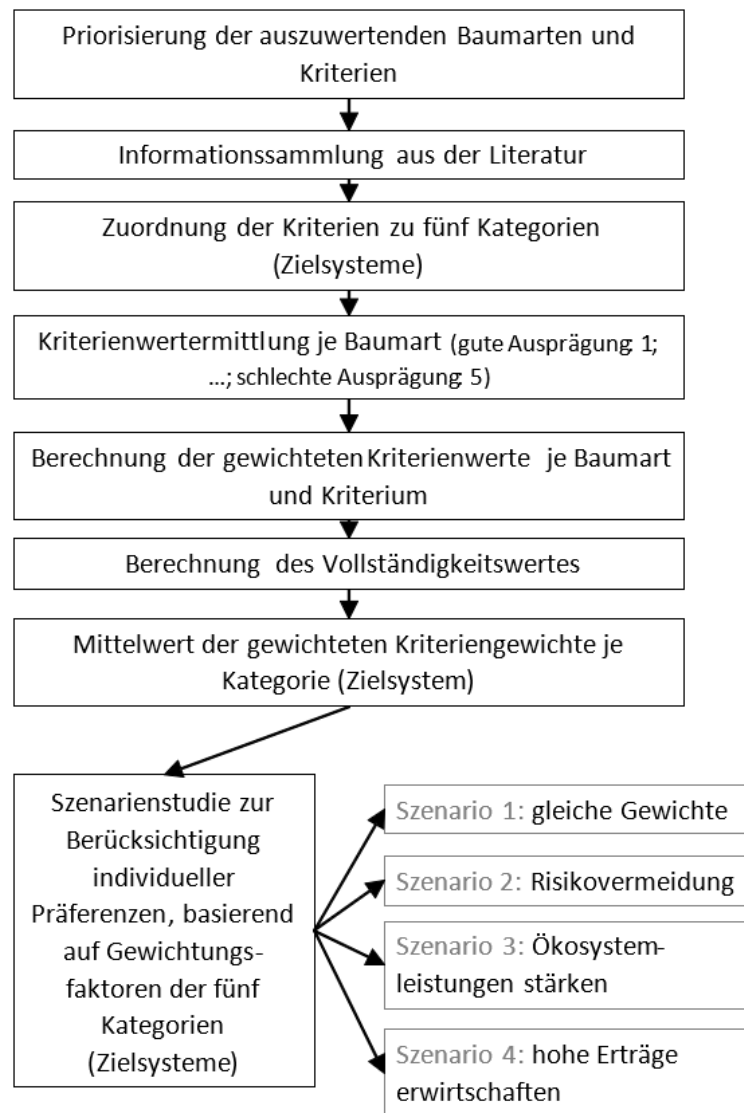


Abb. 1: Schema der Auswertungsschritte bei der multikriteriellen Analyse.

Tabelle 2: Gewichtungsfaktoren der Zielsysteme für die Berechnung der Präferenzszenarien um individuelle Schwerpunktsetzungen zu berücksichtigen.

Zielsystem	Szenario 1: gleiche Gewichte	Szenario 2: Risiken vermeiden	Szenario 3: Ökosystemleistungen stärken	Szenario 4: hohe Erträge erwirtschaften
Anbau	0,2	0,15	0,15	0,13
Ertrag	0,2	0,15	0,15	0,3
Holzeigenschaften und -verwendung	0,2	0,15	0,15	0,3
Ökosystemleistungen	0,2	0,15	0,4	0,13
Risiken	0,2	0,4	0,15	0,13

## Ergebnisse

Die Baumartenrankings wiesen nur geringe Unterschiede zwischen den verschiedenen Szenarien auf (Tabelle 3). Unterschiedliche Rangpositionen entstanden dabei durch besonders hohe oder niedrige Werte in einigen der Zielsysteme (Anbau, Ökosystemleistungen, Risiken, Holzeigenschaften und -verwendung, Ertrag). Der niedrigste und damit günstigste Wert betrug 1,5 und wurde für das Zielsystem Ertrag bei den Baumarten *Picea abies*, *Pseudotsuga menziesii*, *Pinus ponderosa* und *Abies nordmanniana* gefunden (Tabelle 3). Der höchste und damit ungünstigste Wert betrug 7,78 für die Baumart *Juglans × intermedia* im Zielsystem Ökosystemleistungen. Die Vollständigkeit der Beurteilungen schwankte zwischen 62 und 100 %, wobei lediglich bei fünf Baumarten zu weniger als 80 % der Kriterien Informationen vorlagen: *Abies bornmülleriana*, *Fagus orientalis*, *Ostrya carpinifolia*, *Quercus frainetto* und *Juglans × intermedia*. Bei 20 Baumarten lagen für über 90 % der Kriterien Informationen vor, und bei fünf Arten waren zu allen Kriterien Informationen vorhanden: *Fagus sylvatica*, *Larix kaempferi*, *Picea abies*, *Pinus nigra* und *Robinia pseudoacacia*.

Von den Referenzbaumarten war *Fagus sylvatica* in allen Szenarien unter den fünf bestplatzierten Baumarten in der Gesamteignung (Tabelle 3). *Picea abies* lag mit den Rangnummern 28, 33 und 32 in den Szenarien 1 bis 3 deutlich im hinteren Bereich. Lediglich im Ertragsszenario 4 lag sie mit Platz 17 im Mittelfeld. Ihren sehr guten Werten im Zielsystem Ertrag standen schlechte Teilergebnisse in den Zielsystemen Ökosystemleistungen (zusammen mit *Ostrya carpinifolia*, *Larix kaempferi* und *Juglans × intermedia*) und Risiken (zusammen mit *Abies bornmülleriana* und *Robinia pseudoacacia*) gegenüber.

In Szenario 1 erreichten bei gleicher Gewichtung der Zielsysteme die Baumarten *Acer pseudoplatanus*, *Carpinus betulus*, *Fagus sylvatica*, *Quercus rubra* und *Ulmus laevis* die fünf besten Plätze (Tabelle 3). In Szenario 2 (Risiken vermeiden) fiel *Quercus rubra* weg und wurde durch *Sorbus torminalis* ersetzt. Bei Betonung der Ökosystemleistungen (Szenario 3) befanden sich nur heimische bzw. europaheimische Arten unter den fünf besten: *Acer pseudoplatanus*, *Betula pendula*, *Castanea sativa*, *Fagus sylvatica* und *Ulmus laevis*. Bei stärkerer Betonung von Ertrag und Holzeigenschaften (Szenario 4) befanden sich die zwei neuen Arten *Pseudotsuga menziesii* und *Pinus nigra* zusammen mit *Castanea sativa*, *Fagus sylvatica* und *Quercus rubra* auf der Liste der fünf bestgeeigneten Arten.

Bei Betrachtung der Top-5-Baumarten über alle Szenarien hinweg zeichneten sich neben *Fagus sylvatica*, die in allen vier Szenarien unter den fünf besten war, *Acer pseudoplatanus* und *Ulmus laevis* mit je drei Erscheinungen aus (Abb. 2). Außerdem erreichten

*Quercus rubra*, *Castanea sativa* und *Carpinus betulus* mit je zwei Erscheinungen sowie *Sorbus torminalis*, *Pseudotsuga menziesii* var. *menziesii*, *Pinus nigra* und *Betula pendula* mit je einer Erscheinung auch noch eine herausgehobene Stellung.

Auf der Liste der Top-10-Baumarten über alle Szenarien hinweg befinden sich folgende Baumarten: *Abies grandis* (Szenario 4), *Acer pseudoplatanus* (alle Szenarien), *Betula pendula* (Szenarien 1, 2 und 3), *Carpinus betulus* (Szenarien 1, 2 und 3), *Castanea sativa* (alle Szenarien), *Cedrus atlantica* (alle Szenarien), *Corylus colurna* (Szenario 2), *Fagus sylvatica* (alle Szenarien), *Pinus nigra* (Szenario 4), *Populus tremula* (Szenario 3), *Prunus avium* (Szenario 4), *Pseudotsuga menziesii* (Szenarien 1 und 4), *Quercus rubra* (alle Szenarien), *Sorbus torminalis* (Szenarien 1, 2 und 3), und *Ulmus laevis* (alle Szenarien) (Abb. 2). Unter den fünf schlechtestplatzierten Baumarten waren *Juglans × intermedia* (alle Szenarien), *Acer platanoides* (alle Szenarien), *Quercus pubescens* (Szenarien 1, 2 und 4), *Abies bornmülleriana* (Szenarien 1, 2 und 3), *Picea abies* (Szenarien 2 und 3), *Quercus cerris* (Szenarien 1 und 4), *Tilia platyphyllos* und *Larix kaempferi* (in je einem Szenario) (Tabelle 3).

Tabelle 3: Ergebnisse (niedrigere Werte sind besser) je Baumart und Zielsystem und für die vier Präferenzszenarien. Die Vollständigkeit ist in Prozent angegeben. Horizontale Balken geben den Rang an, grüne Häkchen markieren die je Szenario fünf bestplatzierten, rote Kreuze die je fünf schlechtestplatzierten Baumarten.

Baumart	Zwischenergebnis										Gesamteignungswert								
	Mittelwert der gewichteten Kriterienwerte je Zielsystem					Vollständigkeit					Szenario 1: gleiche Gewichte		Szenario 2: Risiken vermeiden		Szenario 3: Ökosystemleistungen stärken		Szenario 4: hohe Erträge erwirtschaften		
	Anbau	Ertrag	Holzeigenschaften und -verwendung	Ökosystemleistungen	Risiken														
<i>Abies bommülleriana</i>	4.14	3.83	4.13	5.39	3.83	68%	4.27	4.16	4.55	4.17									
<i>Abies grandis</i>	2.83	1.71	4.24	5.31	3.18	97%	3.45	3.38	3.91	3.29									
<i>Abies nordmanniana</i>	3.52	1.50	5.16	4.28	3.52	86%	3.59	3.57	3.76	3.50									
<i>Acer platanoides</i>	3.63	5.50	4.78	4.60	2.90	89%	4.28	3.94	4.36	4.57									
<i>Acer pseudoplatanus</i>	2.32	2.58	4.69	1.87	2.70	92%	2.83	2.80	2.59	3.10									
<i>Betula pendula</i>	4.03	3.21	4.11	1.87	2.67	94%	3.18	3.05	2.85	3.34									
<i>Carpinus betulus</i>	2.26	3.75	4.21	3.37	2.12	97%	3.14	2.89	3.20	3.42									
<i>Castanea sativa</i>	5.13	2.25	2.97	2.37	3.10	97%	3.16	3.15	2.96	2.98									
<i>Cedrus atlantica</i>	3.26	3.00	2.79	3.72	3.21	86%	3.20	3.20	3.33	3.09									
<i>Cedrus libani</i>	3.71	5.50	2.84	3.49	2.44	92%	3.60	3.31	3.57	3.79									
<i>Corylus colurna</i>	3.18	5.13	3.67	3.19	1.83	84%	3.40	3.01	3.35	3.73									
<i>Fagus orientalis</i>	3.56	4.21	3.42	4.67	2.72	78%	3.72	3.47	3.95	3.75									
<i>Juglans x intermedia</i>	4.19	4.75	6.30	7.78	1.96	62%	5.00	4.74	5.69	5.17									
<i>Juglans nigra</i>	3.77	4.25	3.86	3.50	2.50	86%	3.58	3.31	3.56	3.74									
<i>Larix kaempferi</i>	4.31	1.92	3.13	6.33	3.36	100%	3.81	3.70	4.44	3.38									
<i>Liriodendron tulipifera</i>	3.23	2.33	4.78	5.33	3.38	97%	3.81	3.70	4.19	3.73									
<i>Ostrya carpinifolia</i>	2.98	6.00	2.62	5.49	2.73	65%	3.96	3.65	4.35	4.08									
<i>Platanus x acerifolia</i>	3.88	3.83	3.85	4.60	2.90	86%	3.81	3.59	4.01	3.82									
<i>Pinus nigra</i>	4.03	1.92	2.93	5.11	2.94	100%	3.39	3.28	3.82	3.06									
<i>Pinus ponderosa</i>	5.02	1.50	4.61	5.35	2.81	89%	3.86	3.59	4.23	3.59									
<i>Populus tremula</i>	3.28	2.17	5.35	2.24	3.39	92%	3.28	3.31	3.02	3.44									
<i>Prunus avium</i>	3.62	1.92	3.78	3.73	3.19	92%	3.25	3.23	3.37	3.11									
<i>Pseudotsuga menziesii</i> var. <i>menziesii</i>	4.19	1.50	2.83	3.92	3.52	92%	3.19	3.27	3.37	2.85									
<i>Quercus cerris</i>	4.57	6.42	2.84	4.36	2.91	92%	4.22	3.89	4.26	4.36									
<i>Quercus frainetto</i>	3.51	5.75	2.87	4.60	2.27	73%	3.80	3.42	4.00	3.97									
<i>Quercus pubescens</i>	4.89	7.00	3.65	2.24	3.16	94%	4.19	3.93	3.70	4.57									
<i>Quercus rubra</i>	4.45	2.42	2.97	2.98	2.81	97%	3.13	3.05	3.09	2.98									
<i>Robinia pseudoacacia</i>	3.70	2.75	2.87	4.98	3.99	100%	3.66	3.74	3.99	3.38									
<i>Sorbus torminalis</i>	3.67	2.44	4.82	3.11	2.17	83%	3.24	2.98	3.21	3.37									
<i>Tilia cordata</i>	2.93	3.83	5.40	3.98	2.80	97%	3.79	3.54	3.84	4.06									
<i>Tilia platyphyllos</i>	3.07	6.75	5.13	2.49	2.96	89%	4.08	3.80	3.68	4.70									
<i>Tilia tomentosa</i>	4.00	3.79	5.81	4.23	1.73	81%	3.91	3.37	3.99	4.21									
<i>Ulmus laevis</i>	3.01	4.17	3.78	2.19	1.79	94%	2.99	2.69	2.79	3.31									
<i>Fagus sylvatica</i>	2.91	1.92	3.97	2.19	3.10	100%	2.82	2.89	2.66	2.86									
<i>Picea abies</i>	3.70	1.50	3.81	6.12	4.50	100%	3.93	4.07	4.47	3.50									

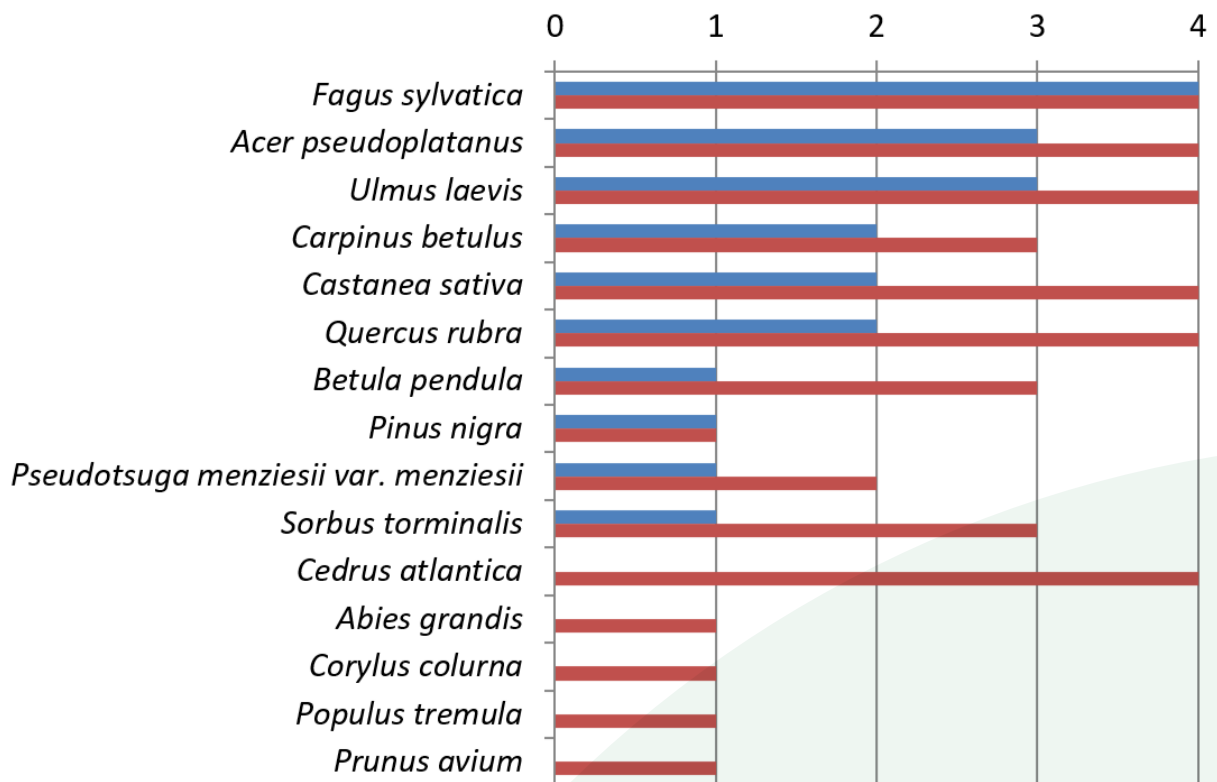


Abb. 2: Häufigkeit des Vorkommens einer Baumart im Ranking der 5 (blau) und 10 (rot) bestplatzierten Arten über alle vier Präferenzszenarien hinweg.

## Diskussion

Der multikriterielle Ansatz erwies sich als konsistent im Umgang mit der Komplexität bei der Entscheidungsfindung hinsichtlich der Baumartenwahl zur Anpassung der Waldökosysteme an den Klimawandel. Besonders die Transparenz und systematische Vorgehensweise wirkten überzeugend. Dabei wurde als Endergebnis ein klares Ranking der Baumarten erzielt. Das Baumartenranking unter verschiedenen Präferenzszenarien zeigte die unterschiedlichen Eigenschaften der Baumarten auf und war somit sensitiv gegenüber individuellen Präferenzen von Entscheidungspersonen, obgleich die Ergebnisse zwischen den Szenarien nicht sehr kontrastreich ausfielen. Aufgrund der Vielzahl berücksichtigter Kriterien ist es jedoch nicht möglich, einen einzelnen ausschlaggebenden Grund für eine besonders gute oder schlechte Platzierung einer Baumart zu identifizieren.

Die Ergebnisse zeigten, dass die heimische heutige Referenz-Hauptbaumart *Fagus sylvatica* zusammen mit anderen heimischen Laubbaumarten und *Quercus rubra* eine wichtige Rolle für die Anpassung spielen kann. Ebenso wurde aber aufgrund der sehr schlechten Eignungsschätzung für die heutige Hauptbaumart *Picea abies* die Dringlichkeit deutlich, Alternativbaumarten mit guten Holzverwendungseigenschaften zu identifizieren.

## Stärken und Schwächen der multikriteriellen Analyse

Die Anpassung von Wäldern an den Klimawandel muss sich auf Entscheidungen stützen, die unter Unsicherheit getroffen werden. Diese Unsicherheiten gilt es angemessen zu berücksichtigen [9]. Der Vergleich zwischen den Ergebnissen verschiedener Präferenzszenarien ist ein möglicher Weg, um solche Unsicherheiten abzuschätzen. Dabei war insbesondere das Auftreten der gleichen Baumarten in der Top-5-Liste über diese Szenarien hinweg ein Hinweis für eine robuste Entscheidungsfindung [10, 11]. Die Berücksichtigung von Unsicherheit stellt damit eine Stärke des vorgestellten Ansatzes dar.

Zu den Stärken unseres Ansatzes zählt zusätzlich die Zuordnung der Kriterien zu Zielsystemen. Mithilfe dieser Zielsysteme konnten die artspezifischen Potenziale zur Erfüllung bestimmter Ziele klar identifiziert werden. Es war beispielsweise nicht überraschend, dass *Picea abies* ähnlich wie *Pseudotsuga menziesii* die besten Werte im Zielsystem Ertrag erhielt (Tabelle 3). Außerdem verbesserte die systematische Informationssammlung das Verständnis der jeweiligen Artökologie, waldbewirtschaftungsrelevanten Eigenschaften und Verwendungsmöglichkeiten. Bei nicht-heimischen Arten ist aber einschränkend anzumerken, dass die Informationen aus den jeweiligen Herkunftsgebieten nicht direkt nach Baden-Württemberg

bzw. Deutschland übertragen werden können. Bei diesen Arten sind Aspekte von Waldverjüngung und Wachstum zunächst im Rahmen von Testanbauten zu überprüfen. Zuletzt sollten bestehende Informationslücken Hinweise auf weiteren Forschungsbedarf liefern. Diese Lücken könnten durch konzentrierte Informationsbeschaffung geschlossen werden, indem (1) eingeschränkte Zugänglichkeit zu Originalinformationen und Sprachbarrieren überwunden werden, und (2) neue Forschungsprojekte initiiert werden.

Eine wesentliche Schwäche dieses Ansatzes ist, dass der Anteil von Kriterien ohne verfügbare Literaturinformationen das Endergebnis beeinflusst. So erhielt beispielsweise *Picea abies* im Zielsystem Holzeigenschaften und -verwendung ein ungünstigeres Zwischenergebnis als *Fagus orientalis*, *Ostrya carpinifolia* oder *Quercus frainetto*, bei denen zu einigen Kriterien dieses Zielsystems keine Literaturinformationen verfügbar waren. Eine Bestrafung dieses Informationsmangels wirkte sich nur auf den Verlässlichkeitswert aus, nicht aber auf den Eignungswert. Folglich müssen die Gesamteignungsergebnisse im Zusammenhang mit dem Verlässlichkeitswert und vorsichtig interpretiert werden. Unter ähnlichem Vorbehalt ist beispielsweise auch die ungünstige Platzierung von *Juglans × intermedia* zu sehen: nach derzeitigem Wissens- bzw. Publikationsstand wird dieser Art eine geringe Gesamteignung zugeschrieben, allerdings lagen für diese Beurteilung Informationen lediglich für 62 % der Kriterien vor. Aus dieser Wissenslücke leitet sich großer Forschungsbedarf ab.

Unter Berücksichtigung der Stärken und Schwächen schlussfolgern wir, dass die multikriterielle Analyse ein sehr hilfreiches Werkzeug bei der Entscheidungsfindung der Baumartenwahl darstellt und bestätigen unsere Hypothese 1.

## Denkbare Baumarten für den Waldumbau

230

### ***Fagus sylvatica* zeigt hohe Eignung in allen Szenarien**

*Fagus sylvatica* wurde zusammen mit *Picea abies* ausgewählt, um für die Alternativbaumarten eine Referenz zu den etablierten heutigen Hauptbaumarten zu erhalten. Dabei fiel auf, dass *F. sylvatica* als einzige Art in allen vier Szenarien unter den fünf bestplatzierten Baumarten lag. Dieses Ergebnis widerspricht bezüglich *F. sylvatica* unserer ursprünglichen Hypothese (H2), dass die Alternativbaumarten eine bessere Gesamteignung aufweisen als die heutigen Hauptbaumarten. Das Potenzial, auch unter dem Klimawandel Hauptbaumart zu bleiben, wird tatsächlich stark durch die klimatischen Veränderungen bedingt werden. Einige Studien haben Arealverschiebungen nach Norden und in höhere Lagen [12-14],

zunehmende Mortalität an der südlichen Arealgrenze sowie abnehmendes Durchmesserwachstum an der östlichen Verbreitungsgrenze unter dem Klimawandel projiziert [15]. In Baden-Württemberg wurden bereits seit den 1980er Jahren in niedrigeren Lagen abnehmende Grundflächenzuwächse beobachtet, die zeitlich mit steigenden Temperaturen zusammenfallen. In höheren Berglagen wurden jedoch keine Zuwachsreduktionen beobachtet [16]. Zusätzlich könnte die mithilfe umfassender, mehrkriterieller Modellstudien abgeschätzte Eignung von *Fagus sylvatica* als führende Baumart bis zum Ende des 21. Jahrhunderts in Baden-Württemberg erheblich sinken [17]. Dieser Widerspruch zu den Ergebnissen unserer multikriteriellen Literaturstudie ist möglicherweise dadurch erklärbar, dass unsere Studie nicht nur Kriterien der klimatischen Eignung, sondern ein deutlich breiteres Spektrum an Kriterien beinhaltet.

In unseren Ergebnissen wurde die Vulnerabilität von *F. sylvatica* gegenüber dem Klimawandel in Szenario 4 (Risiken vermeiden) systematisch erfasst, wobei *F. sylvatica* aufgrund ihrer hohen Sensitivität gegenüber Dürre [18, 19] an dritter Stelle rangierte. Diese Sensitivität könnte sich negativ auf ihre Konkurrenzkraft und Zuwachsleistung auswirken [20]. Allerdings können angepasste Durchforstungsmaßnahmen die negativen Effekte abmildern, wie in einem Buchenbestand in Baden-Württemberg explizit untersucht wurde [21]. Außerdem könnte die Erhaltung von *F. sylvatica* in Waldökosystemen unter Klimawandel durch ihre genotypische und ökotypische Diversität gefördert werden [22-24]. Effekte dieses Selbsterhaltungsvermögens wurden bislang auf Landesebene wegen fehlender Modelle und Ansätze nicht methodisch berücksichtigt. So ist das hydraulische System von *F. sylvatica* Beständen an der südlichen Verbreitungsgrenze beispielsweise deutlich dürreresistenter als an der nördlichen Verbreitungsgrenze [25]. Folglich sollten die Potenziale angepasster Bewirtschaftungsmaßnahmen und genetischer Herkunftswahl umfangreicher untersucht werden, um die wichtigen ökologischen und ökonomischen Funktionen und die Erhaltung von *F. sylvatica* sicherzustellen.

### **Schlechte Platzierung von *Picea abies* und potenziell alternativer Nadelbaumarten**

Das schlechte Abschneiden von *P. abies* in drei der vier Szenarien bestätigt unsere zweite Hypothese für diese Art und stimmt überein mit Befunden anderer Studien, die dieser Art eine mangelnde Anpassbarkeit an zukünftige Bedingungen für mehrere europäische Waldökosysteme bescheinigen [13, 26]. Nennenswert war das schlechte Ergebnis in Szenario-2 (Risiken vermeiden), was auf (1) die hohe Sturmschadensanfälligkeit [27, 28], (2) mittlere bis hohe Dürreanfälligkeit, auch mit zunehmendem Alter [27], und (3) das hohe Borkenkäferbefallsrisiko in Zusammenhang mit Dürrestress zurückzuführen ist [29, 30]. Aus diesen klaren Befunden leitet sich der dringende Bedarf ab,

einen adäquaten Ersatz für *P. abies* und ihr Holz zu finden, welches für den mitteleuropäischen Holzmarkt und damit für Forstbetriebe von zentraler ökonomischer Bedeutung ist [31].

Von den geprüften Nadelbaumarten erzielten *Pseudotsuga menziesii*, *Cedrus atlantica*, *Pinus nigra* und *Abies grandis* je mindestens eine Platzierung in der Top-10-Liste (Abb. 2). *Pseudotsuga menziesii* und *Pinus nigra* waren die einzigen Nadelbaumarten, die mit Platz 1 bzw. Platz 5 eine Platzierung in der Top-5-Liste für das Szenario-4 (hohe Erträge erwirtschaften) erreichte. Ihre lediglich mittlere Platzierung für die Szenarien 1 bis 3 legt jedoch nahe, dass diese Arten eine breite Präferenzartikulation und nicht-ertragsorientierte Präferenzen nur bedingt befriedigen können. Obwohl einige Studien *P. menziesii* als sehr gute Alternative zu *P. abies* in Europa propagieren, gibt es tatsächlich noch erhebliche Wissenslücken, zu welchem Grad sie an die zukünftigen klimatischen Bedingungen in Mitteleuropa angepasst oder anpassungsfähig ist und welche Herkünfte am besten hierfür geeignet sind [32, 33]. Es wurde aufgezeigt, dass die Zunahme von sommerlicher Dürre das Wachstum und die Vitalität von *P. menziesii* erheblich beeinträchtigen kann [34]. Aus diesen und anderen Gründen wird häufig empfohlen, diese Art hauptsächlich in Mischung anzubauen [35], und die Suche nach weiteren alternativen (Nadel-)Baumarten sollte weitergeführt werden. *Pinus nigra* könnte ihr Areal unter dem Klimawandel nordwärts ausdehnen [36], allerdings deuten Ergebnisse aus Süddeutschland darauf hin, dass Dürre und Frosttoleranz [37] als auch das Wachstumspotenzial allgemein [37, 38] stark von der Herkunft abhängig sind. Mit gewissen Abstrichen könnten auch *Abies grandis* und *Cedrus atlantica* aussichtsreiche Alternativbaumarten darstellen. Diese Befunde unterstreichen die Notwendigkeit, die Suche nach alternativen (Nadel-)Baumarten und Herkünften intensiviert fortzuführen.

#### **Einheimische Arten erzielten systematisch gute Platzierungen**

Die heimischen Arten *Acer pseudoplatanus*, *Carpinus betulus*, *Castanea sativa* und *Ulmus laevis* folgten *F. sylvatica* in der Top-5-Liste über alle Szenarien hinweg. *A. pseudoplatanus* und *U. laevis* bedienen dabei besonders Ansprüche zur Vermeidung von Risiken und Stärkung der Ökosystemleistungen. Beide Arten weisen eine geringe Anfälligkeit gegenüber Sturm- und Frostschäden und *U. laevis* eine bemerkenswerte Dürretoleranz auf (Tabelle 4). Außerdem stellen diese heimischen Arten für viele andere Arten einen Lebensraum und eine Nahrungsgrundlage dar [39- 42]. Zusätzlich tauchten sie unter der Top-10-Liste im ertragsorientierten Szenario 4 auf, was ihr Potenzial zur Erfüllung multipler Funktionen bei der Anpassung von Wäldern an den Klimawandel unterstreicht. Spezifisch bei *A. pseudoplatanus* besteht jedoch weiterer Forschungsbedarf hinsichtlich waldbaulicher und anderer Managementfragen, obwohl diese Art

bereits heute als wertvolle Art in der Forstwirtschaft gilt [43]. *U. laevis* ist eine Schlüsselart in Auwäldern [44, 45] und wird mutmaßlich von den zukünftigen klimatischen Bedingungen profitieren, indem sie ihr Verbreitungsgebiet vergrößern und erhöhte Zuwächse liefern könnte [13]. Jedoch sollte die weitere Entwicklung des Ulmensterbens beobachtet werden [46]. *U. laevis* wird zwar derzeit als unattraktiv für die Insektenvektoren dieser aggressiven Pathogene betrachtet. Jedoch könnten sich diese Bedingungen mit dem Klimawandel und weiteren Umweltinteraktionen ändern [45]. Letztlich könnten beide heimischen Arten eine wichtige Rolle für die Anpassung der Wälder an den Klimawandel zur Erhaltung der ökologischen Waldfunktionen spielen.

*C. betulus* erfüllt bereits heute wichtige ökologische und auch ökonomische Funktionen in Wäldern, und es liegt umfangreiches Wissen über wachstumskundliche Grundlagen und die waldbauliche Behandlung dieser Baumart, z. B. in Nordostdeutschland, vor [47]. Zusätzlich könnte die Art eine Schlüsselrolle für die Anpassung der Wälder übernehmen, da ihr generell geringe störungsbedingte Mortalitätsrisiken zugeschrieben werden (Tabelle 3). Besonders die hohe Sturmfestigkeit [48] und Dürretoleranz [49] zeichnen diese Art aus, obwohl vereinzelt auch über Dürreempfindlichkeit berichtet wurde [48]. In drei Szenarien trat *C. sativa* in der Top-5-Liste auf. Nur in Szenario 2 (Risiken vermeiden) schnitt sie schlechter ab. Dieses zu erwartende Ergebnis ist überwiegend der hochgefährlichen, weitverbreiteten und schadenbringenden Pilzerkrankung Kastanienrindenkrebs zuzuordnen [50, 51], allerdings spielt auch die durch *Phytophthora cinnamomi* verursachte Tintenkrankheit eine Rolle [52, 53]. Obwohl *C. sativa* aufgrund ihrer Vielseitigkeit und hohen ökonomischen Leistungsfähigkeit im mediterranen Raum und einigen mitteleuropäischen Gebieten bereits etabliert ist [46] und sich ihr Verbreitungsgebiet unter dem Klimawandel weiter ausdehnen könnte [13], sollte ihr zusätzlicher Anbau vorsichtig geplant und beobachtet werden, damit eine weitere Ausbreitung der Krankheiten und damit die Mortalität und assoziierte finanzielle Risiken verhindert werden können.

#### **Quercus rubra und seltene heimische Laubbaumarten zeigen gute Ergebnisse**

Die nicht-heimische Art *Q. rubra* wurde in allen vier Szenarien auf der Liste der Top-10 platziert und erscheint damit als aussichtsreiche und vielversprechende Baumart für den Klima-Walddumbau. Einige andere Arbeiten bestätigen ebenfalls ein großes Potenzial dieser Art und identifizieren sie sogar als mögliche Alternativbaumart für Bereiche, in denen die Eignung von *P. abies* und *F. sylvatica* im Klimawandel abnimmt [13, 54]. Die recht dürretolerante Baumart wird in Europa bereits seit vielen Jahrzehnten angebaut [54, 55] und könnte unter wärmeren Klimabedingungen ihre naturale Produktivität erhöhen [13]. Außerdem hat die nicht-heimische Baumart

das Potenzial zur Erfüllung von Ökosystemleistungen wie z. B. als Nahrungsquelle für Tierarten [56]. Allerdings sollten ihr Invasivitätspotenzial und mögliche negative Auswirkungen auf die heimische Flora und Ökosysteme vorsichtig evaluiert und berücksichtigt werden [54, 57, 58].

Neben den vorgenannten, besonders gut geeignet erscheinenden Baumarten traten weitere Laubbaumarten auf den Top-10-Listen der verschiedenen Szenarien auf: *Betula pendula*, *Corylus colurna*, *Sorbus torminalis*, *Populus tremula* und *Prunus avium*, die Schwerpunkte bei der Vermeidung von Risiken und bei der Stärkung der Ökosystemleistungen aufweisen (die in den Top-10-Listen vorkommenden Nadelbaumarten wurden bereits oben erwähnt). Diese Befunde unterstreichen die Wichtigkeit dieser heimischen Arten für die Erhaltung diverser und resilienter Ökosysteme. So ist beispielsweise *P. tremula* eine Schlüsselart mit extrem breiter ökologischer Toleranz, die Holz verschiedener Verwendungen von Zellstoff bis Furnier bereitstellen kann [59]. Sie wird jedoch als dürr empfindlich eingestuft [60]. Die anderen Laubholzarten werden als Edellaubhölzer klassifiziert [46], jedoch wurde *B. pendula* [61-63] als dürr empfindlich eingestuft. *P. avium* weist hingegen eine ausgesprochene Dürretoleranz auf [64, 65] und könnte von wärmeren Klimabedingungen profitieren [13], ähnlich wie die Baumart *S. torminalis*, die ebenfalls hohe Dürretoleranz und -resilienz aufweist [66-68]. Die europaheimische Art *C. colurna* weist hervorragende Holzeigenschaften auf und könnte zur Stabilisierung und Anpassung der Wälder im Klimawandel beitragen [69, 70]. Die klimatische Eignung dieser Alternativbaumarten sollte aufgrund ihrer Bedeutung für die Erfüllung multipler Ökosystemfunktionen im Klimawandel weiter untersucht werden.

*Castanea sativa*, *Populus tremula*, *Prunus avium*, *Sorbus torminalis* und *Ulmus laevis*. Auch die nicht-heimische *Quercus rubra* zählte zu den aussichtsreichen Alternativbaumarten. Jedoch offenbarten unsere Ergebnisse einen substantiellen Mangel an Alternativbaumarten für *Picea abies*, die zukünftig die stärksten Eignungsverluste erfahren dürfte. *Pseudotsuga menziesii* wird zwar häufig als Alternative diskutiert, erfüllt allerdings überwiegend ertragsorientierte Funktionen. Unsere Ergebnisse liefern somit einen ersten orientierenden Überblick über mögliche Kandidatenbaumarten und auch über vorhandene Wissenslücken. Weitere Studien sollten folglich die Eignung der klimatischen Nische der Baumarten näher untersuchen und Anbauerfahrungen mit diesen Arten sammeln.

Neben dem systematischen Schließen von Wissenslücken bei den bereits berücksichtigten Arten kann unser Ansatz durch eine Erweiterung auf zusätzliche Arten weiter verbessert werden. Letztlich sollten unsere Ergebnisse als dynamischer Prozess verstanden werden, die sich im Laufe der Zeit durch verbesserte Informationen und erweiterte Artenlisten verändern können [71].

Der von uns präsentierte Ansatz basiert ausschließlich auf veröffentlichten Literaturinformationen. Um letzten Endes abgesicherte, wissenschaftlich fundierte und standortsspezifische Empfehlungen zur Baumartenwahl im Klimawandel aussprechen zu können, fehlen noch viele weitere Arbeiten. Die in unserer Studie am besten eingestuften Baumarten sollten als nächstes hinsichtlich der Zukunftsfähigkeit ihrer großräumigen ökologischen Nische mithilfe von Artverbreitungsmodellen überprüft werden. In einem weiteren Schritt sollten die dann weiterhin aussichtsreichen Kandidatenbaumarten, für die nur geringe oder noch keine Anbauerfahrungen in Baden-Württemberg vorliegen, in Versuchsanbauten für die Gewinnung erster Anbauerfahrungen getestet werden (vgl. Abb. 2, S. 12 [im Vorspann]). Insofern sind die von uns vorgestellten Ergebnisse der multikriteriellen Analyse lediglich als erster Schritt auf der Suche nach geeigneten Alternativbaumarten zu betrachten. Zu guter Letzt darf nicht außen vor bleiben, dass trotz simultaner Berücksichtigung mehrerer Methoden, Evaluierungen und Ansätze immer ein Restrisiko bei der Einführung und Förderung von Alternativbaumarten verbleiben wird. Drei wichtige Beispiele für dieses Risiko sind, dass (1) die Interaktionen dieser Arten mit der vor Ort vorhandenen Flora (und Fauna), (2) die Veränderungen der Konkurrenzverhältnisse und (3) die Entwicklungsdynamik heimischer und nichtheimischer Pathogene schwierig und nicht vollständig abschätzbar sind.

## Schlussfolgerungen

Die Methode der systematisch literaturbasierten multikriteriellen Analyse erwies sich als praktikabel, um das generelle Potenzial von Baumarten für die Anpassung an den Klimawandel zu prüfen. Sie erscheint als vielversprechende Methode für eine grobe Vorauswahl bei einer großen Anzahl an Auswahloptionen. Die Ergebnisse legen nahe, dass *Fagus sylvatica* als weitverbreitete und heimische Baumart großes Potenzial für die Anpassung der Wälder an den Klimawandel aufweist, wenn man als Methode die literaturbasierte multikriterielle Analyse anwendet. Zusätzlich wurden zahlreiche heimische Laubbaumarten, die heute lediglich geringe Anteile in bewirtschafteten Wäldern aufweisen, als aussichtsreiche Alternativbaumarten identifiziert. Hierzu gehören *Acer pseudoplatanus*, *Betula pendula*, *Carpinus betulus*,



## Top-10-Listen der Baumarten mit und ohne Schwerpunktsetzungen

Zur Ergänzung der präsentierten Ergebnisse werden noch Ranglisten der je Szenario besten 10 Baumarten dargestellt.

Rangziffer	Szenario 1 - gleiche Gewichte	Szenario 2 - Risiken vermeiden
1	<i>Fagus sylvatica</i>	<i>Ulmus laevis</i>
2	<i>Acer pseudoplatanus</i>	<i>Acer pseudoplatanus</i>
3	<i>Ulmus laevis</i>	<i>Fagus sylvatica</i>
4	<i>Quercus rubra</i>	<i>Carpinus betulus</i>
5	<i>Carpinus betulus</i>	<i>Sorbus torminalis</i>
6	<i>Castanea sativa</i>	<i>Corylus colurna</i>
7	<i>Betula pendula</i>	<i>Quercus rubra</i>
8	<i>Pseudotsuga menziesii var. menziesii</i>	<i>Betula pendula</i>
9	<i>Cedrus atlantica</i>	<i>Castanea sativa</i>
10	<i>Sorbus torminalis</i>	<i>Cedrus atlantica</i>

Rangziffer	Szenario 3 - Ökosystemleistungen stärken	Szenario 4 - hohe Erträge
1	<i>Acer pseudoplatanus</i>	<i>Pseudotsuga menziesii var. menziesii</i>
2	<i>Fagus sylvatica</i>	<i>Fagus sylvatica</i>
3	<i>Ulmus laevis</i>	<i>Castanea sativa</i>
4	<i>Betula pendula</i>	<i>Quercus rubra</i>
5	<i>Castanea sativa</i>	<i>Pinus nigra</i>
6	<i>Populus tremula</i>	<i>Cedrus atlantica</i>
7	<i>Quercus rubra</i>	<i>Acer pseudoplatanus</i>
8	<i>Carpinus betulus</i>	<i>Prunus avium</i>
9	<i>Sorbus torminalis</i>	<i>Abies grandis</i>
10	<i>Cedrus atlantica</i>	<i>Ulmus laevis</i>

Tabelle 4a: Kriterienwertermittlung je Baumart für jedes Kriterium (Mittelwert zwischen den Bewertungen durch die Autorinnen Angela de Avila und Axel Albrecht - Für Kriterium 6.1.1 - Bewertung von Angela de Avila und Franka Brüchert). Die Orientierung/Anleitung und Skala für die Bewertung (gute Ausprägung: 1; ...; schlechte Ausprägung: 5) werden in Tabelle 1 beschrieben.

Kriterium aus den Steckbriefen	<i>Platanus x acerfolia</i>	<i>Cedrus atlantica</i>	<i>Corylus colurna</i>	<i>Abies bornmülleriana</i>	<i>Castanea sativa</i>	<i>Sorbus terminalis</i>	<i>Ostrya carpinifolia</i>	<i>Quercus pubescens</i>	<i>Pinus ponderosa</i>	<i>Carpinus betulus</i>	<i>Larix kaempferi</i>	<i>Abies grandis</i>	<i>Cedrus libani</i>	<i>Abies nordmanniana</i>	<i>Robinia pseudacacia</i>	<i>Betula pendula</i>	<i>Pinus nigra</i>	<i>Tilia tomentosa</i>	<i>Acer platanoides</i>	<i>Liriodendron tulipifera</i>	<i>Quercus frainetto</i>	<i>Prunus avium</i>	<i>Tilia cordata</i>	<i>Quercus cerris</i>	<i>Pseudotsuga menziesii</i> var. <i>menziesii</i>	<i>Juglans nigra</i>	<i>Picea abies</i>	<i>Fagus sylvatica</i>	<i>Acer pseudoplatanus</i>	<i>Fagus orientalis</i>	<i>Juglans intermedia</i>	<i>Ulmus laevis</i>	<i>Tilia platyphyllos</i>	<i>Populus tremula</i>	<i>Quercus rubra</i>		
1.2. Niederschlag (min)		1	1	4	1	2	1	1	1	1	4	3	2	3,5	1	1	1	1	3	2,5	1	1	2,5	1	1,5	2	4,5	1,5	1	1	1	1	2	1	3		
1.2. Temperatur (Jahresdurchschnittstemperatur)		1	1		1	1	1	1	2,5	1	4,5	4	1	2	1	1	1	1,5	2,5	3,5	1	1	1,5	1		1	5	1,5	1	1	1	1	1	1	1		
1.5. Lichtansprüche	5	3,5	2	1	5	4	3	5	3	1,5	5	1	3,5	1	5	5	5	2	5	3,5	3	5	2,5	3	3	5	3	1	1,5	1	1	5	3	1,5	5	3	
1.6.1. Konkurrenzstärke in der Verjüngungs-Dickungsphase	2,5	4,5	2	4	1	3,5	4	4,5	4,5	1	1,5	2	4,5	1,5	3	3	4,5		3	4		2	2	2	4,5	2	2,5	3	1	2	1	1	3,5	1,5	1		
1.6.2. Konkurrenzstärke in der Baum- und Altholzphase	5		4		4	4	3,5	5	3,5	2,5	4,5	1	4,5	1,5	5	5	4,5		4,5	1		4,5	2		1	3,5	1	1	2	1,5	3,5	1,5	3	1,5	1	1	
2.2. Kalktoleranz	1	1	1		5	1	1	1		2	1	5	1	1,5	1		1,5	1	2	1,5	2	1,5	3	3	4	2	3,5	1	1	1,5	3	1		1	4,5		
2.3. pH-Wert	1	2	5	3	4,5	1,5		2	3	2	2,5	2,5	4,5	1	1,5	1	1,5	1	3,5	5	3,5	3,5	4	4	4,5	4,5	4	1	2	1	1	4	2,5	3,5	4	4	
2.4. Toleranz	1		1		4,5	1		4,5	4	2	4,5	1,5		4,5	4,5	5	1	5	1	1,5	1,5		1	1,5	5	4,5	2	5	3,5	4,5	1	1	1,5	3,5	1	1,5	3,5
2.5. Staunässe- und Grundwassertoleranz	1,5	4	5	4	4,5	3,5		4,5	5	2	5	2,5	2	4,5	4,5	4	4,5	4	4,5	4,5	1,5	4,5	3,5		5	2,5	3,5	5	2,5	5	4,5	1	4,5	1	5	1	5
2.6. Blattabbau (Streuzersetzung und Nährstoffe)	5		1		1,5		1	1,5	5	1	5	2,5			1	2	3	1	1	1	2	1,5	1	3,5	1,5	1,5	5	1,5	1	3,5		1	1	1	1	1	5
3.1. Naturverjüngung	3	1,5	1	2	4	4,5	0,5	2,5	5	1	1,5	1,5	2,5	1,5	1,5	1	1,5	1,5	1	1		1	4	1,5	2,5	1,5	2,5	2,5	1	3,5	5	4	3,5	4	4,5	4,5	
3.2. Baumschule (etabliertes Verfahren?)	1,5	1	1	3	3	1	1,5	1,5	1	1	2,5	1	1	3	1	2	1	2,5	1	1	3,5	1	1	4	1	1	1	1	1	1	1	1,5	2	2	1,5	1	1
3.2. Künstliche Verjüngung	1	1	1	3,5	1	1		5	1	1	1	1	1	5	1	1	2	4	1	1	1	1	1,5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3.3. Überdauerungszeit des Saatgutes	1	1,5			3	2		3	1	1	1	1	1,5	1	1	1	1		2	1		1,5	1	4	1,5		1	1	1	2,5		1	1	1	1	2	1
3.7. Mögliche Mischbaumarten	5	2	1	2	2	2,5		1		1	1	1,5	1	1,5	2	2	2	1,5	1	1		1	1	1,5	1,5	1	1	1	1	1,5	1,5	3	1	2	1	1	1
4.1. Bonitätsfächer	5	1	5	5	1	1,5		5	1	1	1	1	5	1	1	1	1	2	5	1		1	1	4	1	3,5	1	1	1	1,5	3,5	3,5	1	1	1	1	1
4.1. Gesamtwuchsleistung	1	4		1	1			5	1	4	2	1,5	5	1	4	4,5	2	4,5		3	5	2	3	5	1	3,5	1	2	3	4	3,5	5		2	2	2	
4.2. Ökonomische Bedeutung	1	1,5	1	1	2,5	1,5	4	4	1	3	1	1	1	1	1	1,5	1	1,5	1,5	1	3,5	1	4	4	1	1,5	1	1	1,5	1	2,5	3	4,5	1,5	2	2	



Tabelle 4b: Gewichtete Kriterienwerte [niedrige Werte sind günstiger] je Baumart und Kriterium. Das Gewicht für jedes Kriterium wird in Tabelle 1 beschrieben.

Kriterium aus den Steckbriefen	<i>Platanus x acerifolia</i>	<i>Cedrus atlantica</i>	<i>Corylus colurna</i>	<i>Abies bornmülleriana</i>	<i>Castanea sativa</i>	<i>Sorbus torminalis</i>	<i>Ostrya carpinifolia</i>	<i>Quercus pubescens</i>	<i>Pinus ponderosa</i>	<i>Carpinus betulus</i>	<i>Larix kaempferi</i>	<i>Abies grandis</i>	<i>Cedrus libani</i>	<i>Abies nordmanniana</i>	<i>Robinia pseudacacia</i>	<i>Betula pendula</i>	<i>Pinus nigra</i>	<i>Tilia tomentosa</i>	<i>Acer platanoides</i>	<i>Liriodendron tulipifera</i>	<i>Quercus frainetto</i>	<i>Prunus avium</i>	<i>Tilia cordata</i>	<i>Quercus cerris</i>	<i>Pseudotsuga menziesii</i> var. <i>menziesii</i>	<i>Juglans nigra</i>	<i>Picea abies</i>	<i>Fagus sylvatica</i>	<i>Acer pseudoplatanus</i>	<i>Fagus orientalis</i>	<i>Juglans intermedia</i>	<i>Ulmus laevis</i>	<i>Tilia platyphyllos</i>	<i>Populus tremula</i>	<i>Quercus rubra</i>	
1.2. Niederschlag (min)		1,0	1,0	4,0	1,0	2,0	1,0	1,0	1,0	1,0	4,0	3,0	2,0	3,5	1,0	1,0	1,0	1,0	3,0	2,5	1,0	1,0	2,5	1,0	1,5	2,0	4,5	1,5	1,0	1,0	1,0	1,0	2,0	1,0	3,0	
1.2. Temperatur (Jahres-durchschnittstemperatur)		1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	3,3	1,3	6,0	5,3	1,3	2,7	1,3	1,3	1,3	2,0	3,3	4,7	1,3	1,3	2,0	1,3	1,3	6,7	2,0	1,3	1,3	2,2	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	
1.5. Lichtansprüche	7,2	5,1	2,9	1,4	7,2	5,8	4,3	7,2	4,3	2,2	7,2	1,4	5,1	1,4	7,2	7,2	7,2	2,9	7,2	5,1	4,3	7,2	3,6	4,3	4,3	7,2	4,3	1,4	2,2	1,4	7,2	4,3	2,2	7,2	4,3	
1.6.1. Konkurrenzstärke in der Verjüngungs-Dickungsphase	3,1	5,5	2,4	4,9	1,2	4,3	4,9	5,5	5,5	1,2	1,8	2,4	5,5	1,8	3,7	3,7	5,5		3,7	4,9		2,4	2,4	2,4	5,5	2,4	3,1	3,7	1,2	2,4	1,2	1,2	4,3	1,8	1,2	
1.6.2. Konkurrenzstärke in der Baum- und Altholzphase	7,8		6,2		6,2	6,2	5,4	7,8	5,4	3,9	7,0	1,6	7,0	2,3	7,8	7,8	7,0		7,0	1,6		7,0	3,1		1,6	5,4	1,6	1,6	3,1	2,3	5,4	2,3	4,7	2,3	1,6	
2.2. Kalktoleranz	1,4	1,4	1,4		7,2	1,4	1,4	1,4		2,9	1,4	7,2	1,4	2,2	1,4		2,2	1,4	2,9	2,2	2,9	2,2	2,2	4,3	5,8	2,9	5,1	1,4	1,4	2,2	4,3	1,4	2,2	4,3	1,4	6,5
2.3. pH-Wert	1,7	3,3	8,3	5,0	7,5	2,5		3,3	5,0	3,3	4,2	4,2	7,5	1,7	2,5	1,7	5,0	5,8	5,8	8,3	5,8	5,8	5,8	6,7	7,5	7,5	6,7	1,7	3,3	1,7	1,7	6,7	4,2	5,8	6,7	
2.4. Toleranz	1,5		1,5		6,8	1,5		6,8	6,0	3,0	6,8	2,3		6,8	6,8	7,5	1,5	7,5	1,5		2,3		1,5	2,3	7,5	6,8	3,0	7,5	5,3	6,8	1,5	1,5	2,3	5,3	5,3	
2.5. Staunässe- und Grundwassertoleranz	2,3	6,2	7,8	6,2	7,0	5,4		7,0	7,8	3,1	7,8	3,9	3,1	7,0	7,0	6,2	7,0	6,2	7,0	7,0	2,3	7,0	5,4		7,8	3,9	5,4	7,8	3,9	7,8	7,0	1,6	7,0	1,6	7,8	7,8
2.6. Blattabbau (Streuzersetzung und Nährstoffe)	8,9		1,8		2,7		1,8	2,7	8,9	1,8	8,9	4,4			1,8	3,6	5,3	1,8	1,8	1,8	3,6	2,7	1,8	6,2	2,7	2,7	8,9	2,7	1,8	6,2		1,8	1,8	1,8	8,9	
3.1. Naturverjüngung	4,1	2,1	1,4	2,8	5,5	6,2	0,7	3,4	6,9	1,4	2,1	2,1	3,4	2,1	2,1	1,4	2,1	1,4	1,4	1,4		1,4	5,5	2,1	3,4	2,1	3,4	3,4	1,4	4,8	6,9	5,5	4,8	5,5	6,2	6,2
3.2. Baumschule (etabliertes Verfahren?)	2,3	1,5	1,5	4,5	4,5	1,5	2,3	2,3	1,5	1,5	3,8	1,5	1,5	4,5	1,5	3,0	1,5	3,8	1,5	1,5	5,3	1,5	1,5	6,0	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	2,3	3,0	3,0	2,3	2,3
3.2. Künstliche Verjüngung	1,7	1,7	1,7	5,8	1,7	1,7		8,3	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	8,3	1,7	1,7	3,3	6,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	2,5	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7
3.3. Überdauerungszeit des Saatgutes	2,2	3,3			6,7	4,4		6,7	2,2	2,2	2,2	2,2	3,3	2,2	2,2	2,2	2,2		4,4	2,2		3,3	2,2	8,9	3,3		2,2	2,2	2,2	5,6		2,2	2,2	2,2	4,4	4,4
3.7. Mögliche Mischbaumarten	6,3	2,5	1,3	2,5	2,5	3,1		1,3		1,3	1,3	1,9	1,3	1,9	2,5	2,5	2,5	1,9	1,3	1,3		1,3	1,3		1,9	1,3	1,3	1,3	1,3	1,9	1,9	3,8	1,3	2,5	1,3	1,3
4.1. Bonitätsfächer	8,8	1,8	8,8	1,8	1,8	2,6		8,8	1,8	1,8	1,8	1,8	8,8	1,8	1,8	1,8	1,8	3,5	8,8	1,8		1,8	1,8	7,0	1,8	6,1	1,8	1,8	1,8	6,1	6,1	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8
4.1. Gesamtumsatzleistung	1,3	5,0		1,3	1,3			6,3	1,3	5,0	2,5	1,9	6,3	1,3	5,0	5,6	2,5	5,6		3,8	6,3	2,5	3,8	6,3	1,3	4,4	1,3	2,5	3,8	5,0	4,4	6,3	2,5	2,5	2,5	
4.2. Ökonomische Bedeutung	1,5	2,3	1,5	1,5	3,8	2,3	6,0	6,0	1,5	4,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	2,3	1,5	2,3	2,3	1,5	5,3	1,5	6,0	6,0	1,5	2,3	1,5	1,5	2,3	1,5	1,5	2,3	1,5	2,3	3,0	3,0
6.1. Holzlichte (allgemein)	3,6	5,3	4,4	7,1	3,6	3,6	1,8	2,7	7,1	1,8	5,3	7,1	7,1	8,9	3,6	3,6	5,3	6,2	5,3	7,1	3,6	3,6	5,3	1,8	5,3	3,6	7,1	3,6	3,6	5,3	3,6	5,3	7,1	7,1	3,6	3,6



## Literatur

- [1] KIKER, G.A., et al. (2005): Application of multi-criteria decision analysis in environmental decision making. *Integrated Environmental Assessment and Management: An International Journal*. 1(2): S. 95-108.
- [2] HUANG, I.B., et al. (2011): Multi-criteria decision analysis in environmental sciences: Ten years of applications and trends. *Science of the total environment*. 409(19): S. 3578-3594.
- [3] CINELLI, M., et al. (2014): Analysis of the potentials of multi criteria decision analysis methods to conduct sustainability assessment. *Ecological indicators*. 46: S. 138-148.
- [4] BECK, S.M. (2011): Partizipative Planungsinstrumente für eine nachhaltige und multifunktionale Waldbewirtschaftung: vergleichende Anwendung und Nutzerevaluation des analytisch hierarchischen Prozesses und der Nutzwertanalyse. in *Forstliche Versuchs- und Forschungsanst. Baden-Württemberg, Abt. Forstökonomie Albert-Ludwigs Freiburg Universität*. 154 S.
- [5] BELTON, V. und STEWART, T. (2003): *Multiple criteria decision analysis*. Boston: Springer Science & Business Media.
- [6] ZIMMERMANN, H.-J. und GUTSCHE, L. (1991): *Multi-Criteria Analyse: Einführung in die Theorie der Entscheidungen bei Mehrfachzielsetzungen*. Springer.
- [7] LUBW. (2013): *Zukünftige Klimaentwicklung in Baden-Württemberg*, unter: <https://www.lubw.baden-wuerttemberg.de/klimawandel-und-anpassung/temperatur> [Stand: 10.06.2021].
- [8] ANONYMUS. (2016): EN 338: 2016-07, *Bauholz für tragende Zwecke – Festigkeitsklassen*.
- [9] PETR, M., et al. (2014): An uncertainty assessment framework for forest planning adaptation to climate change. *Forest Policy and Economics*. 41: S. 1-11.
- [10] SYAMSUDDIN, I. (2013): Multicriteria evaluation and sensitivity analysis on information security. *International Journal of Computer Applications*. 69(24): S. 22-25.
- [11] RADKE, N., et al. (2017): Adopting robust decision-making to forest management under climate change. *Annals of forest science*. 74(2): S. 43.
- [12] DYDERSKI, M.K., et al. (2018): How much does climate change threaten European forest tree species distributions? *Global change biology*. 24(3): S. 1150-1163.
- [13] THURM, E.A., et al. (2018): Alternative tree species under climate warming in managed European forests. *Forest Ecology and Management*. 430: S. 485-497.
- [14] FALK, W. und HEMPELMANN, N. (2013): Species favourability shift in Europe due to climate change: a case study for *Fagus sylvatica* L. and *Picea abies* (L.) Karst. based on an ensemble of climate models. *Journal of Climatology*. 2013.
- [15] GÁRATE-ESCAMILLA, H., et al. (2019): Range-wide variation in local adaptation and phenotypic plasticity of fitness-related traits in *Fagus sylvatica* and their implications under climate change. *Global Ecology and Biogeography*. 28(9): S. 1336-1350.
- [16] KOHNLE, U., et al. (2014): Zuwachstrends im Spiegel langfristiger Versuchsflächen in Südwestdeutschland. *Allg. Forst- u. J.-Ztg*. 185(5/6): S. 97-117.
- [17] ALBRECHT, A., et al. (2019): Baumarteneignung 2.0 und Vulnerabilitätskarten - Konzept und landesweite Hauptergebnisse. *FVA-einblick*. 23(2): S. 9-14.
- [18] BETSCH, P., et al. (2011): Drought effects on water relations in beech: The contribution of exchangeable water reservoirs. *Agricultural and Forest Meteorology*. 151(5): S. 531-543.
- [19] HENTSCHEL, R., et al. (2015): Stomatal conductance and intrinsic water use efficiency in the drought year 2003: a case study of European beech. *Trees*. 30(1): S. 153-174.
- [20] GEßLER, A., et al. (2007): Potential risks for European beech (*Fagus sylvatica* L.) in a changing climate. *Trees*. 21(1): S. 1-11.
- [21] DIACONU, D., et al. (2017): Thinning increases drought tolerance of European beech: a case study on two forested slopes on opposite sides of a valley. *European Journal of Forest Research*. 136(2): S. 319-328.
- [22] PLUESS, A.R. und WEBER, P. (2012): Drought-adaptation potential in *Fagus sylvatica*: linking moisture availability with genetic diversity and dendrochronology. *PLoS One*. 7(3): S. e33636.
- [23] KNUTZEN, F., et al. (2015): Does reduced precipitation trigger physiological and morphological drought adaptations in European beech (*Fagus sylvatica* L.)? Comparing provenances across a precipitation gradient. *Tree physiology*. 35(9): S. 949-963.
- [24] VARSAMIS, G., et al. (2019): Adaptive diversity of beech seedlings under climate change scenarios. *Frontiers in plant science*. 9: S. 1918.
- [25] STOJNIC, S., et al. (2018): Variation in xylem vulnerability to embolism in European beech from geographically marginal populations. *Tree Physiol*. 38(2): S. 173-185.
- [26] KÖLLING, C., et al. (2009): Überlegungen zum Risiko des Fichtenanbaus in Deutschland vor dem Hintergrund des Klimawandels. *forstarchiv*. 80(2): S. 42-54.
- [27] ELLENBERG, H. und LEUSCHNER, C. (2010): *Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen: in ökologischer, dynamischer und historischer Sicht*. Bd. 8104. UtbS.
- [28] ALBRECHT, A., et al. (2013): Storm damage of Douglas-fir unexpectedly high compared to Norway spruce. *Annals of Forest Science*. 70(2): S. 195-207.
- [29] NETHERER, S., et al. (2015): Do water-limiting conditions predispose Norway spruce to bark beetle attack? *New Phytologist*. 205(3): S. 1128-1141.
- [30] NETHERER, S., et al. (2019): Acute drought is an important driver of bark beetle infestation in Austrian Norway spruce stands. *Frontiers in Forests and Global Change*. 2: S. 39.
- [31] KNOKE, T. (2017): *Betriebswirtschaftliche*

Chancen und Risiken der Fichtenwirtschaft im Klimawandel. LWF-Wissen. 80: S. 139-144.

[32] KNOOK, J. und HANEWINKEL, M. (2019): Economics of growing Douglas-fir. In: SPIECKER, H., LINDNER, M., und SCHULER, J., (Hrsg.) Douglas-fir - an option for Europe. cost (European Cooperation in Science and Technology). S. 99-104.

[33] NICOLESCU, V.-N. (2019): Natural range, site requirements and shade tolerance. In: SPIECKER, H., LINDNER, M., und SCHULER, J., (Hrsg.) Douglas-fir - an option for Europe. cost (European Cooperation in Science and Technology). S. 33-72.

[34] BASTIEN, J.-C. (2019): Potential of Douglas-fir under climate change. In: SPIECKER, H., LINDNER, M., und SCHULER, J., (Hrsg.) Douglas-fir - an option for Europe. cost (European Cooperation in Science and Technology). S. 33-72.

[35] THURM, E.A., et al. (2017): Mixed stands of Douglas-fir and European beech compared to pure stands. 200 ed. Forstliche Forschungsberichte München. Freising: Technische Universität München. 184 S.

[36] ENESCU, C.M., et al. (2016): *Pinus nigra* in Europe: distribution, habitat, usage and threats, In: European Atlas of Forest Tree Species, SAN-MIGUEL-AYANZ, J., DE RIGO, D., CAUDULLO, G., HOUSTON DURRANT, T., und MAURI, A., (Hrsg.) Publ. Off. EU: Luxembourg. e015138+.

[37] HUBER, G.Š., MUHIDIN (2016): Die Schwarzkiefer – eine Alternative für warm-trockene Regionen: Erste Ergebnisse des bayerischen Herkunftsversuchs bestätigen Trockenresistenz. LWF-aktuell. 3: S. 4.

[38] ŠEHO, M., et al. (2010): Wachstumsanalysen von vier Schwarzkiefer-Provenienzen (*Pinus nigra*) auf trockenen Standorten in Baden-Württemberg. Allgemeine Forst und Jagdzeitung. 181(5/6): S. 104-116.

[39] SCHMIDT, O. (2009): Der Bergahorn als Lebensraum für Tiere. in LWF Wissen Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft: Freising. S. 36-40.

[40] FALTL, W., et al. (2019): Die (Flutter-)Ulme im Bayerischen Staatswald. in LWF-Wissen Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft: Freising. S. 43-48.

[41] THURM, E.A., et al. (2019): Die Flatterulme als Alternative bei der Baumartenwahl: Standorts- und Leistungspotenzial. in LWF Wissen Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft: Freising. S. 31-42.

[42] BROSINGER, F. und SCHMIDT, O. (2009): Der Bergahorn in Bayern. in LWF Wissen Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft: Freising. S. 19-23.

[43] HEIN, S., et al. (2009): A review of growth and stand dynamics of *Acer pseudoplatanus* L. in Europe: implications for silviculture. Forestry. 82(4): S. 361-385.

[44] MACKENTHUN, G. (2004): The role of *Ulmus laevis* in German floodplain landscapes. Forest Systems. 13(1): S. 55-63.

[45] MARTÍN, J.A., et al. (2019): Breeding and scientific advances in the fight against Dutch elm disease: Will they allow the use of elms in forest restoration?

New Forests. 50(2): S. 183-215.

[46] ERIKSSON, G. (2001): Conservation of noble hardwoods in Europe. Canadian Journal of Forest Research. 31(4): S. 577-587.

[47] LOCKOW, K.-W. und LOCKOW, J. (2009): Die Hainbuche im nordostdeutschen Tiefland - Wuchsverhalten und Bewirtschaftungshinweise. Eberswalder Forstliche Schriftenreihe. Bd. 41. Ministerium für Ländliche Entwicklung, Umwelt und Verbraucherschutz (MLUV) des Landes Brandenburg. 130 S.

[48] MAYER, H. (1992): Waldbau auf soziologisch-ökologischer Grundlage. Stuttgart: Gustav Fischer Verlag. 522 S.

[49] GULDER, H.-J. (1996): Das Wurzelwerk der Hainbuche. In: SCHMIDT, O., (Hrsg.) Beiträge zur Hainbuche. Freising: LWF. S. 26-32.

[50] RIGLING, D. und PROSPERO, S. (2018): *Cryphonectria parasitica*, the causal agent of chestnut blight: invasion history, population biology and disease control. Molecular Plant Pathology. 19(1): S. 7-20.

[51] PÉREZ-SIERRA, A., et al. (2019): High vegetative compatibility diversity of *Cryphonectria parasitica* infecting sweet chestnut (*Castanea sativa*) in Britain indicates multiple pathogen introductions. Plant Pathology. 68(4): S. 727-737.

[52] SANTOS, C., et al. (2017): First interspecific genetic linkage map for *Castanea sativa* x *Castanea crenata* revealed QTLs for resistance to *Phytophthora cinnamomi*. PLoS One. 12(9): S. e0184381.

[53] ČERNÝ, K., et al. (2008): *Phytophthora cambivora* causing ink disease of sweet chestnut recorded in the Czech Republic. Czech Mycology. 60(2): S. 265-274.

[54] DYDESKI, M.K., et al. (2020): Biological Flora of the British Isles: *Quercus rubra*. Journal of Ecology. 108(3): S. 1199-1225.

[55] NICOLESCU, V.-N., et al. (2020): Ecology and management of northern red oak (*Quercus rubra* L. syn. *Q. borealis* F. Michx.) in Europe: a review. Forestry: An International Journal of Forest Research. 93(4): S. 481-494.

[56] BIEBERICH, J., et al. (2016): Acorns of introduced *Quercus rubra* are neglected by European Jay but spread by mice. Annals of Forest Research. 59(2): S. 249-258.

[57] VOR, T. (2005): Natural regeneration of *Quercus rubra* L. (red oak) in Germany. Biological invasions – from ecology to control. Neobiota. 6: S. 111-123.

[58] STANEK, M. und STEFANOWICZ, A.M. (2019): Invasive *Quercus rubra* negatively affected soil microbial communities relative to native *Quercus robur* in a semi-natural forest. Science of the Total Environment. 696: S. 133977.

[59] CAUDULLO, G. und DE RIGO, D. (2016): *Populus tremula* in Europe: distribution, habitat, usage and threats. European Atlas of Forest Tree Species. Publ. Off. EU, Luxembourg, pp. e01f148. S.

[60] MACKENZIE, N. (2010): Ecology, conservation and management of Aspen: A Literature Review. Scottish Native Woods (Aberfeldy). 40 S.

- [61] ATKINSON, M. (1992): *Betula pendula* Roth (*B. verrucosa* Ehrh.) and *B. pubescens* Ehrh. *Journal of Ecology*. 80(4): S. 837-870.
- [62] BECK, P., et al. (2016): *Betula pendula*, *Betula pubescens* and other birches in Europe: distribution, habitat, usage and threats, In: *European Atlas of Forest Tree Species*, SAN-MIGUEL-AYANZ, J., DE RIGO, D., CAUDULLO, G., HOUSTON DURRANT, T., und MAURI, A., (Hrsg.) Publ. Off. EU: Luxembourg. e010226+.
- [63] ROLOFF, A. und PIETZARKA, U. (2014): *Betula pendula* Roth. In: ROLOFF, A., WEISGERBER, H., LANG, U.M., und STIMM, B., (Hrsg.) *Enzyklopädie der Holzgewächse: Handbuch und Atlas der Dendrologie*. S. 1-16.
- [64] SCHMID, T. (2014): *Prunus avium* Linné. In: ROLOFF, A., WEISGERBER, H., LANG, U.M., und STIMM, B., (Hrsg.) *Enzyklopädie der Holzgewächse: Handbuch und Atlas der Dendrologie*. S. 1-16.
- [65] GONIN, P., et al. (2013): *Autecology of broad-leaved species*. Paris: Institut pour le Développement Forestier. 64 S.
- [66] PIETZARKA, U., et al. (2014): *Sorbus torminalis* (L.) Crantz. In: ROLOFF, A., WEISGERBER, H., LANG, U.M., und STIMM, B., (Hrsg.) *Enzyklopädie der Holzgewächse: Handbuch und Atlas der Dendrologie*. S. 1-16.
- [67] WELK, E., et al. (2016): *Sorbus torminalis* in Europe: distribution, habitat, usage and threats, In: *European Atlas of Forest Tree Species*, SAN-MIGUEL-AYANZ, J., DE RIGO, D., CAUDULLO, G., HOUSTON DURRANT, T., und MAURI, A., (Hrsg.) Publ. Off. EU: Luxembourg. e01090d+.
- [68] KUNZ, J., et al. (2016): Effects of drought and rewetting on growth and gas exchange of minor European broadleaved tree species. *Forests*. 7(10): S. 239.
- [69] TEMEL, F., et al. (2017): Status of natural Turkish hazel (*Corylus colurna* L.) populations in Turkey. *Journal of Forestry Faculty*. 18(1): S. 1-9.
- [70] VON WUEHLISCH, G. (2016): The Significance of Gene Conservation of Peripheral Tree Species, Examples for *Corylus colurna* and *Fagus sylvatica*. in *Marginal and peripheral tree populations: a key genetic resource for European forests Cost Action Arezzo, Italy*. 26 S.
- [71] ALBRECHT, A.T. und DE AVILA, A.L. (2019): Ein Vorschlag zur literaturbasierten Ermittlung möglicher Alternativbaumarten im Klimawandel am Beispiel der Artensteckbriefe in Baden-Württemberg. *Allg. Forst- u. J.-Ztg.* 189(7/8): S. 129-143.





## Glossar und Akronyme

**Dürre:** „Ein Mangel an Wasser, der durch weniger Niederschlag und/oder eine höhere Verdunstung durch erhöhte Temperatur (oder Wind) als üblich verursacht wird“ [1].

**FFH-Lebensraumtyp:** Lebensräume, für deren Erhalt Schutzgebiete ausgewiesen werden. In Deutschland kommen 91 FFH-Lebensraumtypen vor [2].

**Forstvermehrungsgutgesetz:** Dieses Gesetz regelt den Verkehr mit forstlichem Vermehrungsgut für aufgeführte Baumarten und künstliche Hybride, die für forstliche Zwecke von Bedeutung sind. „Ziel ist es den Wald mit seinen vielfältigen positiven Wirkungen durch die Bereitstellung von hochwertigem und identitätsgesichertem forstlichem Vermehrungsgut in seiner genetischen Vielfalt zu erhalten und zu verbessern sowie die Forstwirtschaft und ihre Leistungsfähigkeit zu fördern“ [3].

**Invasivität:** Den Ausführungen in den Steckbriefen liegt keine durchgängige, einheitliche Definition von Invasivität zugrunde. Vielmehr wurden ausschließlich die Aussagen der Autorinnen und Autoren der Originalarbeiten wiedergegeben. Wo vorhanden, wurde die Invasivitätsbeurteilung des Bundesamtes für Naturschutz (BfN) mit aufgelistet. Die Definition lautet: „Im Naturschutz werden die gebietsfremden Arten als invasiv bezeichnet, die unerwünschte Auswirkungen auf andere Arten, Lebensgemeinschaften oder Biotope haben“ [4].

**Klimawandel:** „Seit der Industrialisierung anthropogen verursachte Klimaänderung mit Anstieg der Temperatur, Zunahme von Extremwetterereignissen und Abnahme von Gebirgsgletschern und Schneebedeckung“ [5].

**Klimatolerante Baumart:** Baumart, die die Fähigkeit besitzt, im Zuge des Klimawandels erwartete Stresssituationen, wie etwa erhöhte Temperatur und Wassermangel, zu ertragen [6, 7].

**Holzdicke:** „Zeigt bei porösen Stoffen das Verhältnis der Masse zu jenem Stoffvolumen, das die Hohlräume einschließt. ... Die Holzdicke hängt vom Feuchtgehalt ab“ [8]. Holzdicke (r12...15): Dichte des Holzes bei 12 bis 15 % Holzfeuchtegehalt, auch als lufttrockenes Holz benannt.

**Schutzgebietnetz Natura 2000:** EU-weites Netz von Schutzgebieten zur Erhaltung gefährdeter oder typischer Lebensräume und Arten [9].

**Stehvermögen:** „das Verhalten verarbeiteten Holzes in Bezug auf Abmessung und Form gegenüber wechselnden Umgebungsklima. Sehr gute „stehende“ Holzarten (z. B. Teak, Mahagoni, ...) zeigen auch bei ausgeprägter Klimaänderung der Umgebung relativ geringe Verformungen und Maßänderungen“ [8].

**Stratifikation:** Künstliche Kontrolle der Temperatur und Feuchtigkeit zur Steigerung der Keimfähigkeit.

**Sturmanfälligkeit:** Hohe Gefährdung einer Baumart,

bei Sturmereignissen geworfen oder gebrochen zu werden. Sie hängt mit unterschiedlichen Faktoren wie Baumhöhe, Verwurzelung, Bodeneigenschaften und Belaubungszustand zusammen [10].

**Trockenperiode:** „Ein mehr oder wenig langer Zeitraum mit ausgeprägter trockener Witterung“ [11].

**dGz:** Durchschnittlicher jährlicher Gesamtwuchs je Hektar, berechnet als Gesamtwuchsleistung (GWL) geteilt durch die Anzahl Jahre des Bezugszeitraums. So gibt beispielsweise der dGz100 den dGz bis zu einem Alter von 100 Jahren an. Diese Kenngröße wird häufig als Produktivitätskennziffer (als dGz-Bonität) verwendet.

**Efm:** Erntefestmeter. Angabe zum Holzvolumen (meist Schaftderbholz, also Holz des Hauptstammes mit Durchmesser > 7 cm, ohne Äste) ohne Rinde. Häufig verwendete Einheit bei Holzverkäufen und Einschlagsstatistiken.

**Fm:** Festmeter. Angabe zum Holzvolumen: 1 Fm entspricht einem Holzwürfel mit den Kantenlängen  $1 \times 1 \times 1$  m.

**GWL:** Gesamtwuchsleistung; bezeichnet die Summe des produzierten Holzvolumens (GWL<sub>v</sub>) oder der Grundfläche (GWL<sub>g</sub>) bis zu einem bestimmten Bestandesalter und wird berechnet als Summe der laufenden Zuwächse während des Bezugszeitraums zuzüglich des am Ende dieses Zeitraums erreichten Holzvorrats.

**IGz:** Laufender jährlicher Gesamtwuchs an Volumen pro Hektar. Der aktuelle jährliche Volumenzuwachs eines Bestandes basierend auf der Gesamtwuchsleistung eines gewissen Zeitraums (üblicherweise 5 oder 10 Jahre).

**Iz:** Laufender jährlicher Zuwachs pro Hektar. Berechnet als Differenz zwischen End- und Anfangsvorrat (Derbholz mit Rinde) des Betrachtungszeitraums geteilt durch die Anzahl an Jahren des Betrachtungszeitraums.

**m<sup>3</sup>:** Kubikmeter. Holzwürfel mit Kantenlängen von  $1 \times 1 \times 1$  m. Häufig werden Angaben zum Holzvolumen in m<sup>3</sup> gegeben. Präziser sind die Angaben Efm oder Vfm.

**Vfm:** Vorratsfestmeter. Angabe zum Holzvolumen inkl. oberirdischem Stock, Rinde und Astderbholz (Äste mit Durchmesser > 7 cm).

## Literatur

[1] DWD. (2020): Dürre, unter: <https://www.dwd.de/DE/service/lexikon/Functions/glossar.html?lv2=100578&lv3=603288> [Stand: 12.08.2020].

[2] BFN. (2020): Verzeichnis der in Deutschland vorkommenden Lebensraumtypen des europäischen Schutzgebietssystems NATURA 2000, unter: <https://www.bfn.de/themen/natura-2000/lebensraumtypen-arten/lebensraumtypen.html> [Stand: 12.08.2020].

[3] BUNDESAMT FÜR NATURSCHUTZ. (2017): Was sind Neobiota? Was sind invasive Arten?, unter: <https://neobiota.bfn.de/grundlagen/neobiota-und-invasive-arten.html> [Stand: 17.10.2017].

[4] BGBL. (2002): Forstvermehrungsgutgesetz vom 22. Mai 2002. In: BGBL. I S. 1658, BUNDESMINISTERIUM DER JUSTIZ UND FÜR VERBRAUCHERSCHUTZ.

[5] UMWELT-BUNDESAMT. (2020): Klimawandel, unter: <https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/klimawandel> [Stand: 12.08.2020].

[6] LIEBERTH, U., et al. (2020): Unterstützung im Klimawandel: Die Leitlinien „Baumarten für den Klimawald“, unter: [https://www.waldwissen.net/waldwirtschaft/waldbau/umbau/lwf\\_leitlinie\\_bawahl/index\\_DE](https://www.waldwissen.net/waldwirtschaft/waldbau/umbau/lwf_leitlinie_bawahl/index_DE) [Stand: 08.09.2020].

[7] BAYERISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG, L.U.F. (2020): Baumarten für den Klimawald: Leitlinien der Bayerischen Forstverwaltung.

[8] BLOSEN, M.E.A. (2003): Holz Lexikon. 4 ed. Bd. 2. Leinfelden-Echterdingen: DRW-Verlag. 689 S.

[9] BMU. (2020): Natura 2000, unter: <https://www.bmu.de/themen/natur-biologische-vielfalt-arten/naturschutz-biologische-vielfalt/gebietsschutz-und-vernetzung/natura-2000/> [Stand: 12.08.2020].

[10] KAULFUß, S. (2012): Wie senke ich das Sturmrisiko meines Waldes?, unter: [https://www.waldwissen.net/waldwirtschaft/schaden/sturm\\_schnee\\_eis/fva\\_sturmrisiko/index\\_DE](https://www.waldwissen.net/waldwirtschaft/schaden/sturm_schnee_eis/fva_sturmrisiko/index_DE) [Stand: 08.09.2020].

[11] DWD. (2020): Trockenperiode, unter: <https://www.dwd.de/DE/service/lexikon/Functions/glossar.html?lv2=102672&lv3=102792> [Stand: 12.08.2020].

## Übersicht über pH-Wert- und klimatische Bereiche der Baumarten

Zur schnellen und übersichtlichen Einordnung wurden die standörtlichen und klimatischen Angaben der in den Steckbriefen beschriebenen Arten zusammengefasst und mit Werten der heutigen Hauptbaumarten Fichte (*Picea abies*) und Buche (*Fagus sylvatica*) verglichen. Zu den Kenngrößen Jahresdurchschnitts-

temperatur, jährliche Niederschlagssumme sowie Boden-pH-Wert finden sich im Folgenden drei Übersichtsgrafiken.

Anzumerken ist, dass die Angaben zum Boden-pH-Wert unterschiedlichen Quellen entstammen. Somit ist nicht genau bekannt, ob die Werte als pH(H<sub>2</sub>O)- oder pH(KCl)-Werte zu interpretieren sind. Ebenso ist nicht dokumentiert, auf welche Bodentiefe sich die Angaben beziehen. Insofern könnten erhebliche Ungenauigkeiten in dieser Darstellung vorhanden sein, die die Vergleichbarkeit der Werte einschränken.

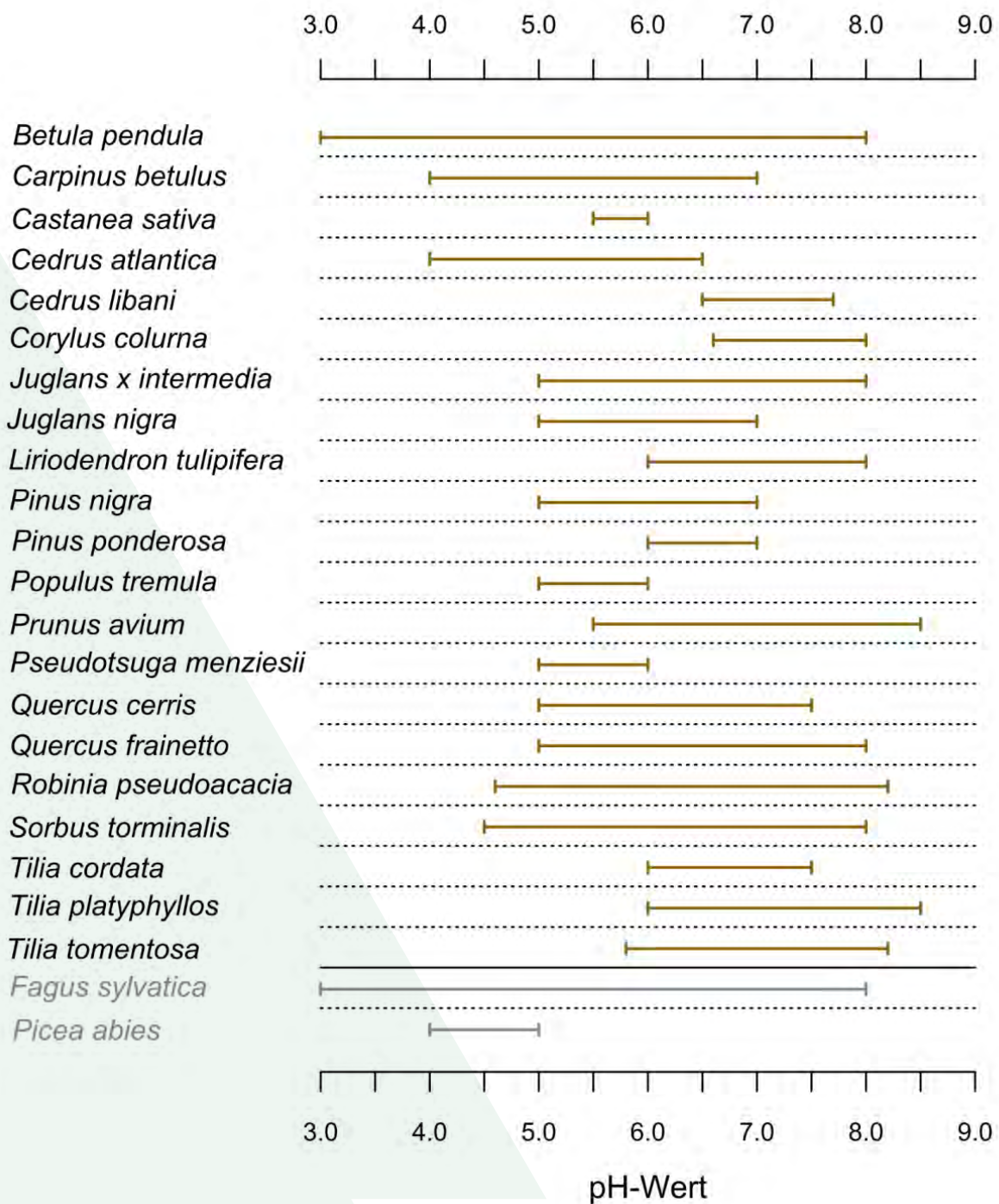


Abbildung 1: Spanne der Boden-pH-Werte im Verbreitungsgebiet der jeweiligen Baumart. Die Daten stammen aus den Angaben in den Steckbriefen. Die Verfahren zur Ermittlung des Boden-pH-Wertes unterscheiden sich zwischen den Baumarten; damit ist die direkte Vergleichbarkeit eingeschränkt.

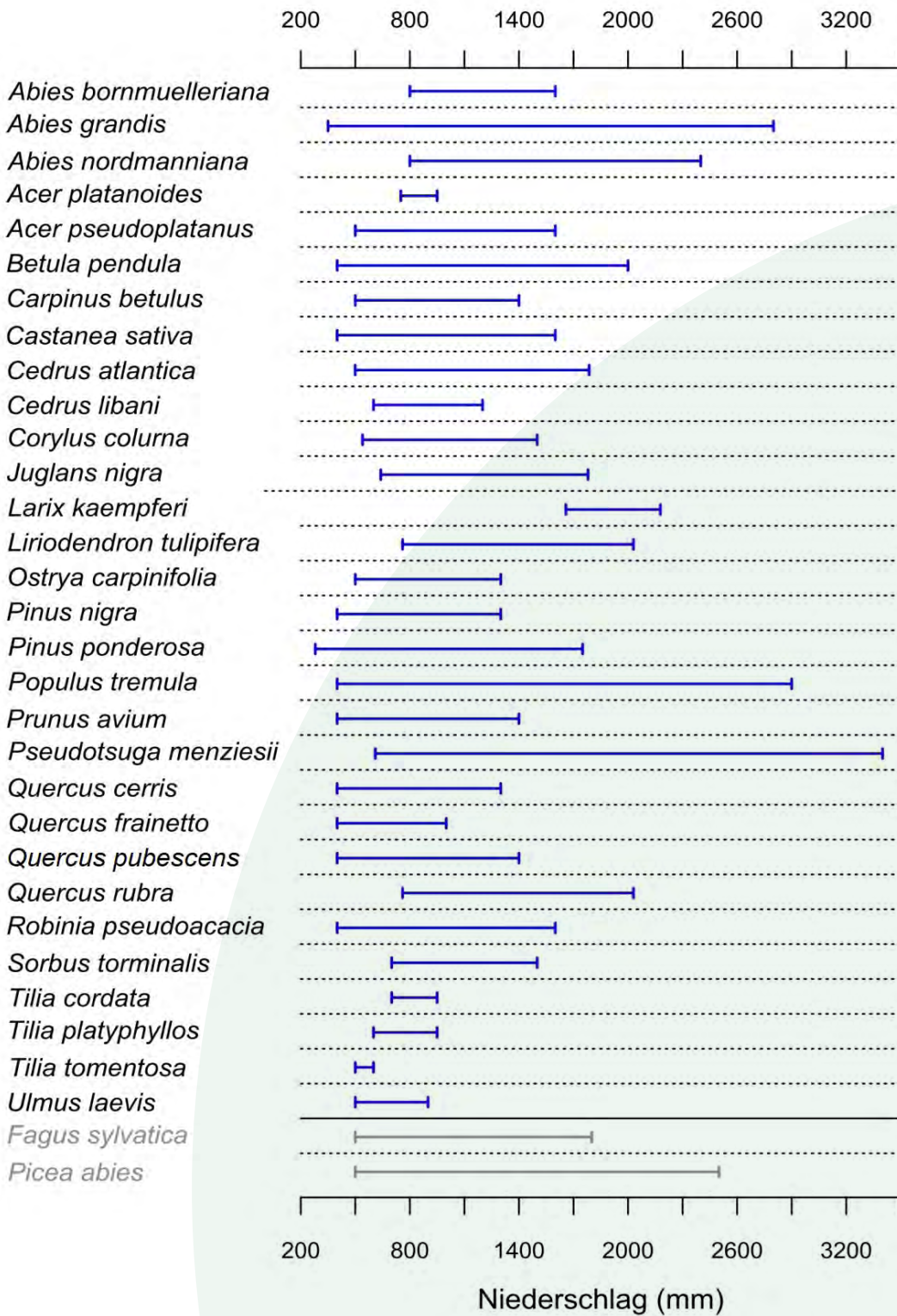


Abbildung 2: Spanne der jährlichen Niederschlagssumme im Verbreitungsgebiet der jeweiligen Baumart. Die Daten stammen aus den Angaben in den Steckbriefen.

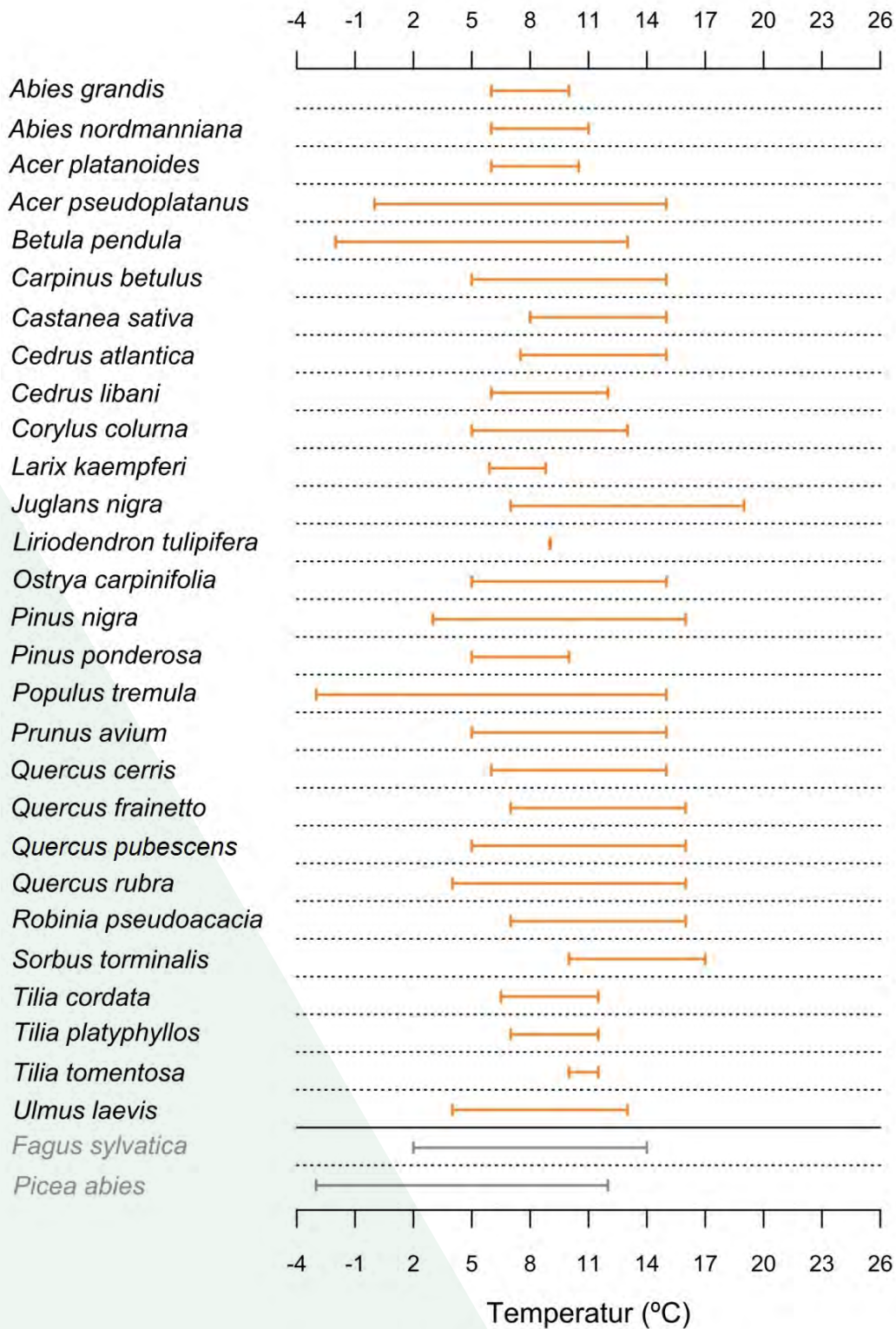


Abbildung 3: Spanne der Jahresdurchschnittstemperatur im Verbreitungsgebiet der jeweiligen Baumart. Die Daten stammen aus den Angaben in den Steckbriefen.

## Danksagung

Außerordentlich herzlich möchten wir uns bei unseren KollegInnen bedanken, die bei der inhaltlichen und redaktionellen Durchsicht der Baumartensteckbriefe mitgeholfen haben. Insbesondere möchten wir uns namentlich bei Dr. Hans-Gerd Michiels, Andreas Ehring, Dr. Joachim Klädtke, Lisa Anhäuser und Steffen Schlehe (alle FVA Baden-Württemberg) sowie Bernhard Mettendorf bedanken. Auch andere Personen, die wir nicht einzeln namentlich aufzählen können, haben uns unterstützt. Ihnen möchten wir ebenso ganz herzlichen Dank aussprechen.

## Bildverweise

Seite 7: Christian Hanner  
Seite 10-15; 222-247: Antranias – pixabay.com  
Seite 18-21: FVA/Thomas Weidner  
Seite 22-27 (Titelbild): dreamdv2 – pixabay.com Seite 23: Dave Powell - USDA Forst Service [www.Bugwood.org](http://www.Bugwood.org), Wikimedia Commons  
Seite 24: dreamdv2 - pixabay.com  
Seite 28-33: FVA - Thomas Weidner  
Seite 34-39 (Titelbild), 36: Christian Pedant – stock.adobe.com  
Seite 34: Iwona – stock.adobe.com  
Seite 38: JRG – stock.adobe.com  
Seite 40-41: Pavel Rumlena – stock.adobe.com  
Seite 42-47 (Titelbild)  
Seite 44: JA2077 (oben); weggelaar (unten) beide pixabay.com  
Seite 46: Wikimediaimages – pixabay.com  
Seite 48-53: FVA/Thomas Weidner  
Seite 54-59 (Titelbild), 56: FVA/Thomas Weidner Seite 57: JRG – stock.adobe.com  
Seite 58: Couleur – pixabay.com  
Seite 60-65 (Titelbild): aquatarkus – stock.adobe.com  
Seite 61: Lunghammer – stock.adobe.com  
Seite 63: FVA /Andreas Ehring  
Seite 64: FairysTouch – pixabay.com  
Seite 66-69 (Titelbild), 68: FVA/Thomas Weidner Seite 67: ldelfoto – stock.adobe.com  
Seite 70-75 (Titelbild): AlexanderDenisenko – stock.adobe.com Seite 71: Sandra Standbridge – stock.adobe.com Seite 73: Muhidin Šeho  
Seite 74: pictavio – pixabay.com  
Seite 76-81 (Titelbild), 78: Zoltan – stock.adobe.com  
Seite 77: hcast – stock.adobe.com  
Seite 80, 81: Wikimediaimages – pixabay.com  
Seite 82-87 (Titelbild), 85: adaptice – stock.adobe.com  
Seite 83: waldwiese - Stock.Adobe.com  
Seite 88-93 (Titelbild): FVA/Andreas Ehring  
Seite 92: Lure Photography, Wikimedia Commons Seite 94-99 (Titelbild), 99: Hans – pixabay.com  
Seite 95: simona – stock.adobe.com

Seite 98: FVA/Andreas Ehring  
Seite 100-105 (Titelbild), 101: jezophotography – stock.adobe.com  
Seite 104: Hans – pixabay.com  
Seite 106-111 (Titelbild), 109: Konstanze Gruber – stock.adobe.com  
Seite 107: sebi\_2569 – stock.adobe.com  
Seite 110: Hans – pixabay.com  
Seite 112-115 (Titelbild), 115: blende11.photo – stock.adobe.com  
Seite 113: hcast – stock.adobe.com  
Seite 116-121 (Titelbild), 119: FVA/Thomas Weidner  
Seite 117: simona – stock.adobe.com  
Seite 120: ilyessuti – pixabay.com  
Seite 122-127 (Titelbild), 125: HDDA Photography – stock.adobe.com  
Seite 123: Borislav – stock.adobe.com  
Seite 128-133 (Titelbild): Marc – stock.adobe.com Seite 129: Mlle Sonyah – stock.adobe.com  
Seite 131: JAH – stock.adobe.com  
Seite 132: Hans – pixabay.com  
Seite 134-139 (Titelbild), 137: progarten – stock.adobe.com  
Seite 135: Schmutzler-Schaub – stock.adobe.com Seite 138: Hans – pixabay.com  
Seite 140-145 (Titelbild), 144: FVA/Andreas Ehring  
Seite 141: FVA/Thomas Weidner  
Seite 146-153 (Titelbild), 150: FVA/Thomas Weidner  
Seite 147: Manfred Richter – stock.adobe.com  
Seite 154-159 (Titelbild), 157: Marc – stock.adobe.com  
Seite 155: Studio 888 – stock.adobe.com  
Seite 158: Hans – pixabay.com  
Seite 160-163 (Titelbild), 163: maho503 – stock.adobe.com  
Seite 161: waldwiese – stock.adobe.com  
Seite 164-167 (Titelbild), 166: FVA/Thomas Weidner  
Seite 165: Studio 888 – stock.adobe.com  
Seite 168-173 (Titelbild): tamara\_kulikova – istock-photo.com  
Seite 169: Garmon – stock.adobe.com  
Seite 171: Ortis – stock.adobe.com  
Seite 174-179 (Titelbild), 177: FVA/Thomas Weidner  
Seite 175: hcast – stock.adobe.com  
Seite 178: Marzena7 (links); MAKY\_OREL (rechts) beide pixabay.com  
Seite 180-185 (Titelbild): progarten – stock.adobe.com  
Seite 183: Muhidin Šeho  
Seite 184: FVA/Tatjana Brenner  
Seite 186-191 (Titelbild), 189: Ruckszio – stock.adobe.com  
Seite 187: Vitalii Kazannyk – stock.adobe.com  
Seite 190: Hans – pixabay.com  
Seite 192-197 (Titelbild), 195: mhp – stock.adobe.com  
Seite 193: vvoe – stock.adobe.com  
Seite 196: Couleur – pixabay.com  
Seite 198-201 (Titelbild), 201: Olivier Piéton – stock.adobe.com  
Seite 199: Hanjo – stock.adobe.com  
Seite 200: progarten – stock.adobe.com  
Seite 202-207 (Titelbild), 205: Schmutzler-Schaub – stock.adobe.com  
Seite 203: kazakovmaksim – stock.adobe.com  
Seite 206: ArtSvitlyna – stock.adobe.com  
Seite 208-213 (Titelbild), 212: progarten – stock.adobe.com  
Seite 209: vencav – stock.adobe.com  
Seite 214-219: FVA/Thomas Weidner



Forstliche Versuchs-  
und Forschungsanstalt  
Baden-Württemberg