

Alternative Baumarten im Klimawandel: Artensteckbriefe - eine Stoffsammlung



**Alternative Baumarten im Klimawandel:
Artensteckbriefe – eine Stoffsammlung**

ISBN 978-3-933548-95-5

Herausgeber:

Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg (FVA)

Autoren:

Angela Luciana de Avila (FVA Baden-Württemberg)

Axel Albrecht (FVA Baden-Württemberg)

Umschlaggestaltung und Titelfoto: Thomas Weidner (FVA Baden-Württemberg)

Druck:

Eigenverlag der FVA, Freiburg

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.

Gedruckt auf 100% chlorfrei gebleichtem Papier.

INHALTSVERZEICHNIS

VORWORT	4
ALTERNATIVE BAUMARTEN IM KLIMAWANDEL: MOTIVATION	6
Abnehmende Eignung der Hauptbaumarten treibt die Suche nach alternativen Baumarten	6
Die Artensteckbriefe sind der erste Schritt auf der Suche	7
Wie wurden die Arten für die Steckbriefe ausgewählt?	8
Grundlegende Aspekte zur Gliederung der Steckbriefe	9
Wie sollen die Artensteckbriefe gelesen werden, und wie nicht?	10
Unsicherheiten bei der Holzverwendung	10
Unsicherheiten bei den Risiken	11
BAUMARTENSTECKBRIEFE	13
<i>Abies bornmuelleriana</i> Mattf.	14
<i>Abies grandis</i> (Douglas ex D. Don) Lindl.	18
<i>Abies nordmanniana</i> (Steven) Spach	22
<i>Acer platanoides</i> L.	26
<i>Betula pendula</i> Roth	30
<i>Carpinus betulus</i> L.	34
<i>Castanea sativa</i> Mill.	38
<i>Cedrus atlantica</i> (Endl.) Manetti ex Carrière	44
<i>Cedrus libani</i> A. Rich.	48
<i>Corylus colurna</i> L.	52
<i>Larix kaempferi</i> (Lamb.) Carrière	56
<i>Liriodendron tulipifera</i> L.	60
<i>Ostrya carpinifolia</i> Scop.	64
<i>Pinus nigra</i> J.F. Arnold	68
<i>Pinus ponderosa</i> P. Lawson & C. Lawson	72
<i>Platanus × acerifolia</i> (Aiton) Willd.	76
<i>Prunus avium</i> (L.) L.	80
<i>Quercus cerris</i> L.	84
<i>Quercus frainetto</i> Ten.	88
<i>Quercus pubescens</i> Willd.	92
<i>Quercus rubra</i> B.A. Sm. & Abbot	96
<i>Robinia pseudoacacia</i> L.	100
<i>Sorbus torminalis</i> (L.) Crantz L.	106
<i>Tilia cordata</i> Mill.	110
<i>Tilia tomentosa</i> Moench	114
GLOSSAR UND AKRONYME	118
AUSBLICK	119
DANKSAGUNG	122

VORWORT

das Bewusstsein für die Dramatik der Veränderungen, die sich aus dem anthropogenen Klimawandel ergeben, wächst. Beispiele solcher Veränderungen können zukünftig häufiger auftretende kurzfristige Extremereignisse wie Dürresommer, Hitzegewitter und Stürme sein. Es können aber auch vermeintlich langsame Prozesse wie Temperaturerhöhung und Verschiebung von Niederschlägen sein, die schleichen- de Veränderungen bringen.

Diese klimatischen und andere Umweltveränderungen haben erhebliche Auswirkungen auf zahlreiche gesellschaftliche Bereiche, werden aber insbesondere auch unsere heimischen Wälder verändern. Ausdrücklich ist hier die naturgegebene Langfristigkeit der Waldentwicklung zu nennen, die besondere Sorgfalt beim Umgang mit Wald und in der Umweltplanung gebietet. Die Zusammensetzungen aller im Wald vorkommenden Pflanzen- und Tiergesellschaften werden sich verändern. Und so wird es auch unter den Baumarten Gewinner- und Verliererarten geben, also solche mit zunehmender klimatischer Eignung unter sich verändernden Bedingungen, aber eben auch solche mit abnehmender Eignung.



Da verschiedene Szenarioberechnungen belegen, dass die heutigen Hauptbaumarten möglicherweise stark unter dem Klimawandel leiden könnten, müssen besser an zukünftige Klimabedingungen angepasste Baumarten und Provenienzen identifiziert werden. Dabei kommen vornehmlich solche Arten und Provenienzen in Betracht, die heute in Regionen mit klimatischen Bedingungen gut wachsen, wie wir sie für das zukünftige Baden-Württemberg erwarten. Inner- und außereuropäische Regionen werden hierbei gleichermaßen betrachtet, wengleich den innereuropäischen Arten größerer Stellenwert zukommt.

Die Artensteckbriefe stellen den ersten Schritt auf der Suche nach Alternativbaumarten dar und fassen kurz und knapp die praxisrelevanten wissenschaftlichen Kenntnisse zu 25 Baumarten zusammen. Die Artensteckbriefe werden kontinuierlich verbessert und ergänzt und auch die Liste der Baumarten soll erweitert werden. Konkrete Anbauempfehlungen werden jedoch nicht auf der Grundlage solcher Literaturarbeiten ausgesprochen werden können. Vielmehr werden großräumige Artverbreitungsmodelle und auch konkrete Anbauversuche besonders gut angepasster Arten und Provenienzen diese Literaturkenntnisse Zug um Zug vervollständigen müssen. Denn nur mit Berücksichtigung mehrerer Wissensquellen lassen sich fundierte Empfehlungen aussprechen, um den Unsicherheiten zukünftiger klimatischer Bedingungen adäquat begegnen zu können.

Nun wünsche ich Ihnen gute Lektüre und hoffe, dass wir für Sie interessante Informationen zusammengetragen haben.

Freiburg, im Januar 2018, Ihr

A handwritten signature in black ink, which appears to read 'K. v. Teuffel'. The signature is written in a cursive style.

Prof. Konstantin Frhr. von Teuffel
Direktor der FVA

ALTERNATIVE BAUMARTEN IM KLIMAWANDEL: MOTIVATION

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 sehr langfristig wirken können. Hierzu zählt nicht zuletzt die Baumartenwahl. Neben den Unsicherheiten der Klimaprojektionen kommt noch dazu, dass die Entscheidung für oder wider eine bestimmte Baumart prinzipiell auch 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 sukzessive etwas mehr Klarheit hineinzubringen, sollen die vorliegenden Baumartensteckbriefe in kompaktem Format auf ca. 4 Seiten je Art klimawandelrelevante Literaturkenntnisse zu Ökologie, Anbau, Risiken, Ertrag und Holzverwendung in Frage kommender Baumarten zusammentragen. Die Steckbriefe sollen also als Hilfe bei der groben Vororientierung dienen. Der Schwerpunkt dieser Arbeit lag damit auf

- einem breiten Suchradius, der in der Beschreibung von 25 Arten mündete,
- einer kompakten Darstellungsform, sowie
- einer zügigen Bereitstellung der Steckbriefe.

Eine Folge dieser Zielsetzung ist, dass aufgrund der in kurzer Zeit realisierten ersten Aufbereitung eine Aktualisierung des Kenntnisstands in absehbarer Zeit erforderlich werden könnte. Dadurch können dann neue Kenntnisse wiederum aktuell eingearbeitet werden. Zusätzlich ist denkbar, dass bei einer Überarbeitung auch weitere Baumarten neu mit aufgenommen werden, die bislang in unserer Liste fehlen.

Mit den Artensteckbriefen möchten die Autoren Impulse in die Zukunftsdiskussion um unsere Wälder einbringen. Da jedoch derzeit niemand genau weiß, wie sich eine Art wirklich in einem neuen Habitat und Anbaugesbiet 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 kontinuierlichen Prozess zur Wissensverbesserung auf (mailto: fva-bw@forst.bwl.de, Stichwort „Artensteckbriefe“).

Abnehmende Eignung der Hauptbaumarten treibt die Suche nach alternativen Baumarten

Im Jahr 2010 wurden für Baden-Württemberg erste Baumarteneignungskarten von der FVA veröffentlicht, die explizit klimatische Veränderungen berücksichtigen. Als klimasensitive Komponente flossen hierbei die Ergebnisse klimasensitiver Artverbreitungsmodelle ein [1, 2]. Und 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).

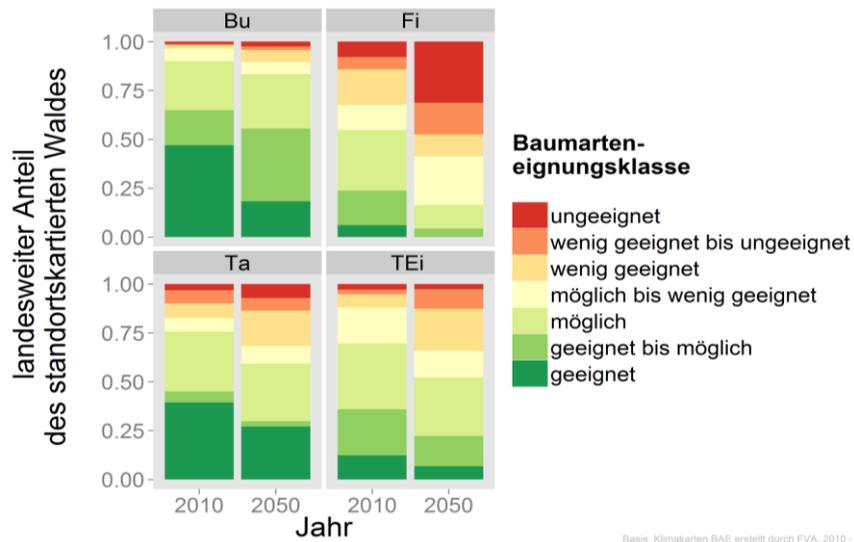


Abb. 1. Bilanzierung der klimatisch bedingten Veränderungen der Baumarteneignung für die vier Hauptbaumarten in Baden-Württemberg bis zum Jahr 2050. Grundlage: IPCC-Klimaszenario B2 [3].

Führt man sich vor Augen, dass die seinerzeitige Beurteilung nur bis zum Jahr 2050 durchgeführt wurde, nur für das mittlerweile eher unrealistisch optimistische Klimaszenario B2 galt, und die in der zweiten Hälfte des 21. Jahrhunderts zu erwartenden klimatischen Veränderungen mutmaßlich noch stärker als in der ersten Hälfte ausfallen dürften (ersichtlich z. B. in der IPCC-Abbildung SPM 7a [4]), dann wird dringender Handlungsbedarf offensichtlich. Zwar ist in 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 sicherlich auch denkbar, dass durch die Verwendung besser klimaangepasster Herkünfte, Ökotypen oder Varietäten die gegenwärtigen Hauptbaumarten auch weiterhin Hauptbaumarten bleiben. Jedoch werden diese Fragen in anderen Forschungsprojekten der FVA untersucht. Der Ansatz der vorliegenden Studie bezieht sich auf die Suche nach neuen Baumarten, die besser an die zukünftigen klimatischen Verhältnisse in Baden-Württemberg angepasst sind.

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 schlicht darum, das vorhandene Wissen zu einzelnen, potentiell geeigneten Baumarten in systematischer Gliederung zusammenzuführen. Dies hat zwei durchaus unterschiedliche Aspekte: einerseits wird dadurch systematisch das veröffentlichte Wissen zusammengeführt und leicht zugänglich gemacht. Zum anderen decken solche Artensteckbriefe aber in aller Klarheit auch auf, was wir leider alles nicht oder noch nicht wissen. Auf möglichst objektive Weise das Wissen und die Wissenslücken klar offenzulegen, ist daher Gegenstand dieser Arbeit.

Die Artensteckbriefe dienen also einer Art Screening aussichtsreicher Kandidaten-Baumarten und stellen lediglich 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 großräumiger, europäischer Verbreitungsdaten erstellt werden. Und schließlich werden in einem dritten Schritt noch Anbauversuche angelegt, die für eine noch weiter reduzierte Artenzahl konkrete Geländetests durchführen. Die Auswahl der Arten für diese Geländetests basiert dann 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) [5], und erste waldwachstumskundliche Versuchsanbauten sind für weitere Arten in Baden-Württemberg in Kürze vorgesehen (*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 baden-württembergischen 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: Vorab-Screening aussichtsreicher, möglicher Kandidaten-Baumarten
- Literaturarbeit (25 Arten)
- keine sonstigen Einschränkungen

2. Artverbreitungsmodellierung aussichtsreicher Kandidaten-Baumarten

- Ziel: Identifizierung von Arten mit zunehmender „Klimaeignung“
- Nach den Artensteckbriefen aussichtsreiche Kandidaten-Baumarten vergleichen
- Reduziertes Artenset im Vergleich zu 1. (ca. 8-12 Arten):
 - Datenverfügbarkeit in D / Europa muss gegeben sein (Artkennung!)
 - Betroffene Arten dürfen kein K.O.-Kriterium in den Artensteckbriefen aufweisen

3. Anbauversuche

- Aussichtsreiche, prioritäre und klimageeignete Kandidaten-Baumarten (ca. 5 bis max. 10):
 - zu denen keine oder zu wenig Verbreitungsdaten vorhanden
 - zu denen keine waldbaulichen Erfahrungen vorliegen
 - oder die aus 1. und 2. als prioritär hervorgehen, aber weitere Fragen offen sind
 - Wichtige standörtliche Lücken im existierenden BA-Portfolio schließen (standörtliche Randbereiche)

Abb. 2. dreiphasiges Untersuchungskonzept zur Identifizierung besonders klimageeigneter Baumarten.

Wie wurden die Arten für die Steckbriefe ausgewählt?

Die Suche nach Alternativbaumarten im Klimawandel läuft bereits seit einiger Zeit. Und so existieren bereits Untersuchungen mit ganz unterschiedlichen Ausrichtungen und Artenlisten. Ausgehend von diesen Untersuchungen wurde an der FVA eine Liste mit knapp 50 Baumarten erstellt, die prinzipiell in Betracht kommen. Und in einem abteilungsübergreifenden Prozess wurde dann hieraus eine Rangliste erstellt, die die Arten in eine Prioritätsreihenfolge für klimawandelbezogene Untersuchungen brachte. Unter Berücksichtigung pragmatischer Aspekte wurden hieraus dann die ersten 25 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 heute in der Lage sind. Baumarten, die heute nicht heimisch 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 Klimate. Und diese Gruppe wurde unterteilt in (2) europäische und (3) außer-europäische Arten. Dabei ist die Grenzziehung zwischen europäischen und nicht-europäischen Baumarten mit heutiger natürlicher Verbreitung sowohl innerhalb als auch außerhalb Europas nicht ganz eindeutig und damit im Einzelfall nicht zu wichtig anzusehen. Mit dieser Unterteilung wurde aber versucht zu trennen, welche Arten im Zuge einer durch den Menschen

beschleunigten Arealverschiebung prinzipiell auf natürlicherem Weg in die baden-württembergischen Wälder einwandern könnten (Kategorie 2), und welche Arten aus anderen Kontinenten als klar eingeführte Baumarten anzusehen sind (Kategorie 3).

Grundlegende Aspekte zur Gliederung der Steckbriefe

Die Aufeinanderfolge der Abschnitte je Steckbrief folgt der Logik:

- 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. Leistung)
- Gibt es in Baden-Württemberg schon Erfahrungen? (5. Erfahrungen in Baden-Württemberg und Deutschland)
- Sind höherwertige Holzverwendungen bekannt? (6. Holzeigenschaften und Verwendung)
- Trägt die Art wichtige ökologische, ästhetische und Erholungsfunktionen? (7. Sonstige Ökosystemleistungen)
- Und gibt es erhebliche Risiken, die die weitere Betrachtung der Baumart eventuell komplett ausschließen? (8. Abiotische und biotische Risiken)

Aus dieser Gliederung wird klar, dass das Potential der jeweiligen Art für ihre Etablierung, Bewirtschaftung und Nutzung betont wurde. Es handelt sich also um eine grundsätzliche Betrachtung des Potentials einer Baumart als Wirtschaftsbaumart.

Hierbei ist sicherlich zu beachten, dass sich die verschiedenen Naturschutzkonzepte aktuell durch den Klimawandel einer bedeutenden Herausforderung gegenüber sehen. 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 Baumarten. Klar ist aber auch, dass die Einführung außereuropäischer Baumarten zur Anpassung an den Klimawandel naturschutzfachlich kritisch zu betrachten sein wird. In diesem Bereich liegt sicherlich noch hoher Forschungsbedarf, und auch die Artensteckbriefe können hinsichtlich der Nicht-Nutzfunktionen noch verbessert werden.

Im Zusammenhang mit der Einführung neuer Baumarten ist der Aspekt der **Invasivität** besonders wichtig, um möglicherweise schädigenden Wirkungen auf die Umwelt und der Verdrängung naturschutzfachlich hochwertiger heimischer Arten vorzubeugen. Dieser Aspekt könnte auch unter den Gliederungspunkt 8. Risiken einsortiert werden. Da der einer möglichen invasiven Ausbreitung zugrundeliegende Prozess aber nennenswert auf die generative und vegetative Vermehrung einer Baumart zurückgeht, wurden Angaben zur Invasivität nun dem Punkt 3. Bestandesbegründung zugeordnet (3.7.). 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“ [6]. Unter unserem Gliederungspunkt 3.7. Invasivität findet sich somit keine eigene Ermittlung oder Interpretation des Invasivitätspotentials.

Die Abschnitte „natürliche Waldgesellschaft“ sowie „häufige Mischbaumarten“ wurden bewusst separat belassen, da die Mischbaumarten einmal in der Heimat der Baumart und einmal im möglichen neuen Anbauggebiet aufgelistet werden sollten. Leider lagen nicht immer auch getrennte Information vor, was zu einer gewissen aber unvermeidbaren Unschärfe führt.

Die bislang stark artenbezogene Betrachtung wäre natürlich auch auf der Ebene ganzer Waldgesellschaften denkbar und wünschenswert, war aber im Kontext der Artensteckbriefe bisher nicht darstellbar. Auch hier sind weiterführende Untersuchungen und Forschungsarbeiten sinnvoll.

Wie sollen die Artensteckbriefe gelesen werden, und wie nicht?

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

Grundlegend für die Erstellung war die Verwendung wissenschaftlicher, zitierfähiger Originalarbeiten. In einigen Fällen waren jedoch die Originalarbeiten nicht zugänglich, sodass Kernaussagen nach Sekundärarbeiten zitiert wurden, was als solches auch kenntlich gemacht wurde. Darüber hinaus wurden „graue“ Literatur und mündliche Auskünfte ebenfalls teilweise mit aufgenommen, allerdings meist dann durch die Formulierung auch 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 demnach nicht als konkrete Anbau- oder Handlungsempfehlungen missverstanden werden. Denn viele der möglichen Effekte bei Etablierung dieser Baumarten sind noch nicht bekannt. Unter anderem aus diesem Grund wurden auch keine Bezugsquellen von Saat- und Pflanzgut aufgeführt.

Unsicherheiten bei der Holzverwendung

Speziell zu den Informationen über Holzverwendung und –eigenschaften (jeweiliges Kapitel 6 der Steckbriefe) sei hier explizit angemerkt, dass noch große Wissenslücken und Unsicherheiten bestehen. Aus der aufgearbeiteten Literatur kann nicht klar abgeleitet werden, ob eine Holzart, die z. B. im Herkunftsgebiet für konstruktive Zwecke und / oder als Bauholz verwendet wird, auch in Deutschland eine entsprechende Holzqualität erreichen und baurechtliche Zulassung erhalten kann. Gleiches gilt analog 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.

Unsicherheiten bei den Risiken

In den Steckbriefen werden bekannte Pathogene und abiotische Risiken möglichst vollständig aufgelistet. Diese Liste folgt dem allgemeinen Vorsichtsprinzip, um darzustellen, welche Risiken auftreten können. Es wurde darüber hinaus versucht herauszuarbeiten, ob darunter besonders virulente Erreger oder durch die Risiken ausgelöste bestandesbedrohende, großflächige Ausfälle bekannt sind. Die Länge der Liste mit bekannten Risiken ist deshalb nicht als proportional zum Schädigungspotential einer Baumart zu sehen.

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

Literatur

- [1] Hanewinkel, M., D. Cullmann, and H.-G. Michiels, Künftige Baumarteneignung für Fichte und Buche in Südwestdeutschland. *AFZ - Der Wald*, 2010(19): p. 30-33.
- [2] Hanewinkel, M., et al., Converting probabilistic tree species range shift projections into meaningful classes for management. *Journal of Environmental Management*, 2014. 134(0): p. 153-165.
- [3] IPCC, Special Report Emissions Scenarios, Intergovernmental Panel on Climate Change. 2000, Genf: Eigenverlag. 27.
- [4] IPCC, Summary for Policymakers, in *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, T. Stocker, et al., Editors. 2013, Cambridge University Press: Cambridge.
- [5] Klädtke, J., Zum Wachstum eingeführter Baumarten in Baden-Württemberg. *Allgemeine Forst und Jagdzeitung*, 2016. 187(5/6): p. 81-93.
- [6] BUNDESAMT FÜR NATURSCHUTZ. Was sind Neobiota? Was sind invasive Arten?, unter: <https://neobiota.bfn.de/grundlagen/neobiota-und-invasive-arten.html> [Stand: 17.10.2017].

BAUMARTENSTECKBRIEFE

Im Folgenden werden nach lateinischem Artnamen alphabetisch sortiert die Artensteckbriefe der untersuchten Baumarten aufgelistet.

Abies bornmuelleriana Mattf.

Bornmüllers Tanne, Türkische Tanne*

Familie: Pinaceae

Syn: *Abies nordmanniana* subsp. *bornmuelleriana* (Mattf.) Coode & Cullen

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

Die Bornmüllers 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.

1. Verbreitung und Ökologie

1.1. Natürliche Verbreitung: Kleinasien im Nordwesten der Türkei auf den Höhenlagen des westlichen Pontus-Gebirges (Abb. 1) von 800 bis auf 2000 m [2].

1.2. Klimatische Kennziffern: jährlicher Niederschlag zwischen 800 und 1600 mm; Minimum in der Vegetationszeit: 150-200 mm. Kältetoleranz: -18 °C [2].

1.3. Natürliche Waldgesellschaft: oft begleitet von Orient-Buche, Wald- und Schwarzkiefer [2] sowie Eiche und Kalabrischer Kiefer [3].

1.4. Künstliche Verbreitung: keine Literatur gefunden.

1.5. Lichtansprüche: Schattbaumart [4].

1.6. Konkurrenzstärke:

1.6.1. Verjüngungs-Dickungsphase: langsame Jugendentwicklung. Die Ausbreitung von Konkurrenzvegetation, vor allem der Rhododendren (*Rhododendron ponticum*), verhindert die Verjüngung der Bornmüllers Tanne [2].

1.6.2. Baum- und Altholz: keine Literatur gefunden.



Abb. 1. Natürliche Verbreitung [1].

2. Standortsbindung

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

2.1. Nährstoffansprüche: nährstoffreiche Böden werden bevorzugt [1].

2.2. Kalktoleranz: keine Literatur gefunden.

2.3. pH-Wert: saure Böden sind geeignet [1].

2.4. Tontoleranz: keine Literatur gefunden.

2.5. Staunästoleranz: gering [5].

2.6. Blattabbau: keine Literatur gefunden.

3. Bestandesbegründung

- 3.1. **Naturverjüngung:** Lücken sind vorteilhaft für die Verjüngung der Bornmüllers 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].
- 3.2. **Künstliche Verjüngung:** Pflanzung trupp- oder gruppenweise ist ratsam [2].
- 3.3. **Keimfähigkeit und Überdauerungszeit des Saatgutes:** 57 % [6].
- 3.4. **Mineralbodenkeimer:** keine Literatur gefunden.
- 3.5. **Stockausschlagfähigkeit:** nein [5].
- 3.6. **Forstvermehrungsgutgesetz:** nein [7].
- 3.7. **Potenzial für Invasivität:** keine Literatur gefunden.
- 3.8. **Mögliche Mischbaumarten:** möglich mit Buche und Fichte [5].

4. Leistung

- 4.1. **Wachstum:** Die Bornmüllers 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 m³/ha im Alter von 100 Jahren erreicht. Der dGz liegt zwischen 6,1 und 16,2 m³/ha/J [9]. In einer Versuchsfläche bei Wien zeigte die Provenienz Pursa die beste Widerstandsfähigkeit gegen Trockenheit im Jahr 1977 und das beste Wachstum im Folgejahr [2].
- 4.2. **Ökonomische Bedeutung:** Wichtige Wirtschaftsbaumart im Herkunftsgebiet [9].

5. Erfahrung in Baden-Württemberg und Deutschland

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

6. Holzeigenschaften und Verwendung*

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

- 6.1. **Verwitterungsbeständigkeit:** keine Literatur gefunden.
- 6.2. **Rohdichte:** 0,29 ... 0,40 ... 0,73 g/cm³ (Wassergehalt wurde nicht berichtet) [2].
- 6.3. **Bauholzverwendung:** ja [5].
- 6.4. **Fasereigenschaften:** geeignet für Zellstoffgewinnung [2].
- 6.5. **Energieholzeigenschaften:** keine Literatur gefunden.

7. Sonstige Ökosystemleistungen

- 7.1. **Biomassefunktionen:** keine Literatur gefunden.
- 7.2. **Landschaftliche und ökologische Aspekte:** sehr wichtige Baumart [9] mit ähnlichen ökologischen Eigenschaften wie bei der Weißtanne [5].
- 7.3. **Kronenverwendung:** Weihnachtsbaum [12].
- 7.4. **Sonstige Nutzung:** keine Literatur gefunden.

8. Biotische und abiotische Risiken*

- 8.1. Pilze:** Der Tannen-Wurzelschwamm (*Heterobasidion abietinum*) kommt vor [13].
- 8.2. Insekten:** Befall durch Tannentrieblaus (*Dreyfusia* sp.) wurde selten an der Bornmüllers Tanne beobachtet [2]. Allerdings ist *Dreyfusia nordmanniana* in Mitteleuropa weit verbreitet und es wurden bereits erhebliche Schäden an der Weißtanne beobachtet [14]. Im natürlichen Areal wurde Befall durch folgende Insekten beobachtet: Bastkäfer (*Hylastes ater*), Haarstirn-Borkenkäfer (*Pityophthorus micrographus*) und Zweistreifiger Zangenbock (*Rhagium bifasciatum*) [2].
- 8.3. Sonstige Risiken:** Mistelbefall durch *Arceuthobium oxycedri* [8] und *Viscum album* tritt im natürlichen Areal auf [2].
- 8.4. Verbisempfindlichkeit:** sehr anfällig [15].
- 8.5. Dürretoleranz:** tolerant gegen Trockenheit [3].
- 8.6. Feueranfälligkeit:** sehr hoch [15].
- 8.7. Frostempfindlichkeit:** empfindlich gegen Spätfrost wegen relativ frühen Austreibens [2].
- 8.8. Sturmanfälligkeit:** keine Literatur gefunden.
- 8.9. Schneebruch:** 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 [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 [Stand: 12.10.2017].
- [5] METTENDORF, B. (2017): mündliche Auskunft.
- [6] KURT, Y., J. FRAMPTON, F. ISIK, C. LANDGREN, und G. CHASTAGNER. (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, Bundesministeriums der Justiz und für Verbraucherschutz.
- [8] DEBRECZY, Z. und I. RÁCZ. (2011): Conifers around the world: conifers of the temperate zones and adjacent regions. Dendro Press: Budapest. 535 S.
- [9] MISIR, N., M. MISIR, und C. ÜLKER. (2012): Yield Models of Pure Fir (*Abies nordmanniana* S. subsp. *bornmuelleriana* (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 U. WILHELM. (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] HERZOG, W. (2008): Christbaumanbau: Alternative Baumarten. Wald Holz **89**(4): S. 55-57.
- [13] BERAM, R.C., A.G. ADAY KAYA, A.T. LEHTIJARVI, H.T. DOGMUS-LEHTIJARVI, F. OSKAY, und S. WOODWARD. (2017): Heterobasidion and Armillaria Root and Stem Rot Diseases in Turkish Forests. In: IUFRO 125th Anniversary Congress. Freiburg.
- [14] NIERHAUS-WUNDERWALD, D. und B. FORSTER. (1999): Zunehmendes Auftreten der Gefährlichen Weisstannentrieblaus. Biologie und Empfehlungen für Gegenmassnahmen. Wald Holz **80**(10): S. 50-53.
- [15] CAUDULLO, G. und W. TINNER. (2016): *Abies* - Circum-Mediterranean firs in Europe: distribution, habitat, usage and threats, In: European Atlas of Forest Tree Species, J. SAN-MIGUEL-AYANZ, D. DE RIGO, G. CAUDULLO, T. HOUSTON DURRANT, und A. MAURI, (Hrsg.) Publ. Off. EU: Luxembourg. e015be7+.

*Hinweis: Sämtliche Angaben basieren ausschließlich auf Literaturauswertungen. 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.

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].

1. Verbreitung und Ökologie

1.1. Natürliche Verbreitung: Nordwesten der Vereinigten Staaten und Südwesten Kanadas [3] (Abb. 1); von 0 bis auf 1830 m [4].

1.2. Klimatische Kennziffern: jährlicher Niederschlag zwischen 350 und 2800 mm [4]; überwiegend im Winterhalbjahr [5]. Jahresmitteltemperatur von 6 bis 10 °C [3]. Kältetoleranz: -40 °C; Hitzetoleranz: 40 °C [4].

1.3. Natürliche Waldgesellschaft: selten in Reinbeständen; wächst dominant in wärmeren und trockeneren Bereichen ihres Vorkommens [3, 4].

1.4. Künstliche Verbreitung: zahlreiche europäische Länder [5].

1.5. Lichtansprüche: schattentolerant [4] bis Klimaxbaumart in feueranfälligen Flächen [6].

1.6. Konkurrenzstärke:

1.6.1. Verjüngungs-Dickungsphase: Sie hat ein rasches Jugendwachstum [2], leidet aber unter starker Konkurrenz um Licht mit der krautigen Vegetation [6].

1.6.2. Baum- und Altholz: alte Bäume reagieren schnell auf Freistellung [3].



Abb. 1. Natürliche Verbreitung [13].

2. Standortsbindung

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

2.1. Nährstoffansprüche: profitiert von guter Bodenfruchtbarkeit [6].

2.2. Kalktoleranz: kalkhaltige Böden sind nicht geeignet [5].

2.3. pH-Wert: hohe pH-Werte sind nicht geeignet [5].

2.4. Tontoleranz: gegeben, allerdings bei reduziertem, geringem Wachstum [4].

2.5. Staunässsetoleranz: mittlere Nässsetoleranz [6].

2.6. Blattabbau: langsamer als bei der Douglasie [8].

3. Bestandesbegründung

- 3.1. 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 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].
- 3.2. 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 1600 und 2500 Pflanzen pro Hektar liegen [10, 1].
- 3.3. 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 [11].
- 3.4. Mineralbodenkeimer:** ja, möglich, aber nicht unbedingt zwingend [3].
- 3.5. Stockausschlagfähigkeit:** unbekannt [3, 5].
- 3.6. Forstvermehrungsgutgesetz:** ja [12].
- 3.7. Potenzial für Invasivität:** kein erhebliches Gefährdungspotenzial [13].
- 3.8. Mögliche Mischbaumarten:** mischverträglich mit Douglasie [10] und einheimischen Arten wie Buche [14].

4. Leistung

- 4.1. Wachstum:** Sie ist die produktivste Tannenart, die Küstenprovenienzen wachsen schneller als Inlandsprovenienzen [6, 4] (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 1330 m³/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].
- 4.2. Ökonomische Bedeutung:** wichtige Wirtschaftsbaumart im Herkunftsgebiet [8]. Bei geringeren Jahrringbreiten erreicht das Holz der Küstentanne die Fichtenwerte [14]. Bei großer Jahrringbreite ist momentan der Verkauf in Deutschland problematisch [15].

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. 3). In den Versuchspartellen lag die GWL_v im Alter 50 zwischen 700 und 1300 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].

6. Holzeigenschaften und Verwendung*

Ähnliche Holzeigenschaften wie Weißtanne und Fichte [18, 5]. Das Holz ist leicht bearbeitbar, allerdings ist die Trocknung etwas schwierig [21].

- 6.1. Verwitterungsbeständigkeit:** niedrig [3].
- 6.2. Rohdichte:** 0,43 g/cm³ ($r_{12...15}$) [21].
- 6.3. Bauholzverwendung:** Innenbereich [5] und leichtes Bau- und Konstruktionsholz [21].
- 6.4. Fasereigenschaften:** geeignet für die Nutzung als Zellstoff und für die Papierindustrie [3, 21].
- 6.5. Energieholzeigenschaften:** gut [22].

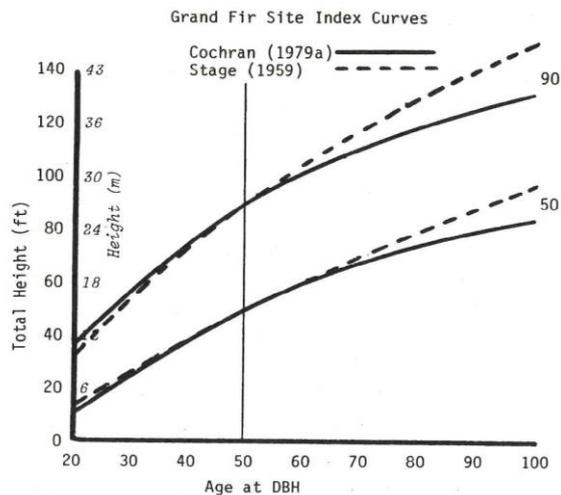


Abb. 2. Höhenbonitätsfächer für Provenienzen aus Oregon (Cochran 1979a) und aus Idaho (Stage 1959)

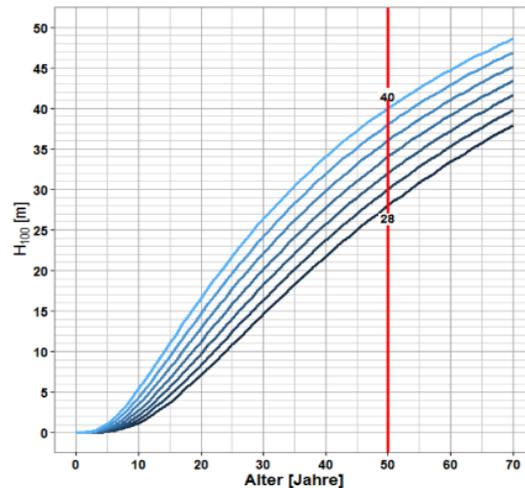


Abb. 3. Höhenbonitätsfächer für Bestände in Baden-Württemberg [16].

7. Sonstige Ökosystemleistungen

- 7.1. **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 [23].
- 7.2. **Landschaftliche und ökologische Aspekte:** attraktiver Baum [3].
- 7.3. **Kronenverwendung:** Weihnachtsbaum [3].
- 7.4. **Sonstige Nutzung:** keine Literatur gefunden.

8. Biotische und abiotische Risiken*

- 8.1. **Pilze:** In ihrer Heimat ist die Küstentanne anfällig gegen Stamm- und Wurzelfäuleerreger (z. B. *Fomes annosus* und *Armillariella mellea*) (Miller und Partridge (1973) zitiert nach [4]). Praxis-Beobachtungen von österreichischen Versuchsflächen (Ottenstein) wiesen hohe Anfälligkeit gegen den Honiggelben Hallimasch (*Armillariella 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 [24]. Auf Kulturflächen kommen befallsbegünstigende Bedingungen für Hallimasch auf Standorten mit vorausgehender Laubholzbestockung und auf alkalischen Böden vor. Gestresste Bäume sind anfällig gegen Tannenschütte (*Rhizosphaera kalkhoffii*) (Fließer (1998) zitiert nach [5]). Ausfälle in Süddeutschland im Weißtannengebiet sind ab dem Stangenholzalter z. T. kritisch [15].
- 8.2. **Insekten:** unter Anderem zwei Schmetterlingsarten (*Choristoneura occidentalis* und *Orgyia pseudotsugata*), Borkenkäfer (*Scolytus ventralis*), Großer Brauner Rüsselkäfer (*Hylobius abietis*) und Tannenstammlaus (*Adelges piceae*). Günstige Bedingungen für Borkenkäfer herrschen insbesondere in Beständen mit anderen anfälligen Tannenarten [4].
- 8.3. **Sonstige Risiken:** keine Literatur gefunden.
- 8.4. **Verbissempfindlichkeit:** resistent [6], Verbiss kann aber auftreten [2, 4].
- 8.5. **Dürretoleranz:** mittlere [6] bis erhebliche Trockentoleranz [5, 13]. 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 [25, 5].
- 8.6. **Feueranfälligkeit:** hoch durch dünne Rinde [6].

- 8.7. Frostempfindlichkeit:** mittlere Frosttoleranz [6] bis große Empfindlichkeit [26]. Nadelschütte und Frostrisse können nach langen und starken Frösten entstehen [4]. Sämlinge können anfällig gegenüber Spätfrost sein [3].
- 8.8. Sturmanfälligkeit:** sturmfest [5]. Gehäufte Einzelsturmwürfe wurden im Bereich einer frischen Mulde im Forstbezirk Güglingen, BW beobachtet [18].
- 8.9. Schneebruch:** niedrige Resistenz gegen Schneebruch [6], bis relativ unempfindlich [1].

Literatur

- [1] RUHM, W. (2013): Die Große Küstentanne, tolerant bei Trockenheit und Schneedruck. Die Landwirtschaft **6**: S. 28-29.
- [2] HEIN, S., T.B. JAUMANN, und U. KOHNLE. (2014): Zum Höhenwachstum von *Abies grandis* in Baden-Württemberg. AFZ-DerWald. **3**: S. 16-17.
- [3] FOILES, M.W., R.T. GRAHAM, und D.F. OLSON. (1990): *Abies grandis* (Dougl. Ex D. Don) Lindl. Grand Fir. In: R.M. BURNS und B.H. HONKALA, (Hrsg.) *Silvics of North America - Conifers*. Washington, DC: USDA Forest Service. S. 52-59.
- [4] HERMANN, R. (1981): *Abies grandis* in ihrem Heimatland. In: E. Röhrig, (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: A. ROLOFF, H. WEISGERBER, U.M. LANG, und B. STIMM, (Hrsg.) *Enzyklopädie der Holzgewächse: Handbuch und Atlas der Dendrologie*. S. 1-10.
- [6] HALL, F.C. (1981): Ecology of Grand fir. In: C.D.K. OLIVER, 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 B. GRUNDMANN. (2008): Klimawandel und Baumarten-Verwendung für Waldökosysteme. Tharandt. Stiftung Wald in Not. 46 S.
- [8] HOWARD, J.L. und K.C. ALEKSOFF. (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: E. Röhrig, (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] 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, Bundesministeriums der Justiz und für Verbraucherschutz.
- [13] SPELLMANN, H., P. BRANG, S. HEIN, und M. GEB. (2015): Große Küstentanne (*Abies grandis* Dougl. ex D. Don Lindl.). In: T. VOR, H. SPELLMANN, A. BOLTE, und C. AMMER, (Hrsg.) *Potenziale und Risiken eingeführter Baumarten: Baumartenportraits mit naturschutzfachlicher Bewertung*. Göttingen: Universitätsverlag Göttingen. S. 29-46.
- [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 U. WILHELM. (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] WAGENFÜHR, R. (2000): HOLZatlas. München: Fachbuchverlag Leipzig im Carl Hanser Verlag. 707 S.
- [22] USDA FOREST SERVICE. Fuel Efficiency & Conservation, unter: https://www.fs.usda.gov/Internet/FSE_DOCUMENTS/fsbdev3_035113.pdf [Stand: 27.09.2017].
- [23] BROWN, J.K. (1978): Weight and density of crowns of Rocky Mountain conifers [Tree biomass, volume]. USDA Forest Service., Bd. 197. 64 S.
- [24] GREIG, B., J. GIBBS, und J. PRATT. (2001): Experiments on the susceptibility of conifers to *Heterobasidion annosum* in Great Britain. *Forest Pathology (Germany)*. **31**: S. 219-228.
- [25] LARSEN, S., S. MAGNUSSEN, und M.-L. ROSSA. (1981): Untersuchungen über die Trockenresistenz und den Wasserhaushalt verschiedener Herkünfte von *Abies grandis* (Dougl.) Lindley. In: E. RÖHRIG, (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.
- [26] DIMKE, P. (2015): Spätfrostschäden – erkennen und vermeiden. LWF-Merkblatt. **31**: S. 1-3.

* Hinweis: Sämtliche Angaben basieren ausschließlich auf Literaturauswertungen. 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.

Abies nordmanniana (Steven) Spach

Nordmannstanne*

Familie: Pinaceae

Franz: sapin de Turquie; *Ital:* abete turco; *Eng:* turkish fir, caucasian fir; *Span:* abeto de Normandía, abeto del Caúcaso.

Die Nordmannstanne hat eine ähnliche Leistungsfähigkeit und waldbauliche Eigenschaften wie die Weißtanne [1]. Sie zeigte die höchste Resistenz gegen Trockenheit im Vergleich zu zehn Provenienzen der Weißtanne und sechs anderen europäischen Tannenarten im Osten von Österreich [2]. Allerdings wird sie in Deutschland und Mitteleuropa hauptsächlich als Weihnachtsbaum angebaut [3].

1. Verbreitung und Ökologie

1.1. Natürliche Verbreitung: westlicher Kaukasus und Nordosten Anatoliens (Abb. 1); von 400 bis auf 2000 m [1].

1.2. Klimatische Kennziffern: jährlicher Niederschlag zwischen 800 und 2400 mm. Jahresmitteltemperatur von 6 bis 11 °C [1]. Kältetoleranz: -25 °C [4].

1.3. Natürliche Waldgesellschaft: oft begleitet von Orient-Buche [1].

1.4. Künstliche Verbreitung: verschiedene Länder in Mitteleuropa [1], England [5].

1.5. Lichtansprüche: Halbschatt- [1] bis Schattbaumart [6].

1.6. Konkurrenzstärke:

1.6.1. Verjüngungs-Dickungsphase: kann sich erfolgreich unter geringer Konkurrenz verjüngen [1]. Sie wächst aber in der Jugend langsamer als die Weißtanne [7].

1.6.2. Baum- und Altholz: reagiert dynamisch auf Freistellung auch im hohen Alter [1].



Abb. 1. Natürliche Verbreitung [17].

2. Standortsbindung

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

2.1. Nährstoffansprüche: nährstoffreiche Böden werden bevorzugt [1].

2.2. Kalktoleranz: gut [1].

2.3. pH-Wert: toleriert basische und saure Substrate [1].

2.4. Tontoleranz: gering [1].

2.5. Staunässsetoleranz: gering [9].

2.6. Blattabbau: keine Literatur gefunden.

3. Bestandesbegründung

- 3.1. 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].
- 3.2. Künstliche Verjüngung:** In Deutschland gibt es Saatgutplantagen, allerdings für Weihnachtsbaumkulturen [10].
- 3.3. Keimfähigkeit und Überdauerungszeit des Saatgutes:** 10-30 % [6], bis 55 % und 4 Jahre, wenn bei -15° C gelagert [1].
- 3.4. Mineralbodenkeimer:** keine Literatur gefunden.
- 3.5. Stockausschlagfähigkeit:** ja, wenn im Jugendstadium noch mindestens ein lebender Astkranz am Baum verbleibt [7].
- 3.6. Forstvermehrungsgutgesetz:** nein [11].
- 3.7. Potenzial für Invasivität:** keine Literatur gefunden.
- 3.8. Mögliche Mischbaumarten:** Sie kann sich sowohl in Rein- als auch in Mischbeständen mit Weißtanne, Fichte und Buche etablieren [6]. Hybridisierung mit der Weißtanne möglich [7]. Aufgrund von Befallsbeobachtungen durch Tannentriebblaus erscheint die Etablierung von Mischbeständen ratsam [9].

4. Leistung

- 4.1. 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 Weißtanne, 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 einsetzen [12].
- 4.2. 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 GWL_V 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.

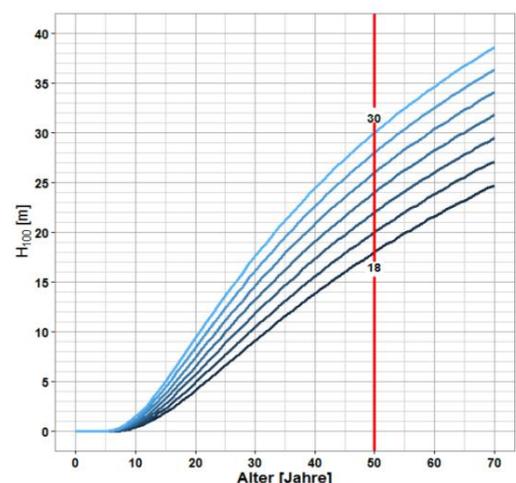


Abb. 2. Höhenbonitätsfächer für Bestände in Baden-Württemberg [14].

6. Holzeigenschaften und Verwendung*

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 [16, 8].

- 6.1. **Verwitterungsbeständigkeit:** keine Literatur gefunden.
- 6.2. **Rohdichte:** 0,35 g/cm³ [1].
- 6.3. **Bauholzverwendung:** ja [9].
- 6.4. **Fasereigenschaften:** geeignet für Zellstoffgewinnung und für die Papierindustrie [13,8].
- 6.5. **Energieholzeigenschaften:** keine Literatur gefunden.

7. Sonstige Ökosystemleistungen

- 7.1. **Biomassefunktionen:** Eine generische Biomassefunktion mit BHD, Höhe und Rohdichte als Prädiktoren ist für die Tschechische Republik vorhanden [17].
- 7.2. **Landschaftliche und ökologische Aspekte:** attraktiver Baum für die Landschaft [8] mit ähnlichen ökologischen Eigenschaften wie bei der Weißtanne [9].
- 7.3. **Kronenverwendung:** Weihnachtsbaum [18, 6].
- 7.4. **Sonstige Nutzung:** Die Rinde enthält ca. 10 % Tannine [1].

8. Biotische und abiotische Risiken*

- 8.1. **Pilze:** *Melampsorella caryophyllacearum* verursacht den Tannenkrebs, *Phytophthora cinnamomi* tritt auch auf [1]. Der Tannen-Wurzelschwamm (*Heterobasidion abietinum*) kommt vor [19]. Hallimasch wird in Pflanzungen bei uns vereinzelt aggressiv (alte Laubholzstandorte) und führt gelegentlich auch zur Kernfäule [9].
- 8.2. **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].
- 8.3. **Sonstige Risiken:** Mistelbefall durch *Viscum album* kommt im natürlichen Areal vor [1]. Die Nordmannstanne gilt als widerstandsfähiger gegenüber dem Tannensterben [7].
- 8.4. **Verbissempfindlichkeit:** sehr anfällig [20], sodass Zäunung für den Anbauerfolg erforderlich ist [1, 8].
- 8.5. **Dürretoleranz:** geringe Empfindlichkeit [2], sie gedeiht auch auf trockenen Standorten [21].
- 8.6. **Feueranfälligkeit:** sehr hoch [20].
- 8.7. **Frostempfindlichkeit:** empfindlich gegen strenge Spätfröste [1, 8], kann aber von den Herkünften abhängig sein, da der Austrieb je nach Provenienz ca. 2-3 Wochen differiert [9].
- 8.8. **Sturmanfälligkeit:** sturmfest [6], obwohl Schäden in Deutschland bekannt sind [1].
- 8.9. **Schneebruch:** in Deutschland vorhanden [1].

9. Zusätzliche Information

Eine Unterart der Nordmannstanne, die Trojatanne (*Abies nordmanniana* subsp. *equi-trojani* (Asch. & Sint. ex Boiss.) Coode & Cullen), wächst im Nordwesten der Türkei [22]. Sie gilt als Pionierbaumart und verjüngt sich auf der Freifläche, kann aber auch jahrzehntelange Übershirmung ertragen [1]. Zur Verjüngung werden Schirm- und Femelschlag sowie Plenterbetrieb empfohlen. Sie gedeiht auf Böden mit pH-Werten zwischen 4,7 und 7,3 und bevorzugt tiefgründige Substrate, vermeidet aber spätfrostgefährdete Lagen und staunasse Böden [7]. Gegen Stürme ist sie einigermaßen stabil und wies bis 1991 keinen Befall durch *Dreyfusia nordmanniana* auf [1]. Allerdings wurden schon Schneebruchschäden beobachtet [1] und die Tannenrotfäule kann eine gewisse Rolle spielen [9]. Im Vergleich zu anderen Tannenarten gilt sie als besser an warme und tiefe Lagen angepasst [23], ist aber auch von der Herkunft abhängig. Stammrisse können bei starkem Wachstum in Trockenjahren auftreten [9]. Es existieren waldwachstumskundliche Versuchsflächen der Trojatanne an der FVA-BW.

Literatur

- [1] SCHÜTT, P. (1991): Tannenarten Europas und Kleinasiens. Basel: Birkhäuser Verlag. 132 S.
- [2] GEORGE, J.-P., S. SCHUELER, S. KARANITSCH-ACKERL, K. MAYER, R.T. KLUMPP, und M. GRABNER. (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): Forstlichen 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. Diplomarbeit Waldbauinstitut, 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, Bundesministeriums 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: A. ROLOFF, H. WEISGERBER, U.M. LANG, und B. STIMM, (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] MERGANIČ, J., K. MERGANIČOVÁ, B. KONŮPKA, und M. KUČERA. (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.
- [18] EUFORGEN. (2011): This distribution map, showing the natural distribution area of *Abies nordmanniana* in Europe, unter: http://www.euforgen.org/fileadmin/templates/euforgen.org/upload/Documents/Maps/PDF/Abies_bornmuelleriana.pdf [Stand: 06.09.2017].
- [19] BERAM, R.C., A.G. ADAY KAYA, A.T. LEHTIJARVI, H.T. DOGMUS-LEHTIJARVI, F. OSKAY, und S. WOODWARD. (2017): Heterobasidion and Armillaria Root and Stem Rot Diseases in Turkish Forests. In: IUFRO 125th Anniversary Congress. Freiburg.
- [20] CAUDULLO, G. und W. TINNER. (2016): *Abies - Circum-Mediterranean firs in Europe: distribution, habitat, usage and threats*, In: *European Atlas of Forest Tree Species*, J. SAN-MIGUEL-AYANZ, D. DE RIGO, G. CAUDULLO, T. HOUSTON DURRANT, und A. MAURI, (Hrsg.) Publ. Off. EU: Luxembourg. e015be7+.
- [21] BOOTH, J. (1882): Die Naturalisation ausländischer Waldbäume in Deutschland. Springer. 168 S.
- [22] MISSOURI BOTANICAL GARDEN. (2017): *Abies nordmanniana* subsp. *equi-trojani*, unter: <http://www.missouribotanicalgarden.org/PlantFinder/PlantFinderDetails.aspx?kempercode=d834> [Stand: 10.09.2017].
- [23] OLSZYK, D. (2014): *Abies nordmanniana* subsp. *equi-trojani* (Turkish fir), unter: <http://conifersociety.org/conifers/conifer/abies/x/> [Stand: 06.09.2017].

* Hinweis: Sämtliche Angaben basieren ausschließlich auf Literaturauswertungen. 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.

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].

1. Verbreitung und Ökologie

1.1. Natürliche Verbreitung: Mittel- und Nordeuropa, vor allem im Nordosten [1]; von 150 bis auf 1800 m [2].

1.2. Klimatische Kennziffern: jährlicher Niederschlag zwischen 750 und 950 mm. Jahresmitteltemperatur von 6 bis 10,5 °C [2] (Abb. 1). Kältetoleranz: -30 °C [1].

1.3. Natürliche Waldgesellschaft: häufig in Tieflagen, Auenwaldgebieten und Mittelgebirgsregionen. In Waldformationen mit nennenswerten Anteilen von Spitzahorn wird er von Winterlinde und Bergahorn begleitet. Der Spitzahorn ist im Eschen/Ahorn-Steinschutt-Hangwald, in Linden/Hainbuchenwäldern und in Lindenmischwäldern vertreten [1].

1.4. Künstliche Verbreitung: Westeuropa, Nordamerika, Argentinien [1] und Chile [3].

1.5. Lichtansprüche: seltene Lichtbaumart, die vorübergehende Seitenbeschattung im frühen Jugendstadium tolerieren kann [1].

1.6. Konkurrenzstärke:

1.6.1. Verjüngungs-Dickungsphase: schnelles Jungwachstum, das aber unter Lichtmangel stagniert, wenn die Bäume ca. 1-2 m hoch (oder 4-7 Jahre alt) sind [2].

1.6.2. Baum- und Altholz: reagiert dynamisch auf Freistellung, hat aber eine niedrige Konkurrenzfähigkeit im Vergleich zum Bergahorn [3].

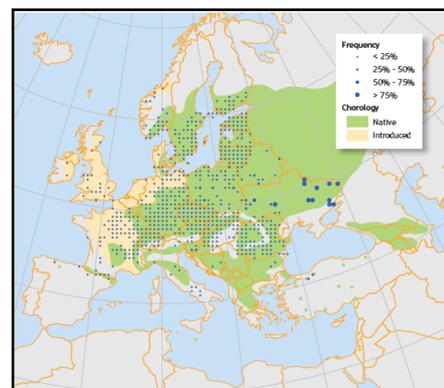


Abb. 1. Natürliche Verbreitung [4].

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].

2.1. Nährstoffansprüche: die Art bevorzugt nährstoffreiche Böden [1].

2.2. Kalktoleranz: gut [1].

2.3. pH-Wert: bevorzugt Standorte mit hohem pH-Wert, toleriert aber auch saure Böden [1].

2.4. Tontoleranz: hoch [1].

2.5. Staunästoleranz: niedrig, bevorzugt Böden mit guter Drainage [2, 6].

2.6. Blattabbau: Streu ist gut zersetzbar und bodenverbessernd [1].

3. Bestandesbegründung

- 3.1. 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].
- 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 3x3 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].
- 3.3. Keimfähigkeit und Überdauerungszeit des Saatgutes:** ca. 50 % und 2-3 Jahre, wenn es zwischen 0 und 6°C bei 20-30 % Feuchtigkeit gelagert wird [7].
- 3.4. Mineralbodenkeimer:** keine Literatur gefunden.
- 3.5. Stockausschlagfähigkeit:** ja, Veredlung möglich [1].
- 3.6. Forstvermehrungsgutgesetz:** ja [8].
- 3.7. Potenzial für Invasivität:** invasive Baumart in Nordamerika [4].
- 3.8. Mögliche Mischbaumarten:** Arten aus den Gattungen *Sorbus*, *Juglans* und *Populus* lassen sich gut beimischen [2].

4. Leistung

- 4.1. 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 Durchmesserzuwachs setzt früh ein [1]. In den ersten zehn 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 Standorten können Bäume mit 50 cm BHD in ca. 40 Jahren geerntet werden. Die Erzeugung wertvollen Holzes erfordert Astung und Durchforstung. Die Astung 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].
- 4.2. Ökonomische Bedeutung:** interessante wirtschaftliche Baumart mit ähnlichen Erlösen wie der Bergahorn. Das Holz ist in Frankreich sehr gefragt [9].

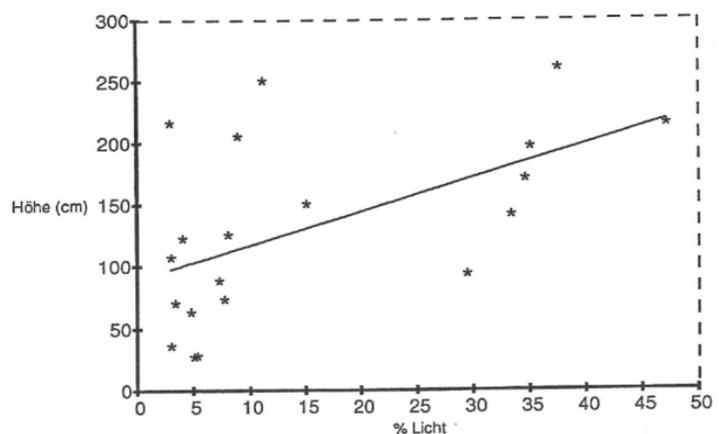


Abb. 2. Relation zwischen Höhe und relativem Lichtgenuss [3].

5. Erfahrung in Baden-Württemberg und Deutschland

Keine Literatur gefunden.

6. Holzeigenschaften und Verwendung*

Das Holz ist leicht bearbeitbar, schön und wertvoll [2], erreicht aber nicht die Qualität des Bergahorns. Das Holz wird häufig für Küchenutensilien genutzt [1], außerdem für Tischplatten, Schubladen, Parkett und Spielzeug [1] sowie für Musikinstrumente [4].

- 6.1. **Verwitterungsbeständigkeit:** niedrig [1].
- 6.2. **Rohdichte:** 0,48 ... 0,59 ... 0,75 g/cm³ (r_{12...15}) (Wedel (1964) zitiert nach [1]).
- 6.3. **Bauholzverwendung:** keine Literatur gefunden.
- 6.4. **Fasereigenschaften:** keine Literatur gefunden.
- 6.5. **Energieholzeigenschaften:** geeignet als Brennholz [1].

7. Sonstige Ökosystemleistungen

- 7.1. **Biomassefunktionen:** eine generische Funktion für oberirdische Biomasse mit BHD und Höhe als Prädiktoren wurde in Italien benutzt [10].
- 7.2. **Landschaftliche und ökologische Aspekte:** wegen der Herbstfärbung ist er eine attraktive Baumart und wird daher oft in Städten gepflanzt [1]. Der Spitzahorn wird häufig für die Bodenstabilisierung bei Erosion benutzt [4].
- 7.3. **Kronenverwendung:** Viehfutter [1].
- 7.4. **Sonstige Nutzung:** medizinisch [1].

8. Biotische und abiotische Risiken*

- 8.1. **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* attackiert die Blätter, allerdings wurde keine negative Wirkung auf das Wachstum beobachtet [2]. Der Brandkrustenzpilz (*Ustulina deusta*) kommt auch vor [11].
- 8.2. **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].
- 8.3. **Sonstige Risiken:** Die Nematoden *Pratylenchus penetrans* und *Longidorus maximus* parasitieren die Wurzeln und können das Wachstum hemmen und das Feinwurzelsystem reduzieren [1].
- 8.4. **Verbissempfindlichkeit:** hohe Empfindlichkeit für Wildverbiss und Mäusefraß. Auch empfindlich gegen Schälern [1].
- 8.5. **Dürretoleranz:** tolerant gegen Trockenheitsphasen [1] von bis zu zwei Monaten, benötigt dann aber hohe Luftfeuchtigkeit; ist insgesamt toleranter als der Bergahorn [2, 6].
- 8.6. **Feueranfälligkeit:** keine Literatur gefunden.
- 8.7. **Frostempfindlichkeit:** erhöhte Gefährdung [12], obwohl er vergleichsweise spät austreibt [2]. Jungpflanzen können stärker darunter leiden [1].
- 8.8. **Sturmanfälligkeit:** gute Resistenz [6] wegen seines wüchsigen, gleichmäßig verteilten und tiefgehenden Wurzelsystems [4, 1].
- 8.9. **Schneebruch:** resistent [6].

Literatur

- [1] ROLOFF, A. und U. PIETZARKA. (2014): *Acer platanoides* Linné. In: A. ROLOFF, H. WEISGERBER, U.M. LANG, und B. STIMM, (Hrsg.) Enzyklopädie der Holzgewächse: Handbuch und Atlas der Dendrologie. S. 1-16.
- [2] COELLO, J., J. BECQUEY, J.-P. ORTISSET, P. GONIN, T. BAIGES, und M. PIQUÉ. (2013): Sycamore (*Acer pseudoplatanus*), Norway maple (*A. platanoides*) and Field maple (*A. campestre*) for high quality timber. In: J. BECQUEY, P. GONIN, J.-P. ORTISSET, V. DESOMBRE, T. BAIGES, und M. PIQUÉ, (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 D. DE RIGO. (2016): *Acer platanoides* in Europe: distribution, habitat, usage and threats, In: European Atlas of Forest Tree Species, J. SAN-MIGUEL-AYANZ, D. DE RIGO, G. CAUDULLO, T. HOUSTON DURRANT, und A. MAURI, (Hrsg.) Publ. Off. EU: Luxembourg. e019159+.
- [5] ROLOFF, A. und B. GRUNDMANN. (2008): Klimawandel und Baumarten-Verwendung für Waldökosysteme. Tharandt. (Hrsg.). Stiftung Wald in Not. 46 S.
- [6] GONIN, P., L. LARRIEU, J. COELLO, P. MARTY, M. LESTRADE, J. BECQUEY, und H. CLAESSENS. (2013): Autecology of broadleaved species (Hrsg.). Paris: Institut pour le Développement Forestier. 64 S.
- [7] BURKART, A. (2000): Kulturbblätter: 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, Bundesministeriums der Justiz und für Verbraucherschutz.
- [9] BARENGO, N. (2001): Spitzahorn: *Acer platanoides* L. (Hrsg.). Zürich: Professur Waldbau ETHZ,. 8 S.
- [10] PESOLA, L., X. CHENG, G. SANESI, G. COLANGELO, M. ELIA, und R. LAFORTEZZA. (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.
- [11] BRANDSTETTER, M. (2007): Der Brandkrustenpilz (*Ustulina deusta*) – eine fast unsichtbare Gefährdung für zahlreiche Laubbäume. Forstschutz aktuell **38**: S. 18-20.
- [12] DIMKE, P. (2015): Spätfrostschäden – erkennen und vermeiden. LWF-Merkblatt. **31**: S. 1-3.

* 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.

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].

1. Verbreitung und Ökologie

- 1.1. **Natürliche Verbreitung:** ganz Europa [5], wobei sie im Süden auf gebirgige Standorte begrenzt ist [6]; bis auf 2000 m [7, 8].
- 1.2. **Klimatische Kennziffern:** jährlicher Niederschlag zwischen 400 und etwa 2000 mm. Jahresmitteltemperatur von -2 bis 13 °C (Abb. 1) [6]. Kältetoleranz: -35 °C [8].
- 1.3. **Natürliche Waldgesellschaft:** die Sandbirke kann sowohl in Rein- als auch in Mischbeständen wachsen [9]. Eine seltene Waldgesellschaft ist der Birken-Eichenwald [5].
- 1.4. **Künstliche Verbreitung:** Nordamerika [10].
- 1.5. **Lichtansprüche:** Pionierbaumart [5].
- 1.6. **Konkurrenzstärke:**
 - 1.6.1. **Verjüngungs-Dickungsphase:** rasches Jugendwachstum und freudige Verjüngung [5]. Dies kann jedoch durch die krautige Vegetation beeinträchtigt werden, sodass Unkrautbekämpfung nötig werden kann [9].
 - 1.6.2. **Baum- und Altholz:** konkurrenzschwach, sodass sie sich nur auf extremen Standorten oder in offenen Beständen behaupten kann [9, 5]. Sie konkurriert stark mit der Kiefer auf armen Standorten [7].

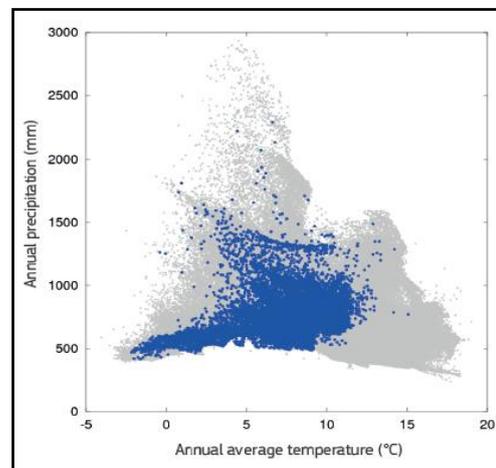


Abb. 1. Vorkommen der Art (blaue Punkte) in Bezug zum Niederschlag und zur Temperatur in Europa (graue Punkte: gesamter europäischer Klimaraum in den Inventurdaten) [6].

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].

- 2.1. **Nährstoffansprüche:** anspruchslos, auch in Bezug auf die Wasserversorgung [5].
- 2.2. **Kalktoleranz:** keine Literatur gefunden.
- 2.3. **pH-Wert:** 3 bis 8 (Atkinson (1992) zitiert nach [5]).
- 2.4. **Tontoleranz:** nicht geeignet [9].
- 2.5. **Staunästetoleranz:** nicht geeignet [9], kann sie aber vertragen [7].
- 2.6. **Blattabbau:** die Streu [5] und auch abgestorbene Wurzeln [9] sind schnell zersetzbar.

3. Bestandesbegründung

- 3.1. 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 im Alter von 20-25 Jahren, in offenen Beständen schon mit 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].
- 3.2. 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 1600-2500 Pflanzen/ha angepflanzt werden [9]. Stockausschlag ist intensiver, wenn die Bäume zwischen Herbst und Frühjahr auf den Stock gesetzt werden und am geringsten, wenn dies im August erfolgt [2].
- 3.3. Keimfähigkeit und Überdauerungszeit des Saatgutes:** 10-30 % und 5-8 Jahre bei 0 bis -6 °C und 4-5 % Feuchtigkeit [13].
- 3.4. Mineralbodenkeimer:** die Sandbirke keimt besser auf Mineralboden [5].
- 3.5. Stockausschlagfähigkeit:** ja [5].
- 3.6. Forstvermehrungsgutgesetz:** ja [5].
- 3.7. Potenzial für Invasivität:** in Nordamerika ist sie als invasiv eingestuft [10].
- 3.8. 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].

4. Leistung

- 4.1. 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 m³/ha; der dGz liegt bis zu diesem Alter bei 4.9 m³/ha/J in Mitteleuropa (Schwapach (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].
- 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].

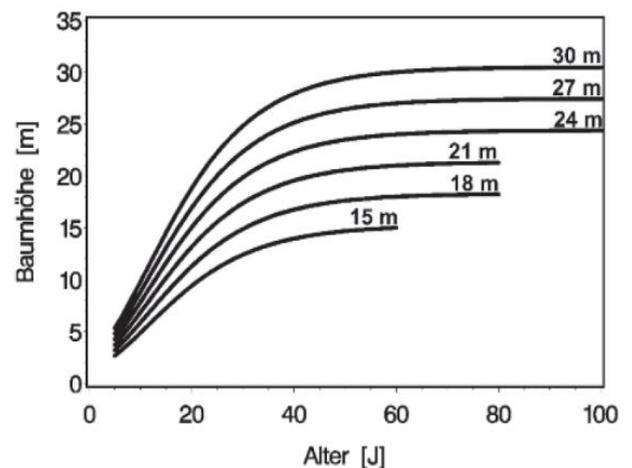


Abb. 2. Höhenbonitätsfächer für Bestände in Baden-Württemberg und im Saarland [1].

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 Astung 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.

6. Holzeigenschaften und Verwendung*

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].

6.1. Verwitterungsbeständigkeit: gering [5, 18].

6.2. Rohdichte: 0,51 ... 0,65 ... 0,83 g/cm³ (r_{12...15}) [18].

6.3. Bauholzverwendung: keine Literatur gefunden.

6.4. Fasereigenschaften: geeignet für die Papierindustrie [18].

6.5. Energieholzeigenschaften: wird aufgrund der attraktiven schwarz-weißen Rinde oft als Kaminholz benutzt [5].

7. Sonstige Ökosystemleistungen

7.1. Biomassefunktionen: Biomassefunktionen wurden für Finnland und Norwegen für verschiedene Kompartimente entwickelt und stützen sich auf den BHD und die Baumhöhe als Prädiktoren [19, 20]. In Deutschland wurden Funktionen für die Erfassung der Pflanzenmasse des Unterwuchses von Sandbirken-Wäldern entwickelt [21].

7.2. 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].

7.3. Kronenverwendung: Blätter sind medizinisch verwendbar und junge Blätter essbar [5].

7.4. Sonstige Nutzung: Rinde (Papier, Mehlgrundlage, Dach), Frühjahrssaft [5], Schmuck [22].

8. Biotische und abiotische Risiken*

8.1. Pilze: Am bedeutendsten sind Krankheiten verursacht durch *Marssonina betulae*, *Melampsorium betulinum* und *Discula betulina*, welche das Birkensterben verursachen können, vor allem nach Störungen des Wasserhaushaltes 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 [23]. Der Brandkrustpilz (*Ustulina deusta*) kommt vor [24].

8.2. 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.

8.3. Sonstige Risiken: keine Literatur gefunden.

- 8.4. Verbisempfindlichkeit:** gering [7] bis hoch [9].
- 8.5. Dürretoleranz:** Die Sandbirke toleriert sommerliche Trockenperioden, wie sie in Südeuropa häufig vorkommen, nicht lange [12, 6]. 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].
- 8.6. Feueranfälligkeit:** niedrig und hohe Resistenz [12].
- 8.7. Frostempfindlichkeit:** die Sandbirke ist frostresistent [5].
- 8.8. Sturmanfälligkeit:** hoch, am größten nach dem 80. Lebensjahr, denn dann beginnen die vertikalen Wurzeln abzusterben [5]; auch auf Staunässeböden hoch [3].
- 8.9. Schneebruch:** niedrige Gefahr vorhanden [5], außer in der Jugendphase (Kleiber et al. (2000) zitiert nach [25]).

Literatur

- [1] HEIN, S., D. WINTERHALTER, G.J. WILHELM, und U. KOHNLE. (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 M. PITZER. (2013): Das Verhalten von Sandbirke und Faulbaum. AFZ-DerWald. **1**: S. 24-27.
- [3] MICHIELS, H.-G. (2009): Standortliche 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 [Stand: 24.08.2017].
- [5] ROLOFF, A. und U. PIETZARKA. (2014): *Betula pendula* Roth. In: A. ROLOFF, H. WEISGERBER, U.M. LANG, und B. STIMM, (Hrsg.) Enzyklopädie der Holzgewächse: Handbuch und Atlas der Dendrologie. S. 1-16.
- [6] BECK, P., G. CAUDULLO, D. DE RIGO, und W. TINNER. (2016): *Betula pendula*, *Betula pubescens* and other birches in Europe: distribution, habitat, usage and threats, In: European Atlas of Forest Tree Species, J. SAN-MIGUEL-AYANZ, D. DE RIGO, G. CAUDULLO, T. HOUSTON DURRANT, und A. MAURI, (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): Forstlichen Flora von Deutschland und Oesterreich. Leipzig: Winter. 968 S.
- [9] HYNYNEN, J., P. NIEMISTÖ, A. VIHÄRÄ-AARNIO, A. BRUNNER, S. HEIN, und P. VELLING. (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 B. GRUNDMANN. (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., A. PETKAU, und S. HEIN. (2011): Rentabilität der Birke. AFZ-DerWald. **09**: S. 15-17.
- [17] ELKE, G., S. HANS, und H. SEBASTIAN. (2013): Zeitbedarf und Kosten der Birkenästung. AFZ-DerWald. **11**: S. 26-28.
- [18] WAGENFÜHR, R. (2000): HOLZatlas. München: Fachbuchverlag Leipzig im Carl Hanser Verlag. 707 S.
- [19] REPOLA, J. (2008): Biomass equations for birch in Finland. Silva Fennica Research articles. **42**(4): S. 605-624.
- [20] SMITH, A., A. GRANHUS, R. ASTRUP, O.M. BOLLANDSÅS, und H. PETERSSON. (2014): Functions for estimating aboveground biomass of birch in Norway. Scandinavian journal of forest research. **29**(6): S. 565-578.
- [21] BOLTE, A., T. CZAJKOWSKI, J. BIELEFELDT, B. WOLFF, und S. HEINRICHS. (2009): Schätzung der oberirdischen Biomassevorräte des Baum- und Strauchunterwuchses in Wäldern auf der Basis von Vegetationsaufnahmen. Forstarchiv. **80**(5): S. 222-228.
- [22] HÖLLING, D. (2016): Buchbesprechung: Die Birke. Redaktion Waldwissen., unter: https://www.waldwissen.net/lernen/fortbildung/buecher/wsl_buchbesprechung_birke/index_DE [Stand: 24.08.2017].
- [23] RIGLING, D. (2011): Phytophthora ramorum befällt in England auch Lärchen. Wald Holz **92**(111): S. 3-6.
- [24] BRANDSTETTER, M. (2007): Der Brandkrustenpilz (*Ustulina deusta*) – eine fast unsichtbare Gefährdung für zahlreiche Laubbäume. Forstschutz Aktuell **38**: S. 18-20.
- [25] STAHL, S. und S. GAUCKLER. (2009): Die Birke – Kind des Lichts und der Katastrophe. AFZ-DerWald. **64**(13): S. 700-704.

* Hinweis: Sämtliche Angaben basieren ausschließlich auf Literaturauswertungen. 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.

Carpinus betulus L.

Hainbuche, Weißbuche*

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].

1. Verbreitung und Ökologie

1.1. Natürliche Verbreitung: Süd- und Mitteleuropa sowie Kleinasien [2]. Im Süden Mitteleuropas kommt die Hainbuche überwiegend im Bergland vor [3].

1.2. Klimatische Kennziffern: jährlicher Niederschlag zwischen 500 und 1400 mm. Jahresmitteltemperatur von 5 bis 15°C (Abb. 1) [2]. Kältetoleranz: -30 °C [4].

1.3. Natürliche Waldgesellschaft: sehr oft in Eichen-Hainbuchenwäldern auf warmen und trockenen Standorten [3].

1.4. Künstliche Verbreitung: keine Literatur gefunden.

1.5. Lichtansprüche: Halbschattbaumart, auf besten Standorten eher Schattbaumart [5].

1.6. Konkurrenzstärke:

1.6.1. Verjüngungs-Dickungsphase: sie ist generell unempfindlich gegenüber krautiger Konkurrenz, mit Ausnahme des Binkelkrauts, kann aber starke Überschirmung nicht ertragen [6]. Junge Pflanzen wachsen jedoch langsam [7]. In der Dickungsphase erträgt sie Seitendruck und Überschirmung gut [8].

1.6.2. Baum- und Altholz: 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].

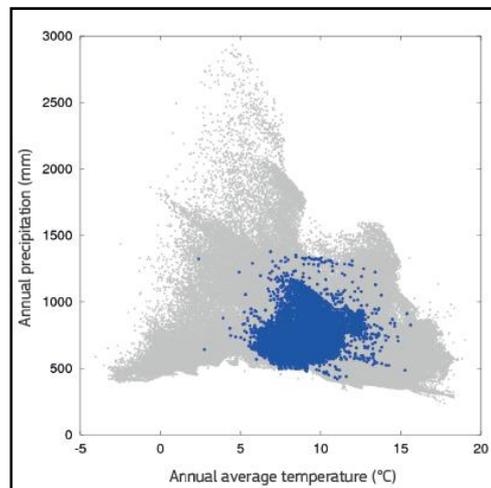


Abb. 1. Vorkommen der Art (blaue Punkte) in Bezug zum Niederschlag und zur Temperatur in Europa (graue Punkte: gesamter europäischer Klimaraum in den Inventurdaten) [2].

2. Standortsbindung

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].

2.1. Nährstoffansprüche: mittlerer Anspruch [3].

2.2. Kalktoleranz: gut [6].

2.3. pH-Wert: 4-7 [4], erträgt keine zu sauren Böden [5].

2.4. Tontoleranz: gut [3].

2.5. Staunässetoleranz: gut [8], erträgt aber nur kürzere Überflutung in der Vegetationszeit [5, 3].

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

3. Bestandesbegründung

- 3.1. Naturverjüngung:** Die Naturverjüngung ist freudig, kann aber von folgenden Faktoren beeinträchtigt werden: starke Überschirmung, Wildverbiss, Waldbingelkraut, Reitgras-Filz und Mäusefraß. Die Hainbuche verjüngt sich besser unter Überschirmung 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].
- 3.2. 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 sie trupp-, gruppen- und horstweise gepflanzt werden [1].
- 3.3. Keimfähigkeit und Überdauerungszeit des Saatgutes:** 65-75 %, das Saatgut kann bei -7 °C und 10 % Feuchtigkeit für mindestens fünf Jahre gelagert werden [12].
- 3.4. Mineralbodenkeimer:** keine Literatur gefunden.
- 3.5. Stockausschlagfähigkeit:** hoch [3], auch fähig zur Wurzelbrut [2].
- 3.6. Forstvermehrungsgutgesetz:** ja [13].
- 3.7. Potenzial für Invasivität:** --.

- 3.8. 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].

4. Leistung

- 4.1. 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) [8, 7, 5].
- 4.2. Ökonomische Bedeutung:** sehr wichtige Baumart für die Niederwaldwirtschaft in Mitteleuropa [15].

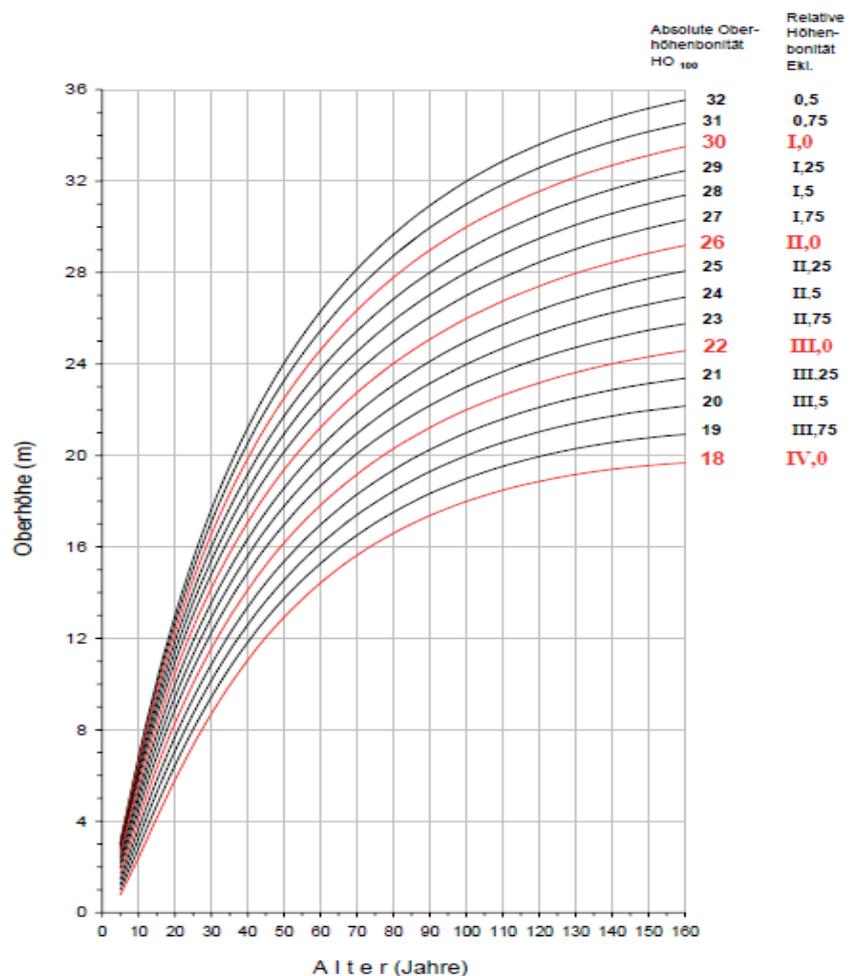


Abb. 2. Höhenbonitätsfächer für Bestände in Brandenburg [1].

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_v aus der Ertragstafel beträgt zwischen 562 und 1178 m³/ha im Alter von 160 Jahren, abhängig von der Bonität [1].

6. Holzeigenschaften und Verwendung*

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].

- 6.1. **Verwitterungsbeständigkeit:** gering [17], aber das getrocknete Holz ist sehr dauerhaft [5].
- 6.2. **Rohdichte:** 0,54 ... 0,83 ... 0,86 g/cm³ ($r_{12...15}$) [19].
- 6.3. **Bauholzverwendung:** nicht geeignet [18].
- 6.4. **Fasereigenschaften:** keine Literatur gefunden.
- 6.5. **Energieholzeigenschaften:** heizkräftiges Brennholz [17, 5].

7. Sonstige Ökosystemleistungen

- 7.1. **Biomassefunktionen:** Biomassefunktionen wurden für Südwest- und das mittlere Deutschland für verschiedene Kompartimente entwickelt und stützen sich auf den Baum-BHD als Prädiktor [20, 15].
- 7.2. **Landschaftliche und ökologische Aspekte:** Windschutz- und Heckenpflanze [4]. Lebensraum und Nahrung für viele Tierarten [11, 21], bodenverbessernde Baumart [10].
- 7.3. **Kronenverwendung:** wertvolles Viehfutter [11, 7].
- 7.4. **Sonstige Nutzung:** Holzessig [7], medizinisch [11].

8. Biotische und abiotische Risiken*

- 8.1. **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 [22]. *Phoma sordida* kann das Absterben junger Triebe verursachen [7]. Der Brandkrustenzpilz (*Ustulina deusta*) kommt auch vor [23].
- 8.2. **Insekten:** Die Hainbuche wird wenig von phytophagen Insekten befallen. Trotzdem wurde ein Kahlfraß durch *Operophtera brumata* beobachtet [24]. Blattgallen werden durch *Zygobia carpini* und *Contarinia carpini* ausgelöst. Weiterhin greifen *Parornix carpinella*, *Bacculatrix thoracella*, *Rhynchaenus fagi* und *Myzocalis carpini* die Blätter an. Der Borkenkäfer (*Scolytus carpini*) und die Schildlaus (*Parthenolecanium rufulum*) sind auf Hainbuche spezialisiert [4].
- 8.3. **Sonstige Risiken:** Nematoden attackieren die Wurzeln [4].
- 8.4. **Verbisempfindlichkeit:** hoch [6], allerdings mit gutem Ausheilungsvermögen [5].
- 8.5. **Dürretoleranz:** Die Hainbuche erträgt lange Trockenheitsphasen [10] und kommt in einer weiten Spanne verschiedener Wasserhaushaltsstufen vor [3]. Allerdings wurde sie auch schon als dürreempfindlich beschreiben [8, 5].
- 8.6. **Feueranfälligkeit:** keine Literatur gefunden.

- 8.7. Frostempfindlichkeit:** geringe [5, 3] bis erhöhte Gefährdung [25]. Sie ist als adulter Baum durch Frühfrost gefährdet und kann unter ungewöhnlichen Winterfrösten leiden [5]. Keimlinge sind von Spätfrost gefährdet [12].
- 8.8. Sturmanfälligkeit:** sturmfeste Baumart [5], kann aber auch Sturmschäden erleiden [7].
- 8.9. Schneebruch:** im belaubten Zustand mittlere Gefährdung [8], hat aber hohe Widerstandsfähigkeit [7].

Literatur

- [1] LOCKOW, K.-W. und J. LOCKOW. (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., G. CAUDULLO, und D. DE RIGO. (2016): *Carpinus betulus* in Europe: distribution, habitat, usage and threats, In: European Atlas of Forest Tree Species, J. SAN-MIGUEL-AYANZ, D. DE RIGO, G. CAUDULLO, T. HOUSTON DURRANT, und A. MAURI, (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: O. SCHMIDT, (Hrsg.) Beiträge zur Hainbuche. Freising: LWF. S. 17-25.
- [4] BORATYNSKI, A. (2014): *Carpinus betulus* Linné. In: A. ROLOFF, H. WEISGERBER, U.M. LANG, und B. STIMM, (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: O. SCHMIDT, (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 B. GRUNDMANN. (2008): Klimawandel und Baumarten-Verwendung für Waldökosysteme. Tharandt. Stiftung Wald in Not. 46 S.
- [10] GÜLDER, H.-J. (1996): Das Wurzelwerk der Hainbuche. In: O. SCHMIDT, (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), 36-39.
- [12] SCHMALEN, W. (1996): Die Hainbuche (*Carpinus betulus* L.) - Beerntung und Nachzucht. In: O. SCHMIDT, (Hrsg.) Beiträge zur Hainbuche. Freising: LWF. S. 46-49.
- [13] BGBl. (2002): Forstvermehrungsgutgesetz vom 22. Mai 2002. In: BGBl. I S. 1658, Bundesministeriums der Justiz und für Verbraucherschutz.
- [14] SCHMIDT, O. (1996): Zur Dendrologie der Gattung *Carpinus*. In: O. SCHMIDT, (Hrsg.) Beiträge zur Hainbuche. Freising: LWF. S. 3-16.
- [15] SUCHOMEL, C., P. PYTTEL, G. BECKER, und J. BAUHUS. (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: O. SCHMIDT, (Hrsg.) Beiträge zur Hainbuche. Freising: LWF. S. 33-40.
- [17] GROSSER, D. (1996): Das Holz der Hainbuche: seine Eigenschaften und seine Verwendung. In: O. SCHMIDT, (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] ALBERT, K., P. ANNIGHÖFER, J. SCHUMACHER, und C. AMMER. (2014): Biomass equations for seven different tree species growing in coppice-with-standards forests in Central Germany. Scandinavian Journal of Forest Research. **29**(3): S. 210-221.
- [21] SCHMIDT, O. (1996): Hainbuche und Vogelwelt. In: O. SCHMIDT, (Hrsg.) Beiträge zur Hainbuche. Freising: LWF. S. 55-57.
- [22] HELFER, W. (1996): Pilze an Hainbuche. In: O. SCHMIDT, (Hrsg.) Beiträge zur Hainbuche. Freising: LWF. S. 50-54.
- [23] BRANDSTETTER, M. (2007): Der Brandkrustenpilz (*Ustulina deusta*) – eine fast unsichtbare Gefährdung für zahlreiche Laubbäume. Forstschutz Aktuell **38**: S. 18-20.
- [24] KOLBECK, H. (1996): Insekten auf der Hainbuche. In: O. SCHMIDT, (Hrsg.) Beiträge zur Hainbuche. Freising: LWF. S. 58-59.
- [25] DIMKE, P. (2015): Spätfrostschäden – erkennen und vermeiden. LWF-Merkblatt. **31**: S. 1-3.

* Hinweis: Sämtliche Angaben basieren ausschließlich auf Literaturauswertungen. 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.

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. Verbreitung und Ökologie

1.1. Natürliche Verbreitung: Die natürliche Verbreitung der Edelkastanie ist schwer zu rekonstruieren, denn die Art wurde vor Jahrhunderten in vielen europäischen Länder verbreitet [3]. Wahrscheinlich kam sie ursprünglich im südlichen Europa und Südwesten Asiens vor [4]. Es gibt drei ökologische Typen dieser Art: der atlantische, kontinentale und mediterrane 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 1300 m [5].

1.2. Klimatische Kennziffern: jährlicher Niederschlag zwischen 400 und 1600 mm. Jahresmitteltemperatur von 8 bis 15 °C (Abb. 1) [4]. Kältetoleranz: -18 °C [5].

1.3. Natürliche Waldgesellschaft: Mischbaumart in Eichen-Hainbuchen-Laubmischwäldern oder in Kombination mit Fichte [5].

1.4. Künstliche Verbreitung: zahlreiche europäische Länder, Asien, Süd- und Nordamerika [3] sowie Afrika [4].

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

1.6. Konkurrenzstärke:

1.6.1. **Verjüngungs-Dickungsphase:** rasches Jugendhöhenwachstum [6] mit äußerster Konkurrenzkraft [7].

1.6.2. **Baum- und Altholz:** reagiert kaum auf Freistellung mit zunehmendem Alter [8].

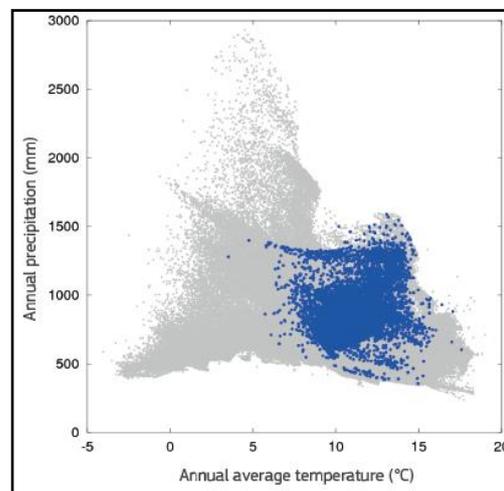


Abb. 1. Vorkommen der Art (blaue Punkte) in Bezug zum Niederschlag und zur Temperatur in Europa (graue Punkte: gesamter europäischer Klimaraum in den Inventurdaten) [4].

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].

- 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].
- 2.2. Kalktoleranz:** niedrig und kann nur überdauern, wenn eine sehr tiefreichende Humusschicht auf kalkhaltigen Böden vorhanden ist [5].
- 2.3. pH-Wert:** Böden zwischen 5,5 und 6 entsprechen ihren Ansprüchen gut [5], sie kann aber auch auf mäßigen Säureböden stocken [10].
- 2.4. Tontoleranz:** niedrig [3].
- 2.5. Staunässetoleranz:** sehr niedrig [5].
- 2.6. Blattabbau:** gut zersetzbar [11].

3. Bestandesbegründung

- 3.1. Naturverjüngung:** Auf guten Standorten kann die Edelkastanie Überschirmung ertragen, aber auf ungünstigen Standorten erhöht sich ihr Lichtbedarf [5].
- 3.2. 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 2x2 m gepflanzt werden. Die Aussaat kann aber auch direkt im Freiland mit drei bis vier Früchten pro Saatloch vorgenommen werden [3].
- 3.3. Keimfähigkeit und Überdauerungszeit des Saatgutes:** 60 %, Samen haben eine Lagerfähigkeit von maximal einem Jahr, wenn im Sand gelagert [12] und bei geringer Luftfeuchtigkeit überwintert [3].
- 3.4. Mineralbodenkeimer:** keine Literatur gefunden.
- 3.5. Stockausschlagfähigkeit:** hoch [5].
- 3.6. Forstvermehrungsgutgesetz:** ja [13].
- 3.7. Potenzial für Invasivität:** keine Literatur gefunden.
- 3.8. 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].

4. Leistung

- 4.1. 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 erreicht. 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 m³/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 1200 Wurzelstöcken pro Hektar [5]. Im Hochwald zur Holz- und Fruchterzeugung 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].
- 4.2. Ökonomische Bedeutung:** Ihre Etablierung als Wirtschaftsbaumart zeigt eine ansteigende Tendenz in den letzten Jahren [7, 1].

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 Astung 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 ca. 60 cm erzielen [8]. Es existieren waldwachstumskundliche Versuchsflächen an der FVA-BW.

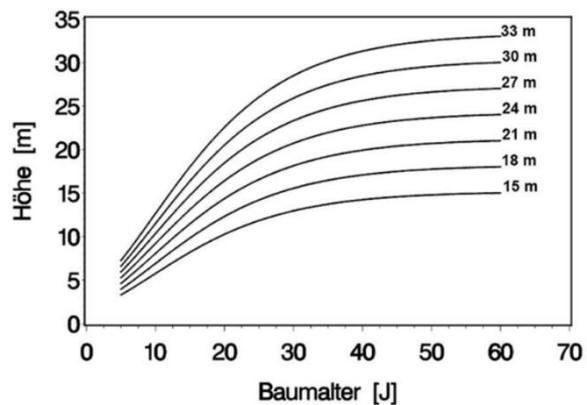


Abb. 2. Höhenbonitätsfächer für Bestände in Rheinland-Pfalz, Baden-Württemberg und im Elsass [6].

6. Holzeigenschaften und Verwendung*

Das Holz ist mittelschwer und gut bearbeitbar (z. B. sägen, hobeln, bohren) [14]. Es findet Verwendung als Furnierholz und für Möbel [17] sowie als Fassholz und im Zaunbau [7]. Ringschäle tritt häufig auf und wird durch Wachstumsschwankungen, Standort und Erziehung bedingt [18].

- 6.1. **Verwitterungsbeständigkeit:** hoch auch bei Erd- und Wasserkontakt [5], kann aber reduziert werden, wenn das Holz größeren Schwankungen der Luftfeuchte ausgesetzt ist [3].
- 6.2. **Rohdichte:** 0,59 ... 0,62 ... 0,68 g/cm³ ($r_{12...15}$) [17].
- 6.3. **Bauholzverwendung:** geeignet [3, 5], auch für Parkett, Stiegen [5] und Pfähle [19].
- 6.4. **Fasereigenschaften:** geeignet für die Papierindustrie [17].
- 6.5. **Energieholzeigenschaften:** mittlere Qualität [3].

7. Sonstige Ökosystemleistungen

- 7.1. **Biomassefunktionen:** Biomassefunktionen liegen für Portugal für verschiedene Kompartimente vor und stützen sich auf die Prädiktoren BHD und Höhe [20]; Für Italien, Spanien und Frankreich liegen für die oberirdische Biomasse im Niederwald Funktionen vor, die sich lediglich auf den BHD stützen [21].
- 7.2. **Landschaftliche und ökologische Aspekte:** kulturhistorische Art [22], 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) [23].
- 7.3. **Kronenverwendung:** Ziegenfutter [19].
- 7.4. **Sonstige Nutzung:** gerbstoffhaltige Rinde und Holz, Nahrung für Menschen und Tiere [5].

8. Biotische und abiotische Risiken*

- 8.1. Pilze:** Die 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 [24]. Außerdem gibt es Hybridkastanien, die einigermaßen resistent gegenüber dem Kastanienrindenkrebs sind [25]. Es gibt allerdings Hinweise, dass solche Resistenz am meisten bei Fruchtbäumen auftritt [7]. Die Edelkastanie ist zusätzlich durch die aggressive Tintenkrankheit (*Phytophthora cam-bivora*) sehr gefährdet. Mit weniger Bedeutung kann der Blattparasit *Mycosphaerella maculiformis* auftreten, der dunkle Blattflecken mit hellem Rand hervorruft [3].
- 8.2. 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].
- 8.3. Sonstige Risiken:** keine Literatur gefunden.
- 8.4. Verbissemfänglichkeit:** hoch [5], wird aber zu erheblichen Teilen durch die Raschwüchsigkeit bei hoher Verbistoleranz ausgeglichen [7].
- 8.5. Dürretoleranz:** niedrig [3].
- 8.6. Feueranfälligkeit:** tolerant [26], mit gutem Stockausschlag nach dem Feuer [27].
- 8.7. Frostempfindlichkeit:** sehr hoch [3, 28, 5], vor allem gegen Spätfrost [24].
- 8.8. 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 Wurzelersetzungserscheinungen [7].
- 8.9. Schneebruch:** keine Literatur gefunden.

Literatur

- [1] WAMBSGANG, W., E. SIMON, und H. FRANTIŠEK (2013): Vermarktung der Edelkastanie in der Region Haardt. AFZ-DerWald **16**: S. 15-17.
- [2] MEYER, J.B. und S. PROSPERO. (2016): Pilz profitiert von neuem Schädling. Wald Holz **97**(2): S. 34-36.
- [3] BOTTACCI, A. (2014): *Castanea sativa* Miller. In: A. ROLOFF, H. WEISGERBER, U.M. LANG, und B. STIMM, (Hrsg.) Enzyklopädie der Holzgewächse: Handbuch und Atlas der Dendrologie. S. 1-10.
- [4] CONEDERA, M., W. TINNER, P. KREBS, D. DE RIGO, und G. CAUDULLO. (2016): *Castanea sativa* in Europe: distribution, habitat, usage and threats. In: European Atlas of Forest Tree Species, J. SAN-MIGUEL-AYANZ, D. DE RIGO, G. CAUDULLO, T. HOUSTON DURRANT, und A. MAURI, (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., A. EHRING, A. WIELAND, und M. HÜTTINGER. (2013): Waldbau mit der Edelkastanie. FVA-einblick **311**-13.
- [7] METTENDORF, B. (2017): mündliche Auskunft.
- [8] HEIN, S., A. EHRING, und U. KOHNLE. (2014): Zu Wachstum und Wertholzproduktion der Edelkastanie (*Castanea sativa* Mill.). In: S. ERNST, 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 B. GRUNDMANN. (2008): Klimawandel und Baumarten-Verwendung für Waldökosysteme. Tharandt. Stiftung Wald in Not. 46 S.
- [10] BAUMEISTER, M., T. BOUCHHEID, R. HODAPP, E. SEGATZ, B. ROSE, W. WAMBSGANß, J. EDINGER, und B. METTENDORF. (2014): Die Edelkastanie: vom Brennholz zum Wertholz. 27 S.
- [11] MARTINS, A., S. AZEVEDO, und L. CARVALHO. (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, Bundesministeriums 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., E. AMORINI, C. BECAGLI, M. CONEDERA, und F. GIUDICI. (2001): Productive potential of chestnut (*Castanea sativa* Mill.) stands in Europe. For. Snow Landsc. Res. **76**(3): S. 471-476.
- [16] BOURGEOIS, C., É. SEVRIN, und J. LEMAIRE. (2004): Le châtaignier un arbre, un bois. Les guides du sylviculteur ed. Institut pour le developpement forestier. Paris. 347 S.
- [17] WAGENFÜHR, R. (2000): HOLZatlas. München: Fachbuchverlag Leipzig im Carl Hanser Verlag. 707 S.
- [18] HUSMANN, K., J. SABOROWSKI, und F. HAPLA. (2014): Ursachenanalyse der Ringschäle bei Edelkastanie (*Castanea sativa* Mill.) in Rheinland-Pfalz. In: S. ERNST, et al., (Hrsg.) Die Edelkastanie am Oberrhein - Aspekte ihrer Ökologie, Nutzung und Gefährdung Ergebnisse des INTERREG IVA - Oberrhein-Projektes. Trippstadt. S. 105-126.
- [19] HEINIGER, U. (2012): Herbst-Zeit – Marroni-Zeit. Naturfreund **4**: S. 20-21.
- [20] PATRÍCIO, M.D.S., M.D.L. MONTEIRO, und M. TOMÉ. (2004): Biomass equations for *Castanea sativa* high forest in the Northwest of Portugal. In: III International Chestnut Congress 693.
- [21] LEONARDI, S., I. SANTA REGINA, M. RAPP, H. GALLEGRO, und M. RICO. (1996): Biomass, litterfall and nutrient content in *Castanea sativa* coppice stands of southern Europe. Annales des Sciences Forestières. **53**(6): S. 1071-1081.
- [22] CONEDERA, M., P. KREBS, W. TINNER, M. PRADELLA, und D. TORRIANI. (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.
- [23] SEGATZ, E. (2013): Eignung der Edelkastanie als Biotop. AFZ-DerWald. **16**: S. 6-9.
- [24] HEINIGER, U.G., RENÉ; RIGLING, DANIEL (2007): Der Kastaniennrindenkrebs auf der Alpennordseite. Wald und Holz **550**-53.
- [25] RIGLING, D., S. SCHÜTZ-BRYNER, U. HEINIGER, und S. PROSPERO. (2014): Der Kastaniennrindenkrebs: Schadsymptome, Biologie und Gegenmassnahmen. Merkblatt für die Praxis,. Bd. 54. 8 S.
- [26] TINNER, W., M. CONEDERA, E. GOBET, P. HUBSCHMID, M. WEHRLI, und B. AMMANN. (2000): A palaeoecological attempt to classify fire sensitivity of trees in the southern Alps. The Holocene. **10**(5): S. 565-574.
- [27] 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.
- [28] DIMKE, P. (2015): Spätfrostschäden – erkennen und vermeiden. LWF-Merkblatt. **31**: S. 1-3.

* Hinweis: Sämtliche Angaben basieren ausschließlich auf Literaturauswertungen. 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.

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 gegen Trockenheit, kann aber auch unter Trockenstress leiden [1, 2]. Maßnahmen, die dem vorbeugen, sind starke und frühe Durchforstung sowie Grünästung, die den Wasserstress reduzieren können. Das Sturmrisiko und längere Trockenperioden können mit dem Klimawandel steigen, sodass kurze Umtriebszeiten das Risiko reduzieren können [1].

1. Verbreitung und Ökologie

- 1.1. **Natürliche Verbreitung:** Atlasgebirge in Marokko und Algerien [3] (Abb. 1); von 1350 bis auf 2400 m [4].
- 1.2. **Klimatische Kennziffern:** jährlicher Niederschlag zwischen 499 und 1786 mm [4]; überwiegend im Winterhalbjahr [3]. Jahresmitteltemperatur von 7,5 und 15 °C [1]. Kältetoleranz: -25 °C [1]; Hitzetoleranz: 40 °C [5].
- 1.3. **Natürliche Waldgesellschaft:** kommt sowohl in Rein- als auch in Mischbeständen vor. Eine häufig begleitende Art ist die Stein-Eiche (*Quercus ilex*) [3].
- 1.4. **Künstliche Verbreitung:** Mittelmeerraum (Frankreich, Italien), Vereinigte Staaten, Krim [4] und Bulgarien [3].
- 1.5. **Lichtansprüche:** Pionierbaumart, kann aber Schatten in der jungen Entwicklungsphase tolerieren [1].
- 1.6. **Konkurrenzstärke:**
 - 1.6.1. **Verjüngungs-Dickungsphase:** starke Anfälligkeit für Konkurrenz und Trockenheit [1].
 - 1.6.2. **Baum- und Altholz:** keine Literatur gefunden.



Abb. 1. Natürliche Verbreitung [5].

2. Standortsbindung

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

- 2.1. **Nährstoffansprüche:** bevorzugt basenreiche Böden [1].
- 2.2. **Kalktoleranz:** kommt vor allem auf kalkhaltigen und silikatischen Böden vor [1, 3].
- 2.3. **pH-Wert:** toleriert ein breites Spektrum (4 bis 6,5), meidet aber Böden mit niedrigem pH-Wert [1].
- 2.4. **Tontoleranz:** keine Literatur gefunden.
- 2.5. **Staunästetoleranz:** gering [1].
- 2.6. **Blattabbau:** keine Literatur gefunden.

3. Bestandesbegründung

- 3.1. 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].
- 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 $2,5 \times 2,5\text{ m}$ und $2 \times 3\text{ m}$ variieren. In Mischbeständen kann die Pflanzung in Linien oder Gruppen (mit mindestens zehn Pflanzen) erfolgen [1].
- 3.3. 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].
- 3.4. Mineralbodenkeimer:** ja [1].
- 3.5. Stockausschlagfähigkeit:** keine Literatur gefunden.
- 3.6. Forstvermehrungsgutgesetz:** ja [6].
- 3.7. Potenzial für Invasivität:** keine Literatur gefunden.
- 3.8. 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

- 4.1. 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). In Beständen in ihrem natürlichen Vorkommen werden Vorräte zwischen 300 und $700\text{ m}^3/\text{ha}$ erzielt. Im Alter von 100 Jahren kann der dGz zwischen $0,95$ und $8,3\text{ m}^3/\text{ha}/\text{J}$ betragen. In Frankreich wurde eine GWL_V von $833\text{ m}^3/\text{ha}$ 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].
- 4.2. Ökonomische Bedeutung:** wichtigste Wirtschaftsbaumart in Marokko [7].

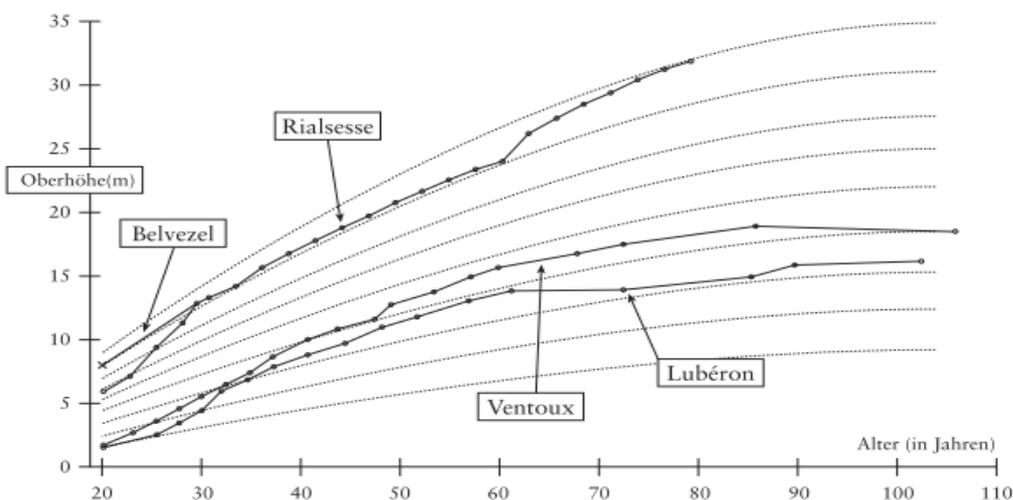


Abb. 2. Höhenbonitätsfächer auf französischen Versuchsflächen (Toth (1994) zitiert nach [3]).

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].

6. Holzeigenschaften und Verwendung*

Das Holz ist gut für Möbel, Vertäfelungen und Dekorativartikel verwendbar [3]. Es ist gut bearbeitbar, spaltbar, mit unproblematischer Trocknung [10].

- 6.1. **Verwitterungsbeständigkeit:** hoch, wenn Bodenkontakt vermieden wird [1].
- 6.2. **Rohdichte:** 0,42 ... 0,54 ... 0,66 g/cm³ ($r_{12...15}$) [10].
- 6.3. **Bauholzverwendung:** Schiffsbau, Innen- und Außenbau [3, 10].
- 6.4. **Fasereigenschaften:** geeignet für Zellstoff-Gewinnung [1].
- 6.5. **Energieholzeigenschaften:** stellt Brennholz für ländliche Bevölkerung zur Verfügung [3].

7. Sonstige Ökosystemleistungen

- 7.1. **Biomassefunktionen:** keine Literatur gefunden.
- 7.2. **Landschaftliche und ökologische Aspekte** attraktiver Baum [1]. Die Atlaszeder ist in der Roten Liste der IUCN als gefährdet eingestuft [2].
- 7.3. **Kronenverwendung:** Viehfutter [3].
- 7.4. **Sonstige Nutzung:** Waldweide, Öl [3].

8. Biotische und abiotische Risiken*

- 8.1. **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].
- 8.2. **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].
- 8.3. **Sonstige Risiken:** keine Literatur gefunden.
- 8.4. **Verbissempfindlichkeit:** ja, auch gegen Schälern [1].
- 8.5. **Dürretoleranz:** empfindlich gegen 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. Ihre Anpassungsfähigkeit an hohe Luftfeuchtigkeit wird noch untersucht [1].
- 8.6. **Feueranfälligkeit:** nicht zu unterschätzen [3], obwohl die Streu von Atlaszeder weniger entflammbar ist als die von Kiefernarten [1].
- 8.7. **Frostempfindlichkeit:** junge Pflanzen sind sehr empfindlich gegen Spätfrost. Südliche Provenienzen treiben früher aus und sind daher empfindlicher. Überschildung kann Sämlinge schützen [1].
- 8.8. **Sturmanfälligkeit:** gering [3] bis anfällig wegen ihres zerbrechlichen Holzes. Ein tiefes Wurzelsystem kann die Anfälligkeit reduzieren [1].
- 8.9. **Schneebruch:** anfällig [1], junge Bäume scheinen gegen Nassschnee sehr empfindlich zu sein [9].

Literatur

- [1] COURBET, F., M. LAGACHERIE, P. MARTY, J. LADIER, C. RIPERT, P. RIOU-NIVERT, F. HUARD, L. AMANDIER, und É. PAILLASSA. (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: A. ROLOFF, H. WEISGERBER, U.M. LANG, und B. STIMM, (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. S.
- [5] HUBER, G. und C. STORZ. (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, Bundesministeriums der Justiz und für Verbraucherschutz.
- [7] RENAU-MORATA, B., S.G. NEBAUER, E. SALES, J. ALLAINGUILLAUME, P. CALIGARI, und J. SEGURA. (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 U. WILHELM. (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.

* Hinweis: Sämtliche Angaben basieren ausschließlich auf Literaturauswertungen. 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.

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].

1. Verbreitung und Ökologie

- 1.1. **Natürliche Verbreitung:** in der Türkei (westliches und mittleres Taurusgebirge), im Libanon und in Syrien [2] (Abb. 1); von 500 bis auf 2400 m [3].
- 1.2. **Klimatische Kennziffern:** jährlicher Niederschlag zwischen 600 und 1200 mm; überwiegend im Winterhalbjahr. Jahresmitteltemperatur von 6 bis 12 °C. Kältetoleranz: -35 °C; Hitzetoleranz: > 30 °C [3].
- 1.3. **Natürliche Waldgesellschaft:** kommt sowohl in Rein- als auch in Mischbeständen mit Arten aus den Gattungen *Pinus*, *Quercus* und *Abies* vor [3].
- 1.4. **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].
- 1.5. **Lichtansprüche:** Pionierbaumart, kann aber Schatten in jungen und mittleren Entwicklungsphasen tolerieren [3].
- 1.6. **Konkurrenzstärke:**
 - 1.6.1. **Verjüngungs-Dickungsphase:** 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].
 - 1.6.2. **Baum- und Altholz:** In sehr dichten Beständen kann intraspezifische Konkurrenz das Wachstum beeinträchtigen [6, 1]. Da die Libanonzeder Wuchsräume nicht rasch neu erschließen kann, ist sie in der Lichtkonkurrenz der Buche und Fichte unterlegen [1].

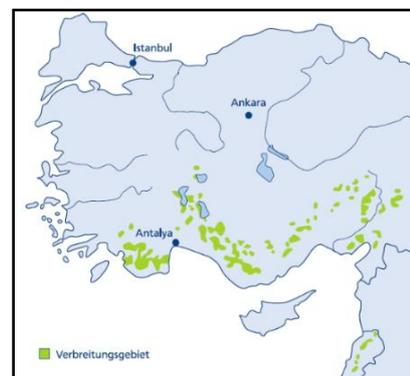


Abb. 1. Natürliche Verbreitung [4].

2. Standortbindung

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].

- 2.1. **Nährstoffansprüche:** niedrig [3].
- 2.2. **Kalktoleranz:** diese Art kommt vor allem auf kalkhaltigen und silikatischen Böden vor [3].
- 2.3. **pH-Wert:** 6,5 – 7,7 [3].
- 2.4. **Tontoleranz:** keine Literatur gefunden.
- 2.5. **Staunästoleranz:** gut [1].
- 2.6. **Blattabbau:** keine Literatur gefunden.

3. Bestandesbegründung

- 3.1. **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].
- 3.2. **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 1,5x3 m. In den ersten 3 Jahren sollte krautige Konkurrenzvegetation entnommen werden [7]. Als Direktaussaat im Freiland wurden in 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].
- 3.3. **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].
- 3.4. **Mineralbodenkeimer:** keine Literatur gefunden.
- 3.5. **Stockausschlagfähigkeit:** ja nach Verletzung [3], aber kein Potential für Bestandesbegründung [2].
- 3.6. **Forstvermehrungsgutgesetz:** ja [8].
- 3.7. **Potenzial für Invasivität:** nicht bekannt bzw. als niedrig eingeschätzt [1].
- 3.8. **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

- 4.1. **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].
- 4.2. **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 [10, 1]. Im Alter von 32 Jahren hatten herrschende 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]. Die Jahrringe waren im Durchschnitt 3,35 mm breit [10]. Weiter ist bekannt, dass Herkünfte aus der Türkei ein besseres Wachstum und größere Überlebensfähigkeit als die aus dem Libanon, besonderes aus der Ost- und Zentraltürkei, aufweisen [4]. Eine Versuchsfläche mit Herkünften der Libanonzeder wurde 2014 in Baden-Württemberg installiert [11]. Im Exotenwald Weinheim wurde sie in Mischung mit *Picea orientalis* und *Picea omorica* gepflanzt [12].

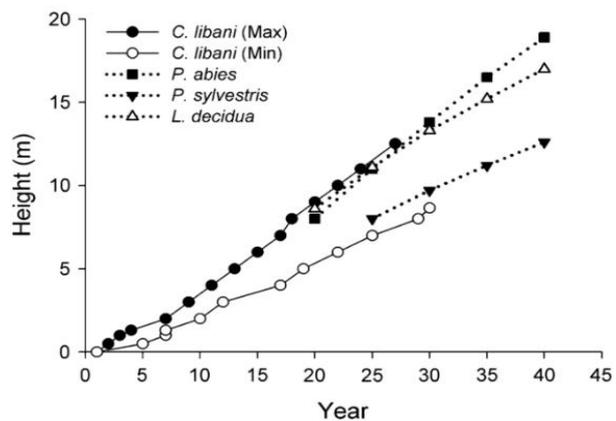


Abb. 2. Höhenentwicklung im Alter von 32 Jahren für Bestände in Bayreuth, Bayern im Vergleich mit anderen Baumartendaten aus Ertragstafeln [1].

6. Holzeigenschaften und Verwendung*

Das Holz bietet ähnliche Verwendungsmöglichkeiten wie andere kommerzielle Koniferen [1], z. B. als Bau-, Tischler- und Möbelholz [2].

- 6.1. **Verwitterungsbeständigkeit:** hoch wie bei Robinie und höher als Douglasie [1].
- 6.2. **Rohdichte:** 0,42 bis 0,56 g/cm³ (r_{15}) [2].
- 6.3. **Bauholzverwendung:** ja, Dachkonstruktionen, Säulen und Wände, Schiffsbau [2].
- 6.4. **Fasereigenschaften:** geeignet für Zellstoff-Gewinnung [2].
- 6.5. **Energieholzeigenschaften:** im Herkunftsgebiet auch als Brennholz verwendet [13].

7. Sonstige Ökosystemleistungen

- 7.1. **Biomassefunktionen:** eine Biomassefunktion für die oberirdische Biomasse liegt für die Türkei vor und stützt sich auf das Baumvolumen als Prädiktor [14].
- 7.2. **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].
- 7.3. **Kronenverwendung:** Schnittgrün.
- 7.4. **Sonstige Nutzung:** Gewinnung von Kienöl für medizinische Nutzung und für die Parfümindustrie [2].

8. Biotische und abiotische Risiken*

- 8.1. **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].
- 8.2. **Insekten:** *Cephalcia tannourinensis* ist einer der wichtigsten Schädlinge bei Libanonzeder und hat schon in den 1990er Jahren erhebliche Schäden verursacht [15]. *Acleris undulana* kann bei einer Massenvermehrung zu mäßigem Kahlfraß führen. Außerdem können Arten mehrerer Borken-, Bock- und Prachtkäfer wie *Orthotomicus erosus*, *Melanophila delagrangei* und *Crypturgus cinereus* Schäden hervorrufen [2].
- 8.3. **Sonstige Risiken:** keine Literatur gefunden.
- 8.4. **Verbissempfindlichkeit:** in ihrem natürlichen Vorkommen beeinträchtigen Ziegen die natürliche Verjüngung [7].

- 8.5. Dürretoleranz:** verträgt Sommerdürre [2, 1]. Ihre Trockenheitstoleranz ist stark mit einer guten Entwicklung der Pfahlwurzel ab dem Sämlingsalter, insbesondere auf steinigem/felsigen Standorten verbunden [3].
- 8.6. Feueranfälligkeit:** mittlere Anfälligkeit [16], obwohl Feuer in der gegenwärtigen Ausbreitung der Art selten vorkommt. Die Gewinnung von Kienöl kann Waldbrand auslösen [2].
- 8.7. Frostempfindlichkeit:** hohe Toleranz [1], auch gegen Spätfrost, insbesondere Provenienzen aus dem Taurusgebirge [1]. Provenienzen aus dem Libanon zeigen hohe Anfälligkeit für Spätfrost in Frankreich [17]. 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 [18]. Es gibt Hinweise, dass Hochlagenherkünfte frosthärter sind [19].
- 8.8. Sturmanfälligkeit:** gute Resistenz [20].
- 8.9. Schneebruch:** keine Literatur gefunden.

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: A. ROLOFF, H. WEISGERBER, U.M. LANG, und B. STIMM, (Hrsg.) *Enzyklopädie der Holzgewächse: Handbuch und Atlas der Dendrologie*. S. 1–10.
- [3] BOYDAK, M. und M. ÇALIKOGLU. (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 C. STORZ. (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., M. KÜPPERS, C. RATHGEBER, M. ŞAHIN, und R. ZIMMERMANN. (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, Bundesministeriums 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., D. KERR, A. SÖKÜCÜ, R. ZIMMERMANN, und M. KÜPPERS. (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] GARDNER, M. (2013): The IUCN Red List of Threatened Species: *Cedrus libani*, unter: <http://www.iucnredlist.org/details/46191675/0> [Stand: 28.09.2017].
- [14] DURKAYA, B., A. DURKAYA, E. MAKINECI, und M. ÜLKÜDÜR. (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.
- [15] KAWAR, N.S. und N.M. NEMER. (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].
- [16] MINISTRY OF ENVIRONMENT UNDP. (2011): Climate change vulnerability and adaptation: Lebanon's Second National Communication. 44 S.
- [17] COURBET, F., M. LAGACHERIE, P. MARTY, J. LADIER, C. RIPERT, P. RIOU-NIVERT, F. HUARD, L. AMANDIER, und É. PAILLASSA. (2012): Atlas cedar and climate change in France: assessment and recommendations INRA. 32 S.
- [18] NOE, E. und U. WILHELM. (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.
- [19] METTENDORF, B. (2017): mündliche Auskunft.
- [20] VAN DER BECK NURSRIES. *Cedrus libani*, unter: <https://www.vdberk.com/trees/cedrus-libani/> [Stand: 28.09.2017].

* 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.

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 eine vielversprechende Art für die Anpassung des Waldes an den Klimawandel wegen ihrer Bedeutung für die Forstwirtschaft und ihrer Trockenheitstoleranz. Außerdem kann sie die Diversität und Stabilität des Waldes erhöhen [1, 4]. In ihrem natürlichen Vorkommen wurde sie wegen ihres wertvollen Holzes übergenutzt [1]. Allerdings wurden Versuchsflächen bislang nur auf frischen Standorten bei hoher Wachstumsleistung angelegt [5], sodass ihr Potenzial auf trockenen und ärmeren Standorten noch zu testen ist [6].

1. Verbreitung und Ökologie

1.1. Natürliche Verbreitung: Südosteuropa und Kleinasien [7], 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 2000 m [1].

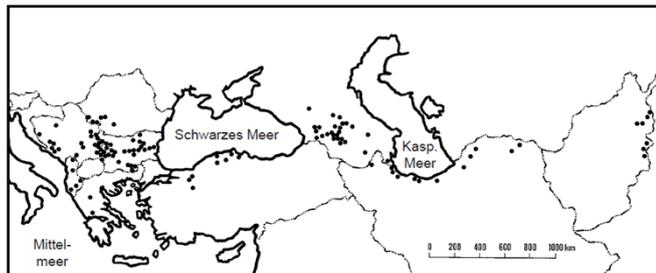


Abb. 1. Natürliche Verbreitung, dargestellt als Punktsymbole [8].

1.2. Klimatische Kennziffern: jährlicher Niederschlag zwischen 540 und 1500 mm; mit Sommerdürre [1]; und Jahresmitteltemperatur von 5 bis 13 °C [8]. Kältetoleranz: -38 °C; Hitzetoleranz: 40 °C (Palashev und Nickolov (1979) zitiert nach [8]).

1.3. 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].

1.4. Künstliche Verbreitung: viele Länder in Mitteleuropa und in den Vereinigten Staaten [3] sowie in Mittelasien [8].

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

1.6. Konkurrenzstärke:

1.6.1. Verjüngungs-Dickungsphase: Wuchshüllen können hilfreich sein, um die Konkurrenz mit krautiger Vegetation zu kontrollieren [9], sowie Wild- und Spätfrostschäden zu minimieren [5].

1.6.2. Baum- und Altholz: robust gegenüber Seitendruck [2], aber konkurrenzschwache Baumart gegen andere Laubbölzer [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 Vorkommen auf flachgründigen und trockenen Standorten [11].

2.1. Nährstoffansprüche: nährstoffarme bis -reiche Standorte [11].

2.2. Kalktoleranz: gut [1].

2.3. pH-Wert: am geeignetsten sind basische Böden [10]; 6,6-8 (Palashev und Nickolov (1979) zitiert nach [8]).

- 2.4. **Tontoleranz:** gut [10].
- 2.5. **Staubtolleranz:** nicht geeignet [2].
- 2.6. **Blattabbau:** leicht zersetzbar und trägt zur Bodenverbesserung bei (Maurer (1973) zitiert nach [9]).

3. Bestandesbegründung

- 3.1. **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 [12]. Die Samen werden durch Tiere verzehrt und verbreitet. Gute Bedingungen für die Keimung sind auf vegetationsfreien Böden. 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 [13].
- 3.2. **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 Herbstsaat kann Verlust durch Mäusefraß auftreten [14]. Sämlinge sollten zwischen 50 und 80 cm oder 80 und 120 cm hoch sein, um ins Feld gepflanzt zu werden [9] und nicht älter als 2 Jahre sein [2]. Die Pflanzung kann zwischen Eng- (z. B. 2,5x1 m) und Breitverband (z. B. 6x6 m) variieren [9], oder einzeln bis truppweise erfolgen. 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].
- 3.3. **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 [13].
- 3.4. **Mineralbodenkeimer:** keine Literatur gefunden.
- 3.5. **Stockausschlagfähigkeit:** ja [1].
- 3.6. **Forstvermehrungsgutgesetz:** nein [15].
- 3.7. **Potenzial für Invasivität:** gering [2].
- 3.8. **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]. Jedoch kann die Mischung mit konkurrenzkräftigen Baumarten nachteilig sein [9]. Daher ist die gruppenweise Beimischung vorteilhaft [13].

4. Leistung

- 4.1. **Wachstum:** Die Zeit des Hauptwachstums liegt zwischen dem Alter 20 und 40 [7]. Auf nährstoffreichen und frischen Standorten weist sie ähnliches Wachstum wie die Hainbuche auf [2]. In rumänischen Mischbeständen 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. Der Radialzuwachs betrug hier 8 mm. In den Beständen wurden Bäume älter als 300 Jahre gebohrt und eine durchschnittliche Jahrringbreite längerer Zeitabschnitte (mehr als 30 Jahre) zwischen 0,4 und 2,2 mm ermittelt. 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 Grünastung erforderlich machen [9], letztere sollte allerdings nur bis zu einem maximalen Astdurchmesser von 3 cm durchgeführt werden [5].
- 4.2. **Ökonomische Bedeutung:** wertvolles Holz, welches zum starken Rückgang dieser Art im ursprünglichen Gebiet geführt hat [2].

5. Erfahrung in Baden-Württemberg und Deutschland

Versuchsflächen wurden in Bayern und Baden-Württemberg im Jahr 2001 angelegt [16]. 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 [9]). 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 [6]. Im Exotenwald Weinheim wurde sie auch gepflanzt (0,4 ha) [17].

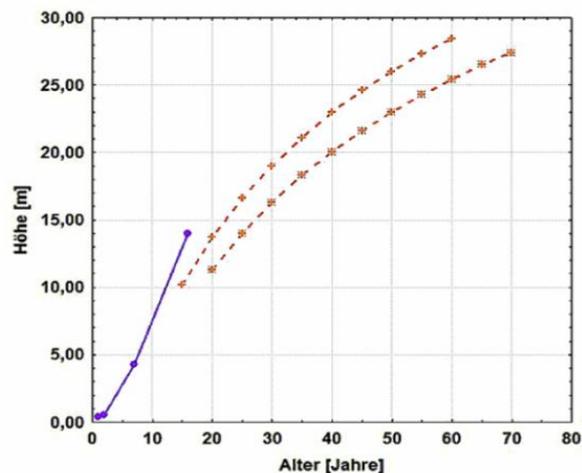


Abb. 2. Höhenentwicklung der Baumhasel (blau) im Vergleich mit Vogelkirsche (orange) nach Ertragstafel (Röss (1994) modifiziert nach [2]).

6. Holzeigenschaften und Verwendung*

Die Baumhasel hat ein wertvolles Holz [1], das besonders für Möbeltischlerei verwendet wird [9]. Es ist ein elastisches und mittelhartes Holz, neigt jedoch zu Schwundrissen bei rascher Trocknung [2]. Das Holz hat ein exzellentes Stehvermögen [12].

- 6.1. **Verwitterungsbeständigkeit:** keine Literatur gefunden.
- 6.2. **Rohdichte:** 0,63 g/cm³ (getrocknet im Ofen) [18]; 0,60 g/cm³ ($r_{12...15}$) [19].
- 6.3. **Bauholzverwendung:** keine Literatur gefunden.
- 6.4. **Fasereigenschaften:** keine Literatur gefunden.
- 6.5. **Energieholzeigenschaften:** hoher Brennwert [5].

7. Sonstige Ökosystemleistungen

- 7.1. **Biomassefunktionen:** keine Literatur gefunden.
- 7.2. **Landschaftliche und ökologische Aspekte:** oft benutzt als Allee- und Zierbaum [3]. Nahrung für Wildtiere [3] und Bodenschutz gegen Erosion [20].
- 7.3. **Kronenverwendung:** keine Literatur gefunden.
- 7.4. **Sonstige Nutzung:** medizinische Verwendungen, Nüsse, Nussöl [3]. Auch geeignet für Trüffelzucht [13].

8. Biotische und abiotische Risiken*

Bedeutende biotische Schäden wurden bislang nicht für die Baumhasel berichtet [9]. Außerdem hat sie eine hohe Widerstandsfähigkeit gegen biotische und abiotische Schäden [2].

- 8.1. **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 [21].
- 8.2. **Insekten:** Der Japankäfer (*Popillia japonica*) frisst die Blätter der Baumhasel [20], wobei der Befall als selten und leicht eingestuft wurde [22]. Befall durch Haselnussbohrer (*Curculio nucum*) kann zur Zwieselbildung führen [13].
- 8.3. **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 [23].

- 8.4. Verbisempfindlichkeit:** kann auftreten, sodass Schutz in der Jugendphase nötig ist [2].
- 8.5. Dürretoleranz:** hohe Toleranz gegenüber Dürre, die in ihrem natürlichen Vorkommensgebiet häufig im Sommerhalbjahr auftritt [1], doch die Luftfeuchtigkeit bleibt bei 50-70 % im Juli [8]. In Deutschland wurde beobachtet, dass Ausfälle in Kombination mit Befall von Pathogenen auftreten können [13].
- 8.6. Feueranfälligkeit:** keine Literatur gefunden.
- 8.7. Frostempfindlichkeit:** gering, auch gegen Spätfrost [9, 2]. Durch Spätfrost geschädigte Sämlinge können aus dem Wurzelhals wieder austreiben [5]. Blüten und Fruchtsätze können von Spätfrost geschädigt werden [2].
- 8.8. Sturmanfälligkeit:** starkes Wurzelsystem, das 3-4 m in die Tiefe gehen kann [5] und für eine hohe Standfestigkeit sorgt [2].
- 8.9. Schneebruch:** niedrig [2].

Literatur

- [1] RICHTER, E. (2016): Der Baumhaselwald bei Oravita. *Revista Pădurilor*. **131**(3/4): S. 19-26.
- [2] ŠEHO, M., G. HUBER, N. FRISCHBIER, und M. SCHÖLCH. (2017): Kurzportrait Baumhasel (*Corylus colurna* L.), unter: https://www.waldwissen.net/waldwirtschaft/waldbau/wuh_baumhasel/index_DE [Stand: 23.08.2017].
- [3] TEMEL, F., M. ARSLAN, und D. ÇAKAR. (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. (2012): Baumhasel – Ein Baum für den Klimawandel?! *AFZ-DerWald*. (8): S. 8-9.
- [6] RICHTER, E. (2014): Baumhasel: Schnelles Wachstum in trockenwarmem Klima. *AFZ-DerWald*. **69**(8): S. 11-13.
- [7] WILLKOMM, M. (1875): *Forstlichen Flora von Deutschland und Oesterreich*. Leipzig: Winter. 968 S.
- [8] ALEXANDROV, A.H. (2014): *Corylus colurna* Linné. In: A. ROLOFF, H. WEISGERBER, U.M. LANG, und B. STIMM, (Hrsg.) *Enzyklopädie der Holzgewächse: Handbuch und Atlas der Dendrologie*. S. 1-8.
- [9] RICHTER, E. (2013): Baumhasel – anbauwürdig in Mitteleuropa? *AFZ-DerWald*. **5**(18): S. 7-9.
- [10] WILLOUGHBY, I., V. STOKES, J. POOLE, J.E. WHITE, und S.J. HODGE. (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 G. HUBER. (2016): Baumhasel-Nuss-Versuch in Bayern und Baden-Württemberg. *LWF-aktuell*. **110**(3): S. 41-45.
- [12] METTENDORF, B. (2016): Eingeführte Baumarten als Alternativen zur Esche. *AFZ-DerWald*. **4**: S. 50-54.
- [13] METTENDORF, B. (2017): mündliche Auskunft.
- [14] ŠEHO, M., T. EBINGER, G. HUBER, und M. KONNERT. (2016): Baumhasel – Saatgut und Vermehrung im Fokus. *Deutsche Baumschule* **8**: S. 42-45.
- [15] BGBl. (2002): Forstvermehrungsgutgesetz vom 22. Mai 2002. In: BGBl. I S. 1658, Bundesministeriums der Justiz und für Verbraucherschutz.
- [16] SCHÖLCH, M. (2011): Baumhasel und Ahornblättrige Platane – erste Erfahrungen im forstlichen Anbau. *Forstarchiv*. **82**: S. 155-156.
- [17] KREISFORSTAMT RHEIN-NECKAR-KREIS. (2009): Baumartenliste der Bestandesflächen im Exotenwald Weinheim. Landratsamt Rhein-Neckar-Kreis: Weinheim. 5 S.
- [18] 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.
- [19] WAGENFÜHR, R. (2000): *HOLZatlas*. München: Fachbuchverlag Leipzig im Carl Hanser Verlag. 707 S.
- [20] SHAW, K., S. ROY, und B. WILSON. (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].
- [21] BLASCHKE, M. (2014): Baumhasel mit massiven Blattverlusten. *LWF aktuell* (101): S. 41.
- [22] HELD, D.W. (2004): Relative susceptibility of woody landscape plants to Japanese beetle (Coleoptera: Scarabaeidae). *Journal of Arboriculture*. **30**(6): S. 328-335.
- [23] PETERCORD, R. (2016): *Phyllosticta coryli* als Krankheitserreger an Baumhasel? *AFZ-DerWald*. **12**: S. 46-47

* Hinweis: Sämtliche Angaben basieren ausschließlich auf Literaturauswertungen. 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.

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].

1. Verbreitung und Ökologie

1.1. Natürliche Verbreitung: Japan (Zentral Honshu) [5] (Abb. 1); von 500 bis auf 2900 m [5].

1.2. Klimatische Kennziffern: jährlicher Niederschlag zwischen 1658 und 2178 mm; überwiegend in der Sommerzeit. Jahresmitteltemperatur von 5,9 bis 8,8 °C [2].

1.3. 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].

1.4. Künstliche Verbreitung: zahlreiche europäische Länder [2].

1.5. Lichtansprüche: Lichtbaumart [1].

1.6. Konkurrenzstärke:

1.6.1. Verjüngungs-Dickungsphase: das Wachstum erfolgt in der Jugend rasch [1]. In dieser Phase ist sie wenig empfindlich gegenüber Seitendruck [2].

1.6.2. Baum- und Altholz: geringe Konkurrenzkraft gegenüber einheimischen Baumarten [4]. Sie reagiert dynamisch auf Freistellung von interspezifischer Konkurrenz [6].



Abb. 1. Natürliche Verbreitung [4].

2. Standortsbindung

Bei geringer Wasserverfügbarkeit sind tiefgründige Böden erforderlich [2].

2.1. Nährstoffansprüche: fruchtbare Böden werden bevorzugt, jedoch weniger anspruchsvoll als die europäische Lärche [2].

2.2. Kalktoleranz: kalkreiche Böden sind geeignet [2].

2.3. pH-Wert: basische Böden sind am geeignetsten [2].

2.4. Tontoleranz: feste Tonböden sind ungeeignet [2].

2.5. Staunässe-toleranz: Staunässeböden sind ungeeignet [2].

2.6. Blattabbau: schwierige Streuzersetzung [2], die zur Rohhumusbildung und Standortversauerung beiträgt [4].

3. Bestandesbegründung

- 3.1. 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].
- 3.2. 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. 1,5x1,5 m) sein, um die Astreinigung und enge Jungendjahre zu fördern [2]. Bei qualifiziertem Vermehrungsgut sind Pflanzdichten zwischen 2500 und 3000 Pflanzen pro Hektar empfehlenswert. Zur Streuverbesserung wird die Mischung mit anderen Baumarten und deren Pflanzung in Horsten empfohlen [4].
- 3.3. Keimfähigkeit und Überdauerungszeit des Saatgutes:** 30-40 % [1] und 10-15 Jahre, wenn bei -10 bis 0° C und 6-8 % Feuchtigkeit gelagert [7].
- 3.4. Mineralbodenkeimer:** ja [4].
- 3.5. Stockausschlagfähigkeit:** nein (Stimm 2004 zitiert nach [4]).
- 3.6. Forstvermehrungsgutgesetz:** ja [8].
- 3.7. Potenzial für Invasivität:** nicht invasiv [4].
- 3.8. 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

- 4.1. 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. Dieselbe Leistung kann in Deutschland erreicht oder übertroffen werden [2]. Für die Erziehung von wertvollem Holz sind Astung 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].
- 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 Versuchspartellen lag die GWL_v zwischen 600 und 1400 Vfm/ha und der durchschnittliche Gesamtzuwachs im Alter 100 (dGz_{100}) zwischen 6 und 14 Vfm/ha/J [10]. Außerdem wurde die Japanlärche auch im Forstbezirk Nagold [11] und im Exotenwald Weinheim [12] gepflanzt.

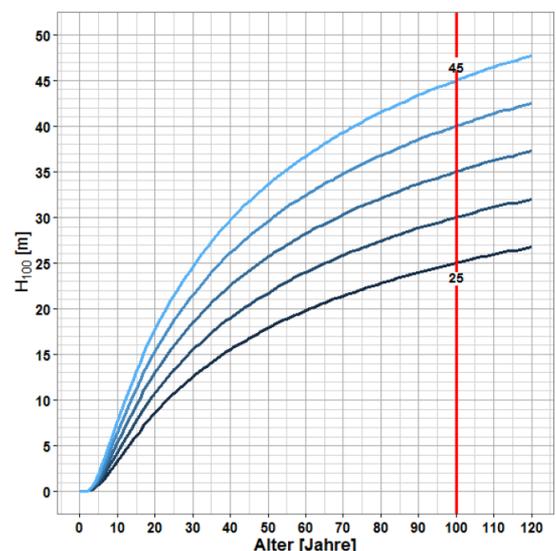


Abb. 2. Höhenbonitätsfächer für Bestände in Baden-Württemberg [10].

6. Holzeigenschaften und Verwendung*

Das Holz wird häufig als Bauholz und für Tischlerarbeiten verwendet [1].

- 6.1. **Verwitterungsbeständigkeit:** sehr dauerhaftes Holz [1].
- 6.2. **Rohdichte:** 0,54 g/cm³ [9].
- 6.3. **Bauholzverwendung:** oft verwendet, auch für Bahnlinienbau [5].
- 6.4. **Fasereigenschaften:** benutzt in der Papierindustrie [5].
- 6.5. **Energieholzeigenschaften:** hoher Brennwert [1].

7. Sonstige Ökosystemleistungen

- 7.1. **Biomassefunktionen:** Biomassefunktionen sind für Japan [13], Norwegen und die Niederlande [14] bekannt. Sie wurden für verschiedene Kompartimente entwickelt und stützen sich auf den Baumdurchmesser und die Baumhöhe als Prädiktoren.
- 7.2. **Landschaftliche und ökologische Aspekte:** sehr attraktive Baumart mit goldähnlicher Nadelverfärbung im Herbst [1]. Sie wird im Herkunftsgebiet für Bodenschutzzwecke eingesetzt [15].
- 7.3. **Kronenverwendung:** keine Literatur gefunden.
- 7.4. **Sonstige Nutzung:** keine Literatur gefunden.

8. Biotische und abiotische Risiken*

- 8.1. **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 [16]. Er verbreitet sich rasch und verursacht letale Rindennekrosen am Stamm, wodurch das Holz beeinträchtigt wird [3].
- 8.2. **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].
- 8.3. **Sonstige Risiken:** keine Literatur gefunden.
- 8.4. **Verbissemempfindlichkeit:** hoch [1].
- 8.5. **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].
- 8.6. **Feueranfälligkeit:** ihre Nadeln und Streu sind schlecht brennbar [2].
- 8.7. **Frostempfindlichkeit:** unempfindlich [1] bis mäßige Empfindlichkeit [17] gegen Winterfrost, aber eine gewisse Empfindlichkeit gegenüber Früh- und Spätfrost [2].
- 8.8. **Sturmanfälligkeit:** sturmfest [2].
- 8.9. **Schneebruch:** nicht vorhanden in ihrer Heimat, 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].

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] SCHÖBER, 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., R. PETERSEN, und A. NOLTENSMEIER. (2015): Japanlärche (*Larix kaempferi* Lamb. Carr., Syn. *Larix leptolepis* (Sieb et Zucc.) Gord.). In: T. VOR, H. SPELLMANN, A. BOLTE, und C. AMMER, (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., W.-K. LEE, Y.-S. KIM, C.-H. LIM, C. SONG, T. PARK, Y. SON, und Y.-M. SON. (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, Bundesministeriums 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.) Versuchsneubauten mit nicht heimischen Baumarten: historische Entwicklung in Baden-Württemberg. Stuttgart: Schriftenreihe der Landesforstverwaltung Baden-Württemberg. S. 15-66.
- [12] NOE, E. und U. WILHELM. (1997): Der Exotenwald in Weinheim 1872-1997: 125 Jahre Fremdländeranbau an der Bergstraße. In: LFV BADEN-WÜRTTEMBERG, (Hrsg.) Versuchsneubauten mit nicht heimischen Baumarten: historische Entwicklung in Baden-Württemberg. Stuttgart: Schriftenreihe der Landesforstverwaltung Baden-Württemberg. S. 67-185.
- [13] HOSODA, K. und T. IEHARA. (2010): Aboveground biomass equations for individual trees of *Cryptomeria japonica*, *Chamaecyparis obtusa* and *Larix kaempferi* in Japan. Journal of Forest Research. **15**(5): S. 299-306.
- [14] ZIANIS, D., P. MUUKKONEN, R. MÄKIPÄÄ, und M. MENCUCCINI. (2005): Biomass and stem volume equations for tree species in Europe. SILVA FENNICA Monographs **463**.
- [15] LEE, C.-S., S.-M. KIM, J.-H. AN, Y.-K. LIM, J.-H. PEE, G.-S. KIM, H.-Y. LEE, Y.-C. CHO, und K.-H. BAE. (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.
- [16] FORESTRY COMMISSION ENGLAND. (2015): Ramorum disease of larch, unter: [https://www.forestry.gov.uk/pdf/Leaflet_Pramorum_Oct2015.pdf/\\$file/Leaflet_Pramorum_Oct2015.pdf](https://www.forestry.gov.uk/pdf/Leaflet_Pramorum_Oct2015.pdf/$file/Leaflet_Pramorum_Oct2015.pdf) [Stand: 13.09.2017].
- [17] DIMKE, P. (2015): Spätfrostschäden – erkennen und vermeiden. LWF-Merkblatt. **31**: S. 1-3.

* 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.

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 dürrer tolerant [2] sowie sturmfest [3], was eine wichtige Rolle für die Anpassung des Waldes an den Klimawandel spielen könnte.

1. Verbreitung und Ökologie

- 1.1. **Natürliche Verbreitung:** östlicher Teil von Nordamerika [3]; bis auf 1350 m [3] (Abb. 1).
- 1.2. **Klimatische Kennziffern:** jährlicher Niederschlag zwischen 760 und 2030 mm; gut verteilt in der Vegetationsperiode [4]. Jahresmitteltemperatur von 9 °C [3].
- 1.3. **Natürliche Waldgesellschaft:** kommt selten im Reinbestand vor, sondern mit anderen begleitenden Arten wie Kanadische Hemlocktanne, Eiche, Schwarznuss, Kiefer und Robinie [3].
- 1.4. **Künstliche Verbreitung:** Japan, Europa [3].
- 1.5. **Lichtansprüche:** Lichtbaumart, aber nicht Pionier [3].
- 1.6. **Konkurrenzstärke:**
 - 1.6.1. **Verjüngungs-Dickungsphase:** wächst schnell in die Höhe, kann aber nicht länger als 3 Jahre Überschirmung tolerieren und muss die krautige Vegetation schnell überwachsen [3], da in der Jugendphase konkurrenzschwach [4].
 - 1.6.2. **Baum- und Altholz:** Der Tulpenbaum wächst schneller als andere begleitende Arten und kann sich relativ einfach in der Oberschicht etablieren [4]. Reagiert dynamisch auf Freistellung [4].

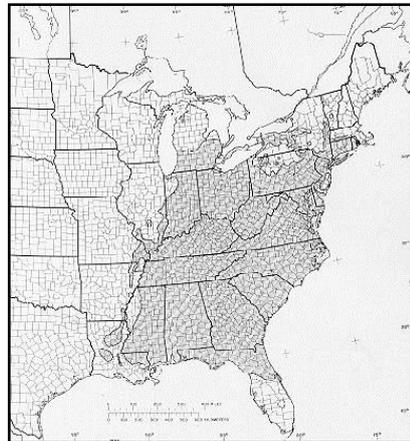


Abb. 1. Natürliche Verbreitung [4].

2. Standortsbindung

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

- 2.1. **Nährstoffansprüche:** nährstoffreiche Böden sind ideal [1], da Stickstoff- und Phosphor-Mangel das Wachstum stark einschränken [4].
- 2.2. **Kalktoleranz:** gut [3].
- 2.3. **pH-Wert:** bestes Wachstum zwischen 6 und 8 [3].
- 2.4. **Tontoleranz:** keine Literatur gefunden.
- 2.5. **Staubtolleranz:** nicht tolerant [3], ist aber tolerant gegen zeitweise Überflutungen [5].
- 2.6. **Blattabbau:** gut zersetzbar und kann zur Bodenverbesserung beitragen [1].

3. Bestandesbegründung

3.1. Naturverjüngung: Jährlich gute Fruktifizierung und die Samen verbreiten sich durch Wind [4]. Der Ausbreitungsradius kann bis 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].

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 1×2 oder 1,5×2 m (2 bis 3 m² 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 Freiland verlangsamt [4]. Herkünfte aus dem nördlichen Teil des Vorkommens zeigen bessere Keimkraft und Frosthärte [3].

3.2. Keimfähigkeit und Überdauerungszeit des Saatgutes: 10-35 % [3]; die Samen können 3 bis 4 Jahre gelagert werden [1].

3.3. Mineralbodenkeimer: ja [3].

3.4. Stockausschlagfähigkeit: ja [3].

3.5. Forstvermehrungsgutgesetz: nein [7].

3.6. Potenzial für Invasivität: gering [2], allerdings liegen für Mitteleuropa noch keine Beobachtungen vor [1].

3.7. 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

4.1. Wachstum: Der Tulpenbaum kann 300 Jahre alt werden und alte Bäume können zwischen 30,5 und 45,7 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 Astung 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 (1000-1400 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 m³/ha abhängig von der Bonität im Alter von 60 Jahren [4].

4.2. Ökonomische Bedeutung: wichtige Wirtschaftsbaumart in den USA [9]. In Deutschland ist das Angebot an Holz allerdings zurzeit gering [1].

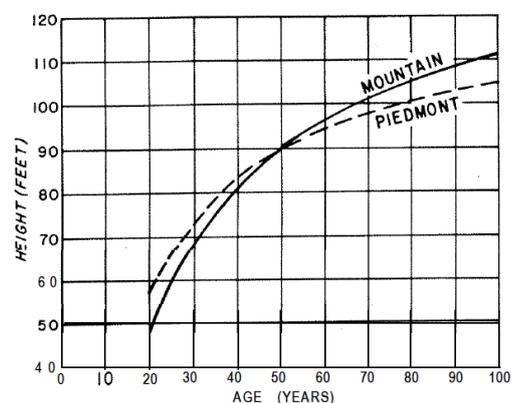


Abb. 2. Höhenbonitätsfächer für zwei Provenienzen in den USA (Mountain = Appalachen; 1 Foot = 0,3048 m) [8].

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 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 35,6 cm und eine mittlere Höhe von 22,5 m [10]. Es existieren waldwachstumskundliche Versuchsflächen an der FVA-BW.

6. Holzeigenschaften und Verwendung*

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].

- 6.1. **Verwitterungsbeständigkeit:** das Kernholz ist recht dauerhaft [1, 3].
- 6.2. **Rohdichte:** 0,75 ... 0,80 g/cm³ ($r_{12...15}$) [11].
- 6.3. **Bauholzverwendung:** Boote, Brettware, Musikinstrumente und Innenausstattung [3].
- 6.4. **Fasereigenschaften:** sehr gut, Zellstoff ist fester als der aus Pappelholz [3].
- 6.5. **Energieholzeigenschaften:** Brennholznutzung möglich [4].

7. Sonstige Ökosystemleistungen

- 7.1. **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 [13].
- 7.2. **Landschaftliche und ökologische Aspekte:** sehr attraktiver Baum durch Blüte und Herbstfärbung [3]. Bienenweide, die Samen liefern Futter für Wildtiere [4].
- 7.3. **Kronenverwendung:** keine Literatur gefunden.
- 7.4. **Sonstige Nutzung:** keine Literatur gefunden.

8. Biotische und abiotische Risiken*

In Deutschland wurden bisher kaum Schädlinge und Krankheiten beobachtet [1, 14].

- 8.1. **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 gerantetes Holz [4]. Der Brandkrustenpilz (*Ustulina deusta*) kann auch vorkommen [15]. Der Tulpenbaum reagiert nach mechanischer Verletzung mit Fäule [16].
- 8.2. **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].
- 8.3. **Sonstige Risiken:** Kletterpflanzen, insbesondere *Vitis*-Arten, können das Wachstum beeinträchtigen [14].
- 8.4. **Verbisempfindlichkeit:** ja, vor allem durch Hasen und Mäuse, aber auch Weidevieh und Wild [3].
- 8.5. **Dürretoleranz:** moderat [2]. Der Tulpenbaum braucht eine gleichmäßige Wasserzufuhr [3]. Trockenheit kann zum leichten, frühen Laubfall führen [2, 3].
- 8.6. **Feueranfälligkeit:** hoch, überlebende feuergeschädigte Bäume werden anfälliger für Pilzkrankheiten [3].
- 8.7. **Frostempfindlichkeit:** winterfrostharte Baumart [4, 1, 3]. Allerdings können vor allem junge Pflanzen und auch deren Triebe unter Früh- und Spätfrost leiden [3].

8.8. Sturmanfälligkeit: sturmfeste 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, 16].

8.9. Schneebruch: sehr empfindlich [1, 3].

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 [Stand: 18.08.2017].
- [2] GILMAN, E.F. und D.G. WATSON. (2014): *Liriodendron tulipifera*: Tuliptree. Gainesville: Environmental Horticulture Department, UF/IFAS. 3 S.
- [3] QUERENGÄSSER, F.A. (1961): *Liriodendron tulipifera* Linné - Der Tulpenbaum. Sprakel: Sprakeler Forstbauschulen. 26 S.
- [4] BECK, D.E. (1990): *Liriodendron tulipifera* L. In: R.M. BURNS und B.H. HONKALA, (Hrsg.) *Silvics of North America - Hardwoods*. Washington, DC: USDA Forest Service. S. 406-416.
- [5] METTENDORF, B. (2017): mündliche Auskunft.
- [6] KORMANIK, P. und C. BROWN. (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, Bundesministeriums 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*. 1-4 S.
- [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 [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] TRITTON, L.M. und J.W. HORNBECK. (1982): Biomass equations for major tree species of the Northeast. *Broomail: US Department of Agriculture, Forest Service, Northeastern Forest Experiment Station*. 46 S.
- [14] SCHÜTT, P. (2014): *Liriodendron tulipifera*. In: A. ROLOFF, H. WEISGERBER, U.M. LANG, und B. STIMM, (Hrsg.) *Enzyklopädie der Holzgewächse: Handbuch und Atlas der Dendrologie*. S. 1-10.
- [15] BRANDSTETTER, M. (2007): Der Brandkrustenpilz (*Ustulina deusta*) – eine fast unsichtbare Gefährdung für zahlreiche Laubbäume. *Forstschutz Aktuell* 38: S. 18-20.
- [16] NOE, E. und U. WILHELM. (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.

* 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.

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].

1. Verbreitung und Ökologie

- 1.1. Natürliche Verbreitung:** Mittel- und Südeuropa, sowie Kaukasus, Balkan und Westasien [2]; von 200 bis auf 1200 m [3].
- 1.2. Klimatische Kennziffern:** jährlicher Niederschlag von 500 bis 1300 mm. Jahresmitteltemperatur 5 bis 15°C (Abb. 1) [2]. Kältetoleranz: -26 °C [4].
- 1.3. Natürliche Waldgesellschaft:** oft unter der Überschirmung von Schwarzkiefer zusammen mit Flaumeiche [2].
- 1.4. Künstliche Verbreitung:** in Mitteldeutschland gedeiht sie und fruktifiziert [1].
- 1.5. Lichtansprüche:** Pionier- bis Halbschattbaumart, als Gradient von Norden bis Süden ihres Vorkommens [5, 3, 2, 1].
- 1.6. Konkurrenzstärke:**
 - 1.6.1. Verjüngungs-Dickungsphase:** verjüngt sich besser auf konkurrenzfreien Flächen [6].
 - 1.6.2. Baum- und Altholz:** starke Konkurrenz mit der Flaumeiche [3], reagiert allerdings dynamisch auf Freistellung [7].

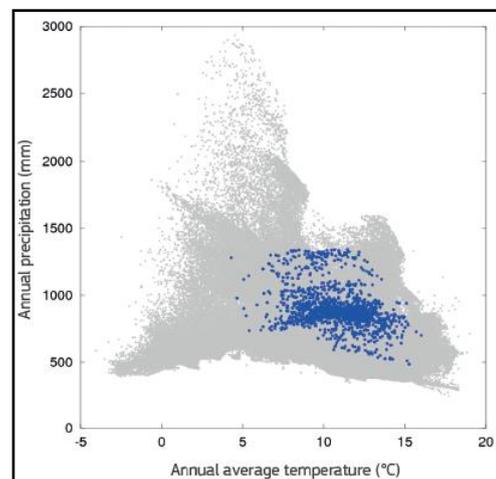


Abb. 1. Vorkommen der Art (blaue Punkte) in Bezug zum Niederschlag und zur Temperatur in Europa (graue Punkte: gesamter europäischer Klimaraum in den Inventurdaten) [2].

2. Standortsbindung

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

- 2.1. Nährstoffansprüche:** bevorzugt nährstoffreiche Böden [8].
- 2.2. Kalktoleranz:** gut [3].
- 2.3. pH-Wert:** keine Literatur gefunden.
- 2.4. Tontoleranz:** keine Literatur gefunden.
- 2.5. Staunässetoleranz:** keine Literatur gefunden.
- 2.6. Blattabbau:** die Streu wirkt bodenpfleglich [3].

3. Bestandesbegründung

- 3.1. Naturverjüngung:** gedeiht im Schatten und auch auf trockenen Böden [4].
- 3.2. 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 ± 2 °C) der Samen für mindestens 8 bis 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].
- 3.3. Keimfähigkeit und Überdauerungszeit des Saatgutes:** 50-80 % [6].
- 3.4. Mineralbodenkeimer:** keine Literatur gefunden.
- 3.5. Stockausschlagfähigkeit:** ja [3].
- 3.6. Forstvermehrungsgutgesetz:** nein [10].
- 3.7. Potenzial für Invasivität:** keine Literatur gefunden.
- 3.8. Mögliche Mischbaumarten:** keine Literatur gefunden.

4. Leistung

- 4.1. Wachstum:** Die europäische Hopfenbuche wird oft als Brennholzbaumart im Niederwald in Südeuropa, vor allem in Italien, bewirtschaftet [5, 2]. 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 m²/ha mit 5.720 Stämmen pro Hektar bis zum Alter 30 [7].
- 4.2. 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].

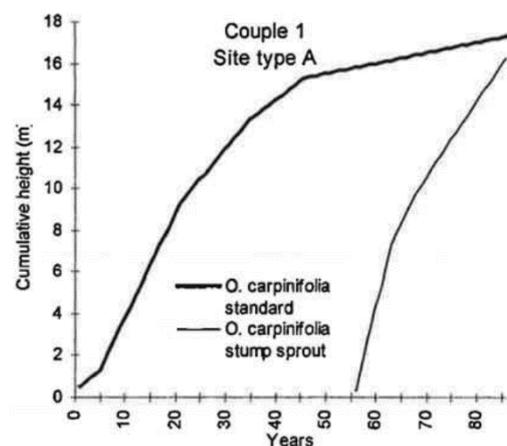


Abb. 2. Höhenentwicklung für Stämme aus generativer („Standard“ - 85 Jahre) und vegetativer („stump sprout“ - 30 Jahre) Verjüngung in Griechenland [7].

5. Erfahrung in Baden-Württemberg und Deutschland

Keine Literatur gefunden.

6. Holzeigenschaften und Verwendung*

Hartes und schweres Holz [2], das sich gut dreheln und bohren lässt [6]. Wird häufig für die Erzeugung von Werkzeugstielen und Zähnen von Mühlrädern sowie Schuhanfertigung und Webstuhlschiffchen in der Textilindustrie verwendet [5].

- 6.1. Verwitterungsbeständigkeit:** keine Literatur gefunden.
- 6.2. Rohdichte:** 0,9 ... 1,1 g/cm³ [6].
- 6.3. Bauholzverwendung:** keine Literatur gefunden.
- 6.4. Fasereigenschaften:** keine Literatur gefunden.
- 6.5. Energieholzeigenschaften:** sehr gut [2].

7. Sonstige Ökosystemleistungen

- 7.1. Biomassefunktionen:** Biomassefunktionen wurden für Italien für verschiedene Kompartimente entwickelt und stützen sich auf den Baum-BHD und die Baumhöhe als Prädiktoren [12].
- 7.2. Landschaftliche und ökologische Aspekte:** Ziergehölz [5]. Schutzfunktion auf felsigen Lagen [5].
- 7.3. Kronenverwendung:** Viehfutter [5].
- 7.4. Sonstige Nutzung:** Schafweide [5].

8. Biotische und abiotische Risiken*

- 8.1. 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].
- 8.2. Insekten:** Der Eichensplintkäfer (*Scolytus intricatus*) kann auch die Hopfenbuche befallen [2].
- 8.3. Sonstige Risiken:** den Autoren nicht bekannt.
- 8.4. Verbissempfindlichkeit:** ja [5].
- 8.5. Dürretoleranz:** sie kann eine vergleichsweise konstante Transpiration auch unter Trockenheit aufrechterhalten, benötigt dafür aber hohe Luftfeuchtigkeit [2].
- 8.6. Feueranfälligkeit:** keine Literatur gefunden.
- 8.7. Frostempfindlichkeit:** empfindlich gegenüber Spätfrost [1]. Herkünfte aus ihrem Nordvorkommen sollen weniger frostempfindlich sein [6].
- 8.8. Sturmanfälligkeit:** gute Resistenz gegen Wind [4].
- 8.9. Schneebruch:** keine Literatur gefunden.

Literatur

- [1] WILLKOMM, M. (1875): Forstlichen Flora von Deutschland und Oesterreich. Leipzig: Winter. 968 S.
- [2] PASTA, S., D. DE RIGO, und G. CAUDULLO. (2016): *Ostrya carpinifolia* in Europe: distribution, habitat, usage and threats, In: European Atlas of Forest Tree Species, J. SAN-MIGUEL-AYANZ, D. DE RIGO, G. CAUDULLO, T. HOUSTON DURRANT, und A. MAURI, (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: A. ROLOFF, H. WEISGERBER, U.M. LANG, und B. STIMM, (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., M. KOJIĆ, und B. KARADŽIĆ. (1997): Ecological characteristics of six important Submediterranean tree species in Serbia. *Bocconea*. **5**(2): S. 431-438.
- [9] KULAÇ, Ş., D. GUNAY, E. ÇIÇEK, und İ. TURNA. (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, Bundesministeriums der Justiz und für Verbraucherschutz.
- [11] EUFORGEN. *Ostrya carpinifolia*, unter: <http://www.euforgen.org/species/ostrya-carpinifolia/> [Stand: 19.09.2017].
- [12] TABACCHI, G., L. DI COSMO, und P. GASPARINI. (2011): Aboveground tree volume and phytomass prediction equations for forest species in Italy. *European Journal of Forest Research*. **130**(6): S. 911-934.

* Hinweis: Sämtliche Angaben basieren ausschließlich auf Literaturauswertungen. 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.

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 Dürretoleranz auf, bildet nach Waldbrand jedoch eine problematische 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 Schwarzkiefertriebstreben stark bedroht [2].

1. Verbreitung und Ökologie

1.1. 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 1800 m [3].

1.2. Klimatische Kennziffern: jährlicher Niederschlag zwischen 400 und 1300 mm. Jahresmitteltemperatur von 3 bis 16 °C (Abb. 1) [1]. Kältetoleranz: -30 °C [3].

1.3. 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].

1.4. Künstliche Verbreitung: Vereinigte Staaten, England [3].

1.5. Lichtansprüche: Pionierbaumart [3].

1.6. Konkurrenzstärke:

1.6.1. 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].

1.6.2. Baum- und Altholz: 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].

2.1. Nährstoffansprüche: niedriger Anspruch [3].

2.2. Kalktoleranz: geeignet [4, 3].

2.3. pH-Wert: 5 bis 7 [10].

2.4. Tontoleranz: hoch [11].

2.5. Staunässetoleranz: niedrig [6].

2.6. Blattabbau: produziert viel Streu, die leichter als die der Waldkiefer zersetzbar ist [12].

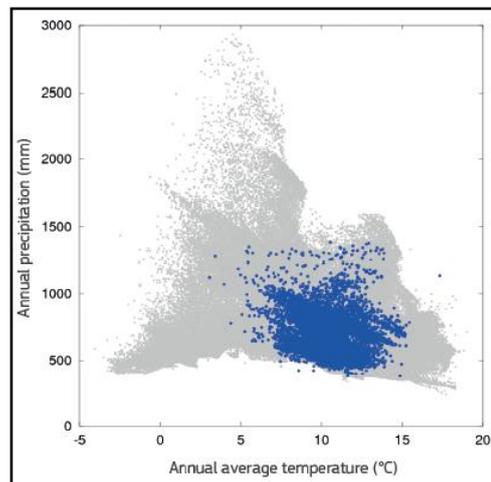


Abb. 1. Vorkommen der Art (blaue Punkte) in Bezug zum Niederschlag und zur Temperatur in Europa (graue Punkte: gesamter europäischer Klimaraum in den Inventurdaten) [1].

3. Bestandesbegründung

- 3.1. 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 m² und bei der Subspezies *P. nigra* var. *calabrica* in Lücken von ca. 500 m² [13].
- 3.2. 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 liegen [6].
- 3.3. Keimfähigkeit und Überdauerungszeit des Saatgutes:** 80-90 % und 8 bis 15 Jahre, wenn bei 0 bis 10° C und 8-10 % Feuchtigkeit gelagert [14].
- 3.4. Mineralbodenkeimer:** ja [6].
- 3.5. Stockausschlagfähigkeit:** nein [6].
- 3.6. Forstvermehrungsgutgesetz:** ja [15].
- 3.7. Potenzial für Invasivität:** nicht invasiv [6], in der grauen Liste des Bundesamts für Naturschutz bis potenziell invasiv eingestuft [16].
- 3.8. Mögliche Mischbaumarten:** Mischbestände mit Kiefer werden oft in den Balkanländern gepflanzt [4].

4. Leistung

- 4.1. Wachstum:** Erfahrungen in Deutschland zeigen, dass die Schwarzkiefer die Höhen- und Gesamtwuchsleistung der Waldkiefer übertreffen kann [4, 17]. 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 m³/ha, eine Grundfläche von 48,53 m³/ha, eine Mittelhöhe von 25,6 m und einen mittleren BHD von 34,8 cm [4]. Das Wachstum zeigte positive Zusammenhänge mit der Wasserverfügbarkeit [4, 3]. 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 [18].
- 4.2. Ökonomische Bedeutung:** wichtige Wirtschaftsbaumart im Herkunftsgebiet [19].

5. Erfahrung in Baden-Württemberg und Deutschland

Die Schwarzkiefer ist auf Versuchsflächen der FVA-BW vorhanden [20]. Auf verschiedenen alten Versuchsflächen in Baden-Württemberg wurden bei einem mittleren Alter von 59 Jahren mittlere jährliche Volumenzuwächse von 14,5 m³/ha beobachtet [20]. 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 [17]. Im Gegensatz hierzu zeigen die korsischen Provenienzen jedoch einen niedrigeren Durchmesserzuwachs und dGz. Die anderen Provenienzen wiesen

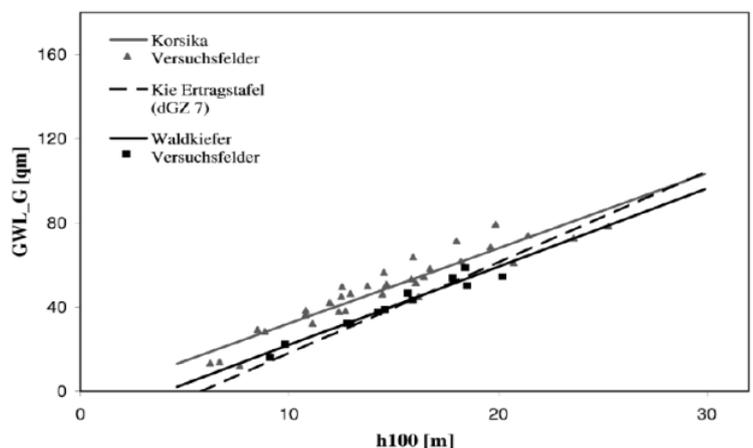


Abb. 2. Entwicklung der Gesamtwuchsleistung über der Oberhöhe von Schwarzkiefer und Kiefer [17].

untereinander recht ähnliche Durchmesser- und Volumenkenwerte auf. Im Vergleich mit Waldkiefer zeigen alle Provenienzen eine höhere Leistung (Abb. 2) [17]. Außerdem wurde die Schwarzkiefer auch im Forstbezirk Nagold, hier mit allen obengenannten Subspezies, [21] und im Exotenwald Weinheim [22] 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 [18].

6. Holzeigenschaften und Verwendung*

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

- 6.1. **Verwitterungsbeständigkeit:** gut [1].
- 6.2. **Rohdichte:** 0,50 ... 0,60 g/cm³ (r₁₂) [11].
- 6.3. **Bauholzverwendung:** geeignet [3], z. B. Schiffbau [1].
- 6.4. **Fasereigenschaften:** geeignet für die Papierindustrie [1].
- 6.5. **Energieholzeigenschaften:** geeignet [3].

7. Sonstige Ökosystemleistungen

- 7.1. **Biomassefunktionen:** Biomassefunktionen sind für die Türkei [23], Rumänien und die Niederlande [24] bekannt. Sie wurden für verschiedene Kompartimente und mit dem Baumdurchmesser und der Baumhöhe als Prädiktoren entwickelt.
- 7.2. **Landschaftliche und ökologische Aspekte:** Stadtbaum [3].
- 7.3. **Ökologische Aspekte:** Die Schwarzkiefer wird für die Dünenbefestigung und -sicherung verwendet [3].
- 7.4. **Kronenverwendung:** Weihnachtsbaum [3].
- 7.5. **Sonstige Nutzung:** Harz [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].

- 8.1. **Pilze:** In Österreich breitet sich das Schwarzkiefertriebsterben (*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 Schwarzkiefertriebsterben auf. Milde Winter, feuchtwarme Frühjahrswitterung und nachfolgend trockene Sommer begünstigen das Vorkommen von *Diplodia sapinea* [25]. Zusätzlich können *Fusarium*-, *Phytophthora*-, *Pythium*- und *Rhizoctonia*-Arten die Sämlinge befallen. *Melampsora pinitorqua*, *Cronartium flaccidum*, *Lophodermium seditiosum* sind Nadel- und Triebparasiten [11].
- 8.2. **Insekten:** Der Pinienprozessionsspinner (*Thaumetopoea pityocampa*) kann auf ungünstigen Standorten erhebliche Schäden verursachen. Der Kiefernkulturrüßler (*Pissodes notatus*) attackiert die Rinde von Ästen und Zweigen. *Diprion pini*, *Rhyacionia buoliana* und *Matsucoccus pini* können auch vorkommen [11].
- 8.3. **Sonstige Risiken:** keine Literatur gefunden.
- 8.4. **Verbissempfindlichkeit:** ja [26].
- 8.5. **Dürretoleranz:** Die Schwarzkiefer ist trockenresistent [4, 3], und die Mischung verschiedener Provenienzen kann durch die Erhöhung der genetischen Diversität die Toleranz weiter erhöhen [27].
- 8.6. **Feueranfälligkeit:** hohe Anfälligkeit [1], aber gute Resilienz nach reduzierter Konkurrenz [7].

- 8.7. Frostempfindlichkeit:** niedrig [28, 4, 6], aber Sämlinge können darunter leiden. Sämlinge aus östlichen Provenienzen zeigen weniger Empfindlichkeit gegen Frost in den USA [3].
- 8.8. Sturmanfälligkeit:** sturmfeste Art [11, 26].
- 8.9. Schneebruch:** kann auftreten [11].

Literatur

- [1] ENESCU, C.M., D. DE RIGO, G. CAUDULLO, A. MAURI, und T. HOUSTON DURRANT. (2016): *Pinus nigra* in Europe: distribution, habitat, usage and threats, In: European Atlas of Forest Tree Species, J. SAN-MIGUEL-AYANZ, D. DE RIGO, G. CAUDULLO, T. HOUSTON DURRANT, und A. MAURI, (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: R.M. BURNS und B.H. HONKALA, (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., S. QUITT, H.-J. KLEMMT, und U. HÄGER. (2015): Schwarzkiefer (*Pinus nigra* Arn.). In: T. VOR, H. SPELLMANN, A. BOLTE, und C. AMMER, (Hrsg.) *Potenziale und Risiken eingeführter Baumarten: Baumartenportraits mit naturschutzfachlicher Bewertung*. Göttingen: Universitätsverlag Göttingen. S. 126-139.
- [7] VALOR, T., M. PIQUÉ, B.C. LÓPEZ, und J.R. GONZÁLEZ-OLABARRIA. (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 N. LUST. 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 B. GRUNDMANN. (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: A. ROLOFF, H. WEISGERBER, U.M. LANG, und B. STIMM, (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., G. SETTINERI, S. BAGNATO, R. MERCURIO, und M. SIDARI. (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): Kulturbücher: 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, Bundesministeriums der Justiz und für Verbraucherschutz.
- [16] NEHRING, S., I. KOWARIK, W. RABITSCH, und F. ESSL. (2013): Naturschutzfachliche Invasivitätsbewertungen für in Deutschland wild lebende gebietsfremde Gefäßpflanzen. BfN-Skripten 352. Bundesamt für Naturschutz. 202 S.
- [17] ŠEHO, M., U. KOHNLE, A. ALBRECHT, und E. LENK. (2010): Wachstumsanalysen von vier Schwarzkiefer-Provenienzen (*Pinus nigra*) auf trockenen Standorten in Baden-Württemberg. *Allgemeine Forst und Jagdzeitung*. **181**(5/6): S. 104-116.
- [18] 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.
- [19] THE WOOD DATABASE. Austrian pine, unter: <http://www.wood-database.com/austrian-pine/> [Stand: 28.09.2017].
- [20] KLÄDTKE, J. (2016): Zum Wachstum eingeführter Baumarten in Baden-Württemberg. *Allgemeine Forst und Jagdzeitung*. **187**(5/6): S. 81-92
- [21] 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.
- [22] NOE, E. und U. WILHELM. (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.
- [23] GUNER, S.T. und A. COMEZ. (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.
- [24] ZIANIS, D., P. MUUKKONEN, R. MÄKIPÄÄ, und M. MENCUCCINI. (2005): Biomass and stem volume equations for tree species in Europe. *SILVA FENNICA Monographs* **463**.
- [25] PETERCORD, R. und L. STRÄßER. (2017): Mit der Trockenheit kommt der Pilz. *LWF aktuell*. **112**: S. 9-11.
- [26] 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.
- [27] THIEL, D., L. NAGY, C. BEIERKUHNLEIN, G. HUBER, A. JENTSCH, M. KONNERT, und J. KREYLING. (2012): Uniform drought and warming responses in *Pinus nigra* provenances despite specific overall performances. *Forest Ecology and Management*. **270**: S. 200-208.
- [28] DIMKE, P. (2015): Spätfrostschäden – erkennen und vermeiden. *LWF-Merkblatt*. **31**: S. 1-3.

* 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.

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 Standortanpassungsvermögen und ihrer Ökologie [1]. Außerdem ist sie dürretolerant [2] und widerstandsfähig gegen 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].

1. Verbreitung und Ökologie

- 1.1. **Natürliche Verbreitung:** Westen von Nordamerika (vom südlichen Kanada bis Mexiko und von Oklahoma bis zur Pazifikküste) (Abb. 1) [1]; bis auf 3050 m [1].
- 1.2. **Klimatische Kennziffern:** jährlicher Niederschlag zwischen 280 und 1750 mm; zwei Monate Trockenheit im Sommer. Jahresmitteltemperatur von 5 bis 10 °C. Kältetoleranz: -43 °C [1].
- 1.3. **Natürliche Waldgesellschaft:** einige begleitende Baumarten sind Douglasie, Eichen-, Tannen- und Wacholderarten [1].
- 1.4. **Künstliche Verbreitung:** Argentinien, Chile [4] und Neuseeland [3]
- 1.5. **Lichtansprüche:** von Pionier- bis Klimaxart, abhängig vom Standort. Auf tieferen Lagen eher Klimaxart [1].
- 1.6. **Konkurrenzstärke:**
 - 1.6.1. **Verjüngungs-Dickungsphase:** konkurrenzschwach gegenüber krautiger Vegetation und auch gegen andere Baumarten, z. B. Douglasie und Küstentanne, vor allem wenn nicht ausreichend Licht vorhanden ist. Im Heimatgebiet hat Feuer ihr Vorkommen in der natürlichen Waldgesellschaft garantiert [1].
 - 1.6.2. **Baum- und Altholz:** Konkurrenz mit Nachbarbäumen oder auch Arten der Strauchschicht kann das Wachstum deutlich reduzieren [1].

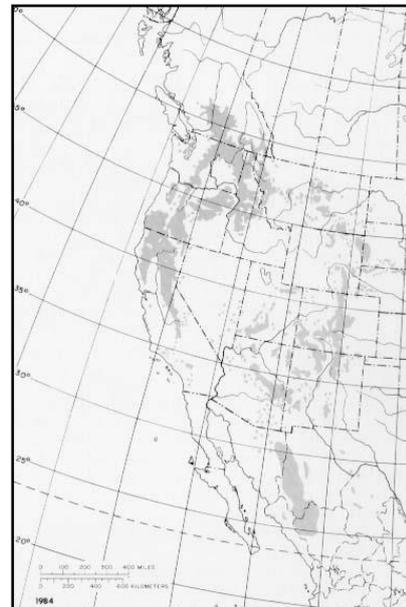


Abb. 1. Natürliche Verbreitung [1].

2. Standortsbindung

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

- 2.1. **Nährstoffansprüche:** geringe Ansprüche [1].
- 2.2. **Kalktoleranz:** keine Literatur gefunden.
- 2.3. **pH-Wert:** 6 bis 7 im obersten Horizont oder 4,9 bis 9,1 abhängig von Horizont und Lage [1].
- 2.4. **Tontoleranz:** gering [5].
- 2.5. **Staunäsetoleranz:** intolerant [2].
- 2.6. **Blattabbau:** langsame Zersetzungsrates [6].

3. Bestandesbegründung

- 3.1. 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].
- 3.2. 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 Überschirmung kann für Sämlinge vorteilhaft sein [7]. Zweijährige Sämlinge können in einem Verband von 2,4x3,7 m gepflanzt werden [2].
- 3.3. 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]).
- 3.4. Mineralbodenkeimer:** ja [9].
- 3.5. Stockausschlagfähigkeit:** nein [1].
- 3.6. Forstvermehrungsgutgesetz:** nein [10].
- 3.7. Potenzial für Invasivität:** keine Literatur gefunden.
- 3.8. Mögliche Mischbaumarten:** keine Literatur gefunden.

4. Leistung

- 4.1. 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]. 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 m³/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].
- 4.2. Ökonomische Bedeutung:** sehr wichtiger Holzlieferant in den USA [1, 3].

Alter (Jahre)	Ertragszahlen (m ³ /ha)			
	Oberhöhenbonität ^c			
	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	472	794	1204
120	308	518	868	–
140	336	556	928	–

^c 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 24 m Höhe und 28 cm mittleren BHD erreichen können. An verschiedenen Orten in Deutschland wurde bis zum Alter von 20 Jahren dieselbe Wuchsleistung wie bei der Walkiefer 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].

6. Holzeigenschaften und Verwendung*

- 6.1. **Verwitterungsbeständigkeit:** geringe Dauerhaftigkeit [11].
- 6.2. **Rohdichte:** 0,34 ... 0,45 ... 0,52 g/cm³ (r_{11}) (Schwab (1992) zitiert nach [3]).
- 6.3. **Bauholzverwendung:** ja, z. B. Innenausbau, Fensterrahmen, Kisten und Eisenbahnbau [3].
- 6.4. **Fasereigenschaften:** geeignet für die Papierindustrie [11].
- 6.5. **Energieholzeigenschaften:** gut [12].

7. Sonstige Ökosystemleistungen

- 7.1. **Biomassefunktionen:** Für die USA wurden Biomassefunktionen für verschiedene Kompartimente erstellt. Diese Funktionen stützen sich auf den Durchmesser und/oder die Baumhöhe als Prädiktoren [13, 14].
- 7.2. **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].
- 7.3. **Kronenverwendung:** keine Literatur gefunden.
- 7.4. **Sonstige Nutzung:** Agroforst, Weidevieh [1].

8. Biotische und abiotische Risiken*

- 8.1. **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 gegen die 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 [15] und kommt auch in den USA vor, wo Schäden mit hoher Luftfeuchtigkeit korreliert sind [2].
- 8.2. **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 bedrohlichsten der Bergkiefernkäfer - *Dendroctonus ponderosae*) und *Ips* spp. Der Käfer *Conophthorus monophyllae* und der Zünsler *Dioryctria* sp. befallen Zapfen und Samen [1].
- 8.3. **Sonstige Risiken:** Befall mit Zwergmisteln (*Arceuthobium* spp.) kann reduziertes Wachstum auf bedeutenden Flächen verursachen [1].
- 8.4. **Verbissempfindlichkeit:** hoch [1]. Bei Sämlingen kann Mäusefraß auftreten [2].
- 8.5. **Dürretoleranz:** hohe Toleranz [2], obwohl Trockenheit bei Sämlingen zu niedriger Keimrate, Etablierung und reduziertem Wachstum führen kann [1].
- 8.6. **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].
- 8.7. **Frostempfindlichkeit:** widerstandsfähig gegenüber Kälte [3].

8.8. Sturmanfälligkeit: widerstandsfähig gegenüber Wind [3], auf flachgründigen Böden können Sturmschäden aber vorkommen [5].

8.9. Schneebruch: anfällig [1, 3, 5].

Literatur

- [1] OLIVER, W.W. und R.A. RYKER. (1990): *Pinus ponderosa* Dougl. ex Laws. In: R.M. BURNS und B.H. HONKALA, (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 [Stand: 12.10.2017].
- [3] RICHARD, B. (2014): *Pinus ponderosa* Douglas Ex P. & C. Lawson. In: A. ROLOFF, H. WEISGERBER, U.M. LANG, und B. STIMM, (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://forestindustria.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., M.K. FIRESTONE, und E.A. PAUL. (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., M.A. FAJVAN, J.M.C. SOTELO, A.V. MARTÍNEZ, und A.Q. SILVA. (2014): *Silvicultural recommendations for the management of ponderosa pine forest* National Forestry Commission (Conafor). 70 S.
- [8] NIKOLOVA, P., A. BÜRGI, S. EGLI, und P. BRANG. (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, Bundesministeriums der Justiz und für Verbraucherschutz.
- [11] USDA FOREST SERVICE. *Pinus ponderosa*, unter: <https://www.fpl.fs.fed.us/documnts/TechSheets/SoftwoodNA/htmlDocs/pinusponderosa.html> [Stand: 12.10.2017].
- [12] USDA FOREST SERVICE. *Fuel Efficiency & Conservation*, unter: https://www.fs.usda.gov/Internet/FSE_DOCUMENTS/fsbdev3_035113.pdf [Stand: 27.09.2017].
- [13] RITCHIE, M.W., J. ZHANG, und T.A. HAMILTON. (2013): Aboveground tree biomass for *Pinus ponderosa* in Northeastern California. *Forests*. **4**(1): S. 179-196.
- [14] TER-MIKAELIAN, M.T. und M.D. KORZUKHIN. (1997): Biomass equations for sixty-five North American tree species. *Forest Ecology and Management*. **97**(1): S. 1-24.
- [15] DELB, H., R. JOHN, B. METZLER, J. SCHUMACHER, S. GREGOR, und J. WUßLER. (2017): *Waldschutzsituation 2016/2017 in Baden-Württemberg*. *AFZ-DerWald* **6**: S. 16-20.

* 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.

***Platanus × acerifolia* (Aiton) Willd.**

Ahornblättrige Platane*

Familie: Platanaceae

Syn.: *Platanus × hispanica* cv. *acerifolia*

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].

1. Verbreitung und Ökologie

- 1.1. Natürliche Verbreitung:** Die Morgenländische Platane ist im südlichen Balkan und in Vorderasien heimisch, während die Abendländische Platane aus Nordamerika stammt [1]; bis auf 900 m [6].
- 1.2. Klimatische Kennziffern:** jährlicher Niederschlag zwischen 350 und 2340 mm. Jahresmitteltemperatur von 9 bis 19 °C. Kältetoleranz: -20 °C (Angabe für Morgenländische Platane nach [7]).
- 1.3. Natürliche Waldgesellschaft:** Die Morgenländische Platane kommt in Mischung mit Erle und Esche vor [7].
- 1.4. Künstliche Verbreitung:** die Ahornblättrige Platane wächst in Europa [1], Nordamerika und in weiteren temperierten Gebieten der Erde [2].
- 1.5. Lichtansprüche:** Pionierbaumart [2].
- 1.6. Konkurrenzstärke:**
 - 1.6.1. Verjüngungs-Dickungsphase:** raschwüchsige Baumart [1], erfordert aber die Begrenzung der krautigen Konkurrenzvegetation [2] und kann leichte Überschirmung in der initialen Phase ertragen [8].
 - 1.6.2. Baum- und Altholz:** Die Ahornblättrige Platane hat ein großes Lichtbedürfnis und erträgt daher Konkurrenz schlecht [1].

2. Standortsbindung

Die Ahornblättrige Platane bevorzugt frische [9] und tiefgründige Böden [6].

- 2.1. Nährstoffansprüche:** basenreiche Böden sind erforderlich [9].
- 2.2. Kalktoleranz:** die Morgenländische Platane verträgt Kalk [7].
- 2.3. pH-Wert:** erträgt ein großes Spektrum [4] außerhalb der Extreme [8].
- 2.4. Tontoleranz:** gut [4].
- 2.5. Staunässetoleranz:** erträgt temporäre Überflutung [3].
- 2.6. Blattabbau:** langsame Zersetzung [10].

3. Bestandesbegründung

- 3.1. 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].
- 3.2. Künstliche Verjüngung:** Bei der Aufforstung zeigt die Ahornblättrige Platane im Vergleich zu 43 anderen Baumarten in England eines der besten Anwuchsprozente und Zuwachsdaten [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 2x3 oder 3x4 m gepflanzt. Es wurden aber auch schon deutlich weitere Verbände (z. B. 6x5 oder 5x5 m) gewählt [11].
- 3.3. Keimfähigkeit und Überdauerungszeit des Saatgutes:** 20-30 % und mehrere Jahre, wenn bei -5 bis 3 °C und 10-15 % Feuchtigkeit gelagert [2].
- 3.4. Mineralbodenkeimer:** keine Literatur gefunden.
- 3.5. Stockausschlagfähigkeit:** ja [2].
- 3.6. Forstvermehrungsgutgesetz:** nein [12].
- 3.7. Potenzial für Invasivität:** hoch [13].
- 3.8. Mögliche Mischbaumarten:** wegen ihres hohen Lichtbedürfnisses erträgt sie Mischung schlecht [1], kann aber in Reinbeständen etabliert werden [14, 11].

4. Leistung

- 4.1. Wachstum:** In ihren Heimatgebieten erreichen die Platanen 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, sodass Bäume über 300 Jahre noch deutliche Zuwächse liefern [15]. 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 m³/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].
- 4.2. Ökonomische Bedeutung:** Wirtschaftsbaumart in Südbrasilien und Spanien [14, 11]. Trotz des guten Holzpotenzials gibt es keinen konsolidierten Markt in Deutschland, denn es wird zu wenig Holz angeboten [2].

5. Erfahrung in Baden-Württemberg und Deutschland

Den Autoren wenig bekannt. Eine kleine Gruppe im Waldbestand bis Alter 70 ist im Landkreis Karlsruhe vorhanden [16].

6. Holzeigenschaften und Verwendung*

Das Holz wird hauptsächlich als Furnier- und Möbelholz verwendet. Außerdem ist es sehr gut geeignet für Dampfbiegen ähnlich wie das Holz der Buche [6]. Es ist mittelhart, außerordentlich zäh und schwer zu spalten und wird sehr oft als Tischler- und Drechslerholz benutzt, z. B. für Innenausstattung und zur Herstellung von Sportgeräten [1].

- 6.1. Verwitterungsbeständigkeit:** gering [1, 17].
- 6.2. Rohdichte:** 0,42 ... 0,62 ... 0,68 g/cm³ (r_{12...15}) [17].
- 6.3. Bauholzverwendung:** geeignet für mittleren Anspruch im Innenraum [17].
- 6.4. Fasereigenschaften:** geeignet für die Papierindustrie [1].
- 6.5. Energieholzeigenschaften:** gutes Brennholz [1, 2].

7. Sonstige Ökosystemleistungen

- 7.1. **Biomassefunktionen:** Biomassefunktionen wurden für verschiedene Kompartimente in Südbrasilien [14] oder für oberirdische Biomasse in den USA [18] unter Verwendung von BHD und Höhe als Prädiktoren entwickelt.
- 7.2. **Landschaftliche und ökologische Aspekte:** attraktiver Baum, der häufig als Allee- oder Parkbaum verwendet wird [2]. Sie wird oft für Bodenschutzzwecke eingesetzt [2].
- 7.3. **Kronenverwendung:** keine Literatur gefunden.
- 7.4. **Sonstige Nutzung:** medizinisch (Früchte, Borke und Blätter) [19].

8. Biotische und abiotische Risiken*

- 8.1. **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 [20]. 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 [21]. Der Brandkrustenzpilz (*Ustulina deusta*) kommt auch vor [22].
- 8.2. **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 [23]. *Aegeria mellinipennis* bildet Galerien im Holz. Andere holzschädliche Insekten sind *Cossus cossus* und *Zeuzera pyrina* [2]. Der Asiatische Laubholzbockkäfer wurde auch auf Platane beobachtet [24].
- 8.3. **Sonstige Risiken:** keine Literatur gefunden.
- 8.4. **Verbissempfindlichkeit:** tolerant [9].
- 8.5. **Dürretoleranz:** Die Ahornblättrige Platane erträgt Trockenheit [19, 5]. Bei der Morgenländischen Platane muss das Wurzelsystem allerdings das Grundwasser erreichen [7].
- 8.6. **Feueranfälligkeit:** keine Literatur gefunden.
- 8.7. **Frostempfindlichkeit:** frostharte Baumart [6].
- 8.8. **Sturmanfälligkeit:** gering wegen Herzwurzelsystem mit starker Hauptwurzel und dichten oberflächlichen Seitenwurzeln [19, 15].
- 8.9. **Schneebruch:** keine Literatur gefunden.

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., V. STOKES, J. POOLE, J.E. WHITE, und S.J. HODGE. (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] LUNIN, S. (2016): Platane. *Material-Archiv*. 8 S.
- [7] ASLANBOGA, I. und Y. GEMICI. (2014): *Platanus orientalis* Linné. In: A. ROLOFF, H. WEISGERBER, U.M. LANG, und B. STIMM, (Hrsg.) *Enzyklopädie der Holzgewächse: Handbuch und Atlas der Dendrologie*. S. 1-8.
- [8] 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].
- [9] MISSOURI BOTANICAL GARDEN. (2017): *Platanus* × *acerifolia*, unter: <http://www.missouribotanicalgarden.org/PlantFinder/PlantFinderDetails.aspx?kempercode=a892> [Stand: 29.08.2017].
- [10] GILMAN, E.F. und D.G. WATSON. (2014): *Platanus x acerifolia* 'Liberty': 'Liberty' London Planetree. Gainesville: Environmental Horticulture Department, UF/IFAS. 3 S.
- [11] PEYRE, S., C. BERNARD, und B. LECOMTE. (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, Bundesministeriums der Justiz und für Verbraucherschutz.
- [13] ZAPPONI, L., E. MINARI, L. LONGO, I. TONI, F. MASON, und A. CAMPANARO. (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.
- [14] HOPPE, J.M., R. WITSCHORECK, und M.V. SCHUMACHER. (2006): Estimativa de biomassa em povoamento de *Platanus x acerifolia* (Aiton) Willd. estabelecido no município de Dom Feliciano, RS. *Ciência Florestal*. **16**(4): S.
- [15] WWU MÜNSTER. (2016): Ahornblättrige Platane, unter: <https://www.uni-muenster.de/KleineBaumschule/ahornblaettrigeplatane.html> [Stand: 30.08.2017].
- [16] METTENDORF, B. (2017): mündliche Auskunft.
- [17] WAGENFÜHR, R. (2000): *HOLZatlas*. München: Fachbuchverlag Leipzig im Carl Hanser Verlag. 707 S.
- [18] AGUARON, E. und E.G. MCPHERSON. (2012): Comparison of methods for estimating carbon dioxide storage by Sacramento's urban forest. *Carbon sequestration in urban ecosystems*. Springer. S. 43-71.
- [19] BÄUME UND DUISBURG. (2017): Ahornblättrige Platane, unter: http://baeume-und-duisburg.de/kant/ahornblaettrige_platane.php [Stand: 30.08.2017].
- [20] BUNDESFORSCHUNGSZENTRUM FÜR WALD. (2006): Platanenkrebs - *Ceratocystis fimbriata* f.sp. *platani* unter: http://bfw.ac.at/ws/sdis.schadenstyp_w?schadenstyp_id_in=178 [Stand: 30.08.2017].
- [21] MÖSCH, S., M. HOMMES, und S. WERRES. (2014): Massaria-Krankheit der Platane: *Splanchnonema platani*. Julius Kühn-Institut - Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen. Braunschweig. 2 S.
- [22] BRANDSTETTER, M. (2007): Der Brandkrustenpilz (*Ustulina deusta*) – eine fast unsichtbare Gefährdung für zahlreiche Laubbäume. *Forstschutz Aktuell* **38**: S. 18-20.
- [23] SCHEMBER, J., V. VONHOFF, M. MÜLLER, und J. SCHÜNEMANN. (2017): *Corythucha ciliata* – Eine Wanze auf dem Vormarsch, unter: <http://www.baumpflege-schweiz.ch/pdf/phytopatho/platanennetzwanze2.pdf> [Stand: 29.08.2017].
- [24] DELB, H., T. BUBLITZ, R. JOHN, B. METZLER, und J. SCHUMACHER. (2013): Waldschutzsituation 2012/2013 in Baden-Württemberg. *AFZ-DerWald*. **7**: S. 8-11.

* 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.

Prunus avium (L.) L.

Vogelkirsche, Süßkirsche*

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].

1. Verbreitung und Ökologie

- 1.1. **Natürliche Verbreitung:** Europa, Nordafrika und Westasien [2]; bis auf 1800 m in den Alpen [2].
- 1.2. **Klimatische Kennziffern:** jährlicher Niederschlag zwischen 400 und 1400 mm, gut verteilt über das Jahr. Jahresmitteltemperatur von 5 bis 15 °C (Abb. 1) [3]. Kältetoleranz: -29 °C; Hitzetoleranz: 41 °C [4].
- 1.3. **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].
- 1.4. **Künstliche Verbreitung:** in Vorderindien und dem Osten Nordamerikas [1].
- 1.5. **Lichtansprüche:** Pionierbaumart [7].
- 1.6. **Konkurrenzstärke:**
 - 1.6.1. **Verjüngungs-Dickungsphase:** freudige Naturverjüngung in großer Abundanz [7] mit schnellem Jugendwachstum [1] bei ausreichendem Lichtgenuss [8].
 - 1.6.2. **Baum- und Altholz:** in dieser Phase verliert sie gegenüber anderen Hartholzarten an Raum [8, 7], wenn sie nicht freigestellt wird [5].

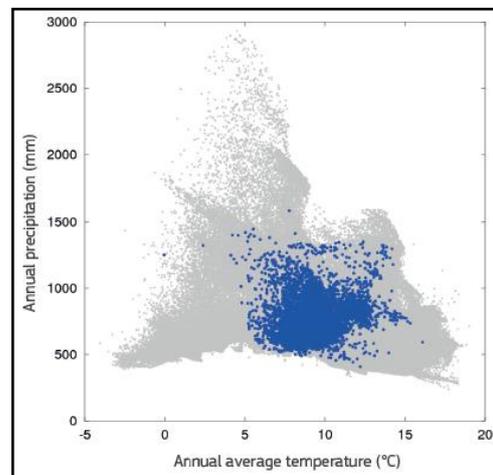


Abb. 1. Vorkommen der Art (blaue Punkte) in Bezug zum Niederschlag und zur Temperatur in Europa (graue Punkte: gesamter europäischer Klimaraum in den Inventurdaten) [3].

2. Standortsbindung

Die Vogelkirsche ist sehr gut an trockene bis sehr trockene Standorte angepasst, erträgt nasse bis sehr frische Böden nicht [9].

- 2.1. **Nährstoffansprüche:** bevorzugt tiefgründige und gut nährstoffversorgte Böden [1].
- 2.2. **Kalktoleranz:** gut [2].
- 2.3. **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].
- 2.4. **Tontoleranz:** keine Literatur gefunden.
- 2.5. **Staunässetoleranz:** empfindlich gegenüber Staunässe [1].
- 2.6. **Blattabbau:** schnelle Zersetzung [10].

3. Bestandesbegründung

- 3.1. Naturverjüngung:** Die Vogelkirsche verjüngt sich gut durch Vogelsaat 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 Verbreitung [2].
- 3.2. Künstliche Verjüngung:** Diese Art wird oft für die Aufforstung vorherigen Ackerlands eingesetzt [7]. Stratifikation 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 [11, 7]. Samen oder Klone aus qualifiziertem und geprüftem Vermehrungsgut 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 freigestellt 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) Einzelmischung im Verband von 5 x 5 m mit intensiver Kontrolle der krautigen Begleitvegetation; (b) eine Reihemischung mit späterer innerartlicher Auslese innerhalb der Reihe [5]. Beim Reihenverband (Reihenabstände von 10 – 13 m und 1,5 – 3 m Abstand in der Reihe) sollte hochwertiges Pflanzmaterial bevorzugt werden [8]. Als ausreichende (Mindest-) Fläche für die Verjüngung der Vogelkirsche wird 0,3 ha empfohlen [13].
- 3.3. Keimfähigkeit und Überdauerungszeit des Saatgutes:** 40-70 %; das Saatgut kann für 1 bis 5 Jahre bei 0 bis -6° C und 8-12 % Feuchtigkeit gelagert werden [11].
- 3.4. Mineralbodenkeimer:** keine Literatur gefunden.
- 3.5. Stockausschlagfähigkeit:** ja, auch aus den Wurzeln [7].
- 3.6. Forstvermehrungsgutgesetz:** ja [14].
- 3.7. Potenzial für Invasivität:** --.
- 3.8. Mögliche Mischbaumarten:** Esche und Bergahorn auf frischen Böden [1, 2] und Eiche, Hainbuche sowie Lärche auf mäßig frischen Böden [1]. Mischungen mit Fichte, Tanne und Kiefer sind auch sinnvoll, mit Linde und Buche allerdings zu vermeiden [5].

4. Leistung

- 4.1. 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 m³/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 Astung sollte spätestens im Alter von 4 Jahren beginnen [1]. 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 qm [1].
- 4.2. Ökonomische Bedeutung:** hochwertiges Holz [15].

5. Erfahrung in Baden-Württemberg und Deutschland

In den 1960er Jahren hat die FVA-BW den Aufbau einer Kirschen-Samenplantage begonnen („Samenplantage Waldkirsche Liliental“), deren Bäume eine sehr gute Wuchsleistung bezüglich Höhe und Durchmesser zeigen, mit guten Stammqualitäten und geringer Neigung zur Starkastigkeit [1, 17, 8]. Hochleistungsklone wie „Silvaselect“ weisen ebenso überzeugende Stammformen auf und erreichen auf guten Standorten hiebsreife Dimensionen schon ab dem 40. Jahr [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 Volumenzuwachs beträgt ca. 10 Vfm/ha/J [5]. Eine Versuchsfläche im Mittleren Schwarzwald wurde installiert, um die Mittelwaldbewirtschaftung für die Vogelkirsche zu untersuchen (Suchant et al. (1995) zitiert nach [16]). 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 Verwendung*

Diese Art hat ein wertvolles und recht hartes Holz mit gelblichem Splint und rötlichem Kern, das für die Produktion hochwertiger Sortimente für Furniere und Massivholzmöbel geeignet ist [1, 18, 7].

- 6.1. **Verwitterungsbeständigkeit:** niedrig [2].
- 6.2. **Rohdichte:** 0,60 ... 0,63 ... 0,69 g/cm³ ($r_{12...15}$) [19].
- 6.3. **Bauholzverwendung:** keine Literatur gefunden.
- 6.4. **Fasereigenschaften:** keine Literatur gefunden.
- 6.5. **Energieholzeigenschaften:** gut [2].

7. Sonstige Ökosystemleistungen

- 7.1. **Biomassefunktionen:** Biomassefunktionen wurden für Breisach, BW, Deutschland für verschiedene Kompartimente und mit BHD oder Astdurchmesser als Prädiktor entwickelt [20].
- 7.2. **Landschaftliche und ökologische Aspekte:** attraktiver Baum (Blüten und Früchte) [2]. Bienenweide und Nahrungsquelle für zahlreiche Wildtiere [2].
- 7.3. **Kronenverwendung:** Grünschnitt.
- 7.4. **Sonstige Nutzung:** Obstbaum (Früchte und Obstbrand) [2].

8. Biotische und abiotische Risiken*

- 8.1. **Pilze:** Pilze der Gattung *Monilia* verursachen Kronenkrankheiten (z. B. Triebsterben und Fruchtfäule). *Colleotrichum gloeosporioides* kann Fruchtfäule auslösen. *Phloeosporrella 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].
- 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 Borke-Schädlinge treten der Widderbock (*Clytus arietis*), der Große Obstbaumsplintkäfer (*Scolytus mali*) und der Ungleiche Holzbohrer (*Xyleborus dispar*) auf [2].

- 8.3. Sonstige Risiken:** Das „Little Cherry“-Virus (LChV) und das Ringfleckenvirus („Pfeffingerkrankheit“, prune necrotic ringspot virus = PNRV) befallen das Laub [2]. Die Bakterie *Pseudomonas syringae* kann Gummosen an Ästen und Stämmen verursachen. *Erwinia amylovora* (Feuerbrand) befällt das Laub [2].
- 8.4. Verbisempfindlichkeit:** hohe Empfindlichkeit und daher ist Schutz (z. B. mit Wuchshüllen) erforderlich [1].
- 8.5. Dürretoleranz:** Die Vogelkirsche ist trockenheitstolerant [1, 8, 2], 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].
- 8.6. Feueranfälligkeit:** anfällig [5].
- 8.7. Frostepfindlichkeit:** erhöhte Gefährdung [21] bis forstharte Baumart, leidet aber unter Spätfrost, der die Knospenentwicklung und Blütenbildung stören kann [12, 2].
- 8.8. Sturmanfälligkeit:** hohe Anfälligkeit [3]. Die Art hat ein kräftiges aber flaches Herzwurzelsystem mit hoher Wahrscheinlichkeit früh einsetzender Wurzelfäulen [12, 2].
- 8.9. Schneebruch:** niedrige Resistenz gegen Nassschnee [4].

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: A. ROLOFF, H. WEISGERBER, U.M. LANG, und B. STIMM, (Hrsg.) Enzyklopädie der Holzgewächse: Handbuch und Atlas der Dendrologie. S. 1-16.
- [3] WELK, E., D. DE RIGO, und G. CAUDULLO. (2016): *Prunus avium* in Europe: distribution, habitat, usage and threats, In: European Atlas of Forest Tree Species, J. SAN-MIGUEL-AYANZ, D. DE RIGO, G. CAUDULLO, T. HOUSTON DURRANT, und A. MAURI, (Hrsg.) EU: Luxembourg. e01491d+.
- [4] GONIN, P., L. LARRIEU, J. COELLO, P. MARTY, M. LESTRADE, J. BECQUEY, und H. CLAESSENS. (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., M. ENGLISCH, F. STARLINGER, T. GEBUREK, M. NEUMANN, und P. B. (2016): Mischbaumart Esche, Bergahorn und Vogelkirsche (Edellaubhölzer). BFW-Praxisinformation. 41: S. 19 - 23.
- [9] ROLOFF, A. und B. GRUNDMANN. (2008): Klimawandel und Baumarten-Verwendung für Waldökosysteme. Tharandt. Stiftung Wald in Not. 46 S.
- [10] HÄTTENSCHWILER, S., A.V. TIUNOV, und S. SCHEU. (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., A. MEIER-DINKEL, und M. JORBAHN. (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, Bundesministeriums der Justiz und für Verbraucherschutz.
- [15] TÖPFNER, K. und M. KAROPKA. (2010): Baum des Jahres 2010: Die Vogelkirsche – Verbreitung, Standortsansprüche und Holzverwendung. FVA-einblick 1.
- [16] SUCHANT, R., O. K., und W. NAIN. (1995): Der Kirschen - Mittelwald ökonomische und ökologische Alternative für den Niederwald. Allgemeine Forst und Jagdzeitung. 167(7): S. 139-148.
- [17] KAROPKA, M. und K. TÖPFNER. (2010): Wertvolles Kirschbaumholz – zur Herkunftswahl und waldbaulichen Behandlung. in FVA-einblick 5S.
- [18] JESKE, H. und D. GROSSER. (2014): Das Holz des Kirschaums - Eigenschaften und Verwendung. LWF-Wissen 6564-69.
- [19] WAGENFÜHR, R. (2000): HOLZatlas. München: Fachbuchverlag Leipzig im Carl Hanser Verlag. 707 S.
- [20] MORHART, C., J.P. SHEPPARD, J.K. SCHULER, und H. SPIECKER. (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.
- [21] DIMKE, P. (2015): Spätfrostschäden – erkennen und vermeiden. LWF-Merkblatt. 31: S. 1-3.

* 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 Holzigenschaften und Verwendungen sind keine Empfehlungen der FVA ableitbar, bei den biotischen und abiotischen Risiken handelt es sich nicht um eine abschließende Risikobeurteilung der FVA.

Quercus cerris L.

Zerreiche*

Familie: Fagaceae

Franz: Chêne chevelu; *Ital:* cerro; *Eng:* Turkey oak; *Span:* roble de Turquia.

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 der Populationen [4]. Diese Eigenschaften könnten für die Anpassung an zukünftige klimatische Bedingungen von Bedeutung sein, allerdings engen die geringe Wuchsleistung und die begrenzten stofflichen Holzverwendungsmöglichkeiten den Einsatz als Wirtschaftsbaumart ein.

1. Verbreitung und Ökologie

1.1. 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 [7].

1.2. Klimatische Kennziffern: jährlicher Niederschlag zwischen 400 und 1300 mm; erträgt 2 bis 3 Monate sommerliche Trockenheit. Jahresmitteltemperatur von 6 bis 15 °C (Abb. 1) [1]. Kältetoleranz: -20 °C [8].

1.3. Natürliche Waldgesellschaft: dominante Baumart in mediterranen Wäldern [1]. Begleitende Baumarten sind, unter anderem, Eichenarten (z. B. Flaumeiche, Traubeneiche), Rotbuche, Ahorn, Hainbuche, europäische Hopfenbuche, Esskastanie, Tanne und Schwarzkiefer [8].

1.4. Künstliche Verbreitung: Großbritannien, Nordamerika, Argentinien und Neuseeland [2].

1.5. Lichtansprüche: Pionierbaumart [9, 2].

1.6. Konkurrenzstärke:

1.6.1. 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].

1.6.2. Baum- und Altholz: keine Literatur gefunden.

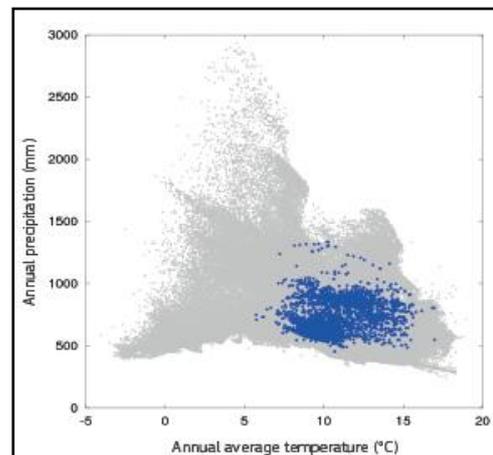


Abb. 1. Vorkommen der Art (blaue Punkte) in Bezug zum Niederschlag und zur Temperatur in Europa (graue Punkte: gesamter europäischer Klimaraum in den Inventurdaten) [1].

2. Standortbindung

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].

- 2.1. **Nährstoffansprüche:** auf degradierten Böden gedeiht sie nicht [8].
- 2.2. **Kalktoleranz:** kalkhaltige Böden werden selten besiedelt [8].
- 2.3. **pH-Wert:** zwischen 5 und 7,5 [8].
- 2.4. **Tontoleranz:** gut [8] mit verbessertem Wachstum [9].
- 2.5. **Staunässetoleranz:** keine Literatur gefunden.
- 2.6. **Blattabbau:** geringer Beitrag zur Bodenverbesserung [7].

3. Bestandesbegründung

- 3.1. **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].
- 3.2. **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].
- 3.3. **Keimfähigkeit und Überdauerungszeit des Saatgutes:** 80 % [2] und bis zu 1 Jahr bei -4 °C [8].
- 3.4. **Mineralbodenkeimer:** keine Literatur gefunden.
- 3.5. **Stockausschlagfähigkeit:** hoch [1].
- 3.6. **Forstvermehrungsgutgesetz:** ja [11].
- 3.7. **Potenzial für Invasivität:** in England als potenziell invasiv eingestuft [12].
- 3.8. **Mögliche Mischbaumarten:** keine Literatur gefunden.

4. Leistung

- 4.1. **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 liegt zwischen 80 und 120 Jahren [13]. 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 m³/ha je nach Standort [8]. In dichten Beständen können Vorräte zwischen 100 und 150 m³/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 m³/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 [14].
- 4.2. **Ökonomische Bedeutung:** In Italien häufig als Brennholzbaumart im Niederwald bewirtschaftete Baumart [4, 2].

5. Erfahrung in Baden-Württemberg und Deutschland

Ca. 500 Sämlinge wurden im Exotenwald Weinheim im Jahr 1995 im Verband 2x1 m gepflanzt [15]. Die Anpasstheit der Zerreiche als Stadtbaum wird in Bayern im Forschungsprojekt „Stadtgrün 2021“ untersucht [16].

6. Holzeigenschaften und Verwendung*

Herkünfte aus dem Süden des Areals produzieren besseres und weniger reißendes Holz [8]. Allerdings gilt das Holz insgesamt als geringwertig für Nutzholzzwecke [5].

- 6.1. **Verwitterungsbeständigkeit:** gering [8].
- 6.2. **Rohdichte:** 0,60 ... 0,85 ... 1,05 g/cm³ (r_{12}) [8].
- 6.3. **Bauholzverwendung:** gering [5] bis geeignet im Herkunftsgebiet [17], wo Verwendung im Wasserbau stattfindet [8, 5].
- 6.4. **Fasereigenschaften:** geeignet für die Papierindustrie [17].
- 6.5. **Energieholzeigenschaften:** sehr gut für Brennholz und Kohle geeignet [8, 17].

7. Sonstige Ökosystemleistungen

- 7.1. **Biomassefunktionen:** Biomassefunktionen wurden für Italien für verschiedene Kompartimente entwickelt und stützen sich auf den Baum-BHD und die Baumhöhe als Prädiktoren [18].
- 7.2. **Landschaftliche und ökologische Aspekte:** oft gepflanzt als Allee- und Parkbaum [8, 1]. Bienenweide [17], Bodenschutz [1, 2].
- 7.3. **Kronenverwendung:** Tierfutter [2].
- 7.4. **Sonstige Nutzung:** medizinisch [1].

8. Biotische und abiotische Risiken*

- 8.1. **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].
- 8.2. **Insekten:** Der Schwammspinner (*Lymantria dispar*) und der Prozessionsspinner (*Thaumtopoea processionea*) gefährden die Zerreiche. Befall tritt im Alter 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*) [19].
- 8.3. **Sonstige Risiken:** die Eichenmistel (*Loranthus europaeus*) kommt vor [7].
- 8.4. **Verbissemfälligkeit:** Im Exotenwald Weinheim wurde beobachtet, dass alle Pflanzen außerhalb der Zäunung vollständig verbissen wurden [15].
- 8.5. **Dürretoleranz:** Dürre-resistent [2] mit guter Anpassung auf sehr trockenen Standorten [20], aber auf ausgesprochenen Trockenstandorten überlebt sie nicht [8].
- 8.6. **Feueranfälligkeit:** geringe Resistenz aber mit großer Resilienz [2].
- 8.7. **Frostempfindlichkeit:** anfällig [2].
- 8.8. **Sturmanfälligkeit:** resistent [2].
- 8.9. **Schneebruch:** resistent [2].

Literatur

- [1] DE RIGO, D., C.M. ENESCU, T. HOUSTON DURRANT, und G. CAUDULLO. (2016): *Quercus cerris* in Europe: distribution, habitat, usage and threats, In: European Atlas of Forest Tree Species, J. SAN-MIGUEL-AYANZ, D. DE RIGO, G. CAUDULLO, T. HOUSTON DURRANT, und A. MAURI, (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., M.C. SIMEONE, und B. SCHIRONE. (2003): Italy. in Mediterranean Oaks Network: Report of the second meeting, M. BOZZANO und J. TUROK. 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: A. ROLOFF, H. WEISGERBER, U.M. LANG, und B. STIMM, (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 B. GRUNDMANN. (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, Bundesministeriums der Justiz und für Verbraucherschutz.
- [12] AMENITY FORUM. Identifying potentially invasive plants, unter: <http://www.amenityforum.co.uk/downloads/Briefing%20Notes/Identifying%20invasive%20plants.pdf> [Stand: 12.10.2017].
- [13] WILLKOMM, M. (1875): Forstlichen Flora von Deutschland und Oesterreich. Leipzig: Winter. 968 S.
- [14] POPA, I., S. LECA, A. CRACIUNESCU, C. SIDOR, und O. BADEA. (2013): Dendroclimatic response variability of *Quercus* species in the Romanian intensive forest monitoring network. Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca. 41(1): S. 326.
- [15] NOE, E. und U. WILHELM. (1997): Der Exotenwald in Weinheim 1872-1997: 125 Jahre Fremdländeranbau an der Bergstraße. In: LFV BADEN-WÜRTTEMBERG, (Hrsg.) Versuchsneubauten mit nicht heimischen Baumarten: historische Entwicklung in Baden-Württemberg. Stuttgart: Schriftenreihe der Landesforstverwaltung Baden-Württemberg. S. 67-185.
- [16] KÖRBER, K.: Bäume im Zeichen des Klimawandels, unter: http://www.bund-mecklenburg-vorpommern.de/uploads/media/Klaus_Koerber.pdf [Stand: 15.09.2017].
- [17] GLATZER, K. und E. SCHRAMM. (2010): Klimabezogener Umbau der Eichenwälder mit mediterranen Eichen—Eine vorläufige Wirkungs- und Folgenabschätzung. BiKF Knowledge Flow Paper. (5): S. 14.
- [18] TABACCHI, G., L. DI COSMO, und P. GASPARINI. (2011): Aboveground tree volume and phytomass prediction equations for forest species in Italy. European Journal of Forest Research. 130(6): S. 911-934.
- [19] PERNY, B. (2009): Gallwespen treten in Österreich verstärkt auf. Forstschutz Aktuell 45: S. 14-16
- [20] POPOVIĆ, R., M. KOJIĆ, und B. KARADŽIĆ. (1997): Ecological characteristics of six important Submediterranean tree species in Serbia. Bocccone. 5(2): S. 431-438.

* 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.

Quercus frainetto Ten.

Ungarische Eiche*

Familie: Fagaceae

Franz: Chêne 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].

1. Verbreitung und Ökologie

1.1. Natürliche Verbreitung: Südeuropa im Nordwesten Kleinasien [3]; von 450 bis auf 900 m [4].

1.2. Klimatische Kennziffern: jährlicher Niederschlag zwischen 400 und 1000 mm. Jahresmitteltemperatur von 7 bis 16 °C (Abb. 1) [1].

1.3. Natürliche Waldgesellschaft: begleitende Baumarten sind Eichenarten, Hopfenbuche, Buche und Edelkastanie [2]. Sie bildet aber auch Reinbestände [3].

1.4. Künstliche Verbreitung: keine Literatur gefunden.

1.5. Lichtansprüche: Lichtbaumart [5].

1.6. Konkurrenzstärke: sehr anfällig gegen Konkurrenz, vor allem wenn außerhalb ihres Hauptareals [6].

1.6.1. Verjüngungs-Dickungsphase: keine Literatur gefunden.

1.6.2. Baum- und Altholz: keine Literatur gefunden.

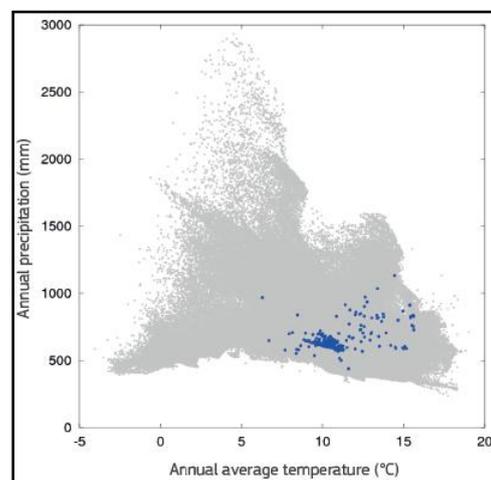


Abb. 1. Vorkommen der Art (blaue Punkte) in Bezug zum Niederschlag und zur Temperatur in Europa (graue Punkte: gesamter europäischer Klimaraum in den Inventurdaten) [1].

2. Standortsbindung

Die ungarische Eiche hat geringe Ansprüche an die Qualität des Bodens [3].

2.1. Nährstoffansprüche: anspruchslose Art [3].

2.2. Kalktoleranz: gut, vor allem im nördlichen Teil ihres Areals [3].

2.3. pH-Wert: 6,5 bis 8 (nördlicher Teil des Areals) und 5 bis 7 (südlicher Teil des Areals) [3].

2.4. Tontoleranz: gut [3].

2.5. Staunässetoleranz: tolerant [7].

2.6. Blattabbau: Ergebnisse aus einer Studie in Hessen zeigen, dass die Zersetzungsrate ähnlich wie bei der Buche und Stieleiche ist [8].

3. Bestandesbegründung

- 3.1. 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].
- 3.2. Künstliche Verjüngung:** Im Mittelmeerraum werden heutzutage sehr häufig Niederwälder durch Femeschlag 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 2x2 m erfolgen [10].
- 3.3. Keimfähigkeit und Überdauerungszeit des Saatgutes:** 90 % [11].
- 3.4. Mineralbodenkeimer:** die Keimfähigkeit nimmt mit abnehmender krautiger Vegetation zu [11].
- 3.5. Stockausschlagfähigkeit:** hoch, auch im hohen Alter [3, 2].
- 3.6. Forstvermehrungsgutgesetz:** nein [12].
- 3.7. Potenzial für Invasivität:** keine Literatur gefunden.
- 3.8. Mögliche Mischbaumarten:** keine Literatur gefunden.

4. Leistung

- 4.1. 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 m³/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 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].
- 4.2. 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 zum Hochwald statt [15].

I. Standortklasse Alter in Jahren	Holzmasse m ³ /ha	laufender Zuwachs m ³ /ha	durchschnittl. Zuwachs m ³ /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]).

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 Verwendung*

Das Holz ist schwer bearbeitbar [3].

- 6.1. Verwitterungsbeständigkeit:** hoch [3, 2].
- 6.2. Rohdichte:** 0,78 g/cm³ (r₁₅) [3].
- 6.3. Bauholzverwendung:** geeignet [2].
- 6.4. Fasereigenschaften:** geeignet für die Papierindustrie [2].
- 6.5. Energieholzeigenschaften:** gut, sodass dies die Hauptnutzung für das Holz ist [5].

7. Sonstige Ökosystemleistungen

- 7.1. **Biomassefunktionen:** Biomassefunktionen wurden für oberirdische Biomasse in Niederwaldbewirtschaftung in Kroatien [19] und Hochwaldbeständen in Griechenland [15] entwickelt und stützen sich auf den Baum-BHD als Prädiktor.
- 7.2. **Landschaftliche und ökologische Aspekte:** attraktive Baumart [2]. Aufforstung in Hochlagen [2].
- 7.3. **Kronenverwendung:** Viehfutter [2].
- 7.4. **Sonstige Nutzung:** sehr beliebt für die Herstellung von Weinfässern [1].

8. Biotische und abiotische Risiken*

- 8.1. **Pilze:** Mehltau (*Microsphaera quercina*) kann vorkommen [3]. *Phytophthora* spp. befällt die Wurzel [1]. *Hypoxylon mediterraneum* gefährdet gestresste Bäume in Süditalien (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]).
- 8.2. **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*) attackiert die Eicheln. Nach heutigem Wissensstand treten Eichenwickler, Schwammspinner und Eichensterben selten auf [3].
- 8.3. **Sonstige Risiken:** keine Literatur gefunden.
- 8.4. **Verbissemempfindlichkeit:** hoch [21].
- 8.5. **Dürretoleranz:** dürreresistent [3, 2], mit guter Anpassungsfähigkeit auf sehr trockenen Standorten [22]. Sie verträgt lange Trockenperioden [3].
- 8.6. **Feueranfälligkeit:** keine Literatur gefunden.
- 8.7. **Frostempfindlichkeit:** winterhart [17], allerdings empfindlich gegen Spätfrost [3].
- 8.8. **Sturmanfälligkeit:** keine Literatur gefunden.
- 8.9. **Schneebruch:** keine Literatur gefunden.

Literatur

- [1] MAURI, A., C.M. ENESCU, T. HOUSTON DURRANT, D. DE RIGO, und G. CAUDULLO. (2016): *Quercus frainetto* in Europe: distribution, habitat, usage and threats, In: European Atlas of Forest Tree Species, J. SAN-MIGUEL-AYANZ, D. DE RIGO, G. CAUDULLO, T. HOUSTON DURRANT, und A. MAURI, (Hrsg.) Publ. Off. EU: Luxembourg. e01de78+.
- [2] GLATZER, K. und E. SCHRAMM. (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: A. ROLOFF, H. WEISGERBER, U.M. LANG, und B. STIMM, (Hrsg.) Enzyklopädie der Holzgewächse: Handbuch und Atlas der Dendrologie. S. 1-8.
- [4] KONSTANTINIDIS, P., G. CHATZIPHILIPPIDIS, G. TSIURLIS, und A. TSIONTSIS. (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., M.C. SIMEONE, und B. SCHIRONE. (2003): Italy. in Mediterranean Oaks Network: Report of the second meeting, M. BOZZANO und J. TUROK. 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., R. PITMAN, und M.S. BROADMEADOW. (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 [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., Y. RAFTOYANNIS, und G. HALIVOPOULOS. (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, Bundesministeriums der Justiz und für Verbraucherschutz.
- [13] POPA, I., S. LECA, A. CRACIUNESCU, C. SIDOR, und O. BADEA. (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., F. XYSTRAKIS, und J. HUSS. (2011): Wald in Griechenland AFZ-DerWald. **66**(8): S. 49-53.
- [15] ZIANIS, D., G. SPYROGLOU, E. TIAKAS, und K.M. RADOGLU. (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. 1 S.
- [17] WITTIG, R. und M. NIEKISCH. (2014): Die Auswirkungen des Klimawandels auf die Biodiversität. In: R. WITTIG und M. NIEKISCH, (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 [Stand: 15.09.2017].
- [19] TOPIĆ, V., O. ANTONIĆ, Ž. ŠPANJOL, und Ž. VRDOLJAK. (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., E. PIPINIS, K. KITIKIDOU, M. BATZIOU, S. CHATZAKIS, und S. AKRITIDOU. (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., M. KOJIĆ, und B. KARADŽIĆ. (1997): Ecological characteristics of six important Submediterranean tree species in Serbia. Bocconea. **5**(2): S. 431-438.

* Hinweis: Sämtliche Angaben basieren ausschließlich auf Literaturauswertungen. 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.

Quercus pubescens Willd.

Flaumeiche*

Familie: Fagaceae

Franz: chêne pubescent; *Ital:* roverella; *Eng:* downy or 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].

1. Verbreitung und Ökologie

- 1.1. **Natürliche Verbreitung:** Mittel- und Südeuropa (von Spanien bis Kaukasien); von 200 bis auf 1300 m [3].
- 1.2. **Klimatische Kennziffern:** jährlicher Niederschlag zwischen 400 und 1400 mm [3]; 2–4 Monate Sommertrockenheit [2]. Jahresmitteltemperatur von 5 bis 16 °C. Kältetoleranz: -20 °C [2].
- 1.3. **Natürliche Waldgesellschaft:** Sie wird oft von *Carpinus orientalis*, *Ostrya carpinifolia*, anderen Eichenarten sowie von Ahorn- und Kiefernarten begleitet [2, 3].
- 1.4. **Künstliche Verbreitung:** keine Literatur gefunden.
- 1.5. **Lichtansprüche:** Lichtbaumart [2, 6].
- 1.6. **Konkurrenzstärke:**
 - 1.6.1. **Verjüngungs-Dickungsphase:** geringere Konkurrenzkraft, Schattentoleranz und Wuchsleistung als Stiel- und Traubeneiche [4].
 - 1.6.2. **Baum- und Altholz:** konkurrenzschwach [7], geschwächte Konkurrenzfähigkeit nach anthropogener Störung [3] und mit fortschreitender Vegetationsperiode. Es treten zahlreiche Baumarten in Konkurrenz zur Flaumeiche, z. B. Hopfenbuche [1].

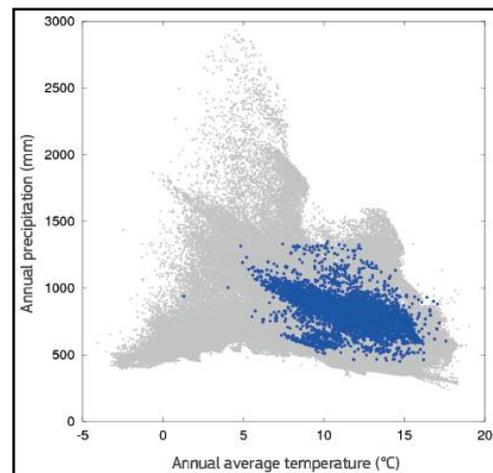


Abb. 1. Vorkommen der Art (blaue Punkte) in Bezug zum Niederschlag und zur Temperatur in Europa (graue Punkte: gesamter europäischer Klimaraum in den Inventurdaten) [3].

2. Standortsbindung

Die Flaumeiche gedeiht gut auf trockenen bis sehr trockenen Böden [8] oder auf steilen Hanglagen [9].

- 2.1. **Nährstoffansprüche:** geringe Ansprüche [2].
- 2.2. **Kalktoleranz:** gut [2, 6].
- 2.3. **pH-Wert:** breite Toleranz [3].
- 2.4. **Tontoleranz:** gering [2].
- 2.5. **Staunästetoleranz:** gering [7].
- 2.6. **Blattabbau:** schnelle Zersetzung mit durchschnittlichem Streuumsatz von 1,4 Jahren [10].

3. Bestandesbegründung

- 3.1. **Naturverjüngung:** Ausreichende Fruktifizierung erfolgt in Abständen von ein bis drei Jahren, die Eicheln werden von Oktober bis November reif [2].
- 3.2. **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].
- 3.3. **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].
- 3.4. **Mineralbodenkeimer:** keine Literatur gefunden.
- 3.5. **Stockausschlagfähigkeit:** ja, aber gering [6, 3].
- 3.6. **Forstvermehrungsgutgesetz:** nein [12].
- 3.7. **Potenzial für Invasivität:** keine Literatur gefunden.
- 3.8. **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

- 4.1. **Wachstum:** Die Flaumeiche wächst bis zu 25 m in die Höhe und kann 2 m BHD erreichen. Normale 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 das jährliche Wachstum zwischen 2 und 3 m³ pro Hektar für Niederwald bei einer Umtriebszeit von 15-16 Jahren liegen 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].
- 4.2. **Ökonomische Bedeutung:** im Niederwald für die Lieferung vom Brennholz bewirtschaftet [2, 5]. In Deutschland hat die Art keine forstliche Bedeutung [12], mit geringem Nutz- und Wirtschaftswert [5].

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 verschiedene Provenienzen verschiedene Wachstumsraten zeigen können [15].

6. Holzeigenschaften und Verwendung*

Das Holz ist schwer bearbeitbar [3] und verzieht sich leicht [2]. Andererseits gibt es schon Studien zur Verbesserung der Holzeigenschaften [16].

- 6.1. **Verwitterungsbeständigkeit:** sehr dauerhaftes Holz [2].
- 6.2. **Rohdichte:** 0,7 ... 0,92 g/cm³ (r_{12}) [2].
- 6.3. **Bauholzverwendung:** nicht geeignet [2], aber gut für Wasser- und Schiffsbau [17] oder für Obstpressen und Gewinde [9].
- 6.4. **Fasereigenschaften:** keine Literatur gefunden.
- 6.5. **Energieholzeigenschaften:** Hauptnutzung als Brennholz [3].

7. Sonstige Ökosystemleistungen

- 7.1. **Biomassefunktionen:** Biomassefunktionen wurden für Italien für verschiedene Kompartimente entwickelt und stützen sich auf den Baum-BHD und die Baumhöhe als Prädiktoren [18].
- 7.2. **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].
- 7.3. **Kronenverwendung:** Viehfutter [5].
- 7.4. **Sonstige Nutzung:** sehr wichtige Baumart für die Trüffelzucht [3].

8. Biotische und abiotische Risiken*

- 8.1. **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].
- 8.2. **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. Die Raupen des Eichenwicklers (*Tortrix viridana*) können Kahlfraß verursachen [2].
- 8.3. **Sonstige Risiken:** keine Literatur gefunden.
- 8.4. **Verbissempfindlichkeit:** anfällig aber mit Widerstandsfähigkeit. Trotzdem gibt es Hinweise in Baden-Württemberg auf stark verbissene Flaumeichenbestände, deren Regeneration in Folge des Schadens nicht mehr möglich war [5].
- 8.5. **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/m² [1].
- 8.6. **Feueranfälligkeit:** sehr bedroht mit niedriger Resistenz [2, 5].
- 8.7. **Frostempfindlichkeit:** erhöhte Gefährdung [19], vor allem empfindlich gegenüber Spätfrost [7], aber auch als winterhart beschrieben [3].
- 8.8. **Sturmanfälligkeit:** vermutlich sturmfest [7].
- 8.9. **Schneebruch:** unbekannt [7].

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: A. ROLOFF, H. WEISGERBER, U.M. LANG, und B. STIMM, (Hrsg.) Enzyklopädie der Holzgewächse: Handbuch und Atlas der Dendrologie. S. 1-10.
- [3] PASTA, S., D. DE RIGO, und G. CAUDULLO. (2016): *Quercus pubescens* in Europe: distribution, habitat, usage and threats, In: European Atlas of Forest Tree Species, J. SAN-MIGUEL-AYANZ, D. DE RIGO, G. CAUDULLO, T. HOUSTON DURRANT, und A. MAURI, (Hrsg.) Publ. Off. EU: Luxembourg. e019e5c+.
- [4] GÜNTHARDT-GOERG, M.S., P. BONFILS, A. RIGLING, und M. AREND. (2016): Wie meistert die Eiche den Klimawandel? Zürcher Wald. **3**: S. 4-7.
- [5] GLATZER, K. und E. SCHRAMM. (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 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 B. GRUNDMANN. (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., A. RASCHI, M. LANINI, und P. INESON. (1999): Decomposition and nutrient dynamics of *Quercus pubescens* leaf litter in a naturally enriched CO2 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, Bundesministeriums 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 [Stand: 15.09.2017].
- [15] BONFILS, P., M. AREND, T. KUSTER, P. JUNOD, und M. GUENTHARDT-GOERG. (2013): Die Eiche reagiert flexibel. Wald Holz **94**(2): S. 29-33.
- [16] TODARO, L., A. RITA, F. NEGRO, N. MORETTI, A. SARACINO, und R. ZANUTTINI. (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., L. DI COSMO, und P. GASPARINI. (2011): Aboveground tree volume and phytomass prediction equations for forest species in Italy. European Journal of Forest Research. **130**(6): S. 911-934.
- [19] DIMKE, P. (2015): Spätfrostschäden – erkennen und vermeiden. LWF-Merkblatt. **31**: S. 1-3.

* 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.

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 Roteiche ist schon lange in Europa vorhanden und wird als potenzielle Art für die Anpassung des Waldes an den Klimawandel eingeschätzt [1]. Die Gebirgsvarietät maxima aus dem südlichen Teil der Allegheny Mountains wird als für Deutschland am geeignetsten eingestuft [2].

1. Verbreitung und Ökologie

- 1.1. **Natürliche Verbreitung:** Osten der Vereinigten Staaten und Südosten Kanadas [3] (Abb. 1); bis auf 1670 m [3].
- 1.2. **Klimatische Kennziffern:** jährlicher Niederschlag zwischen 760 und 2030 mm. Jahresmitteltemperatur von 4 bis 16 °C [3]. Kältetoleranz: -41 °C [2].
- 1.3. **Natürliche Waldgesellschaft:** im Herkunftsgebiet kommt sie oft in Mischung mit Eiche-, Walnuss- und Hickory-Arten vor [3].
- 1.4. **Künstliche Verbreitung:** zahlreiche europäische Länder [2].
- 1.5. **Lichtansprüche:** mittlere Schattentoleranz [3].
- 1.6. **Konkurrenzstärke:**



Abb. 1. Natürliche Verbreitung [6].

- 1.6.1. **Verjüngungs-Dickungsphase:** im Herkunftsgebiet ist sie konkurrenzschwach gegenüber anderen Baumarten auf Kahlfleichen [3].
- 1.6.2. **Baum- und Altholz:** gleichwertige oder mitherrschende Bäume können schnell auf Freistellung reagieren, vor allem wenn sie jünger als 30 Jahre sind.

2. Standortsbindung

Tiefgründige sandige Lehmböden begünstigen das Wachstum der Roteiche [3]. Sie ist sehr gut an ziemlich frische bis mäßig trockene Standorte angepasst, erträgt nasse bis sehr frische Böden nicht gut [4].

- 2.1. **Nährstoffansprüche:** basenreiche Böden werden bevorzugt [5].
- 2.2. **Kalktoleranz:** niedrig [2].
- 2.3. **pH-Wert:** bevorzugt leicht saure Böden [6].
- 2.4. **Tontoleranz:** Tonböden sind ungeeignet [2], können aber auch toleriert werden [6].
- 2.5. **Stauäsetoleranz:** verträgt kein stagnierendes Wasser oder lange Überflutung [2].
- 2.6. **Blattabbau:** Blätterzersetzung ist problematisch; daher keine bedeutende bodenverbessernde Wirkung [2].

3. Bestandesbegründung

- 3.1. Naturverjüngung:** Gute Fruktifizierung erst ab dem 50. Lebensjahr und in periodischen Intervallen von zwei bis fünf Jahren. Keimfähigkeit in der Regel mit nur ca. einem Prozent sehr gering, denn ein großer Anteil von Eicheln wird durch Tiere gefressen. 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 [3].
- 3.2. Künstliche Verjüngung:** Die Keimfähigkeit wird durch Stratifizierung des Saatgutes für vier Monate erhöht [7]. Sämlinge von ein bis maximal zwei Jahren können in Verbänden von 1x1, 1x1,5 bis 2x0,75 m gepflanzt werden [2, 8]. 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 [8]. Neue Bestände lassen sich außerdem durch Stockausschlag etablieren [3].
- 3.3. Keimfähigkeit und Überdauerungszeit des Saatgutes:** ca. 75 % und ein bis drei Jahre bei 0-1° C [7].
- 3.4. Mineralbodenkeimer:** ja [3].
- 3.5. Stockausschlagfähigkeit:** ja [3].
- 3.6. Forstvermehrungsgutgesetz:** ja [9].
- 3.7. Potenzial für Invasivität:** kein erhebliches Gefährdungspotenzial [6]. Die Art ist aber als invasiv in der schwarzen Liste des Bundesamts für Naturschutz eingestuft [10].
- 3.8. Mögliche Mischbaumarten:** Buchen und Hainbuchen sind gut geeignet, Nadelhölzer wie Fichte oder Tanne kommen ebenfalls in Frage [2, 11].

4. Leistung

- 4.1. 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. 14,4 und 26,5 m^2 , um optimal wachsen zu können. In regelmäßig durchforsteten (alle zehn Jahre) Beständen kann der Vorrat von 102,9 bis 278,3 m^3/ha im Alter von 70 Jahre erreicht werden [3]. 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 [8]. Mit zwei Durchforstungen (30 und 40 Jahre) können das Wachstum und die Holzqualität gesteigert werden [8]. In Beständen mit mehr als 30 Jahren kann starke Durchforstung zur Wasserreiserbildung führen [3]. Die natürliche Astreinigung erfolgt in dichten Beständen gut, und wertvolles Holz kann innerhalb von ca. 80 Jahren produziert werden [11].
- 4.2. Ökonomische Bedeutung:** Die Roteiche ist eine sehr wichtige Wirtschaftsbaumart in den USA [1].

5. Erfahrung in Baden-Württemberg und Deutschland

Die Roteiche ist auf Versuchsflächen der FVA-BW vorhanden [12]. 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 [12]. In Baden-Württemberg wurde die Roteiche oft in Mischbeständen mit Eiche, Buche, Lärche, Kiefer, Fichte und Douglasie gepflanzt [2]. Im Forstbezirk Nagold bildet sie Bestände [13].

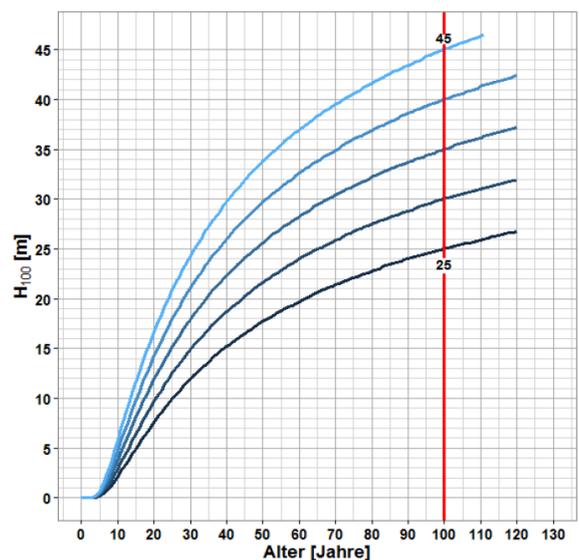


Abb. 2. Höhenbonitätsfächer für Roteichenbestände in Baden-Württemberg [12].

6. Holzeigenschaften und Verwendung*

Das Holz der Roteiche ist geeignet für Tischlerarbeiten und Furniere, der Baum weist allerdings eine unerwünschte Tendenz zur Steilastbildung auf [14]. Das Holz ist gut bearbeitbar, leicht spaltbar, aber schwierig zu hobeln [15].

- 6.1. **Verwitterungsbeständigkeit:** gering [15], lässt sich aber gut imprägnieren [11].
- 6.2. **Rohdichte:** 0,55 ... 0,70 ... 0,98 g/cm³ (r_{12...15}) [15].
- 6.3. **Bauholzverwendung:** im Außenbau muss imprägniert werden [15].
- 6.4. **Fasereigenschaften:** keine Literatur gefunden.
- 6.5. **Energieholzeigenschaften:** liefert gutes Brennholz und eignet sich für die Herstellung von Holzkohle [14].

7. Sonstige Ökosystemleistungen

- 7.1. **Biomassefunktionen:** Biomassefunktionen wurden für den Nordosten der USA gesammelt. Sie wurden für die Kompartimente Stamm, Blätter und oberirdische Biomasse entwickelt und stützen sich auf den Baumdurchmesser und die Baumhöhe als Prädiktoren [16].
- 7.2. **Landschaftliche und ökologische Aspekte:** attraktive Baumart, die oft als Zierbaum in Städten eingesetzt wird [3]. Nahrungsquelle für zahlreiche Tierarten [3].
- 7.3. **Kronenverwendung:** keine Literatur gefunden.
- 7.4. **Sonstige Nutzung:** keine Literatur gefunden.

8. Biotische und abiotische Risiken*

- 8.1. **Pilze:** Die Krankheit Eichenwelke (*Ceratocystis fagacearum*) kann rasch ganze 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 [3]. Der Wundparasit *Stereum rugosum* ruft krebsartige Wucherungen hervor und *Bulgaria polymorpha* sowie *Pezicula cinnamomea* können Schäden im Holz verursachen [2]. Die Roteiche ist allerdings immun gegen Mehltreupilz (*Microspheera quercina*) [2, 8]. Kalkhaltige Böden und schlechte Wasserversorgung begünstigen das Vorkommen von Wurzelfäulen, die durch *Gymnopus fusipes* verursacht werden [17].
- 8.2. **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 Wurzel und Blätter von Jungbäumen werden jeweils von Larven und Imagines attackiert. Manche Arten können Galerien im Holz bilden: *Agrilus bilineatus*, *Corythylus columbianus*, *Prionoxystus robiniae*, *Arrhenodes minutus* und *Enaphalodes rufulus* [3].
- 8.3. **Sonstige Risiken:** keine Literatur gefunden.
- 8.4. **Verbissempfindlichkeit:** wird stark verbissen von Reh- und Rotwild. Die Eicheln werden gern von Mäusen benagt [2]. Nach dem Verbiss werden Stämmchen auch gern gefegt [2].
- 8.5. **Dürretoleranz:** Sämlinge sind oft anfällig. Westprovenienzen können Hitze und Trockenheit besser ertragen [3]. Trotzdem erhöht sich deren Wasserbedarf mit der Temperatur [8].
- 8.6. **Feueranfälligkeit:** alte Bäume sind weniger resistent, aber Stockausschlag kann Verjüngung vorantreiben [3].
- 8.7. **Frostempfindlichkeit:** geringe bis mäßige Gefährdung [18], sodass der Anbau auf spätfrostgefährdeten Standorten nicht empfehlenswert ist [2].
- 8.8. **Sturmanfälligkeit:** sturmfest [6], kann allerdings problematisch auf flachgründigen und grundwassernahen Böden sein [2].
- 8.9. **Schneebruch:** an schlank gewachsenen Bäumen vereinzelt beobachtet [2].

Literatur

- [1] KLEMMT, H.-J., M. NEUBERT, und W. FALK. (2013): Das Wachstum der Roteiche im Vergleich zu den einheimischen Eichen. LWF aktuell **97**: S. 28-31.
- [2] BAUER, F. (1953): Die Roteiche. Frankfurt a.M.: J.D. Sauerländer's. 108 S.
- [3] SANDER, I.L. (1990): *Quercus rubra* L. In: R.M. BURNS und B.H. HONKALA, (Hrsg.) *Silvics of North America - Harwoods*. Washington, DC: USDA Forest Service. S. 727-732.
- [4] ROLOFF, A. und B. GRUNDMANN. (2008): Klimawandel und Baumarten-Verwendung für Waldökosysteme. Tharandt. Stiftung Wald in Not. 46 S.
- [5] DEMCHIK, M.C. und W.E. SHARPE. (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.
- [6] NAGEL, R.-V. (2015): Roteiche (*Quercus rubra* L.). In: T. VOR, H. SPELLMANN, A. BOLTE, und C. AMMER, (Hrsg.) *Potenziale und Risiken eingeführter Baumarten: Baumartenportraits mit naturschutzfachlicher Bewertung*. Göttingen: Universitätsverlag Göttingen. S. 219-267.
- [7] BURKART, A. (2000): Kulturblätter: Angaben zur Samenernte, Klengung, Samenlagerung, Saamenausbeute und Anzucht von Baum- und Straucharten. Birmensdorf: Eidgenössische Forschungsanstalt WSL. 92 S.
- [8] GAUER, J. (2013): Je wärmer, desto mehr Regen braucht die Roteiche. *Jagd, Forst und Natur*.
- [9] BGBl. (2002): Forstvermehrungsgutgesetz vom 22. Mai 2002. In: BGBl. I S. 1658, Bundesministeriums der Justiz und für Verbraucherschutz.
- [10] NEHRING, S., I. KOWARIK, W. RABITSCH, und F. ESSL. (2013): Naturschutzfachliche Invasivitätsbewertungen für in Deutschland wild lebende gebietsfremde Gefäßpflanzen. BfN-Skripten 352. Bundesamt für Naturschutz. 202 S.
- [11] RUHM, W. (2013): Die Roteiche, wüchsig und attraktiv. *Die Landwirtschaft* **5**: S. 32-33.
- [12] KLÄDTKE, J. (2016): Zum Wachstum eingeführter Baumarten in Baden-Württemberg. *Allgemeine Forst und Jagdzeitung*. **187** (5/6): S. 81-92
- [13] 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.
- [14] ZIMMERLE, H. (1952): Ertragszahlen für Grüne Douglasie, Japaner Lärche und Roteiche in Wüttemberg. Verlag für Landwirtschaft, Gartenbau und Naturwissenschaften. Bd. 9. Stuttgart. 44 S.
- [15] WAGENFÜHR, R. (2000): *HOLZatlas*. München: Fachbuchverlag Leipzig im Carl Hanser Verlag. 707 S.
- [16] TRITTON, L.M. und J.W. HORNBECK. (1982): Biomass equations for major tree species of the Northeast. Broomail: US Department of Agriculture, Forest Service, Northeastern Forest Experiment Station. 46 S.
- [17] METZLER, B., M. HALSDORF, und D. FRANKE. (2010): Befallsbedingungen für Wurzelfäule bei Roteiche. *AFZ-DerWald*. **65**(3): S. 26-28.
- [18] DIMKE, P. (2015): Spätfrostschäden – erkennen und vermeiden. LWF-Merkblatt. **31**: S. 1-3.

* 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 Holzigenschaften und Verwendungen sind keine Empfehlungen der FVA ableitbar, bei den biotischen und abiotischen Risiken handelt es sich nicht um eine abschließende Risikobeurteilung der FVA.

Robinia pseudoacacia L.

Robinie, Falsche 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 angebauten 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].

1. Verbreitung und Ökologie

1.1. Natürliche Verbreitung: Osten der Vereinigten Staaten; von 150 bis auf 1620 m [6].

1.2. Klimatische Kennziffern: jährlicher Niederschlag zwischen 400 und 1600 mm; Jahresmitteltemperatur von 7 bis 16 °C [7, 5] (Abb. 1).

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].

1.4. Künstliche Verbreitung: andere Regionen der Vereinigten Staaten, Süden Kanadas, Europa und Asien [6].

1.5. Lichtansprüche: Pionierbaumart [6].

1.6. Konkurrenzstärke:

1.6.1. 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].

1.6.2. Baum- und Altholz: erträgt Schatten nicht und ist daher in geschlossenen Beständen nur als herrschender Baum möglich [6].

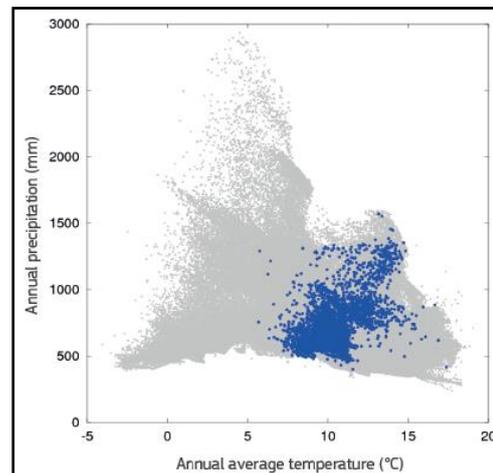


Abb. 1. Vorkommen der Art (blaue Punkte) in Bezug zum Niederschlag und zur Temperatur in Europa (graue Punkte: gesamter europäischer Klimaraum in den Inventurdaten) [5].

2. Standortsbindung

Die Robinie ist sehr gut an mäßig frische bis sehr trockene Standorte angepasst, erträgt keine nassen bis sehr frischen Böden [8].

2.1. Nährstoffansprüche: geringe Ansprüche [6].

2.2. Kalktoleranz: die Robinie wächst sehr gut auf frischen, kalksteinigen Böden [6].

2.3. pH-Wert: 4,6-8,2 [6], im Iran wurde bei pH-Werten größer als 7 reduziertes Wachstum beobachtet [9].

2.4. Tontoleranz: gering [10].

2.5. Staunässetoleranz: niedrig [6].

2.6. Blattabbau: schnelle Zersetzung mit positiver Auswirkung auf den Nährstoffhaushalt [11].

3. Bestandesbegründung

- 3.1. 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].
- 3.2. 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]. Die Pflanzung soll bei Trockenheit vermieden werden und der Verband kann 2,5x1,25 m betragen [13].
- 3.3. Keimfähigkeit und Überdauerungszeit des Saatgutes:** 70 % [14], das Saatgut kann mindestens zehn Jahre bei 0-5 °C und 8-10 % Feuchtigkeit gelagert werden [6].
- 3.4. Mineralbodenkeimer:** ja [10].
- 3.5. Stockausschlagfähigkeit:** ja [6], auch Wurzelbrut [12].
- 3.6. Forstvermehrungsgutgesetz:** ja [15], es gibt zwei Herkunftsgebiete: Norddeutsches Tiefland – 81901 und Übriges Bundesgebiet – 81902 [12].
- 3.7. Potenzial für Invasivität:** Die Art ist als invasiv in der schwarzen Liste des Bundesamts für Naturschutz eingestuft [16]. 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 kaum mehr 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].
- 3.8. Mögliche Mischbaumarten:** im natürlichen Verbreitungsgebiet mit Schwarznuss und Tulpenbaum [6]; in Deutschland mit Kiefer, Eiche und Ahorn [2].

4. Leistung

- 4.1. Wachstum:** In den ersten fünf Jahren kann die Robinie auf schlechten Standorten 30 und auf guten Standorten 80 cm durchschnittlich 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]. 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 m³/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 [17]. Im Hochwald sind Umtriebszeiten von 50-60 Jahren üblich. Ab diesem Alter steigt jedoch das Risiko von Stammfäule [12]. Für die Produktion wertvollen Holzes sollte Astung (bis 4-6 m) und Durchforstung (400 bis 700 Z-Bäume/ha) durchgeführt werden [13].
- 4.2. Ökonomische Bedeutung:** wichtige Wirtschaftsbaumart in Europa und Asien [18], in den USA mit begrenztem und noch wachsendem Markt [19]. Sie ist ein potenzieller Lieferant von Biomasse für Energie [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 Bäume im Alter von 80 Jahren 30 m Höhe (Abb. 2) und 36,3 cm BHD erreichen können [2]. Der laufende jährliche Zuwachs beträgt ca. 5 fm/ha/J. Die GWL lag bei 626 m³/ha (80 Jahre) und der Derbholzvorrat bei 386 m³/ha (85 Jahre) [2].

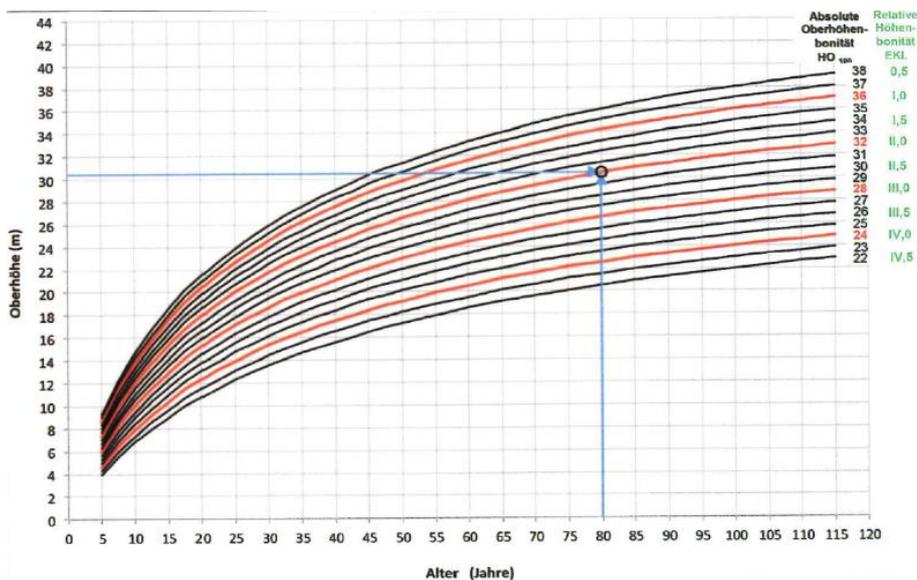


Abb. 2. Bonitätsfächer für Robinienplantagen in Norddeutschland [2].

6. Holzeigenschaften und Verwendung*

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 [19, 2].

- 6.1. **Verwitterungsbeständigkeit:** hoch, kann ohne Behandlung im Außenbereich verwendet werden [2]. Pfähle aus Robinie können bis zu 50 Jahre halten [12].
- 6.2. **Rohdichte:** 0,58 ... 0,77 ... 0,90 g/cm³ (r_{12...15}) [20].
- 6.3. **Bauholzverwendung:** z. B. Zaunpfähle, Schiffsbau [6], Brettware [10], Eisenbahnschwellen, Holzkonstruktionen, Brückenbau, Fußbodenparkett [2].
- 6.4. **Fasereigenschaften:** geeignet für die Papierindustrie [6].
- 6.5. **Energieholzeigenschaften:** sehr gut [6], der Heizwert ähnelt dem von Braunkohlenbriketts [12].

7. Sonstige Ökosystemleistungen

- 7.1. **Biomassefunktionen:** Sie besitzt aufgrund ihrer Schnellwüchsigkeit und ihres dauerhaften Kernholzes ein hohes Kohlenstoffspeicherungspotenzial [2]. Biomassefunktionen gibt es für Norditalien für verschiedene Kompartimente [21] und für Deutschland für oberirdische Biomasse in Kurzumtriebsplantagen [22].
- 7.2. **Landschaftliche und ökologische Aspekte:** wird oft als Stadtbaum angepflanzt [6]. Die Robinie bietet Schutz für Wildtiere und Höhlen für Vögel [6], geeignetes Habitat für Insekten [10]. Die Robinie bindet Stickstoff aus der Atmosphäre durch eine Symbiose mit *Rhizobium*-Bakterien [6]. Ihr Vorkommen kann jedoch die vorhandene Biodiversität beeinträchtigen [5].
- 7.3. **Kronenverwendung:** Futter für Vieh [10].
- 7.4. **Sonstige Nutzung:** Bienenweide [6].

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 gegen biotische Schädlinge [4, 23].

- 8.1. Pilze:** Stammfäule kann durch *Fomes rimosus*, *Polyporus robinophilus* oder *Polyporus robiniae* verursacht werden [23], die zur Destabilisierung des Einzelbaumes sowie zum Wertverlust führen kann. *Nectria cinnabarina* verursacht die Rotpustelkrankheit [23]. *Alternaria tenuis* und *Fusarium oxysporum* attackieren die Samen und Sämlinge [4].
- 8.2. Insekten:** Der Bockkäfer *Cyllene robiniae* kann bedeutende Schäden verursachen, vor allem auf armen und trockenen Standorten. Die Robinien Schildlaus *Eulecamium corni* kann auch von Bedeutung sein [23]. Die Robinien-Gallmücke (*Obolodiplosis robiniae*) wurde schon in der Schweiz nachgewiesen [24].
- 8.3. Sonstige Risiken:** In Ungarn tritt die Robinien-Mosaikvirose auf, das durch das Virus der Tomatenschwarzringgruppe verursacht wird und zu Blattdeformationen und Wuchsdepressionen führen kann [23].
- 8.4. Verbissempfindlichkeit:** hoch [6], sodass erhebliche Reduzierung im Wachstum auftritt [4] und Zäunung auf Kulturflächen erforderlich sein kann [12]. Junge Bäume werden auch von Kaninchen geschält [4].
- 8.5. Dürretoleranz:** Die Robinie mag 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].
- 8.6. Feueranfälligkeit:** hoch mit wenig Resistenz, kann sich aber nach dem Feuer natürlich wiederverjüngen [6].
- 8.7. Frostempfindlichkeit:** empfindlich gegenüber Früh- und Spätfrost [25, 12, 2, 4].
- 8.8. Sturmanfälligkeit:** anfällig [26]. Die Robinie bildet normalerweise ein flaches und breites Wurzelsystem, kann aber auch in die Tiefe wachsen [6].
- 8.9. Schneebruch:** anfällig [26].

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 J. LOCKOW. (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., I. CSIHA, Z. KESERÚ, Á. KAMANDINÉ VÉGH, und J. GYÓRI. (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., A. CIERJACKS, D. DE RIGO, und G. CAUDULLO. (2016): *Robinia pseudoacacia* in Europe: distribution, habitat, usage and threats. In: *European Atlas of Forest Tree Species*, J. SAN-MIGUEL-AYANZ, D. DE RIGO, G. CAUDULLO, T. HOUSTON DURRANT, und A. MAURI, (Hrsg.) Publ. Off. EU: Luxembourg. e014e79+.
- [6] HUNTLEY, J.C. (1990): *Robinia pseudoacacia* L. In: R.M. BURNS und B.H. HONKALA, (Hrsg.) *Silvics of North America - Harwoods*. Washington, DC: USDA Forest Service. S. 755-761.
- [7] LI, G., G. XU, K. GUO, und S. DU. (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 B. GRUNDMANN. (2008): Klimawandel und Baumarten-Verwendung für Waldökosysteme. Tharandt. Stiftung Wald in Not. 46 S.
- [9] MOSHKI, 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., H. GROTEHUSMANN, und T. VOR. (2015): Robinie (*Robinia pseudoacacia* L.). In: T. VOR, H. SPELLMANN, A. BOLTE, und C. AMMER, (Hrsg.) *Potenziale und Risiken eingeführter Baumarten: Baumartenportraits mit naturschutzfachlicher Bewertung*. Göttingen: Universitätsverlag Göttingen. S. 277-296.
- [11] LEE, Y.C., J.M. NAM, und J.G. KIM. (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., D. KNOCHE, und C. LANGE. (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): Kulturbücher: 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, Bundesministeriums der Justiz und für Verbraucherschutz.
- [16] NEHRING, S., I. KOWARIK, W. RABITSCH, und F. ESSL. (2013): Naturschutzfachliche Invasivitätsbewertungen für in Deutschland wild lebende gebietsfremde Gefäßpflanzen. BfN-Skripten 352. Bundesamt für Naturschutz. 202 S.
- [17] STOLL, B., F. BURGER, und T. BLICK. (2015): Es wächst und wächst und wächst. *LWF aktuell* 105: S. 4-7.
- [18] KERESZTESI, B. (1976): The black locust, unter: <http://www.fao.org/docrep/n7750e/n7750e04.htm> [Stand: 28.09.2017].
- [19] 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].
- [20] WAGENFÜHR, R. (2000): *HOLZatlas*. München: Fachbuchverlag Leipzig im Carl Hanser Verlag. 707 S.
- [21] ANNIGHÖFER, P., I. MÖLDER, S. ZERBE, H. KAWALETZ, A. TERWEI, und C. AMMER. (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.
- [22] CARL, C., P. BIBER, D. LANDGRAF, A. BURAS, und H. PRETZSCH. (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.
- [23] SCHÜTT, P. (2014): *Robinia pseudoacacia*. In: A. ROLOFF, H. WEISGERBER, U.M. LANG, und B. STIMM, (Hrsg.) *Enzyklopädie der Holzgewächse: Handbuch und Atlas der Dendrologie*. S. 1-16.
- [24] WERMELINGER, B. und M. SKUHRAVÁ. (2007): First records of the gall midge *Obolodiplosis robiniae* (Haldeman) (Diptera: Cecidomyiidae) and its associated parasitoid *Platygaster robiniae* Buhl & Duso (Hymenoptera: Platygasteridae) in Switzerland. *Mitt. Schweiz. Entomol. Ges.* 80: S. 217-221.
- [25] DIMKE, P. (2015): Spätfrostschäden – erkennen und vermeiden. *LWF-Merkblatt*. 31: S. 1-3.
- [26] STONE, K.R. (2009): *Robinia pseudoacacia*, unter: <https://www.fs.fed.us/database/feis/plants/tree/robpse/all.html> [Stand: 28.09.2017].

* Hinweis: Sämtliche Angaben basieren ausschließlich auf Literaturauswertungen. 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.

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 gegen Eiche und Buche konkurrieren kann. Niederwald und Mittelwald begünstigen ihr Vorkommen [3], obwohl gute Verjüngung auch im Hochwald beobachtet wurde [4].

1. Verbreitung und Ökologie

- 1.1. Natürliche Verbreitung:** Süd- und Mitteleuropa sowie in Nordafrika und Kleinasien (Abb. 1); bis auf 900 m [3].
- 1.2. Klimatische Kennziffern:** jährlicher Niederschlag zwischen 700 und 1500 mm. Jahresmitteltemperatur von 10 bis 17 °C (Kutzelnigg (1995) zitiert nach [5]). Kältetoleranz: -34 °C [6].
- 1.3. Natürliche Waldgesellschaft:** vor allen in Laubmischbeständen [3] wie dem Elsbeeren-Eichenwald [6].
- 1.4. Künstliche Verbreitung:** keine Literatur gefunden.
- 1.5. Lichtansprüche:** lichtbedürftige Baumart [3]. Allerdings kann die Elsbeere auch schattentolerant sein und sich unter der Übershirmung von Eichen verjüngen [4].
- 1.6. Konkurrenzstärke:**

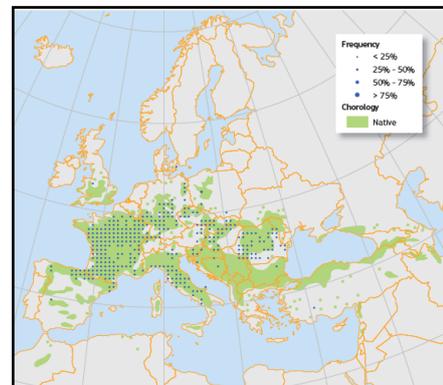


Abb. 1. Natürliche Verbreitung [5].

- 1.6.1. Verjüngungs-Dickungsphase:** Die Verjüngung erfordert eine relative Beleuchtungsstärke von mindestens 30 %; die Bedeutung von Licht für das Wachstum nimmt mit dem Alter zu [6].
- 1.6.2. Baum- und Altholz:** geringe Konkurrenzkraft [3], z. B. gegenüber Buche, 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 trockenen Standorten angepasst, erträgt nasse bis sehr frische Böden nicht [8].

- 2.1. Nährstoffansprüche:** nährstoffreiche Böden [3].
- 2.2. Kalktoleranz:** hoch; die Elsbeere kommt überwiegend auf Kalkstandorten vor [6].
- 2.3. pH-Wert:** 4,5 bis 8 [9].
- 2.4. Tontoleranz:** gute Anpassbarkeit [3], aber mit geringem Wachstum [10].
- 2.5. Staunässetoleranz:** empfindlich [3], kann aber zeitlich begrenzte Staunässe tolerieren [10].
- 2.6. Blattabbau:** keine Literatur gefunden.

3. Bestandesbegründung

- 3.1. 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].
- 3.2. 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. 1,5x1,0 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].
- 3.3. 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].
- 3.4. Mineralbodenkeimer:** keine Literatur gefunden.
- 3.5. Stockausschlagfähigkeit:** ja [6], auch Wurzelsprosse [6].
- 3.6. Forstvermehrungsgutgesetz:** nein [13].
- 3.7. Potenzial für Invasivität:** --.
- 3.8. 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

- 4.1. Wachstum:** Die Elsbeere kann bis zu 300 Jahre alt werden und 20-25 m Oberhöhe erreichen [3]. Sie hat ein langsames aber langanhaltendes Wachstum (Abb. 2) [9, 14, 6]. Astung 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].
- 4.2. 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].

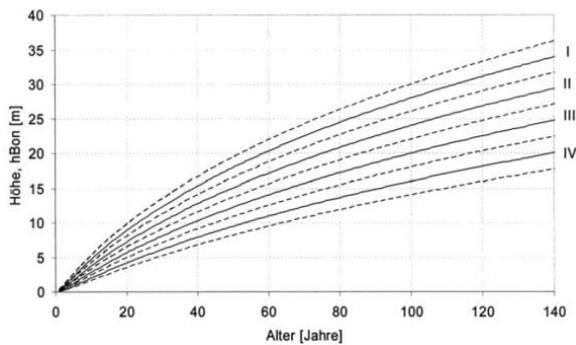


Abb. 2. Modellierung der Oberhöhenbonität von Beständen in der Nähe von Göttingen [14].

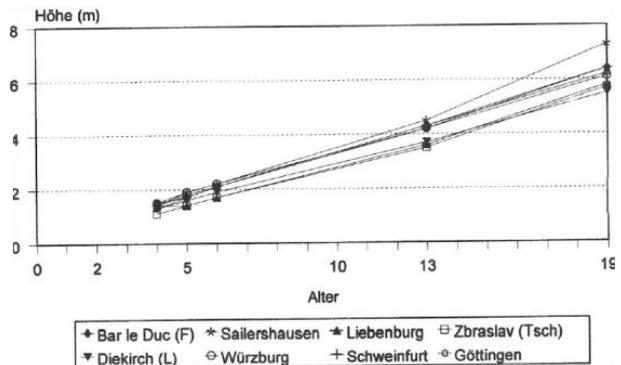


Abb. 3. Höhenentwicklung im Liliental [6].

6. Holzeigenschaften und Verwendung*

Besonders wertvolles Holz wird oft von Drechslern, Stellmachern und Tischlern verwendet. Außerdem ist das Holz für Musikinstrumente, Wagenbau [3, 11] und technische Verwendungszwecke [16] einsetzbar. Das Holz hat ein gutes Stehvermögen [16].

- 6.1. **Verwitterungsbeständigkeit:** gering [3].
- 6.2. **Rohdichte:** 0,67 ... 0,75 ... 0,90 g/cm³ ($r_{12...15}$) [17].
- 6.3. **Bauholzverwendung:** Teile für Mühlmahlwerke, Parkett [15].
- 6.4. **Fasereigenschaften:** keine Literatur gefunden.
- 6.5. **Energieholzeigenschaften:** keine Literatur gefunden.

7. Sonstige Ökosystemleistungen

- 7.1. **Biomassefunktionen:** keine Biomassefunktionen bekannt. Die Bereitstellung von langlebigen und wertvollen Holzprodukten kann zum Klimaschutz beitragen [18].
- 7.2. **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 [19].
- 7.3. **Kronenverwendung:** keine Literatur gefunden.
- 7.4. **Sonstige Nutzung:** Früchte werden medizinisch und kulinarisch verwendet [3]. Agroforst [9].

8. Biotische und abiotische Risiken*

- 8.1. **Pilze:** *Venturia inaequalis* und *Armillaria* spp. können das Absterben der Bäume verursachen [3].
- 8.2. **Insekten:** *Yponomeuta padellus*, *Zeuzera pyrina*, *Dysaphis aucupariae*, *Eriophyes sorbi* und *Scolytus rugulosus* können auftreten, verursachen aber keine bedeutsamen Schäden [3].
- 8.3. **Sonstige Risiken:** keine Literatur gefunden.
- 8.4. **Verbissempfindlichkeit:** hoch [6]. Wühlmäuse nagen die Wurzeln ab [3].
- 8.5. **Dürretoleranz:** gute Anpassung 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 [20].
- 8.6. **Feueranfälligkeit:** keine Literatur gefunden.
- 8.7. **Frostempfindlichkeit:** von erhöhter Gefährdung [21] bis frosthart, aber Sämlinge können unter Spätfrost leiden [6]. Frühfrost kann späte Johannistriebe gefährden [3].
- 8.8. **Sturmanfälligkeit:** Sturmfest wegen des stabilen Wurzelsystems [3].
- 8.9. **Schneebruch:** keine Literatur gefunden.

Literatur

- [1] AMMER, C., A. WÖRLE, B. FÖRSTER, J. BREIBECK, und M. BACHMANN. (2011): Konkurrenz belebt das Geschäft – aber nicht bei der Elsbeere. LWF Wissen **67**: S. 24-28.
- [2] KÖLLING, C. und S. MÜLLER-KROEHLING (2011): Standortliche Möglichkeiten für den Anbau der Elsbeere in Bayern LWF Wissen **67**: S. 24–33.
- [3] PIETZARKA, U., M. LEHMANN, und A. ROLOFF. (2014): *Sorbus torminalis* (L.) Crantz. In: A. ROLOFF, H. WEISGERBER, U.M. LANG, und B. STIMM, (Hrsg.) Enzyklopädie der Holzgewächse: Handbuch und Atlas der Dendrologie. S. 1-16.
- [4] PYTTEL, P., J. KUNZ, und J. BAUHUS. (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., D. DE RIGO, und G. CAUDULLO. (2016): *Sorbus torminalis* in Europe: distribution, habitat, usage and threats, In: European Atlas of Forest Tree Species, J. SAN-MIGUEL-AYANZ, D. DE RIGO, G. CAUDULLO, T. HOUSTON DURRANT, und A. MAURI, (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 Waldökosysteme. Bd. Reihe A, Bd. 168. Universität Göttingen. 152 S.
- [7] ELFLIN, T., A. WÖRLE, und C. AMMER. (2008): Zur Reaktionsfähigkeit der Elsbeere (*Sorbus torminalis* [L.] Crantz) auf späte Kronenumlichtung. *Forstarchiv*. **79**(9/10): S. 155-163.
- [8] ROLOFF, A. und B. GRUNDMANN. (2008): Klimawandel und Baumarten-Verwendung für Waldökosysteme. Tharandt. Stiftung Wald in Not. 46 S.
- [9] COELLO, J., J. BECQUEY, J.-P. ORTISSET, P. GONIN, T. BAIGES, und M. PIQUÉ. (2013): Service tree (*Sorbus domestica*) and Wild Service tree (*Sorbus torminalis*) for high quality timber. In: J. BECQUEY, P. GONIN, J.-P. ORTISSET, V. DESOMBRE, T. BAIGES, und M. PIQUÉ, (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. 37-44.
- [10] GONIN, P., L. LARRIEU, J. COELLO, P. MARTY, M. LESTRADE, J. BECQUEY, und H. CLAESSENS. (2013): Autecology of broadleaved 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, Bundesministeriums 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 P. PYTTEL. (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] BAUHUS, J.: Silvicultura statt Viticultura, Waldbau statt Weinbau, unter: https://www.waldklimafonds.de/fileadmin/SITE_MASTER/content/Dokumente/Projektbeschreibung/023_Siliviti.pdf [Stand: 04.10.2017].
- [19] BLASCHKE, M. und H. BUßLER. (2011): Pilze und Insekten an der Elsbeere. LWF Wissen **67**: S. 22-23.
- [20] KUNZ, J., A. RÄDER, und J. BAUHUS. (2016): Effects of drought and rewetting on growth and gas exchange of minor European broadleaved tree species. *Forests*. **7**(10): S. 239.
- [21] DIMKE, P. (2015): Spätfrostschäden – erkennen und vermeiden. LWF-Merkblatt. **31**: S. 1-3.

* 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.

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 eine seltene Baumart, die zur Stabilität und Diversität des Waldes beitragen kann [2, 3].

1. Verbreitung und Ökologie

1.1. Natürliche Verbreitung: große Teile Europas [4], aber überwiegend in Mittel- und Osteuropa [5] (Abb. 1); bis auf 1500 m [6].

1.2. Klimatische Kennziffern: jährlicher Niederschlag zwischen 700 und 950 mm. Jahresmitteltemperatur von 7 bis 11,5 °C [6]. Kältetoleranz: -45 °C; Hitzetoleranz: 44 °C (Pigott (2012) zitiert nach [1]).

1.3. Natürliche Waldgesellschaft: diese Art kommt sowohl in Reinbeständen als auch, etwas häufiger, in wärmeliebenden Laub-, Eichen- und Nadel-Mischwäldern vor [4].

1.4. Künstliche Verbreitung: USA, Kanada, Neuseeland [7].

1.5. Lichtansprüche: Licht- bis schattentolerante Baumart, abhängig von Boden und Klima [4, 7]. Bei ungünstigen Bedingungen ist sie eher eine Lichtbaumart [2, 7].

1.6. Konkurrenzstärke:

1.6.1. Verjüngungs-Dickungsphase: rasches Jugendwachstum [4], kann aber von anderen Baumarten überholt werden [1].

1.6.2. Baum- und Altholz: unempfindlich gegen Seitendruck [7], reagiert dynamisch auf Freistellung [1]. Diese Art leidet auf guten Standorten allerdings unter der starken Konkurrenzkraft der Buche [8, 2].

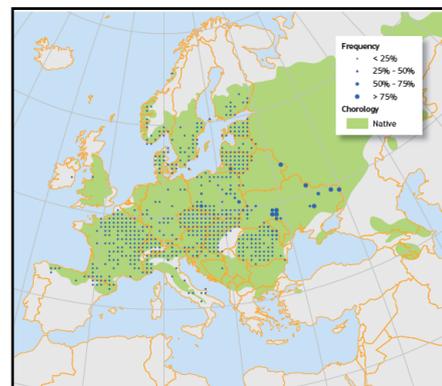


Abb. 1. Natürliche Verbreitung [5].

2. Standortsbindung

Die Winterlinde bevorzugt basenreiche Lehm- und Tonböden, passt sich aber an verschiedene Standorte an [4]. Gute Leistung kann auf lockeren, frischen, tiefgründigen und nährstoffreichen Böden erzielt werden [9]. Sie ist sehr gut an ziemlich frische bis sehr trockene Standorte angepasst [10].

2.1. Nährstoffansprüche: mittlere Ansprüche [7].

2.2. Kalktoleranz: gut [7].

2.3. pH-Wert: sehr gut geeignet zwischen 6 und 7,5, verträgt aber auch saure Böden [7].

2.4. Tontoleranz: hoch [4].

2.5. Staunässetoleranz: niedrig [6, 1] bis wenig empfindlich gegenüber mäßigem Stauwasser [2].

2.6. Blattabbau: leicht zersetzbar [4], trägt zur chemischen Verbesserung des Bodens bei [1].

3. Bestandesbegründung

- 3.1. 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 [11]. Das Überleben von Keimlingen erfordert eine minimale relative Beleuchtungsstärke von 13 % [4].
- 3.2. 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 2x1 bzw. 2x2 m (Mischbestände) oder 1x1,5 bzw. 1,5x1,5 m (Hauptbaumart) angepflanzt werden [4]. Als dienende Baumart soll die Winterlinde in einer Dichte von 1000 bis 2000 Pflanzen/ha gepflanzt werden, um Wasserreiserbildung an der Hauptbaumart (z. B. Eiche) zu verhindern [2].
- 3.3. Keimfähigkeit und Überdauerungszeit des Saatgutes:** 50 % und 5-7 Jahre, wenn bei -6 bis 0 °C und 7-10 % Feuchtigkeit gelagert [12].
- 3.4. Mineralbodenkeimer:** keine Literatur gefunden.
- 3.5. Stockausschlagfähigkeit:** ja, Stockausschlag und Wurzelbrut [4].
- 3.6. Forstvermehrungsgutgesetz:** ja [13].
- 3.7. Potenzial für Invasivität:** --.
- 3.8. 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 [9, 4].

4. Leistung

- 4.1. Wachstum:** Die Winterlinde kann bis zu 1000 Jahre alt werden [14]. 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 [9]. Astung sollte auch durchgeführt werden [6]. Starke und späte Durchforstung kann allerdings zur Wasserreiserbildung führen [2].
- 4.2. Ökonomische Bedeutung:** geringe ökonomische Bedeutung, da sie keine etablierte Wirtschaftsbaumart ist [15, 16].

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 [4]. Das Höhenwachstum kulminiert im Alter von 10 bis 20 Jahren und die Oberhöhe kann mehr als 35 m erreichen, abhängig von der Oberhöhenbonität (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) [9].

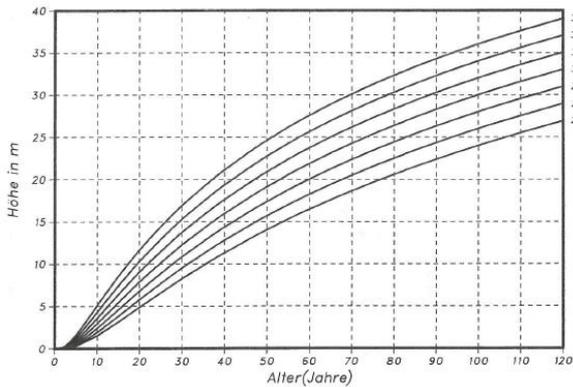


Abb. 2. Oberhöhenbonitätsfächer [9].

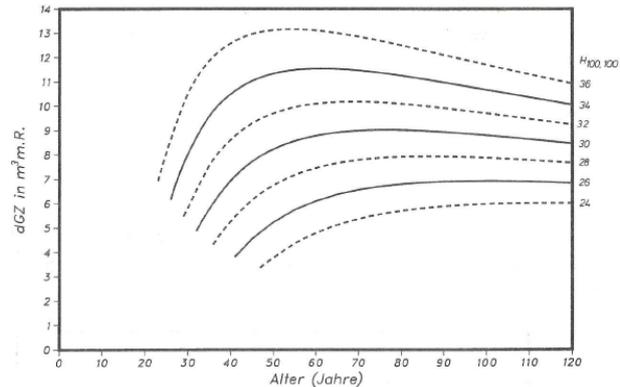


Abb. 3. Durchschnittlicher Gesamtwuchs [9].

6. Holzeigenschaften und Verwendung*

Das Holz ist leicht bearbeitbar und wird daher gern für Spielwaren, Küchengeräte und im Innenraum benutzt [4].

6.1. Verwitterungsbeständigkeit: gering [4].

6.2. Rohdichte: 0,35 ... 0,53 ... 0,60 g/cm³ (r_{12..15}) [17].

6.3. Bauholzverwendung: selten, denn es ist für Außenverwendung nicht geeignet [4].

6.4. Fasereigenschaften: geeignet für Papier- und Zellstoffgewinnung [4].

6.5. Energieholzeigenschaften: Heizwert des Holzes wird mit 4474 kcal/kg als hoch beschrieben (Krempf (1963) zitiert nach [4]).

7. Sonstige Ökosystemleistungen

7.1. Biomassefunktionen: Eine generische Funktion für oberirdische Biomasse mit BHD und Höhe als Prädiktoren wurde in Italien erstellt [18]. Außerdem liegen Funktionen für die Tschechische Republik für verschiedene Kompartimente mit BHD und Höhe als Prädiktoren vor [15].

7.2. Landschaftliche und ökologische Aspekte: oft benutzt als Allee- und Zierbaum [4]. Bienenweide [9] und Biotopbäume [3].

7.3. Kronenverwendung: Tierfutter (Blätter und Kernöl) [4].

7.4. Sonstige Nutzung: medizinisch [4].

8. Biotische und abiotische Risiken*

8.1. Pilze: Rußtaupilzartige können die Photosynthese beeinträchtigen [4]. *Apiognomonia tiliae* und *Cercospora microsora* verursachen Blattfleckenkrankheit [19]. Der Fäuleerreger *Ustilina deusta* (Brandkrustenpilz) kann problematisch sein. Rotpustelkrankheit (*Nectria cinnabarina*) und Welke (*Verticillium* sp.) treten oft nach Verletzung auf [20]. *Phytophthora* spp. können Stämme und Wurzeln attackieren [6]. Der Brandkrustenpilz (*Ustilina deusta*) kommt auch vor [21].

8.2. Insekten: Die Raupen von *Smerinthus tiliae* und *Vanessa antiopa* fressen die Blätter [4]. Die Lindenzierlaus (*Eucallipterus tiliae*) und die wollige Napfschildlaus (*Pulvinaria regalis*) wurden ebenfalls beobachtet [20].

8.3. Sonstige Risiken: Milbenbefall durch *Eriophyes tetratrichus* tritt häufig auf [20].

8.4. Verbisempfindlichkeit: hoch [20].

8.5. Dürretoleranz: mittel [6], bei Trockenheit tritt „Hitzelaubfall“ ein und steigert die Krankheitsanfälligkeit [4].

8.6. Feueranfälligkeit: keine Literatur gefunden.

8.7. Frostempfindlichkeit: gering bis mäßig [22], oder spätfrostgefährdet (Mayer (1990) zitiert nach [2]). Johannistriebe können unter Frühfrost leiden [7].

8.8. Sturmanfälligkeit: Baumart mit Sturmfestigkeit, die sich aber mit Staunässe und zunehmendem Alter reduzieren kann [7].

8.9. Schneebruch: sehr gefährdet wenn belaubt [14].

Literatur

- [1] DE JAEGERE, T., S. HEIN, und H. CLAESSENS. (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., H.-J. KLEMMT, F. BINDER, und B. REGER. (2016): Die Winterlinde – Standort, Wachstum und waldbauliche Behandlung in Bayern. *LWF Wissen*. (78): S. 20-29.
- [3] FALTL, W., M. GRIMM, und C. RIEGERT. (2016): Die Linde im bayerischen Staatswald. *LWF Wissen*. (78): S. 30-37.
- [4] GÖTZ, B. und C. WOLF. (2014): *Tilia cordata* Miller. In: A. ROLOFF, H. WEISGERBER, U.M. LANG, und B. STIMM, (Hrsg.) *Enzyklopädie der Holzgewächse: Handbuch und Atlas der Dendrologie*. S. 1-16.
- [5] EATON, E., G. CAUDULLO, und D. DE RIGO. (2016): *Tilia cordata*, *Tilia platyphyllos* and other limes in Europe: distribution, habitat, usage and threats, In: *European Atlas of Forest Tree Species*, J. SAN-MIGUEL-AYANZ, D. DE RIGO, G. CAUDULLO, T. HOUSTON DURRANT, und A. MAURI, (Hrsg.) Publ. Off. EU: Luxembourg. e010ec5+.
- [6] COELLO, J., J. BECQUEY, J.-P. ORTISSET, P. GONIN, T. BAIGES, und M. PIQUÉ. (2013): Limes (*Tilia platyphyllos* and *T. cordata*) for high quality timber. In: J. BECQUEY, P. GONIN, J.-P. ORTISSET, V. DESOMBRE, T. BAIGES, und M. PIQUÉ, (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.
- [7] 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 [Stand: 09.08.2017].
- [8] BÜRVENICH, J., P. BALCAR, und S. HEIN. (2012): Kronenkonkurrenz der Winterlinde AFZ-DerWald. **17**: S. 22-23.
- [9] BÖCKMANN, T. (1990): Wachstum und Ertrag der Winterlinde (*Tilia cordata* MILL.) in Niedersachsen und Nordhessen. University of Göttingen: Göttingen. 143 S.
- [10] ROLOFF, A. und B. GRUNDMANN. (2008): Klimawandel und Baumarten-Verwendung für Waldökosysteme. Tharandt. Stiftung Wald in Not. 46 S.
- [11] AAS, G. (2016): Die Winterlinde (*Tilia cordata*): Verwandtschaft, Morphologie und Ökologie. *LWF Wissen*. **78**: S. 7-12.
- [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, Bundesministeriums der Justiz und für Verbraucherschutz.
- [14] ETH ZÜRICH. (2002): Mitteleuropäische Waldbaumarten: Artbeschreibung und Ökologie unter besonderer Berücksichtigung der Schweiz. ETH Zürich 248 S.
- [15] ČIHÁK, T., T. HLÁSNY, R. STOLARIKOVÁ, M. VEJPUSTKOVÁ, und R. MARUŠÁK. (2014): Functions for the aboveground woody biomass in Small-leaved lime (*Tilia cordata* Mill.). *Forestry Journal*. **60**(3): S. 150-158.
- [16] ULLRICH, E. (2015): Bäume im Zechliner Land. S. 68.
- [17] WAGENFÜHR, R. (2000): *HOLZatlas*. München: Fachbuchverlag Leipzig im Carl Hanser Verlag. 707 S.
- [18] PESOLA, L., X. CHENG, G. SANESI, G. COLANGELO, M. ELIA, und R. LAFORTEZZA. (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.
- [19] METZLER, B. (2002): Apiognomonien-Blattbräune der Linde. *Waldschutz-Info* **2**: S. 2.
- [20] GARTEN, F. (2017): *Tilia cordata*, *T. platyphyllos*, unter: <http://www.uni-goettingen.de/de/tilia+cordata+/+winterlinde%2c+t.+platyphyllos+/+sommer-linde/41671.html> [Stand: 09.08.2017].
- [21] BRANDSTETTER, M. (2007): Der Brandkrustenpilz (*Ustulina deusta*) – eine fast unsichtbare Gefährdung für zahlreiche Laubbäume. *Forstschutz Aktuell* **38**: S. 18-20.
- [22] DIMKE, P. (2015): Spätfrostschäden – erkennen und vermeiden. *LWF-Merkblatt*. **31**: S. 1-3.

* Hinweis: Sämtliche Angaben basieren ausschließlich auf Literaturauswertungen. 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.

Tilia tomentosa Moench

Silberlinde*

Familie: Malvaceae

Franz: tilleul argenté; *Ital:* tiglio argentato; *Eng:* silver lime; *Span:* tilo plateado.

Die Silberlinde hat eine beachtliche Wuchsleistung 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].

1. Verbreitung und Ökologie

- 1.1. Natürliche Verbreitung:** Südosteuropa und nordwestlicher Teil Kleinasien (Abb. 1) [3]; bis auf 1300 m [2].
- 1.2. Klimatische Kennziffern:** jährlicher Niederschlag zwischen 500 und 600 mm; gut verteilt über das Jahr [2]. Jahresmitteltemperatur von 10 bis 11,5 °C (Horvat et al. (1974) zitiert nach [1]).
- 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].
- 1.4. Künstliche Verbreitung:** Mitteleuropa [2], Großbritannien [4] und Nordamerika [5].
- 1.5. Lichtansprüche:** Halbschattbaumart [1]. In der Jugend erträgt sie Schatten, fordert jedoch mehr Licht mit zunehmendem Alter [2].
- 1.6. Konkurrenzstärke:** wenig bekannt [4].
 - 1.6.1. 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].
 - 1.6.2. Baum- und Altholz:** keine Literatur gefunden.



Abb. 1. Natürliche Verbreitung [3].

2. Standortsbindung

Die Silberlinde bevorzugt tiefgründige und frische Böden, obwohl sie sowohl auf extrem trockenen als auch auf frischen Böden gedeiht [2].

- 2.1. Nährstoffansprüche:** mittel, ähnliche Ansprüche wie Traubeneiche (Jahn (1991) zitiert nach [1]).
- 2.2. Kalktoleranz:** kalkliebende Art [2].
- 2.3. pH-Wert:** 5,8 bis 8,2 [2]; 6,2 bis 7,2 [6].
- 2.4. Tontoleranz:** nicht geeignet [6].
- 2.5. Staunässetoleranz:** bevorzugt Böden mit guter Drainage [7].
- 2.6. Blattabbau:** leicht zersetzbar und bodenverbessernd [2, 4].

3. Bestandesbegründung

- 3.1. 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].
- 3.2. 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].
- 3.3. 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]).
- 3.4. Mineralbodenkeimer:** nein [9].
- 3.5. Stockausschlagfähigkeit:** ja, Stockausschlag und Wurzelbrut [2].
- 3.6. Forstvermehrungsgutgesetz:** nein [9].
- 3.7. Potenzial für Invasivität:** nicht erkennbar bei korrekter waldbaulicher Behandlung [4].
- 3.8. 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

- 4.1. Wachstum:** Der Höhenzuwachs kann 60-80 cm/J in der Jugend erreichen und nimmt ab dem Alter 35-40 stark ab [2]. Der Höhenzuwachs kulminiert im Alter von ca. 20 bis 25 Jahren [2, 1]. Die Silberlinde kann 28 m im Alter von 110 Jahren erreichen (Abb. 2) [1]. Die Derbholzmasse (Vfm/ha) der Silberlinde erreicht die von einheimischen Lindenarten im hohen Alter [1]. Der mittlere jährliche Derbholzzuwachs in reinen Silberlinden-Hochwaldbeständen erreicht 3 bis 7,7 m³/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. 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].

- 4.2. Ökonomische Bedeutung:** die Art wird auf dem Balkan als Wirtschaftsbaumart angebaut [4].

5. Erfahrung in Baden-Württemberg und Deutschland

Versuchsflächen wurden in den letzten Jahren in Deutschland, Österreich und in der Schweiz angelegt [1].

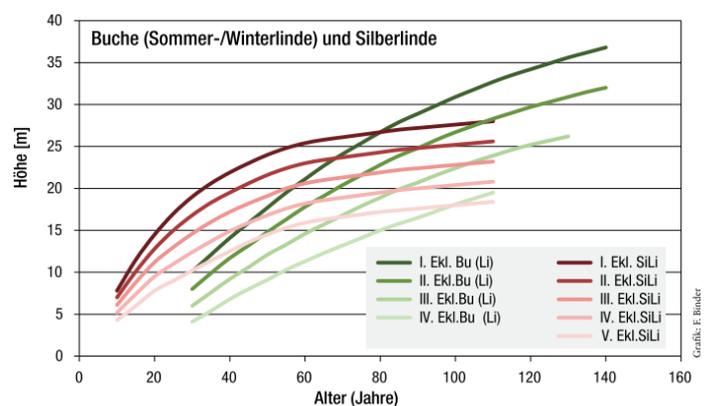


Abb. 2. Bonitätsfächer für Silberlinde (rot) im Vergleich zur Buche (grün) in verschiedenen Ertragsklassen [1].

6. Holzeigenschaften und Verwendung*

Das Holz lässt sich gut verspannen und polieren. Es eignet sich für die Möbelherstellung [2] und alle anderen Verwendungen wie bei den anderen Lindenarten [1].

- 6.1. **Verwitterungsbeständigkeit:** dauerhaft bei konstant geringer Luftfeuchte. Im Freien maximal 20 Jahre [2].
- 6.2. **Rohdichte:** 0,32 ... 0,56 g/cm³ (r₁₅) [2].
- 6.3. **Bauholzverwendung:** für leichte Anwendungen geeignet [10].
- 6.4. **Fasereigenschaften:** keine Literatur gefunden.
- 6.5. **Energieholzeigenschaften:** Verwendung auf dem Balkan als Holzkohle [4].

7. Sonstige Ökosystemleistungen

- 7.1. **Biomassefunktionen:** keine Literatur gefunden.
- 7.2. **Landschaftliche und ökologische Aspekte:** attraktive Baumart mit goldgelblichem Laub im Herbst [11]. Sie wird in Mitteleuropa häufig als Allee- und Parkbaum angepflanzt [2]. Nahrungsquelle für Bienen und Hummeln [2, 4].
- 7.3. **Kronenverwendung:** Tierfutter [10].
- 7.4. **Sonstige Nutzung:** medizinische Zwecke [1].

8. Biotische und abiotische Risiken*

Nach dem derzeitigen Stand des Wissens ist die Silberlinde nicht erheblich durch Pathogene gefährdet (Insekten und Pilze) [1].

- 8.1. **Pilze:** *Fomes fomentarius*, *Ganoderma adpersum*, *Gloeoporus dichrous* und *Polyporus squamosus* treten häufig an Wurzeln und Stämmen auf. *Cercospora microsora* parasitiert die Blätter [2]. Seltener Befall durch *Verticillium*, kann aber Absterben verursachen [7].
- 8.2. **Insekten:** Milbenbefall kann problematisch während Trockenperioden sein. Der Japanische Borkenkäfer kann auch vorkommen [7].
- 8.3. **Sonstige Risiken:** keine Literatur gefunden.
- 8.4. **Verbissempfindlichkeit:** wird vom Rotwild stark geschält [2].
- 8.5. **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]).
- 8.6. **Feueranfälligkeit:** keine Literatur gefunden.
- 8.7. **Frostempfindlichkeit:** frosthart in ihrem natürlichen Vorkommen und in Mitteleuropa [2].
- 8.8. **Sturmanfälligkeit:** sturmfest wegen ihres kräftigen und tiefreichenden Wurzelsystems [2].
- 8.9. **Schneebruch:** keine Literatur gefunden.

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: A. ROLOFF, H. WEISGERBER, U.M. LANG, und B. STIMM, (Hrsg.) Enzyklopädie der Holzgewächse: Handbuch und Atlas der Dendrologie. S. 1-8.
- [3] EATON, E., G. CAUDULLO, und D. DE RIGO. (2016): *Tilia cordata*, *Tilia platyphyllos* and other limes in Europe: distribution, habitat, usage and threats, In: European Atlas of Forest Tree Species, J. SAN-MIGUEL-AYANZ, D. DE RIGO, G. CAUDULLO, T. HOUSTON DURRANT, und A. MAURI, (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 [Stand: 10.09.2017].
- [5] GILMAN, E.F. und D.G. WATSON. (1994): *Tilia tomentosa*: Silver Linden. in Fact Sheet ST-642 Environmental Horticulture Department, UF/IFAS: Gainesville. 3 S.
- [6] RADOGLU, K., D. DOBROWOLSKA, G. SPYROGLOU, und V. NICOLESCU. (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, Bundesministeriums der Justiz und für Verbraucherschutz.
- [10] CABI. (2008): *Tilia tomentosa* (silver lime), unter: <http://www.cabi.org/isc/datasheet/53908> [Stand: 11.09.2017].
- [11] KRÜSSMANN, G. (1979): Die Bäume Europas: ein Taschenbuch für Naturfreunde. Bd. 2. P. Parey. 172 S.

* 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.

GLOSSAR UND AKRONYME

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“ [2].

Forstvermehrungsgutgesetz: dieses Gesetz regelt den Verkehr mit forstlichem Vermehrungsgut für aufgeführte Baumarten und künstliche Hybriden, 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“ [1].

Rohdichte: „Zeigt bei porösen Stoffen das Verhältnis der Masse zu jenem Stoffvolumen, das die Hohlräume einschließt. ... Die Rohdichte hängt vom Feuchtgehalt ab“ [3]. Rohdichte ($r_{12...15}$): Dichte des Holzes bei 12 bis 15 % Holzfeuchtegehalt, auch als lufttrockenes Holz benannt.

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 ausgeprägten Klimaänderung der Umgebung relativ geringe Verformungen und Maßänderungen“ [3].

Stratifikation: künstliche Kontrolle der Temperatur und Feuchtigkeit zur Steigerung der Keimfähigkeit.

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.

GWL: Gesamtwuchsleistung; bezeichnet die Summe des produzierten Holzvolumens (GWL_v) oder der Grundfläche (GWL_G) bis zu einem bestimmten Bestandesalter und wird berechnet als Summe der laufenden Zuwächse während des Bezugszeitraums zuzüglich des am Ende dieses Zeitraums erreichten Holzvorrats.

dGz: durchschnittlicher jährlicher Gesamtzuwachs je Hektar, berechnet als GWL geteilt durch die Anzahl Jahre des Bezugszeitraums. Berechnung: Summe der laufenden Zuwächse über einen bestimmten Bezugszeitraum zuzüglich des am Ende dieses Zeitraums erreichten Holzvorrats, geteilt durch die Anzahl an Jahren des Bezugszeitraums. So gibt beispielsweise der dGz_{100} den dGz bis zum Alter 100 Jahre an. Diese Kenngröße wird häufig als Produktivitätskennziffer, als dGz-Bonität, verwendet.

Fm: Festmeter. Angabe zum Holzvolumen: 1 Fm entspricht einem Holzwürfel mit Seitenlängen $1*1*1m$.

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.

Vfm: Vorratsfestmeter. Angabe zum Holzvolumen inkl. oberirdischem Stock, Rinde und Astderbholz (Äste mit Durchmesser > 7 cm).

m3: Kubikmeter. Holzwürfel mit Kantenlängen von $1*1*1m$. Häufig werden Angaben zum Holzvolumen in m3 gegeben. Präziser sind die Angaben Efm oder Vfm.

Literatur

- [1] BGBl. (2002): Forstvermehrungsgutgesetz vom 22. Mai 2002. In: BGBl. I S. 1658, Bundesministeriums der Justiz und für Verbraucherschutz.
- [2] BUNDESAMT FÜR NATURSCHUTZ. Was sind Neobiota? Was sind invasive Arten?, unter: <https://neobiota.bfn.de/grundlagen/neobiota-und-invasive-arten.html> [Stand: 17.10.2017].
- [3] BLOSEN, M.E.A. (2003): Holz Lexikon. 4 ed. Bd. 2. Leinfelden-Echterdingen: DRW-Verlag. 689 S.

AUSBLICK

Zur schnellen und übersichtsartigen 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 Jahresdurchschnittstemperatur, 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(H₂O)- 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.

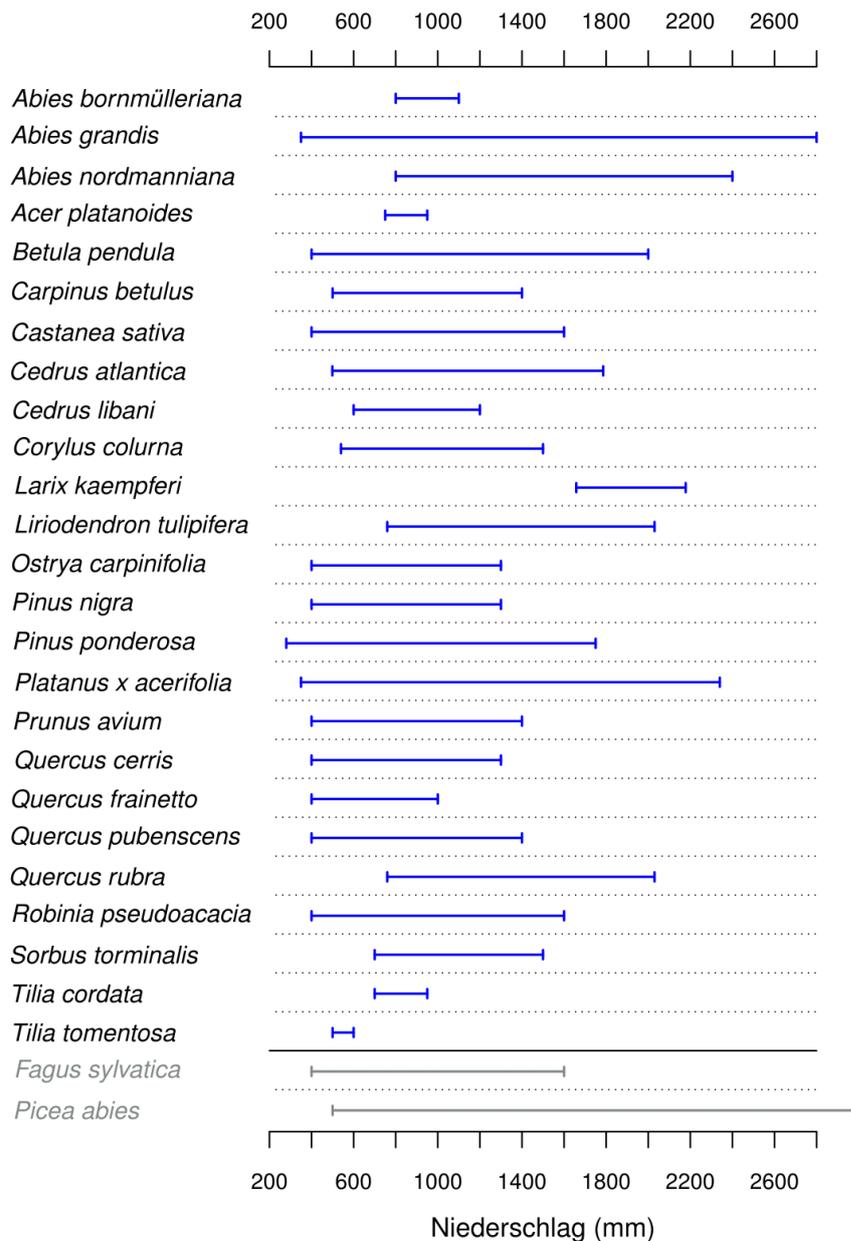


Abbildung 1: Übersicht Jahresniederschläge. Jährliche Niederschlagssumme in den Verbreitungsgebieten mehrerer Baumarten. Daten für die schwarz gedruckten Arten stammen aus den Angaben in den Steckbriefen. Daten der grau gedruckten Referenzbaumarten stammen aus Quellen, die am Ende des Kapitels aufgelistet sind.

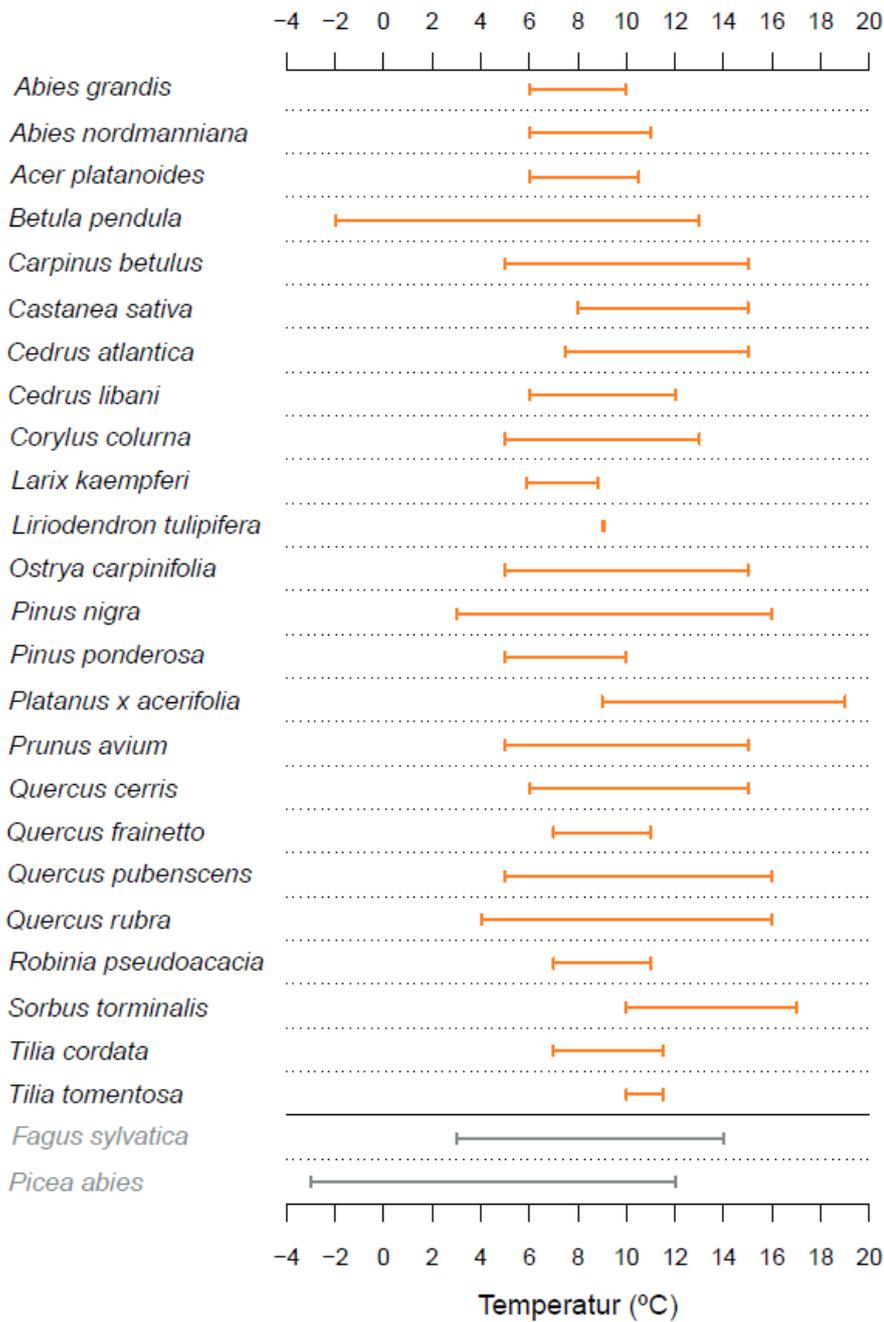


Abbildung 1: Übersicht Jahresdurchschnittstemperatur. Jahresdurchschnittstemperatur in den Verbreitungsgebieten mehrerer Baumarten. Daten für die schwarz gedruckten Arten stammen aus den Angaben in den Steckbriefen. Daten der grau gedruckten Referenzbaumarten stammen aus Quellen, die am Ende des Kapitels aufgelistet sind.

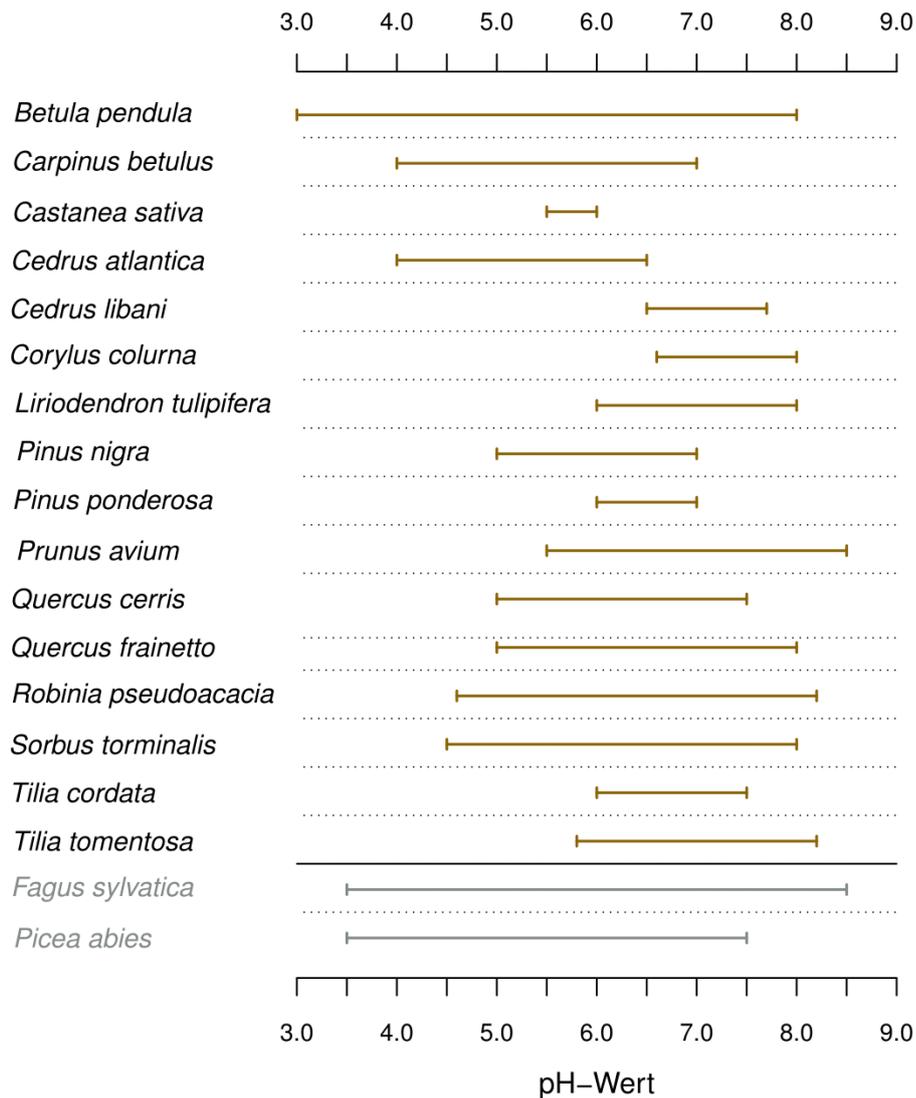


Abbildung 2: Übersicht Boden-pH-Wert. pH-Werte in den Verbreitungsgebieten mehrerer Baumarten. Daten für die schwarz gedruckten Arten stammen aus den Angaben in den Steckbriefen. Daten der grau gedruckten Referenzbaumarten stammen aus Quellen, die am Ende des Kapitels aufgelistet sind. Die Verfahren zur Ermittlung des Boden-pH-Wertes unterscheiden sich zwischen den Baumarten; damit ist die direkte Vergleichbarkeit eingeschränkt.

Literatur zu den Angaben für *Fagus sylvatica* (Buche) und *Picea abies* (Fichte)

- [1] Enzyklopädie der Holzgewächse: Handbuch und Atlas der Dendrologie. S. 1-8.
- [2] European Atlas of Forest Tree Species, J. SAN-MIGUEL-AYANZ, D. DE RIGO, G. CAUDULLO, T. HOUSTON DURRANT, und A. MAURI, (Hrsg.) Publ. Off. EU: Luxembourg.
- [3] Schmidt-Vogt, H. 1977. Die Fichte Band I. Taxonomie–Verbreitung–Morphologie–Ökologie–Waldgesellschaften. Verlag Paul Parey, Hamburg and Berlin. 647 p.
- [4] www.norwayspruce.com, zuletzt abgerufen am 19.01.2018
- [5] Wellbrock, N., Bolte, A., and Flessa, H. (Hrsg). 2016. Dynamik und räumliche Muster forstlicher Standorte in Deutschland : Ergebnisse der Bodenzustandserhebung im Wald 2006 bis 2008. Braunschweig, Johann Heinrich von Thünen-Institut, Thünen-Report 43, 550 Seiten, DOI:10.3220/REP1473930232000

DANKSAGUNG

Außerordentlich herzlich möchten wir uns bei unseren Kollegen bedanken, die bei der inhaltlichen und redaktionellen Durchsicht der Baumartensteckbriefe mitgeholfen haben. Insbesondere möchten wir uns namentlich bei Dr. Hans-Gerd Michiels, Andreas Ehring und Steffen Haas (alle FVA Baden-Württemberg) sowie Bernhard Metendorf (untere Forstbehörde Ortenaukreis) bedanken.

Auch andere Personen, die wir nicht einzeln namentlich aufzählen können, haben uns unterstützt. Ihnen möchten wir ebenso ganz herzlichen Dank aussprechen.



Forstliche Versuchs-
und Forschungsanstalt
Baden-Württemberg

Wonnhaldestrasse 4
79100 Freiburg

Tel.: (07 61) 40 18 - 0
fva-bw@forst.bwl.de
www.fva-bw.de