



Bayerische Landesanstalt
für Wald und Forstwirtschaft

Praxishilfe

Klima – Boden – Baumartenwahl

BAYERISCHE FORSTVERWALTUNG 



ZENTRUM WALD FORST HOLZ
WEIHENSTEPHAN

Impressum

Herausgeber und Bezugsadresse

Bayerische Landesanstalt
für Wald und Forstwirtschaft (LWF)
Hans-Carl-von-Carlowitz-Platz 1
85354 Freising
Telefon: +49 (0) 81 61/71-4801
Telefax: +49 (0) 81 61/71-4971
poststelle@lwf.bayern.de
www.lwf.bayern.de

Verantwortlich Projektleitung Autoren Co-Autoren

Olaf Schmidt, Leiter der LWF
Manuela Forster
Manuela Forster, Wolfgang Falk, Dr. Birgit Reger,
Markus Blaschke, Paul Dimke, Beatrix Enzenbach,
Dr. Jörg Ewald, Christine Franz, Anna Kanold,
Dr. Thomas Kudernatsch, Martin Lauterbach,
Dr. Michael Lutze, Dr. Stefan Müller-Kroehling,
Dr. Ralf Petercord, Wolfram Rothkegel, Ottmar Ruppert,
Klaus Schreiber, Anne Stöger, Wolfgang Stöger,
Dr. Muhidin Šeho, Stefan Tretter, Cornelia Triebenbacher,
Kathrin Weber

Fachliche Unterstützung

Günter Biermayer, Dr. Christian Kölling,
Stephan Thierfelder

Redaktion Gestaltungskonzept Layout Illustrationen Titelbild Druck Auflage

Christine Hopf, Michael Mößnang
Andrea Nißl
Mano Wittmann, Komplizenwerk München
Andreas Mitterer, Freie Kreatur Ebersberg
Markus Keller
Druckerei Lanzinger, Oberbergkirchen
1.200 Stück, Juni 2019



Praxishilfe

Klima – Boden – Baumartenwahl

Inhalt

Impressum	2
Inhalt	4
Vorwort	7

Grundlagen

Aufbau der Praxishilfe	8
Verbreitung	9
Arteigenschaften	11
Klima	14
Wasser und Boden	18
Anbaurisiko	22
Leistung	24
Holzverwendung	25
Waldschutz	26
Artenvielfalt	27
Waldbau	28
Herkunft	31

Baumartensteckbriefe

Fichte	33
Weißtanne	37
Waldkiefer	41
Europäische Lärche	45
Douglasie	49
Buche	53
Stieleiche	57
Traubeneiche	61
Bergahorn	65
Spitzahorn	69
Feldahorn	73
Esche	77
Winterlinde	81
Hainbuche	85
Schwarzerle	89
Sandbirke	93

Weiterführende Literatur	97
Links zum Thema	103
Artenliste	104
Bildnachweis	109

Liebe Leserinnen und Leser



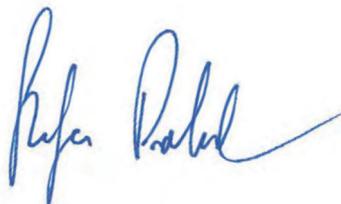
Eine Vorstellung zu haben, wie der Wald der Zukunft aussehen wird, aber auch welche Rolle der Wald in Zukunft für die Gesellschaft spielen soll, ist wichtig. Denn nur auf der Grundlage klarer Vorstellungen lässt sich die Entwicklung steuern und gestalten. Und eines ist auch klar: Der Klimawandel nimmt insbesondere in den Überlegungen, wie unsere Wälder in 20, 50 oder 100 Jahren aussehen werden, eine, wenn nicht sogar die entscheidende Rolle ein.

Hier sind wir auf einem guten Weg. Mit unseren umfassenden Förderprogrammen für den Privat- und Körperschaftswald bauen wir die Wälder Stück für Stück in klimatolerantere Mischwälder um und machen sie so fit für die Zukunft. Daneben setzen sich unsere renommierten Forschungseinrichtungen, die Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft und das Bayerische Amt für Waldgenetik, in zahlreichen Projekten intensiv damit auseinander, welche heimischen aber auch nichtheimischen Baumarten für zukünftige Waldgenerationen in Bayern am besten geeignet sind und wie sich die Anbaubedingungen ändern werden. Denn um waldbauliche Entscheidungen treffen zu können, dürfen wir uns nicht mehr nur auf die Erfahrungen aus der Vergangenheit verlassen. Mittels Modellierung und beispielsweise über Herkunftsversuche kann es uns gelingen, eine Prognose zu entwickeln, auf welchen Standorten die einzelnen Baumarten wachsen und wie deren Chancen und Risiken mit Blick in die Zukunft sind. Dabei müssen wir auch beachten, welche Rolle die Baumarten in Bezug auf Biodiversität, den Waldschutz oder auch hinsichtlich ihrer zukünftigen Holzverwendung spielen. Die Praxishilfe »Klima – Boden – Baumartenwahl« schlägt genau in diese Kerben. Im Kern der Praxishilfe, den sogenannten Steckbriefen, ist hierfür das aktuelle Wissen zu den standörtlichen Baumartenansprüchen für 16 Baumarten übersichtlich nach einheitlichem Schema abgebildet. Darüber hinaus werden weitere Punkte, die bei der waldbaulichen Umsetzung und der Entscheidung für eine Baumart wesentlich sind, aufgeführt.

Waldbesitzerinnen und Waldbesitzern wird damit ihre waldbauliche Entscheidung nicht abgenommen. Sie und unsere Försterinnen und Förster bekommen mit der Praxishilfe aber eine auf aktuellem Fachwissen basierende und übersichtlich aufbereitete Grundlage an die Hand, die alle bei den anstehenden und für die Zukunft unserer Wälder so wichtigen waldbaulichen Entscheidungen unterstützt.

Für den Einsatz aller Beteiligten bei der Erstellung des vorliegenden Werkes bedanke ich mich herzlich. Sie liefern damit eine weitere Hilfe zur Schaffung bayerischer »Zukunftswälder«.

Freundlichst Ihr



Stefan Pratsch
*Leiter des Referats Waldbau, Waldschutz, Bergwald
des Bayerischen Staatsministeriums für Ernährung,
Landwirtschaft und Forsten*

Aufbau der Praxishilfe

Innerhalb der letzten Jahre wurde durch die LWF neues, umfangreiches Wissen zu Baumartenansprüchen erarbeitet und der Forstverwaltung in Form geeigneter Beratungswerkzeuge zur Verfügung gestellt. Neben Schulungen, Waldbautraining und dem Waldatlas steht das Bayerische Standortinformationssystem (BaSIS) im Bayerischen Wald-Informationssystem BayWIS zur Verfügung. Darüber hinaus wurden noch verständliche und nachvollziehbare Erläuterungen zu den Beratungswerkzeugen und den zu Grunde liegenden Standortansprüchen der Baumarten gefordert.

Mit der Praxishilfe »Klima – Boden – Baumartenwahl« werden diese Forderungen erfüllt.

Die Praxishilfe ist als Ergänzung zu BaSIS zu sehen und soll daher gemeinsam mit BaSIS als Beratungsgrundlage genutzt werden. Im Hinblick auf die standörtliche Eignung von Baumarten ist BaSIS ein wichtiges Beratungswerkzeug, das um weitere Elemente wie die bisherige Standortkarte, die Beobachtung der Humusaufgabe und des Oberbodens sowie der Bodenvegetation oder eine Bodenansprache mit dem Bohrstock ergänzt werden sollte. Für das Ergebnis der Beratung sind neben dem Standort noch zahlreiche weitere Aspekte wichtig, dem trägt die Praxishilfe Rechnung, indem sie einige dieser Themen komprimiert darstellt. Für tiefergehende Analysen ist die Nutzerin bzw. der Nutzer der Praxishilfe auf die entsprechenden Fachveröffentlichungen verwiesen.

Grundlagen

Im ersten Teil der Praxishilfe werden Hintergründe erläutert, die zum besseren Verständnis der Steckbriefe beitragen. Zum jeweiligen Thema Verbreitung, Arteigenschaften, Klima, Wasser und Boden, Anbaurisiko, Leistung und Waldbau im Steckbrief werden Methoden, Modelle und Grundlagen zu den abgeleiteten Schwellenwerten dargestellt. Zusätzlich werden Grafikformen und Symbole erläutert, Begriffe definiert und Quellen genannt. Erläuterungen zu den Themen Holzverwendung, Waldschutz und Artenvielfalt vervollständigen den Grundlagenteil.

Baumartensteckbriefe

Den Kern der Praxishilfe bilden die vierseitigen Steckbriefe für 16 Baumarten. Das aktuelle Wissen zu den standörtlichen Baumartenansprüchen wird aus Expertenwissen, Fachliteratur und Analysen der LWF für alle Baumarten übersichtlich aufbereitet. Die Achsen der Abbildungen in den Steckbriefen sind gleich, so dass ein einfacher Vergleich zwischen den Baumarten möglich ist.

Der Vorspann jedes Steckbriefes ist eine markante Zusammenfassung zur jeweiligen Baumart. Es werden die bisherige

Stellung der Baumart in der Forstwirtschaft aufgeführt, Besonderheiten im Vergleich zu anderen Baumarten genannt, Chancen und Risiken der Baumart mit Blick auf die Zukunft sowie Aussagen zum Thema Biodiversität und Naturschutz getätigt. Der Schattenriss zeigt einen adulten Baum mit dem arteigenen Wurzelsystem, das im Steckbrief nicht immer explizit genannt wird. Das Piktogramm zeigt die im Rahmen der dritten Bundeswaldinventur (2012) gemessenen maximalen Oberhöhen der jeweiligen Baumart und dient dem Vergleich mit anderen Baumarten.

Aspekte, die das Anbaurisiko bestimmen, sind in den dann folgenden Abschnitten aufgeführt: Die Verbreitung in Europa zeigt den makroökologischen Zusammenhang mit dem Klima und großen geologischen Einheiten. Die detailliertere Verbreitung in Bayern und die Einnischung in einem Gebiet, in dem die Forstpraktiker sich gut auskennen, vertiefen diesen Blick. Aus Literatur abgeleitete Toleranzen der Arten bezüglich Schatten, Trockenheit u. a. werden als Schieberegler dargestellt. Aus der europäischen Verbreitung abgeleitete Anbauswellenwerte sind als Klimahüllen und Boxplots gezeigt. Im Anschluss werden Einschränkungen und Ansprüche durch bzw. an den Boden, so wie in BaSIS zugrundeliegend, beschrieben. Bodenreaktion und Feuchte sind auch die Achsen, die in Ökogrammen verwendet werden. Sie fassen auf ihre Art die Ansprüche an Klima und Boden zusammen.

Diese ersten Abschnitte beschreiben die Ökologie der Arten und münden in der bayernweiten Darstellung des Anbaurisikos, das die Ansprüche an Klima und Boden komprimiert darstellt. Neben der Darstellung der jüngeren Vergangenheit wird das Anbaurisiko auch für eine mögliche Erwärmung bis zum Ende des Jahrhunderts abgebildet, so dass Chancen und Risiken unter Berücksichtigung eines Klimawandels abgewogen werden können.

Die abiotischen Ansprüche der Arten werden in kurzen Abschnitten um Fragen der Leistung, Biodiversität, des Waldschutzes und der Holzverwendung ergänzt – alles Aspekte, die bei der waldbaulichen Umsetzung und der Entscheidung für eine Baumart wesentlich sind. Die Steckbriefe enden mit einem Abschnitt zum Waldbau, der einen Rahmen für die praktische Umsetzung im forstlichen Anbau gibt.

Ein Aspekt, der im vierseitigen Steckbrief nicht thematisiert wird, aber heute bei der Baumartenwahl wichtiger denn je ist, sind Informationen zur Herkunft. Da bis auf den Feldahorn alle Arten der Steckbriefe dem Forstvermehrungsgutgesetz unterliegen, liegen Herkunftsempfehlungen für diese Baumarten vor. Diese sind u. a. im Internet auf den Seiten des Bayerischen Amtes für Waldgenetik zu finden, das auch weitere Informationen zur Herkunftswahl der Baumarten vor dem Hintergrund des Klimawandels bereitstellt.

Verbreitung

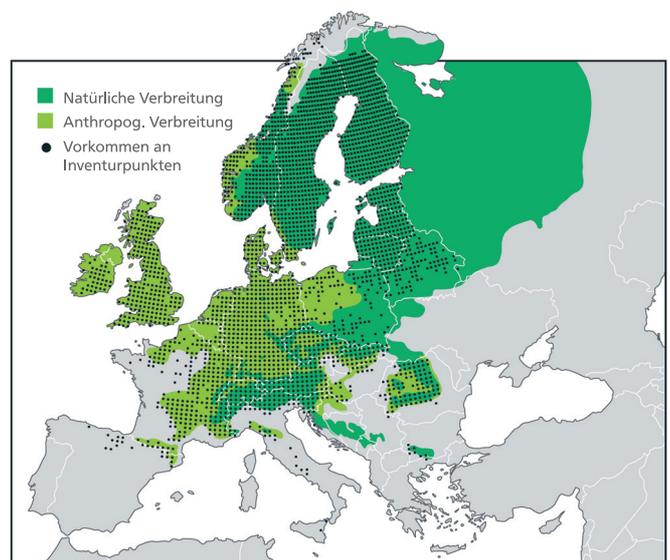
Die Verbreitung der Baumarten wird in Form von Karten vom Großen zum Kleinen für Europa und für Bayern dargestellt. Aus der natürlichen Verbreitung einer Baumart kann grundsätzlich ihre klimatische Nische abgeleitet werden: Wie sieht es mit Wärme-, Kälte- oder Trockentoleranz für die Baumart aus? Allerdings wurden viele Baumarten auch außerhalb ihres natürlichen Verbreitungsgebiets aus forstwirtschaftlichen Überlegungen heraus angebaut. Wichtige Informationen über die aktuelle Verbreitung der Baumarten in Bayern beinhaltet die dritte Bundeswaldinventur aus dem Jahre 2012.

Verbreitung in Europa

In den Karten zur Verbreitung der Baumarten in Europa werden die potenzielle natürliche Verbreitung der Baumarten und bei einzelnen Arten zusätzlich auch die anthropogene (forstliche) Verbreitung dargestellt. So ist beispielsweise die Fichte weit über ihre natürliche Verbreitung hinaus forstlich erfolgreich angebaut worden (Abbildung rechts oben). Als Datengrundlage für die Verbreitung der Baumarten werden die Verbreitungskarten aus der Datenveröffentlichung von CAUDULLO et al. (2017) verwendet (Tabelle rechts unten). Die Autoren haben eine Synthese vorhandener digitaler Artverbreitungskarten und beobachteter Vorkommen erstellt, die die kontinentale Verbreitung darstellen soll, ohne den Anspruch, genaue Vorkommen aus den Karten ableiten zu können. Sofern die Verbreitungskarten von CAUDULLO et al. (2017) die Verbreitung nicht ausreichend darstellen, wurden diese mit eigenen Artverbreitungsmodellen (LWF 2012 und THURM et al. 2018), die auf Daten von MAURI et al. (2017) und Umweltdaten wie Temperatur- und Niederschlagswerten beruhen, ergänzt (Tabelle rechts unten).

Die Verbreitungskarten werden mit realen Vorkommen an Inventurpunkten aus dem Datensatz von MAURI et al. (2017), der überwiegend nationale Inventuren und ICP Forests-Daten aus dem Internationalen Kooperationsprogramm Wälder (<http://icp-forests.net>) darstellt, ergänzt. Aus Gründen der Darstellbarkeit wurden die Vorkommensdaten gefiltert, so dass alle Vorkommen innerhalb von 32 km auf einen Punkt verdichtet wurden. Die Information über die Vorkommenshäufigkeit – und damit wie typisch eine bestimmte Region und ihr Klima für die Art ist – wird also in dieser Abbildung nicht dargestellt.

Datengrundlagen für die natürliche Verbreitung und ggf. anthropogene Verbreitung der Baumarten in Europa.



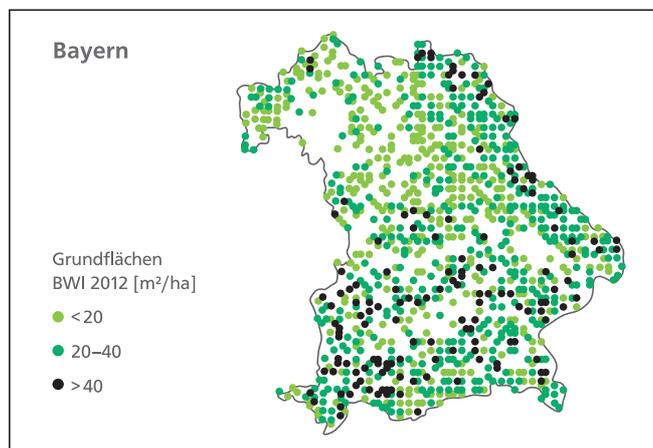
Vorkommen von Fichte in Europa (Maßstab 1:50 Millionen)

Baumart	Natürliche Verbreitung	Anthropogene Verbreitung
Fichte	CAUDULLO et al. 2017	CAUDULLO et al. 2017
Weißtanne	CAUDULLO et al. 2017	CAUDULLO et al. 2017
Waldkiefer	CAUDULLO et al. 2017	
Europäische Lärche	CAUDULLO et al. 2017	THURM et al. 2018
Douglasie		LWF (2012)
Buche	CAUDULLO et al. 2017	
Stieleiche	CAUDULLO et al. 2017	
Traubeneiche	CAUDULLO et al. 2017	
Bergahorn	CAUDULLO et al. 2017	
Spitzahorn	CAUDULLO et al. 2017	
Feldahorn	CAUDULLO et al. 2017	
Esche	CAUDULLO et al. 2017	
Winterlinde	CAUDULLO et al. 2017	
Hainbuche	CAUDULLO et al. 2017	
Schwarzerle	CAUDULLO et al. 2017	
Sandbirke	CAUDULLO et al. 2017	

Verbreitung

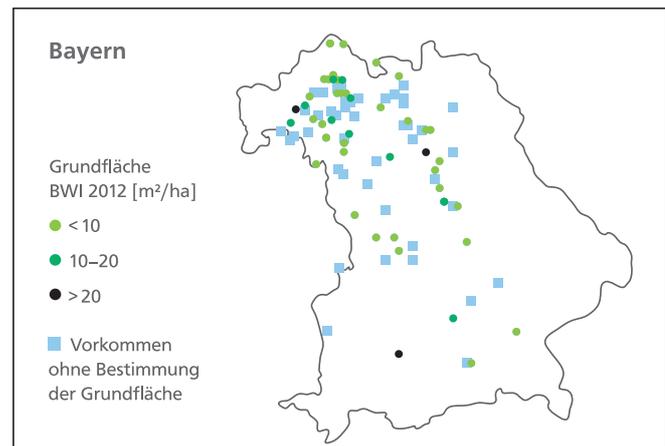
Verbreitung in Bayern

Die Darstellung der Verbreitung in Bayern ist näher am Erfahrungshorizont der bayerischen Nutzer der Praxishilfe als die Verbreitung innerhalb Europas. Die dargestellten Vorkommen wurden aus den bayerischen Daten der dritten Bundeswaldinventur 2012 (BWI 2012) entnommen. Je nach Häufigkeit der Baumart wurde eine unterschiedliche Darstellung und Filterung der Daten gewählt. Die BWI-Daten liegen bayernweit in einem einheitlichen Aufnahme-Raster von 4 × 4 km vor. Die Daten der in Bayern liegenden Gebiete mit einem dichteren Aufnahme-Raster wurden für die Abbildungen ebenfalls nur mit der Netzdichte 4 × 4 km verwendet. Bei der BWI werden unterschiedliche Aufnahmemethoden angewendet. Für die Praxishilfe wurden die Informationen der Winkelzählproben verwendet. Zum einen wurden die Zählbäume der Winkelzählprobe mit Zählfaktor 4 (WZP 4) verwendet, die für eine Angabe mittlerer Grundflächen pro Hektar ausgewertet wurden. Zum anderen wurden bei selteneren Baumarten zusätzlich Daten der Winkelzählprobe mit Zählfaktor 1 oder 2 (WZP 1/2) dargestellt, bei der die Bäume als Grundlage für die Beschreibung der Waldstruktur nach Baumart und Schicht gezählt, aber nicht weiter vermessen werden (BMELV 2011).



Vorkommen von Fichte in Bayern (Maßstab 1:2 Millionen)

Auf Grund einer besseren Übersichtlichkeit wurden die bis zu vier Traktecken der BWI gemittelt: Für die Grundflächen der WZP 4 wurden die Grundflächen über die Traktecken mit der Baumart gemittelt. Die Legenden wurden je Baumart an die Verteilung der Werte angepasst, um eine grobe Übersicht über Regionen mit höheren und niedrigeren Grundflächen zu erhalten. Das Niveau der mittleren Grundflächen unterscheidet sich beispielsweise zwischen Feldahorn und Fichte deutlich. Bei häufigen Baumarten (Fichte, Kiefer, Buche) wurden zusätzlich die Trakte mit dem gleichen Verfahren, das auch bei den Europakarten angewendet wurde, aggregiert: Trakte innerhalb von 7-km-Rasterzellen wurden zusammenfasst. Bei selteneren



Vorkommen von Feldahorn in Bayern (Maßstab 1:2 Millionen)

Baumarten wurde im Gegensatz dazu neben den Vorkommen und Grundflächen aus der WZP 4 auch noch das Vorkommen (ja oder nein) der WZP 1/2 ausgewertet und dargestellt. In Fällen, in denen die Informationen am Trakt für beide Winkelzählproben vorlagen, wurden nur die Ergebnisse der WZP 4 dargestellt. Die Eichen haben eine Mittelstellung zwischen hier als häufig und selten betrachtete Arten: Es werden alle 4 × 4 km WZP 4-, aber keine WZP 1/2-Trakte dargestellt.

Literatur

- Caudullo, G.; Welk, E.; San-Miguel-Ayanz, J. (2017): Chorological maps for the main European woody species. Data in Brief (12), S. 662–666. Doi:10.1016/j.dib.2017.05.007
- Mauri, A.; Strona, G.; San-Miguel-Ayanz, J. (2017): EU-Forest, a high-resolution tree occurrence dataset for Europe. Scientific data (4), 160123. Doi:10.1038/sdata.2016.123
- Thurm, E. A.; Hernández, L.; Baltensweiler, A.; Ayan, S.; Rasztoivits, E.; Bielak, K.; Zlatanov, T. M.; Hladnik, D.; Balic, B.; Freudenschuss, A.; Büchsenmeister, R.; Falk, W. (2018): Alternative tree species under climate warming in managed European forests. Forest Ecology and Management (430), S. 485–497. Doi:10.1016/j.foreco.2018.08.028
- BMELV – Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (2011): Aufnahmeanweisung für die dritte Bundeswaldinventur (2011–2012). 2. geänd. Aufl., Mai 2011, Bonn, 107 S.
- BWI (2012): www.bundeswaldinventur.de/fileadmin/SITE_MASTER/content/Dokumente/Downloads/AufnahmeanweisungBWI3.pdf; zuletzt aufgerufen 06.08.2018

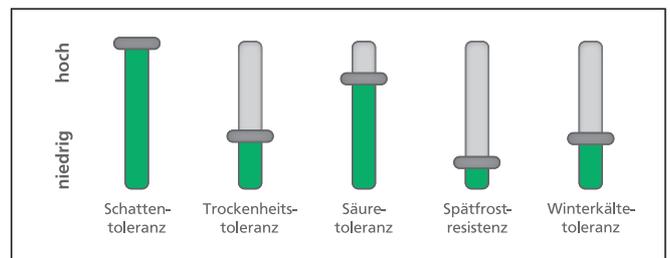
Arteigenschaften

Die Arteigenschaften einer Baumart bestimmen in herausragender Weise, wo und unter welchen Bedingungen eine Baumart wachsen und gedeihen kann und wo nicht. Von den zahlreichen ökologischen Arteigenschaften werden hier fünf wichtige in Form von Schieberegler dargestellt und bewertet. Hierbei handelt es sich um Schattentoleranz, Trockenheitstoleranz, Säuretoleranz, Spätfrostresistenz und Winterkältetoleranz. Bei der Verwendung ist zu beachten, dass die Aussagen eine Tendenz zeigen und die Einwertung nicht als absolut gesehen werden kann. Je weiter oben der Schieberegler ist, umso größer ist die Anpassungsfähigkeit der Baumart an Standorts- und Klimafaktoren.

Ziel war es, die Arteigenschaften in Form einer einfachen Übersicht innerhalb der Baumart und zwischen den Baumarten vergleichbar darzustellen. Als Grundlage sollten belastbare Quellen dienen. Allerdings nutzen unterschiedliche Autoren unterschiedliche Bewertungsansätze, was es erschwert, Aussagen aus verschiedenen Quellen zu einer verlässlichen Angabe zusammenzufassen. Ältere Literaturquellen und forstliche Klassiker beruhen nicht immer auf exakten Untersuchungen, sondern auf Erfahrungen und langjährigen Beobachtungen und haben somit unter Umständen einen gewisse Unschärfe (z. B. bei verbalen Beschreibungen).

ELLENBERG UND LEUSCHNER (2010) beschreiben die Empfindlichkeit gegen Dürrezeiten im Sommer in fünf Kategorien von »sehr groß« bis »sehr gering«. Andere Quellen wie OTTO (1994) (siehe Tabelle S. 13) geben das Toleranzniveau in Form von Zahlen von 1 bis 5 an. Diese Informationen sind dennoch von großem Wert. Neuere Untersuchungen wie die von NIINEMETS und VALLADARES (2006) bringen das Wissen von Förstern und Ökologen über Arteigenschaften mit den Ergebnissen aus Untersuchungen zusammen, um daraus verlässlichere Informationen zu gewinnen. Alle Angaben wurden in fünf Klassen eingeteilt und bei mehreren Quellen ein Durchschnittswert errechnet. Dieser wird in Form des Schiebereglers dargestellt. Uneinheitliche Bewertungen wurden mit Hilfe von Standortsexperten zu einer verdichteten Aussage zusammengefasst. Das Ergebnis zeigt daher eine relative und keine absolute Bewertung, es wird auf eine Skalierung verzichtet. Entsprechend ist die Achse der Schieberegler mit den Begriffen »hoch« und »niedrig« bezeichnet, wie die Abbildung rechts oben am Beispiel der Buche zeigt.

In den nachfolgenden Abschnitten werden die dargestellten Arteigenschaften und die Definitionen in den verwendeten Quellen aufgeführt. Für eine schnellere Vergleichbarkeit wurden alle Arteigenschaften als Toleranzen bzw. Resistenzen dargestellt, die das Wachstum und die Vitalität der Baumart einschränken.



Darstellung der Arteigenschaften am Beispiel der Buche

Schattentoleranz

Licht ist einer der essentiellen Faktoren für das Pflanzenwachstum. Wieviel Schatten eine junge Pflanze erträgt, um sich dennoch im Konkurrenzgefüge durchzusetzen, wird in der Schattentoleranz ausgedrückt. Bei den meisten Baumarten ändert sich der Lichtanspruch mit dem Alter und steigt dann eher an. ELLENBERG UND LEUSCHNER (2010) beschreiben die Schattentoleranz als »Fähigkeit als Jungwuchs Schatten zu ertragen«. OTTO (1994) sieht diese Arteigenschaft als einen »wesentlichen Schlüsselfaktor zur Durchsetzung der Art«. NIINEMETS UND VALLADARES (2006) berufen sich auf eine Vielzahl alter und neuer Literaturquellen. Messbare Untersuchungen zur Schattentoleranz verschiedener Baumarten und deren Ergebnisse beziehen sich auf sehr junge Pflanzenexemplare (Keimlinge und Sämlinge). Für die Baumart Douglasie standen nur Angaben aus NIINEMETS UND VALLADARES (2006) zur Verfügung.

Arteigenschaften

Trockenheitstoleranz

Bei sich ändernden Umweltbedingungen flexibel reagieren zu können, ist eine Voraussetzung für die Durchsetzung einer Baumart. Die Eigenschaft, Trockenperioden langfristig zu ertragen, hängt unter anderem von der Ausbildung des Wurzelsystems, dem arteigenen Habitus der Baumart und nicht zuletzt vom Standort ab. ELLENBERG UND LEUSCHNER (2010) beschreiben diese Arteigenschaft als »Empfindlichkeit gegenüber Dürrezeiten im Sommer«. OTTO (1994) schreibt zur Trockenheitstoleranz: die »Anspruchslosigkeit an die Wasserversorgung und Dürreeristenz erweitern die Verbreitungsmöglichkeiten«. NIINEMETS UND VALLADARES (2006) verdichten auch hier eine Vielzahl von Literaturquellen und geben keine eigene Definition. Für die Baumart Douglasie standen nur die Angaben aus NIINEMETS UND VALLADARES (2006) zur Verfügung.

Säuretoleranz

Bei einem ausgewogenen Anteil der basisch reagierenden Pflanzennährstoffe Calcium, Magnesium, Kalium und Natrium im Boden gedeihen grundsätzlich alle Baumarten gut. Die Waldböden weisen jedoch eine große Variation an Nährstoffverteilungen im Boden auf. Diese unterschiedlichen Standorte werden in Bayern an Hand des Tiefenverlaufs der Basensättigung dargestellt (siehe Kapitel »Wasser und Boden«). Nicht jede Baumart kommt mit jedem Standort zurecht. Besonders bei Nährstoffmangel zeigen bestimmte Baumarten verringerte Leistungsfähigkeit und Vitalität. Baumarten, die mit geringen Anteilen an Calcium, Magnesium und Kalium auskommen und dennoch vital und leistungsfähig sind, haben eine hohe Nährstoffmangeltoleranz bzw. eine hohe Säuretoleranz. Da in Bayern die Waldstandorte mit mäßiger bis geringer Basenausstattung überwiegen, die Kalkalpen ausgenommen, wird bei dem Schieberegler diese Eigenschaft als Säuretoleranz beschrieben. OTTO (1994) beschreibt als Standortseigenschaft die »Nährstoffmangeltoleranz«: »Eine niedrige Nährstoffausstattung und Bodensäure behindern das Wachstum kaum«. In der »Patch-Tabelle« aus BaSIS (TAEGER et al. 2016) hat man sich an dem Anbaurisiko bei den Basenverlaufstypen orientiert und so die Säuretoleranz eingewertet. Für die Baumart Douglasie standen nur die Angaben aus BaSIS zur Verfügung.

Spätfrostresistenz

Die Spätfrostresistenz hängt von vielen Faktoren ab. Auch innerhalb einer Baumart zeigen unterschiedliche Herkünfte unterschiedliche Austriebszeitpunkte und damit Spätfrostresistenz. Auch die Lage im Gelände – z. B. Muldenlagen – kann die Resistenz senken und Spätfrostgefährdung erhöhen. ELLENBERG UND LEUSCHNER (2010) machen Aussagen zur Empfindlichkeit von Spätfrost im Frühjahr. Davon wurde die Spätfrostresistenz abgeleitet. OTTO (1994) nennt die Spätfrostresistenz als »wesentlichen Faktor für die Widerstandsfähigkeit von Jungwüchsen gegen Ausmerzung«. SCHÜTT et al. (1992) schreiben zur Fichte, dass besonders Jungpflanzen und Individuen im Freiland sowie ungeeignete Herkünfte gefährdet sind. Für die Baumart Douglasie standen nur die Angaben der forstlichen Praktiker zur Verfügung.

Die Winterkältetoleranz

ELLENBERG UND LEUSCHNER (2010) beschreiben die Winterkältetoleranz als »die Empfindlichkeit gegenüber Winterfrost«. ROLOFF UND BÄRTELS (1996) teilen Mitteleuropa in 17 Winterhärtezonen ein und ordnen jeder Baumart eine Zone zu. Diese Zonen wurden für den Schieberegler auf fünf Klassen reduziert. Für die Baumart Douglasie standen nur die Angaben aus ROLOFF UND BÄRTELS (1996) zur Verfügung.

Literatur

- Ellenberg, H.; Leuschner, C. (2010): Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen in ökologischer, dynamischer und historischer Sicht. S. 119 Tabelle 12, S. 1020–1023, vollst. neu bearb. und stark erw. Aufl. Stuttgart: Ulmer (UTB, 8104)
- Niinemets, Ü.; Valladares, F. (2006): Tolerance to shade, drought, and waterlogging of temperate northern hemisphere trees and shrubs. Ecological Monographs 76(4), S. 521–547
- Otto, H.-J. (1994): Waldökologie. S. 73, Tab. 4 und S. 72–76, Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart
- Roloff, A.; Bärtels, A. (1996): Gartenflora – Band 1 Gehölze: Bestimmung, Herkunft und Lebensbereiche. 1. Auflage, Ulmer Verlag, Stuttgart 1996
- Schütt, P.; Schuck, H.J.; Stimm, B. (1992): Lexikon der Forstbotanik. Morphologie, Pathologie, Ökologie und Systematik wichtiger Baum- und Straucharten. 1. Aufl., Landsberg/Lech: ecomed
- Taeger, S.; Jantsch, M.; Kölling, C. (2016): Einfluss besonderer Standortsfaktoren auf die Baumartenwahl. AFZ-DerWald 4, S. 14–18

Arteigenschaften

Baumart	Standorts-Eigenschaften			Art-Eigenschaften					Gefährdungen			
	Kältetoleranz	Trockenheitstoleranz	Nährstoffmangeltoleranz	Schattentoleranz	Höhenwuchs	Stabilität	Lebensdauer	Verjüngungspotenz	Spätfrostresistenz	Windwurf/Schneebruchresistenz	Waldbrandresistenz	Widerstand geg. biot. Schaderreger
Buche	4	3	3	5	5	4	4	4	2	4	5	3
Winterlinde	2	3	3	5	4	4	5	3	4	4	5	3
Weißtanne	4	2	4	5	5	5	4	4	1	5	2	2
Traubeneiche	2	4	4	1	4	5	5	3	2	5	5	5
Stieleiche	2	3	3	1	4	5	5	3	2	5	5	5
Bergahorn	4	2	2	3	4	4	4	5	4	4	5	3
Spitzahorn	3	2	2	3	4	4	4	5	4	4	5	3
Europ. Lärche	5	4	4	1	5	4	4	4	2	4	4	2
Sommerlinde	3	3	2	5	4	4	5	3	3	4	5	3
Waldkiefer	5	5	5	2	4	4	4	4	5	2	1	2
Zirbelkiefer	5	4	4	3	3	5	5	2	5	5	2	5
Bergkiefer	5	4	5	2	3	5	3	2	5	5	1	5
Vogelbeere	5	4	5	3	1	5	3	5	5	5	5	3
Fichte	5	3	4	5	5	1	4	4	2	1	2	1
Bergulme	2	1	1	3	4	5	4	2	4	5	5	1
Esche	2	3	1	2	5	3	4	5	1	4	5	2
Hainbuche	2	2	2	4	3	4	4	4	3	4	5	4
Aspe	5	2	5	2	3	4	2	5	5	2	4	2
Sandbirke	5	4	5	1	2	2	1	5	5	2	2	4
Elsbeere	1	4	1	3	3	4	4	1	5	5	5	3
Speierling	1	4	1	4	2	5	4	1	5	5	5	1
Mehlbeere	1	4	1	3	2	5	4	1	5	5	5	3
Feldahorn	2	2	2	3	1	5	4	3	3	4	5	4
Grauerle	4	4	4	1	1	4	1	4	5	3	5	3
Roterle	3	2	2	1	3	5	2	2	4	3	5	3
Moorbirke	5	2	5	1	2	2	1	5	5	2	2	4
Wildkirsche	1	4	2	1	3	3	1	2	4	4	5	1
Flatterulme	1	1	1	2	1	5	3	2	4	5	5	1
Eibe	2	2	1	4	1	4	5	3	4	4	2	2
Wildapfel	3	3	2	1	2	4	3	3	3	4	5	3
Wildbirne	2	3	2	1	2	5	3	3	2	4	5	3
Walnuss	1	4	2	1	3	5	4	3	1	4	5	3
Silberweide	2	2	2	1	3	4	2	4	3	3	4	2

Ökologische Potenz mitteleuropäischer Baumarten (OTTO 1994, verändert)

Toleranzniveau:

1 = sehr niedrig
2 = niedrig
3 = mittel
4 = hoch
5 = sehr hoch

Kältetoleranz:

Toleranz niedriger Temperaturen während der Vegetationszeit, bestimmt u. a. höhenzonale Verbreitung

Trockenheitstoleranz:

Anspruchslosigkeit an die Wasserversorgung und Dürreeristenz erweitern Verbreitungsmöglichkeiten

Nährstoffmangeltoleranz:

niedrige Nährstoffausstattung und Bodensäure behindern Wachstum nicht oder kaum

Schattentoleranz:

wesentlicher Schlüsselfaktor zur Durchsetzung der Art, da Licht im dichten Waldgefüge rasch ein Mangelfaktor wird

Höhenwuchs:

hochwachsende Arten vermögen zu dominieren, mattrüchsig geraten u. U. in eine Stress verursachende Beschattungssituation

Stabilität:

Tendenz zur tiefen und festen Durchwurzelung auf schwierigem Standort erhöht die Überlebenschancen

Lebensdauer:

Arten mit langer Lebensdauer können Standorte länger besetzt halten als kurzlebige

Verjüngungspotenz:

Strategien reichlichen Fruchtlens, vegetativer Vermehrung und vorteilhafter Ausbreitungsmechanismen der Samen sind eine Grundvoraussetzung für Standortseroberung

Spätfrostresistenz:

wesentlicher Faktor für die Widerstandsfähigkeit von Jungwüchsen gegen Ausmerzung

Windwurf/Schneebruchresistenz:

nach Verankerung (Durchwurzelung) im Boden, Kronenform, winterlichem Zustand (belaubt oder unbelaubt) unterschiedlich artgebundene Anfälligkeit

Waldbrandresistenz:

Entzündungstemperaturen und Kalorienentwicklung bei Brand in lebenden und toten Pflanzenteilen sind bei den Baumarten unterschiedlich und bestimmen ihren Gefährdungsgrad

Widerstand gegen biotische Schaderreger:

entweder sind wenig pilzliche und tierische – Konsumenten, Destruenten – Schäden für eine Art vorhanden (z. B. Buche) oder es gibt viele, aber die Schädigung wird selten letal (z. B. Eiche)

Klima

Das Klima ist der bedeutendste Standortfaktor, wenn es darum geht, wo eine Baumart vorkommen kann und wo nicht. Das Klima setzt sich aus zahlreichen über einen langen Zeitraum gemittelten meteorologischen Elementen zusammen. Zu den für unsere Baumarten wichtigsten Klimaelementen zählen die Lufttemperatur und der Niederschlag. Die baumartenspezifischen Klimahüllen beschreiben den Wohlfühlbereich einer jeden Baumart in Abhängigkeit von Jahresdurchschnittstemperatur und Jahresniederschlag. Eine weitere Differenzierung bringt die jahreszeitliche Verteilung von Lufttemperatur und Niederschlag. Boxplots zur Minimum-Temperatur des kältesten Monats sowie zur mittleren Temperatur und Niederschlagssumme des wärmsten Quartals veranschaulichen, welche klimatischen Bedingungen für die jeweilige Baumart günstig bzw. ungünstig sind.

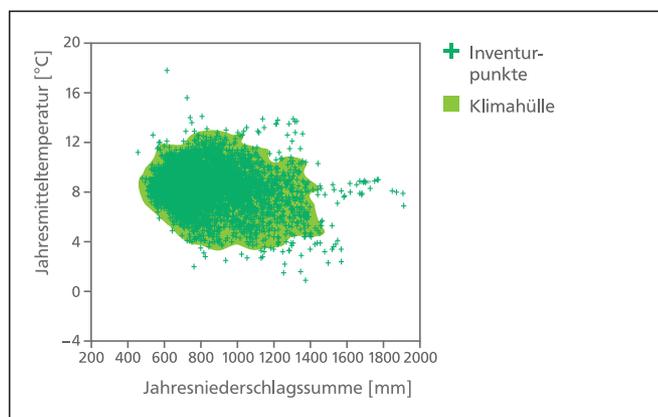
Auf kontinentaler Skala wird die Verbreitung der zonalen Vegetation überwiegend durch das Klima und den Menschen bestimmt, der durch Landnutzung und gezieltes Einbringen von Baumarten im Zuge der Forstwirtschaft Einfluss auf die Artenzusammensetzung der Wälder hat. Im Falle von azonaler Vegetation oder bei Arten mit besonderen Bodenansprüchen wird das klimatische Muster verändert und andere Verbreitungsmuster sind auch auf der europäischen Skala sichtbar. Auf der lokalen Ebene – bei einheitlichem Klima – ist dann die Einnischung aufgrund von Bodeneigenschaften deutlicher und variiert das große klimatische Muster. Boden und Klima wirken aber auch zusammen: Ein tiefgründiger Boden kann Wasser speichern und damit Trockenphasen eine Zeit lang abpuffern, ein flachgründiger Boden mit geringem Speicher kann eine klimatische Trockenheit oder eine Trockenphase noch verstärken (vgl. MELLERT et al. 2017).

Aus der Betrachtung der Verbreitung in Europa können Hinweise auf klimatische Schwellenwerte und Ansprüche abgeleitet werden. Einschränkend muss dabei die Qualität der europaweiten Klimadaten berücksichtigt werden, die nicht ganz so genau sind wie regionale Karten beispielsweise des Deutschen Wetterdienstes (DWD), der in der Regel wesentlich mehr Klimastationen nutzt und dessen Karten eine deutlich höhere räumliche Auflösung haben. Eine weitere Quelle für Ungenauigkeiten sind Fehler bei Artansprache (Extremwerte können beispielsweise bei den Eichen durch eine falsche Bestimmung von Stiel- oder Traubeneiche herrühren), teils wird in den Daten nicht auf Artniveau unterschieden (beispielsweise in der Bundeswaldinventur im Falle der Linden). Zusätzlich kommt eine Ungenauigkeit durch die Lageangabe der Inventurdaten hinzu. Trotz aller Einschränkungen in der Genauigkeit sind der Vergleich zwischen den Arten und die Darstellung von absoluten Verbreitungsgrenzen glaubwürdig möglich. Die Schwellenwerte dürfen hierbei aber nicht auf zehntel Grad oder 10er mm genau angenommen werden.

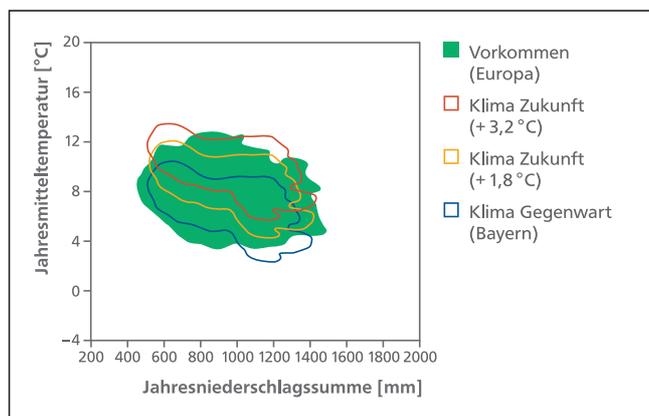
Die verwendeten Inventurdaten für die Klimahüllen und Boxplots im Abschnitt »Klima« entstammen im Großen und Ganzen der Datenveröffentlichung von MAURI et al. (2017). Für die Klimahüllen wurden die Daten ebenso wie bei der europäischen Verbreitungskarte ausgedünnt: In Rasterzellen mit 16 km Kantenlänge wurde jeweils nur ein Vorkommen berücksichtigt. Nur wenn die Zelle keine Vorkommen einer Art hatte, wurde sie mit »Art nicht vorhanden« gewertet.

Klimahüllen

Für die Darstellung der Klimahülle (vgl. KÖLLING 2007) wurden die Daten in Form eines Diagramms mit mittlerer Jahrestemperatur und Jahresniederschlagssumme eingezeichnet. Bei den Kombinationen dieser zwei Parameter, die typisch für die Art sind, häufen sich die Punkte. Dort wo die Art selten ist, werden die Punkte weniger. Die Klimahülle wird mit Hilfe eines Dichtemaßes gezeichnet: Die Fläche, die möglichst hohe Punktedichten hat, wird als typischer Klimaraum für die Art dargestellt. Randvorkommen oder Extreme werden nicht berücksichtigt. Die Extreme können besondere Standorte (bspw. mit Grundwasseranschluss) oder schlicht aus vorher genannten Gründen falsch sein. Es kann aber auch sein, dass diese Standorte grundsätzlich in Europa selten sind und daher als nicht typisch angesehen werden. Der Algorithmus ist einerseits sehr objektiv, andererseits auch konservativ, da die extremeren Vorkommen nicht berücksichtigt werden. Da keine Leistungsinformation berücksichtigt werden kann (Bonität oder Ähnliches) und die Leistung an extremeren Standorten (trocken oder kalt) oft nicht sehr hoch ist, werden in der Regel forstlich eher weniger interessante Standorte weggelassen. Die Abbildungen zeigen die so erstellte Klimahülle für die Buche mit den verwendeten Inventurpunkten (unten) sowie die reduzierte Variante für die Steckbriefe (rechts). In der Abbildung für die Steckbriefe wird zusätzlich zur Klimahülle der Art die aus den Punkten der Bundeswaldinventur hergeleitete Klimahülle Bayerns eingezeichnet, sowohl in der Gegenwart (Klima der Periode 1971–2000) als auch in zwei Zukunftsszenarien (2061–2080) unterschiedlich starker Erwärmung (RCP 4.5 mit plus 1,8°C und RCP 8.5 mit plus 3,2°C, jeweils Daten aus dem Datensatz WorldClim 1.4 und den Klimamodellen MPI-ESM-LR). Damit wird visualisiert, ob die Baumart heute und bei



Klimahülle für die Buche mit den für die Herleitung verwendeten europäischen Inventurpunkten



Klimahülle für die Buche mit dem gegenwärtigen Klima für Bayern und den Klimaszenarien RCP 4.5 und RCP 8.5

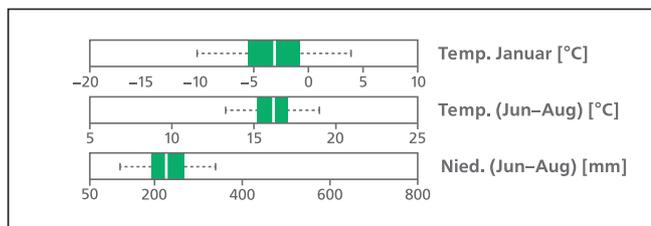
unterschiedlich starker Erwärmung für die Waldfläche Bayerns geeignet ist und an welchem Verbreitungsrand gegebenenfalls Schwellenwertüberschreitungen derzeit wahrscheinlich sind oder bei den dargestellten Erwärmungen wahrscheinlich werden.

Ein weiterer Aspekt der Methode zur Herleitung von Klimahüllen ist es, dass sie keine sehr scharfen Verbreitungsgrenzen darstellen kann. Am trockenen Rand zeichnet die hellgrüne Fläche etwas über die Vorkommen (grüne Kreuze) hinaus. Seltener, extremere Punkte liegen außerhalb der typischen Verbreitung und werden von der Klimahülle nicht erfasst. Im Beispiel sind 1% – hier 56 von 5591 – Vorkommen nicht berücksichtigt. Als Schwellenwerte können eine Jahrestemperatur von ca. 12°C und eine Mindestsumme an Jahresniederschlag von ca. 550 mm abgelesen werden. Diese Schwellen sind aber meist nicht alleine gültig, sie sind voneinander abhängig: Höhere Temperaturen sind für die Bäume eher in Verbindung mit höheren Niederschlagssummen zu ertragen. In der Abbildung wird das im Falle der Buche durch den schräg ansteigenden Verlauf des oberen Randes der Klimahülle im Bereich von 500 bis ca. 800 mm und zwischen 9 und ca. 12,5°C verdeutlicht. Am konkreten Standort werden diese Schwellenwerte natürlich noch vom Bodenspeicher für Niederschläge (siehe links) und der Lage im Relief variiert. So ist in grundsätzlich wärmeren Regionen am Verbreitungsrand einer Art ein Nordhang noch erträglich, der entsprechende Südhang gegebenenfalls schon nicht mehr.

Klima

Boxplots

Da Jahreswerte zwar sehr anschaulich sind – jeder hat eine Vorstellung davon – sind sie ein sehr gutes Hilfsmittel für die Darstellung der Verbreitung als Klimahülle. Die Verteilung der Temperatur und Niederschläge im Jahresverlauf bringt oft noch eine weitere Differenzierung: Wie sieht es mit Wintertemperaturen bzw. Ozeanität/Kontinentalität aus? Welche Sommertemperaturen erträgt die Art? Was ist ein typischer Bereich an Sommerniederschlägen, den die Art bevorzugt bzw. benötigt? Diesen Fragen nähert sich die Praxishilfe durch eine zusätzliche Darstellung in Form von drei Boxplots: Minimum-Temperatur des kältesten Monats, in der Regel Januar, mittlere Temperatur und Niederschlagssumme des wärmsten Quartals, in der Regel Juni-August. Da es für diese Temperaturen nicht unbedingt ein gutes Vorstellungsvermögen bei den meisten Lesern der Praxishilfe geben wird, sind in Tabelle Seite 17 Werte aus dem WorldClim-Datensatz Version 1.4 (HIJMANS et al. 2005) für alle Koordinaten der Amtssitze der Ämter für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (AELFs) angegeben. Abweichungen zu Daten des DWD sind möglich, die relative Einstufung der Amtssitze und die Vergleichbarkeit mit den europäischen Verbreitungsdaten stehen hier im Vordergrund. Die Boxplots selbst stellen den Median (dicker weißer senkrechter Strich) und den Bereich zwischen 25 und 75% Quantil als grüne Box dar (mittlere 50% der Werte). Die Whiskers (»Barthaare«) gehen in beide Richtungen bis zu dem Punkt, der nicht weiter als der 1,5-fache Interquartilsabstand liegt, und stellen somit auch die extremeren Vorkommen dar.



Boxplots mit Klimawerten der Buche in Europa

In der Abbildung oben sind die Boxplots für Buche dargestellt. Die Box der Januartemperatur ist im Bereich unter Null Grad Celsius, die Buche erträgt sowohl kältere (Gebirge) als auch wärmere (ozeanische Vorkommen) Temperaturen. Im Sommer ist es tendenziell nicht zu heiß, Niederschläge sollten in der Größenordnung von 200 mm fallen. Gerade die sehr niedrigen Werte des Sommerniederschlags im Datensatz erscheinen nicht sehr belastbar und sollten daher eher für eine relative Reihung der Arten verwendet werden. Die Boxplots insgesamt sind im Vergleich z. B. zur in der potenziell natürlichen Vegetation über weite Gebiete Bayerns dominierenden Buche interessant: So unterscheidet sich die Verbreitung der Hainbuche z. B. durch höhere Sommertemperaturen von der der Buche bei ähnlichen Wintertemperaturen und Sommerniederschlägen.

Literatur

- Hijmans, R. J.; Cameron, S. E.; Parra, J. L.; Jones, P. G.; Jarvis, A. (2005): Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas. *International Journal of Climatology* (25) 1965–1978. Doi:10.1002/joc.1276
- Kölling, C. (2007): Klimahüllen für 27 Waldbaumarten. *AFZ-DerWald* 23, S. 1242–1245
- Mauri, A.; Strona, G.; San-Miguel-Ayanz, J. (2017): EU-Forest, a high-resolution tree occurrence dataset for Europe. *Scientific data* (4), 160123. Doi:10.1038/sdata.2016.123
- Mellert, K. H.; Lenoir, J.; Winter, S.; Kölling, C.; Čarni, A.; Dorado-Liñán, I.; Gégout, J.-C.; Göttlein, A.; Hornstein, D.; Jantsch, M.; Juvan, N.; Kolb, E.; López-Senespleda, E.; Menzel, A.; Stojanović, D.; Täger, S.; Tsiripidis, I.; Wohlgemuth, T.; Ewald, J. (2017): Soil water storage appears to compensate for climatic aridity at the xeric margin of European tree species distribution. *European Journal of Forest Research*, Vol. 137; S. 1–14

AELF	Jahres- temperatur [°C]	Jahres- niederschlag [mm]	Temperatur Januar [°C]	Mittl. Temp. Jun–Aug [°C]	Niederschlag Jun–Aug [mm]
Abensberg	8,3	719	−4,5	17,1	265
Amberg	8,1	656	−4,4	16,8	229
Ansbach	8,2	703	−3,8	16,6	236
Augsburg	8,4	839	−4,0	16,8	309
Bad Neustadt a. d. Saale	8,6	591	−3,8	17,0	186
Bamberg	8,5	627	−3,7	17,0	211
Bayreuth	8,3	642	−3,4	16,7	214
Cham	7,9	697	−5,3	16,8	247
Coburg	8,2	610	−4,5	16,5	202
Deggendorf	8,5	805	−5,3	17,4	276
Ebersberg	8,0	935	−5,7	16,6	361
Erding	8,1	860	−5,3	16,7	329
Fürth	8,9	646	−3,3	17,6	218
Fürstenfeldbruck	8,2	911	−4,4	16,6	342
Holzkirchen	7,6	987	−5,9	16,1	385
Ingolstadt	8,4	741	−4,3	16,9	271
Karlstadt	9,5	603	−2,8	17,9	192
Kaufbeuren	7,4	985	−5,0	15,6	359
Kempten (Allgäu)	7,0	1013	−5,9	15,1	362
Kitzingen	9,3	601	−2,8	17,8	195
Krumbach (Schwaben)	8,1	847	−4,1	16,4	308
Kulmbach	8,0	653	−3,7	16,3	214
Landau a. d. Isar	8,4	826	−5,2	17,2	293
Landshut	8,2	806	−5,1	16,9	300
Münchberg	6,8	746	−4,9	15,0	231
Mindelheim	7,7	930	−4,6	15,9	338
Neumarkt i. d. OPF	8,1	693	−4,2	16,7	240
Nördlingen	8,3	731	−3,9	16,6	259
Passau-Rotthalmünster	8,9	929	−5,6	17,8	301
Pfaffenhofen a. d. Ilm	8,1	805	−4,5	16,6	300
Pfarrkirchen	7,9	992	−5,9	16,6	348
Regen	7,3	869	−6,2	16,0	286
Regensburg	8,4	666	−4,7	17,2	241
Rosenheim	8,7	947	−5,5	17,5	369
Roth	8,7	672	−3,7	17,3	232
Schwandorf	8,0	637	−5,0	16,7	227
Schweinfurt	8,9	602	−3,5	17,4	192
Straubing	8,4	749	−5,1	17,2	267
Tirschenreuth	7,1	642	−5,4	15,7	226
Töging a. Inn	8,2	950	−5,5	17,0	354
Traunstein	7,7	1095	−6,3	16,2	420
Uffenheim	8,7	662	−3,3	17,1	215
Würzburg	9,4	611	−2,7	17,8	194
Weiden i. d. OPF	7,9	619	−5,1	16,5	219
Weilheim i. OB	8,4	959	−4,5	16,7	363
Weißenburg i. Bay.	8,2	724	−4,5	16,8	254
Wertingen	8,5	777	−3,8	16,9	283

Klimawerte für die Standorte der Ämter für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (AELF) in Bayern, ausgelesen aus den globalen Klimadaten des WorldClim-Datensatzes

Wasser und Boden

Für die Baumartenwahl ist wichtig zu wissen, welche Standortfaktoren sich positiv oder negativ auf Gedeihen und Wachstum auswirken. Jede Baumart hat artspezifische Standortansprüche, was die klimatischen Verhältnisse und den Wasserbedarf sowie Stau- oder Grundwassertoleranz angeht. Ein weiterer wichtiger Faktor, der mit dem Boden zusammenhängt, ist der Nährstoffbedarf. Auch in den Anbauriskokarten sind neben einer klimatischen Einwertung die Bewertung der Ansprüche der Baumarten an den Boden und standörtlichen Wasserhaushalt implementiert. Die Betrachtung der Standortfaktoren Wasser und Boden ist auch die Grundlage der Baumarten-Ökogramme nach Ellenberg, die auf den zwei Achsen Bodenfeuchte und -reaktion die Verbreitung und Einnischung der Baumarten in Waldökosystemen darstellen.

Die Standortfaktoren Wasser und Boden umfassen hier zum einen die in BaSIS integrierten besonderen Aspekte auf Pseudogleyen, Gleyen, Auenböden (Überflutungstoleranz) und Mooren mit den damit verbundenen Wasserüberschuss bzw. Luftmangel, aber auch der Auswirkungen auf Durchwurzelung und Sturmfestigkeit. Bei den Mooren spielt auch die Nährstoffversorgung mit hinein. Daneben wird in BaSIS noch eine Bewertung bezüglich der Ansprüche an Basen im Gesamtprofil vorgenommen (TAEGER et al. 2016). Zum anderen werden die Baumarten-Ökogramme nach Ellenberg (ELLENBERG UND LEUSCHNER 2010) dargestellt, die auf den zwei Achsen die Bodenwasserversorgung und die Bodenreaktion abbilden. Eine umfangreiche Literaturrecherche zu artspezifischen Standortansprüchen ergänzt diese Informationen. In der Literatur gab es z.T. widersprüchliche Aussagen, die zusammen mit Experten aus Wissenschaft und Praxis abgestimmt wurden.

BaSIS-Patch-Tabelle mit besonderen Standortfaktoren

Das Anbaurisiko in BaSIS wird von zwei Säulen getragen (siehe dazu Erläuterungen im Abschnitt »Anbaurisiko«). Die erste Säule bilden Artverbreitungsmodelle, auch Nischenmodelle genannt, die die großräumige Abhängigkeit vom Klima darstellen. Daneben werden bei einzelnen Baumarten auch Relief und wenige Bodenfaktoren im Modell verwendet. Das vorwiegend klimatisch geprägte Anbaurisiko berücksichtigt in diesem Schritt noch keine Unterschiede der Böden hinsichtlich der Nährstoffverfügbarkeit oder oft kleinräumig wirkende Einflüsse wie Stauwasser, Grundwasser, Moor oder Überflutung. Die Einschätzungen der Auswirkungen dieser besonderen Standortfaktoren bilden als Expertenwissen die zweite Säule des Anbaurisikos. Die Experteneinschätzungen werden auf das aus den Nischenmodellen erhaltene Grundmuster aufgeprägt und schränken gegebenenfalls großräumigere Klimaeffekte lokal ein. Der jeweils höchste Risikoaspekt (Klima oder Boden) bestimmt die Gesamtbewertung des Anbaurisikos, eine ausgleichende Wirkung eines »positiven« Standortfaktors auf einen anderen ist dabei ausgeschlossen. Der Einfluss besonderer Standortfaktoren wird in Form einer Korrekturtabelle, der sogenannten »Patch-Tabelle«, dargestellt (TAEGER et al. 2016).

Unabhängig von BaSIS können die Einwertungen der »Patch-Tabelle«, wie in den Steckbriefen dargestellt, auch zur Einschätzung der standörtlichen Anbaufähigkeit bzw. des Anbaurisikos genutzt und Baumarten miteinander verglichen werden, wenn eine Aussage zur klimatischen Eignung getroffen werden kann. Ein großer Vorteil der »Patch-Tabelle« ist, dass deren Regeln bayernweit einheitlich gelten. Sie stellen den aktuellen Stand des Wissens auf Grundlage von Datenauswertungen, Literatur und Expertenerfahrung dar. Die detaillierte Erstellung der »Patch-Tabelle« kann in TAEGER et al. (2016) nachgelesen werden.

Wasser und Boden

Baumarten	Stauwasser ^a		Grundwasser ^b		Überflutung		Moore ^{a, c}				Basenverlaufstyp					
	mäßig	stark	geneigt	eben (<5°)	mäßig	stark	K-N	br N	ba N	HM	1+	1-	2	3	4	5
Fichte	3	5	3	4	3	5	5	3	3	4	*	*	1	1	1	1
Tanne	1	1	1	2	4	5	5	5	5	5	1	1	1	1	1	1
Kiefer	1	1	1	2	3	5	5	4	3	2	2	3	1	1	1	1
Lärche	3	5	4	5	5	5	5	5	5	5	1	1	1	1	1	1
Douglasie	2	5	4	5	4	5	5	5	5	5	2	3	1	1	1	1
Buche	2	3	4	5	4	5	5	5	5	5	1	1	1	1	1	1
Stieleiche	1	1	1	2	1	2	5	5	5	5	2	2	1	1	1	1
Traubeneiche	1	2	3	4	5	5	5	5	5	5	2	2	1	1	1	1
Bergahorn	2	3	3	4	2	4	5	5	5	5	1	1	1	2	3	5
Spitzahorn	2	3	3	4	2	4	5	5	5	5	1	1	1	2	3	5
Feldahorn	2	3	3	4	1	3	5	5	5	5	1	1	1	3	5	5
Esche	1	2	1	2	1	3	4	5	5	5	1	1	1	3	5	5
Winterlinde	1	3	3	4	2	4	5	5	5	5	1	1	1	2	3	4
Sommerlinde	2	5	4	5	4	5	5	5	5	5	1	1	1	3	4	5
Bergulme	2	4	2	3	3	5	5	5	5	5	1	1	1	3	4	5
Hainbuche	1	1	1	2	3	5	5	5	5	5	1	1	1	2	2	3
Schwarzerle ^d	3	2	1	1	1	3	2	3	4	5	1	1	1	1	4	5
Sandbirke	2	3	1	2	3	5	5	3	3	4	1	1	1	1	1	1
Elsbeere	2	4	4	5	5	5	5	5	5	5	1	1	1	3	4	5
Speierling	4	4	4	5	5	5	5	5	5	5	1	1	2	3	4	5
Vogelbeere	2	3	1	2	5	5	5	5	4	5	1	1	1	1	1	1

- a Erhöhung des Anbaorisikos (BaSIS) nur wenn flächig
- b Erhöhung des Anbaorisikos (BaSIS) nur wenn flächig + stark
- c N = Niedermoore: K = Kalk, br = basenreich, ba = basenarm; HM = Hochmoore
- d Schwarzerle immer auf 3 bei fehlendem Wassereinfluss (Sw, Gw, Ue, Mo)
- * Geringeres Anbaorisiko durch Rotfäule bei Jahresmitteltemperatur <7,5°C; siehe auch Steckbriefe

»Patch-Tabelle« aus BaSIS: Einfluss besonderer Standortfaktoren auf das Anbaorisiko von 21 Baumarten

Anbaorisiko ■ sehr gering ■ gering ■ erhöht ■ hoch ■ sehr hoch

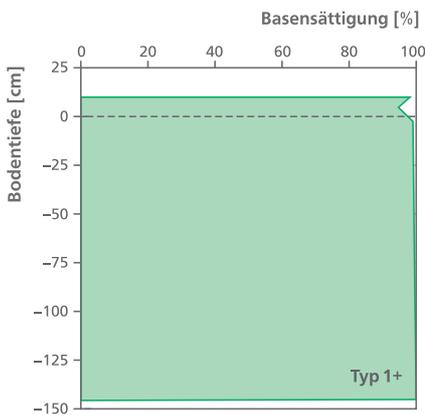
Basenverlaufstypen der »Patch-Tabelle« aus BaSIS

In der »Patch-Tabelle« ist die Basenausstattung des Waldbodens an Hand des Tiefenverlaufs der Basensättigung dargestellt und in fünf Typen unterschieden (KÖLLING et al. 1996, KÖLLING 1999 a, b).

Im BaSIS Metadatenblatt (LWF 2015) wird die Basensättigung folgendermaßen beschrieben: »Die Basensättigung veranschaulicht den Anteil der Pflanzennährstoffe Calcium, Magnesium, Kalium und Natrium an der Gesamtheit der an den Bodenaustauschern gebundenen Stoffe (Kationen) und ist ein wichtiger bodenchemischer Kennwert zur Beurteilung des Basenzustandes von Waldböden. Lediglich bei Moorböden wird auf die Angabe der Basensättigung verzichtet. Der Tiefenverlauf der Basensättigung wird an Hand der Kurvenverläufe in 5 Typen unterschieden. Typ1 wurde nach dem Kaliumvorrat in zwei Subtypen untergliedert.« In OSENSTETTER et al. (2013) werden diese fünf Typen folgendermaßen beschrieben:

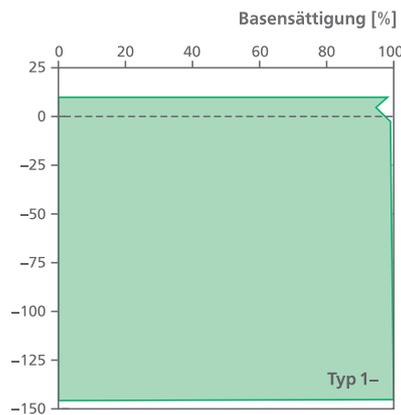
Wasser und Boden

Tiefenprofiltypen der Basensättigung



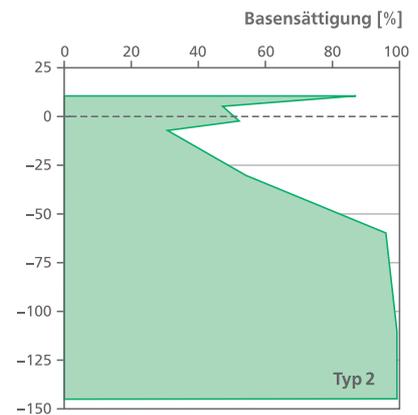
Typ 1+: sehr basenreich

Typ 1+ ist durch eine gleichmäßig hohe Basensättigung von über 80% im gesamten Wurzelraum und hohe Calcium-, Magnesium- und Kaliumvorräte gekennzeichnet. Es tritt keine Bodenversauerung auf. Dieser sehr basenreiche Typ kommt auf etwa 6% der Waldfläche vor. Basenbedürftige Baumarten wie Esche und Feldahorn finden auf diesen sehr basenreichen Standorten eine optimale Nährstoffversorgung vor.



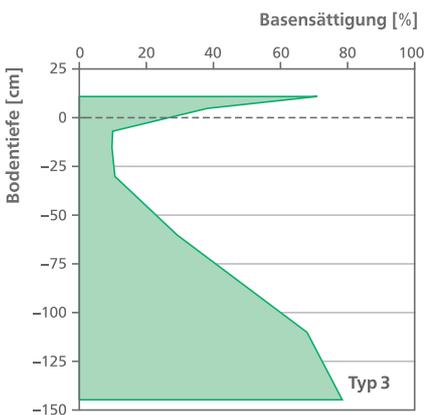
Typ 1-: sehr basenreich, geringes Kaliumangebot

Typ 1- ist wie Typ 1+ durch eine gleichmäßig hohe Basensättigung von über 80% im Profil und hohe Calcium- und Magnesiumvorräte gekennzeichnet. Die Kaliumvorräte hingegen sind gering (<400 kg/ha). Dieser Typ umfasst etwa 13% der Waldböden und ist häufig auf Rendzinen und Kalkverwitterungslehmen in den Bayerischen Kalkalpen und der Fränkischen Alb zu finden.



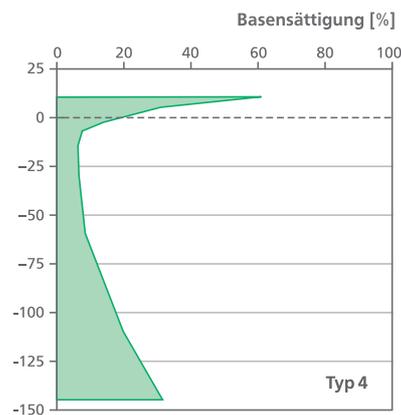
Typ 2: basenreich

Typ 2 weist eine hohe Basensättigung mit hohen Calcium-, Magnesium- und Kaliumvorräten auf. Der oberste Mineralboden ist deutlich basenarm und versauert. Darunter steigt die Basensättigung rasch auf hohe Werte an. Auf etwa 27% der Waldfläche ist dieser basenreiche Typ verwirklicht. Nahezu alle Baumarten können ihren Bedarf an Nährstoffen auf diesen Standorten ohne Einschränkung decken.



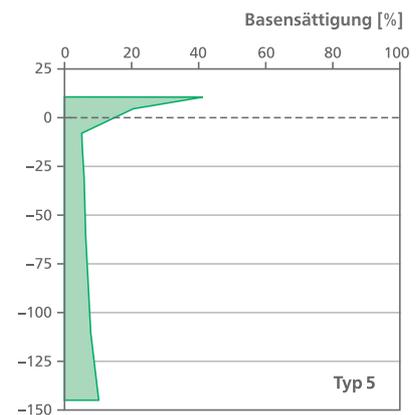
Typ 3: mittelbasisch

Eine mittlere Basensättigung und mittlere Basenvorräte sind kennzeichnend für Typ 3. Im Vergleich zu Typ 2 ist Typ 3 im Oberboden tieferreichender versauert und basenverarmt. Erst im Unterboden findet sich eine hohe Basensättigung mit hohen Basenvorräten. Mittelbasische Standortsbedingungen liegen auf 25% der Waldfläche vor. Typisch sind mesotrophe Braun- und Parabraunerden. Als Waldgesellschaft bildet sich natürlicherweise ein Waldmeister-Buchenwald (*Galio-Fagetum*) aus.



Typ 4: basenarm

Typ 4 charakterisiert eine geringe Basensättigung mit geringen Calcium-, Magnesium- und Kaliumvorräten. Die Bodenversauerung reicht tief in den Wurzelraum. Erst in über einem Meter Tiefe steigt die Basensättigung auf über 20% an. Dieser Typ ist auf etwa 21% der Waldfläche insbesondere auf Buntsandstein im Spessart und Odenwald verbreitet und tritt auf oligotrophen, gelegentlich podsolierten Braun- und Parabraunerden auf. Hainsimsen-Buchenwälder (*Luzulo-Fagetum*) stellen die natürliche Waldgesellschaft auf diesen basenarmen Standorten dar.



Typ 5: sehr basenarm

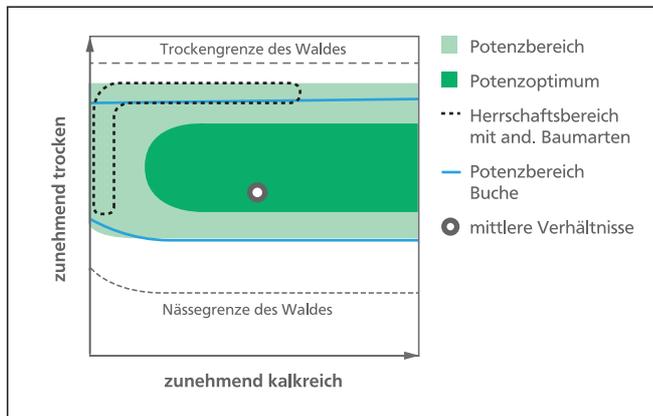
Die Basensättigung mit <20% und die Basenvorräte sind über das gesamte Profil gleichmäßig gering. Die Bodenversauerung ist tieferreichend. Diese sehr basenarmen Standorte sind mit 9% der Waldfläche insbesondere auf armen Graniten und Gneisen im ostbayerischen Grenzgebirge weit verbreitet, finden sich aber auch auf alten Kreideüberdeckungen des Jura. Für anspruchslose Baumarten reichen die Basenvorräte meist aus, häufig sind jedoch Mangelercheinungen zu beobachten.

Wasser und Boden

Ökogramm

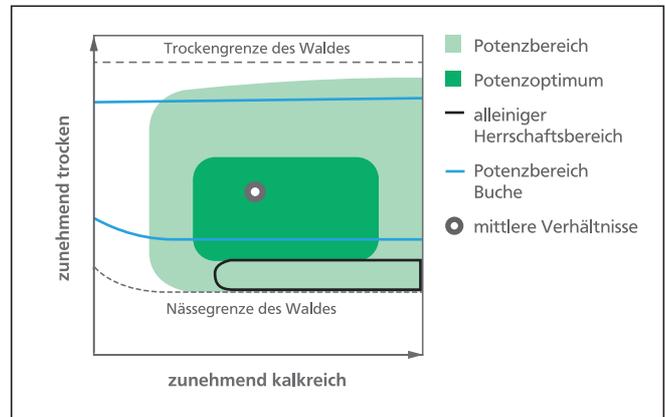
Die Ökogramme nach Ellenberg (ELLENBERG UND LEUSCHNER 2010) zeigen die Bandbreiten des Vorkommens wichtiger Baumarten Mitteleuropas in der submontanen Stufe bei gemäßigt-subozeanischem Klima und bei freiem Konkurrenzdruck. Sie sind eine bewährte Grundlage für die Beschreibung der ökologischen Eigenschaften der Arten und ihrer Verbreitung in Waldökosystemen. Die Ordinate (y-Achse) gibt die Feuchte des Standorts an (von offenem Wasser über mittelfeuchte Böden bis zu südexponierten, sehr flachgründigen und trockenen Felsen). Die Abszisse (x-Achse) reicht von sehr sauren bis zu kalkreichen Böden und beschreibt damit auch die Bodenreaktion. Oberhalb der ersten dünn gestrichelten Linie ist die Trockengrenze von Wäldern, unterhalb der zweiten dünn gestrichelten Linie ist es zu nass für Wälder. Dazwischen werden verschiedene Bereiche des Vorkommens definiert. Jedes Ökogramm wurde mit dem Potenzialbereich der Buche ergänzt. Dies soll eine bessere Vergleichbarkeit der Baumarten gewährleisten.

Beispielhaft sind in der Abbildung unten das Ökogramm der Traubeneiche und in der Abbildung rechts oben das Ökogramm zur Schwarzerle dargestellt.



Ökogramm Traubeneiche

Der Potenzialbereich (hellgrüne Fläche in der Abbildung) beschreibt die physiologische Amplitude, d. h. den Bereich, in dem die Baumart vorkommen kann. Das Potenzialoptimum (dunkelgrüne Fläche in der Abbildung) beschreibt den physiologischen Optimalbereich, bei dem die betreffende Baumart unter Konkurrenzausschluss optimales Wachstum erbringt. Der Herrschaftsbereich mit anderen Baumarten (dicke schwarzgestrichelte Linie) in der Abbildung oben bedeutet, dass diese Baumart zusammen mit wenigen anderen Baumarten herrscht. Der alleinige Herrschaftsbereich (dicke durchgezogene schwarze Linie) in der Abbildung rechts oben (Schwarzerle) beschreibt den Bereich, bei dem sich die Baumart gegen



Ökogramm Schwarzerle

Konkurrenten durchsetzen kann. Bei mittleren Verhältnissen gedeihen alle Baumarten gut (kleiner weißer Kreis in der Abbildung). In der submontanen Stufe Mitteleuropas würde sich dort nur die Buche im freien Konkurrenzkampf langfristig durchsetzen.

Neben den Ökogrammen von ELLENBERG UND LEUSCHNER (2010) wurde ein Ökogramm für die Baumart Feldahorn durch Prof. Dr. Jörg Ewald, HSWT, erstellt.

Für die nordamerikanische Baumart Douglasie steht bisher kein geeignetes Ökogramm zur Verfügung.

Literatur

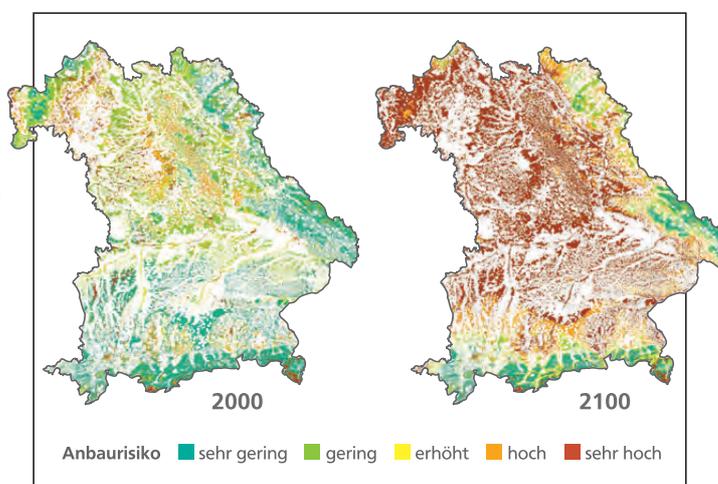
- Ellenberg, H.; Leuschner, C. (2010): Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen in ökologischer, dynamischer und historischer Sicht. 203 Tabellen. 6., vollst. neu bearb. und stark erw. Aufl., Ulmer Verlag Stuttgart
- Kölling, C.; Hoffmann, M.; Gulder, H.-J. (1996): Bodenchemische Vertikalgradienten als charakteristische Zustandsgrößen von Waldökosystemen. Z. f. Pflanzenernährung und Bodenkunde. 159: S. 69–77
- Kölling, C. (1999a): Ordination von Waldökosystemen nach Stoffkonzentrationen der Lösungsphase und bodenchemische Tiefengradienten. J. Plant. Nutr. Soil Sci. 162: S. 89–95
- Kölling, C. (1999b): Variablenreduktion als Voraussetzung für die Beschreibung und Regionalisierung von Ökosystemzuständen. Ber. Freiburger Forstl. Forsch. 7: S. 51–56
- Osenstetter, S.; Falk, W.; Reger, B.; Beck, J. (2013): Wasser, Luft und Nährstoffe – alles, was ein Baum zum Leben braucht. LWF aktuell 92: S. 12–17
- Taeger, S.; Jantsch, M.; Kölling, C. (2016): Einfluss besonderer Standortsfaktoren auf die Baumartenwahl. AFZ-DerWald 4, S. 14–18
- Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft, LWF (2015): BaSIS-Metadatenblatt zur Basenausstattung. Stand 01.08.2015

Anbaurisiko

Die Anbaurisikoarten beschreiben das für jede Baumart bestehende Risiko, auf einem bestimmten Standort vorzeitig auszufallen. Das Anbaurisiko ergibt sich aus den Temperatur- und Niederschlagsverteilungen sowie dem Standortsfaktor Boden und wurde für das heutige sowie für ein zukünftiges Klima errechnet. Unterteilt in Risikoklassen mit Bezug zu Mischungsanteilen sind die Anbaurisikoarten ein wichtiges Instrument in der Beratung der Waldbesitzer.

Im Bayerischen Standortinformationssystem BaSIS wird das Anbaurisiko für 21 Baumarten dargestellt (Stand 2018). Die Praxishilfe stellt 16 dieser 21 Baumarten in Form von Steckbriefen dar und zeigt dabei jeweils das Anbaurisiko (ABR) aus BaSIS als Bayernkarte für die Zeiträume 1971–2000 und 2071–2100. Diese Übersicht soll den Zusammenhang von Risiko und Klima bzw. geologischen Großräumen darstellen. Das Anbaurisiko fasst die vorherigen Abschnitte der Artsteckbriefe zu Verbreitung und Ökologie in einer Gesamtbewertung zusammen (vgl. Abbildung rechts).

Das Anbaurisiko wurde in drei Schritten hergeleitet (FALK et al. 2013). In einem ersten Schritt wurde anhand von europäischen Verbreitungsdaten der Zusammenhang von Vorkommen und dortigem Klima hergeleitet. Für einige Arten (siehe Tabelle) wurde dann zusätzlich der Zusammenhang von Vorkommen in Bayern und Klima sowie Boden bzw. Relief beschrieben. Im nächsten Schritt wurden diese beiden dadurch entstandenen statistischen Modelle gewichtet verrechnet: Wenn der Boden den Unterschied zwischen den Modellen erklären konnte, wurde das Gewicht in Richtung Bayern-Modell verschoben. Sofern das Risiko laut Europamodell sehr hoch war, es also bei den entsprechenden Klimawerten kaum erfolgreiche Anbauten in Europa gibt, hat sich diese Einschätzung bei der Verrechnung durchgepaust. Im letzten Schritt wurde eine aus Datenauswertungen generierte Tabelle in einem Experten-Workshop harmonisiert, die die Risiko-Bewertung bei besonderen Bodeneigenschaften beschreibt (TAEGER et al. 2016). Dies sind Staunässe, Grundwasser, Überflutungsgefahr, Moore und die Tiefenverlaufstypen der Basensättigung. Die Verschneidung erfolgte nach dem Liebig'schen Gesetz des Minimums: Sobald nur ein Faktor ungünstig ausgeprägt ist, wirkt sich dieser auf das Anbaurisiko aus (siehe Erläuterungen im Abschnitt »Wasser und Boden« zur BaSIS-»Patch-Tabelle«).



Klimarisikokarten am Beispiel Fichte

Baumart	Europa-modell	Bayern-modell	Gemittelttes Modell
Fichte	X	X	X
Weißtanne	X	X	X
Waldkiefer	X	X	X
Europäische Lärche	X		
Douglasie	X	X	X
Buche	X	X	X
Stieleiche	X	X	X
Traubeneiche	X	X	X
Bergahorn	X	X	X
Spitzahorn	X	X	X
Feldahorn	X	X	X
Esche	X	X	X
Winterlinde	X	X (<i>Tilia spec.</i>) ¹	X
Hainbuche	X		
Schwarzlerle	X	X	X
Sandbirke	X		

¹ Die Daten der BWI² unterscheiden nicht zwischen Winter- und Sommerlinde. Das Bayernmodell wurde daher für *Tilia spec.* erstellt, die Kombination mit den Europamodellen führt zu zwei Endmodellen für Bayern.

Datengrundlage für die Verbreitungsmodelle war der Datensatz der Kronenzustandserhebung des ICP-Forests (International Co-operative Programme on Assessment and Monitoring of Air Pollution Effects on Forests, MICHEL et al. 2018) kombiniert mit Daten zur potenziellen Vegetation (BOHN et al. 2003) sowie für Bayern Daten der zweiten Bundeswaldinventur (BWI) ergänzt um Einschätzungen zur potenziell natürlichen Vegetation an den Traktecken der BWI.

Die Risiko-Einwertung wird also aufgrund von Artverbreitungsmodellen sowie Datenauswertungen und Expertenwissen bei den Bodenregeln erstellt. Sie hängt zusätzlich von der Genauigkeit der hinterlegten Boden- und Klimadaten ab. Daher ist es sinnvoll, nicht nur auf die lokale Bewertung zu blicken, sondern geografisch größere Räume zu betrachten, um das dortige Muster zu interpretieren. Außerdem muss geprüft werden, ob das Standortinformationssystem bedingt durch den zugrunde liegenden Maßstab den Boden für den konkreten Bestand richtig abbildet. Im Rahmen der mit der Methode einhergehenden Unsicherheiten bietet die Bewertung des Anbaurisikos einen möglichst objektivierten Blick auf Gegenwart und Zukunft und geht in der Regel über den Erfahrungshorizont des einzelnen Nutzers hinaus. Aktuelle Weiterentwicklungen beschreiben zusätzlich den Abstand zum Verbreitungsrand und geben die Marginalität als Maß an (MELLERT et al. 2016, KLEMMT et al. 2017).

Literatur

- Bohn, U.; Neuhäusl, R.; Gollub, G.; Hettwer, C.; Neuhäuslová, Z.; Raus, T.; Schlüter, H.; Weber, H. (2003): Karte der natürlichen Vegetation Europas, Maßstab 1:2 500 000. Teile 1–3. Landwirtschaftsverlag, Münster-Hiltrup, DE
- Falk, W.; Mellert, K.; Bachmann-Gigl, U.; Kölling, C. (2013): Bäume für die Zukunft: Baumartenwahl auf wissenschaftlicher Grundlage. LWF aktuell 94, S. 8–11
- Klemmt, H.-J.; Falk, W.; Reger, B.; Straub, C.; Seitz, R.; Stöger, W. (2017): Die Fichte – aktuelle Vorkommen in Bayern und standörtliche Anbaueignung im Klimawandel. LWF Wissen 80, S. 26–34
- Mellert, K.H.; Ewald, J.; Hornstein, D.; Dorado-Liñán, I.; Jantsch, M.; Taeger, S.; Zang, C.; Menzel, A.; Kölling, C. (2016): Climatic marginality: A new metric for the susceptibility of tree species to warming exemplified by *Fagus sylvatica* (L.) and Ellenberg's quotient. European Journal of Forest Research 135, S. 137–152
- Michel, A.; Seidling W.; Prescher, A.-K. (Hrsg.) (2018): Forest Condition in Europe: 2018 Technical Report of ICP Forests. Report under the UNECE Convention on Long-range Transboundary Air Pollution (Air Convention). BFW-Dokumentation 25/2018. Vienna: BFW Austrian Research Centre for Forests. 92 S.
- Taeger, S.; Jantsch, M.; Kölling, C. (2016): Einfluss besonderer Standortfaktoren auf die Baumartenwahl. AFZ-DerWald 4, S. 14–18

Leistung

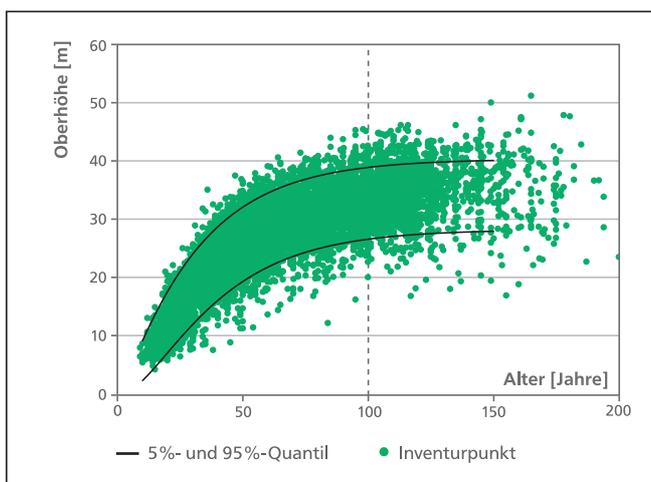
Die Höhenwuchsleistung dient als Maß für die Produktivität eines Bestandes. Sie beschreibt die Ertragsfähigkeit eines Bestandes oder einer Baumart. Die Höhenwuchsleistung wird traditionell als Höhe über dem Alter in einem Diagramm dargestellt: Je höher ein Bestand bei gegebenem Alter, umso wüchsiger der Standort.

Die Höhe und das Alter im Leistungsdiagramm wurden auf der Grundlage der Höhenmessung und der Altersschätzung der Bundeswaldinventur (BWI) von 2012 für Deutschland an den Inventurpunkten ermittelt. Ein Punkt repräsentiert eine Traktecke der BWI, die Daten wurden nach folgenden Kriterien gefiltert: Aus den BWI-Daten wurden für die Berechnung der Höhe des Bestandes der Unterstand, Bäume mit Wipfel- und Kronenbruch, Plenterwälder sowie Inventurpunkte mit großen Unterschieden in den Altern ausgeschlossen. Die Baumart muss außerdem jeweils einen Grundflächenanteil von mindestens 20% aufweisen. Die Höhe wird als Weisse'sche Oberhöhe (PRETZSCH 2002) angegeben. Sie basiert auf dem Kollektiv der 20% durchmesserstärksten Bäume der Traktecke und wird auf 1 ha hochgerechnet. Sie ist ein Kompromiss zwischen der sehr durchforstungsanfälligen Mittelstammhöhe und der für junge Bestände wenig repräsentativen Oberhöhe (BRANDL et al. 2016). Die Bezugslinien stellen das 5%- bzw. das 95%-Quantil des jeweiligen Alters dar. Über die Position der Oberhöhe innerhalb der Spanne zwischen dem 5%- und 95%-Wert des jeweiligen Alters kann ein Bestand bzw. eine Baumart in ihrer Wuchsleistung eingeordnet werden.

Das Leistungsdiagramm zeigt, was in Deutschland an Höhenwachstum und damit an Wuchsleistung für einen Bestand bzw. eine Baumart möglich ist. Damit kann es zugleich zur Einordnung der eigenen Bestände verwendet werden.

Literatur

- Brandl, S.; Falk, W.; Mette, T.; Rötzer, T.; Pretzsch, H. (2016): Standortsensitive Modellierung der Produktivität. DVFFA – Sektion Ertragskunde, Beiträge zur Jahrestagung 2016, S. 89–101
- Pretzsch, H. (2002): Grundlagen der Waldwachstumsforschung. Blackwell Wissenschafts-Verlag, Berlin, Wien, 380 S.



Leistungsdiagramm für Fichte

Holzverwendung

Der Verkauf von Holz als Roh- oder Brennstoff ist die mit Abstand wichtigste Einkommensquelle, die das Eigentum an Wald bietet. Die Einsatzbereiche von Holz sind außerordentlich vielseitig: zum Beispiel im Bauwesen, zur Möbelherstellung, als Verpackungsmaterial, in der Papierherstellung, als Chemiegrundstoff und zur Energiegewinnung. Die Eigenschaften von Holz unterscheiden sich stark zwischen den Baumarten, entsprechend unterschiedlich sind auch die Verwendungsmöglichkeiten.

Aufgrund ihres von Natur aus geraden Wuchses ist das Holz von Nadelbäumen besser sägefähig und wird in großen Mengen für den Holzbau verwendet. Laubholz wird zwar auch in vielfältiger Weise stofflich genutzt, die überwiegende Masse wurde in der Vergangenheit jedoch als Brennholz zum Heizen verwendet. Neue technische Entwicklungen erlauben auch für Laubbäume, insbesondere für die Buche, zunehmend mehr Verwendungsmöglichkeiten in Bereichen, wo große Holz-mengen eingesetzt und eine größere Wertschöpfung erzielt werden kann.

Der Fachteil zur Holzverwendung enthält kompakte Informationen über die Holzeigenschaften, die Verarbeitbarkeit und die Einsatzbereiche, für die das Holz der jeweiligen Baumart besonders gut geeignet ist. Die Holzeigenschaften beschreiben die Holzfarbe, geben Informationen zur Rohdichte und zur Witterungsbeständigkeit. Die Verarbeitbarkeit beschreibt die Vor- und Nachteile bei der Bearbeitung. Im dritten Teil werden die Möglichkeiten der Holzverwendung genannt. Die Aussagen beruhen auf Auswertungen der vorhandenen Fachliteratur.

Da Holz ein nachwachsender Roh- und Brennstoff ist und die Wirtschaft im Wandel hin zu einer Bioökonomie steht, dürfte der Bedarf an Holz künftig zunehmen. Wie die Nachfrage nach den unterschiedlichen Holzarten sich entwickeln wird, lässt sich im Voraus nicht abschätzen. Aus wirtschaftlicher Sicht ist ein »gut gemischtes Warenlager«, also ein Waldaufbau bestehend aus mehreren Baumarten die beste Option, weil sowohl die Ausfall- als auch die Preisrisiken gestreut werden.



Holz bietet viele Möglichkeiten: vom modernen Baustoff aus Buche über die Verwendung in Möbelindustrie oder Instrumentenbau bis hin zu Holzpellets als modernen Brennstoff.

Waldschutz

Unsere Wälder sind natürlicher Lebensraum für eine Vielzahl von Arten. Darunter befinden sich auch Arten, die Waldbeständen gefährlich werden. Waldschutz bezieht sich in erster Linie auf den Erhalt von Waldbeständen. Mit Hilfe von Monitoringverfahren können Waldschutzrisiken erkannt und gegebenenfalls Maßnahmen zur Risikominimierung durchgeführt werden. Ein Kriterium für die Baumartenwahl sind neben den klimatischen Veränderungen auch Informationen über die aktuellen Waldschutzrisiken. Eine Baumart ohne Waldschutzrisiko gibt es bisher nicht. Aber für jede Baumart zeichnet sich aus den Entwicklungen in der Vergangenheit ein unterschiedlich starkes aktuelles Risiko ab. Aussagen zu potenziellen Risiken sind mit hohen Unsicherheiten verbunden und daher unter Vorbehalt zu sehen.

In den Steckbriefen gibt der Fachteil Waldschutz eine zusammenfassende Einschätzung des aktuellen Waldschutzrisikos. Es werden wichtige (wirtschaftlich bedeutende) für die betreffende Baumart schädliche Insekten, Pflanzen und Pilze genannt sowie auf bestimmte Komplexkrankheiten eingegangen. Artnamen werden hier soweit möglich auf Deutsch genannt. Eine Liste der deutschen und lateinischen Namen ist im Anhang zu finden. In den Steckbriefen wurde sich auf die Nennung der momentan wichtigsten schädlichen Organismen beschränkt.

Das gegenwärtige Waldschutzrisiko einer Baumart ist ein wichtiges Kriterium für die Baumartenwahl bzw. Bewirtschaftungsform im Sinne eines nachhaltigen integrierten Pflanzenschutzes, da dessen Kenntnis und Berücksichtigung überhaupt erst die Anwendung prophylaktischer Maßnahmen ermöglicht. Dennoch sollte man sich bewusst sein, dass mit dem Klimawandel und der Globalisierung die Waldschutzrisiken einer Baumart in Zukunft anders eingeschätzt werden.

Im Zuge des Klimawandels treten Witterungsextreme häufiger und in ihrer Ausprägung stärker auf. Mit 2018 gab es nun bereits den dritten Ausnahmesommer nach 2003 und 2015 in diesem Jahrhundert. Bisher in Ausmaß und Häufigkeit nicht gekannte Hitze- und Trockenperioden, Hochwasserereignisse, Orkane und Gewitterstürme bedrohen die Waldbewirtschaftung und die Gemeinwohlleistungen der Wälder. Die Bedrohung unserer Wälder durch den Klimawandel manifestiert sich in besonderem Maße in dem zunehmenden Auftreten von bekannten und »neuen« Schadorganismen sowie im Wandel in der Bedeutung bisher eher unauffälliger Arten und im Verhalten bekannter Schädlinge. Häufiger auftretende Trocken- und Hitzejahre sowie Sturmkatastrophen führen zu einer Zunahme von Massenvermehrungen der einheimischen Schadinsekten, beispielsweise der Fichtenborkenkäfer. Aufgrund der zunehmend wärmeren Sommer konnten Buchdrucker und Kupferstecher nun schon das vierte Jahr in Folge (Stand 2018) eine 3. Generation anlegen. Dies stellte sonst eher eine

Ausnahme dar! Hinzu kommt die Verlängerung günstiger Brutbedingungen in den höheren Lagen der Mittelgebirge und im Alpenraum. So wurde 2018 erstmals eine 3. Generation in den Höhenlagen des Bayerischen Waldes angelegt. Noch vor ein paar Jahren erschien dies nicht denkbar! Die hohe Sonnenscheindauer und die warmen Temperaturen bieten optimale Entwicklungsbedingungen auch für andere Schädlinge wie den wärmeliebenden Eichenprozessionsspinner und den Schwammspinner. Auch die Sekundärschädlinge profitieren vom Klimawandel und den Witterungsextremen und werden sich weiter ausbreiten.

Zusätzlich treten in Folge der Klimaveränderung, gefördert durch einen globalisierten Handel und Verkehr, bisher unbekannte oder unauffällige tierische oder pilzliche Organismen als Waldschädlinge auf (z. B. Eschentriebsterben, Ahorn-Rußrindenkrankheit, Asiatischer Laubholzbock u. v. m.). Das Eschentriebsterben hat sich in den letzten Jahren flächendeckend in Bayern ausgebreitet.

Aktuelle Schadereignisse zeigen in ihrer Gesamtheit, dass die Resilienz unserer Wälder in Teilen bereits überschritten ist und gravierende, das Landschaftsbild verändernde Auswirkungen zu erwarten bzw. bereits zu erkennen sind. Die Waldschutzsituation ist bereits jetzt als ausgesprochen kritisch einzuschätzen.

Artenvielfalt

Der Erhalt der walddtypischen Artenvielfalt ist von entscheidender Bedeutung, um die vielfältigen Funktionen unserer Wälder auch künftig sicherstellen zu können. Eine integrative Waldbewirtschaftung muss daher die Biodiversität auf ihren verschiedenen Ebenen stärken – insbesondere auch deswegen, weil der Klimawandel die Arten und Artengemeinschaften in unseren Wäldern massiv beeinflussen wird. Zahlreiche Tier- und Pflanzenarten sind an bestimmte Baumarten/Baumartengruppen und damit auch Wald-Ökosysteme gebunden. Die Baumartensteckbriefe informieren daher einerseits darüber, für welche Waldgesellschaften die jeweilige Baumart charakteristisch ist. Ferner werden typische Arten benannt, die in diesen Wäldern vorkommen und teilweise sogar ausschließlich an die entsprechende Baumart gebunden sind. Mit diesem Wissen können die Nutzung und der Schutz der Wälder Bayerns gleichermaßen gelingen.

Eine Waldnutzung steht dem Erhalt und der Förderung der Biologischen Vielfalt nicht entgegen. Um eine nachhaltige Bewirtschaftung zu gewährleisten, die alle Funktionen des Waldes berücksichtigt, ist es wichtig zu wissen, welche ökologischen Zusammenhänge zwischen dem Lebensraum Wald und den darin lebenden Pflanzen, Pilzen und Tieren bestehen. Die Abschnitte zur Artenvielfalt in den Steckbriefen gehen daher einerseits auf die Relevanz der Baumart für bestimmte Waldgesellschaften und -ökosysteme ein. Darüber hinaus werden Informationen und Fakten zur Bedeutung der Baumart für die Artenvielfalt vermittelt und typische oder seltene Pflanzen- und Tierarten sowie Pilze genannt, die in diesen Wäldern leben und zum Teil sogar ausschließlich an die jeweilige Baumart gebunden sind. Aufgrund des »Steckbriefcharakters« war es dabei allerdings notwendig, sich auf eine Auswahl weniger wichtiger Arten zu beschränken.

Ob und inwieweit die in den Steckbriefen aufgezeigten Wechselbeziehungen zwischen Baumarten und Biodiversität auch künftig unter den sich wandelnden klimatischen Bedingungen noch Gültigkeit haben, kann zum jetzigen Zeitpunkt nur schwer abgeschätzt werden. Schließlich ist es in erster Linie das Klima, welches die Verbreitungsareale der Arten steuert. Wie stark das Klima die Artenausstattung eines Gebietes bestimmt, kann jeder beobachten, der von den Tallagen in die Berge aufsteigt. Auch die aufgrund des Klimawechsels der Nacheiszeit erfolgten Tier- und Pflanzenwanderungen zeugen davon, wie sehr die Arten einer Landschaft von deren Klima abhängen. Der Klimawandel wird daher die Biodiversität – auch in unseren Wäldern – künftig massiv beeinflussen. So werden beispielsweise viele Arten aufgrund der mit dem Klimawandel ursächlich in Zusammenhang stehenden Erwärmung ihre Verbreitungsgebiete nach Norden und in höhere Lagen verschieben. Die Möglichkeit des Ausweichens bzw. Wanderns besteht allerdings nur dort, wo Lebensräume räumlich vernetzt und Arten ausreichend mobil sind.

Da unterschiedliche Arten nicht in derselben Weise und Geschwindigkeit auf klimatische Veränderungen reagieren, werden sich die Artengemeinschaften unserer Wälder wandeln oder unter Umständen sogar komplett verschwinden. Ökosysteme und funktionelle Zusammenhänge können somit stark verändert werden. Als besonders gefährdet gegenüber den Folgen des Klimawandels gelten Wald-Ökosysteme, die gegenüber Hitzeperioden und Wassermangel besonders empfindlich sind, wie beispielsweise Moorwälder, Bruch- und Sumpfwälder, montane bis subalpine Nadelwälder oder Teile der Schlucht- und Blockwälder. Neben den Verlierern wird es allerdings auch Gewinner eines sich rasch wandelnden Klimas geben, wie beispielsweise sommerwärmegeprägte Waldgesellschaften und damit assoziierte Arten. Daraus jedoch ein »Nullsummenspiel« für die Artenvielfalt zu konstruieren, wäre falsch. Wichtig ist es daher zu untersuchen, wie sich die klimatischen Veränderungen auf Arten und Artengemeinschaften in unseren Wäldern auswirken. Ziel muss es sein, bereits ablaufende Veränderungen und Entwicklungen aufzuzeigen und zu bewerten und darauf aufbauend Empfehlungen für eine – auch aus Diversitätsgesichtspunkten – nachhaltige Bewirtschaftung abzuleiten.

Waldbau

Zeitgemäßer Waldbau führt alle Aspekte, die für die Entwicklung und Erhaltung stabiler, wirtschaftlich ertragreicher, ökologisch wertvoller und an den Klimawandel angepasster Wälder notwendig sind, zusammen. Die Schaffung und der Erhalt standortgerechter Mischwälder ist die zentrale Aufgabe. Nach einer genauen Analyse der gegenwärtigen Bestandessituation gilt es unter Ausnutzung der waldwachstumskundlichen Potenziale, die Waldbestände über die Phasen der Etablierung, Qualifizierung, Dimensionierung und Verjüngung nachhaltig zu bewirtschaften.

Im Fachteil Waldbau werden waldbauliche Behandlungsstrategien bewusst in Form einer baumartenspezifischen Grafik und eines sehr kompakten Textteils dargestellt. Beide werden im nachfolgenden Text ausführlich erklärt. Für jede Baumart wurde die Grafik angepasst, um die arteneigene unterschiedliche Wuchsdynamik abzubilden und mit den anderen Baumarten vergleichbar zu machen. Grundlegende, für alle Baumarten gültige Beurteilungskriterien, Ziele und Maßnahmen werden hier im Einleitungsteil vorgestellt.

In modernen Waldbaukonzepten ist der zu fördernde Einzelbaum der zentrale Gegenstand der Bestandsanalyse und der waldbaulichen Maßnahme. Mit der Förderung von Einzelbäumen erfolgt die Formung des gesamten Bestandes. Die aktuelle und zukünftige Eignung des Einzelbaumes für den Standort, seine ökonomische und ökologische Werterwartung sowie seine soziale Stellung und Entwicklungsfähigkeit im Bestandskollektiv zu beurteilen, ist die immer wiederkehrende Aufgabe des Bewirtschafters. Diese Fokussierung auf die gewünschten Zielbäume konzentriert auch waldbauliche Maßnahmen auf das Wesentliche. Besonders gut eignet sich das Vorgehen für die frühzeitige Förderung von Mischbaumarten, sei es als zukünftige Wertträger, Biotopbäume, Samenbäume oder zur Bodenpflege, zur Bestandsstabilisierung oder aus ästhetischen Gründen.

Die vorgeschlagene waldbauliche Behandlung sieht eine frühe und konsequente Förderung der Z-Bäume vor. Diese ermöglicht das Ausnutzen der waldwachstumskundlichen Potenziale der Baumarten über eine rasche Dimensionierung und damit, soweit notwendig, eine risikominimierende Umtriebszeit.

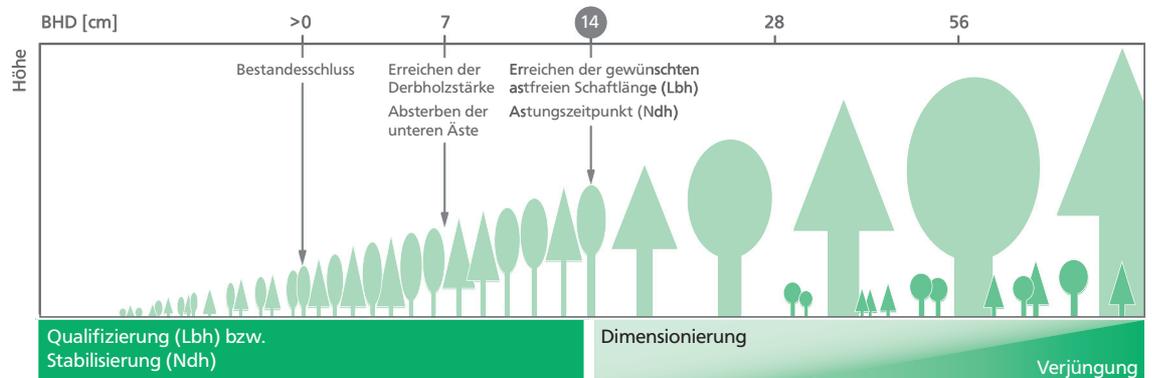
Das waldbauliche Vorgehen stellt dabei auf die grundsätzliche Anwendbarkeit für ganz Bayern ab und kann daher nur einen allgemeinen Rahmen darstellen. Dieser muss differenziert an regionale und gegebenenfalls lokale Bedingungen angepasst werden. Zudem sind die Ansätze mit den Zielen, Vorstellungen und Möglichkeiten des jeweiligen Waldbesitzers zu verschneiden. Dabei sollte beachtet werden, dass hier keine Richtlinien umgesetzt werden, sondern angepasste Behandlungsvorschläge für die Umsetzungsentscheidung des Waldbesitzers erarbeitet werden.

Bestandsanalyse und operationale Ziele

Dem Konzept liegt der Gedanke zugrunde, dass jeder sachgemäßen waldbaulichen Maßnahme eine genaue Analyse der vorgefundenen Bestandssituation vorangehen muss. Erst nach dieser Analyse und den sich daraus ergebenden waldbaulichen Möglichkeiten können unter Einbeziehung der Vorstellungen des Waldbesitzers operative Ziele formuliert werden, aus denen die waldbaulichen Entscheidungen und deren zeitliche Abfolge abgeleitet werden. Diese strukturierte Vorgehensweise sollte in allen waldbaulichen Tätigkeitsbereichen von der Bestandsbegründung über die Pflege und Durchforstung bis zum Erkennen von Verjüngungspotenzialen und dem Einleiten und Steuern der Verjüngung angewendet werden.

Dabei orientiert sich das waldbauliche Vorgehen an Merkmalen, die vom waldbaulichen Berater und dem Waldbesitzer im jeweiligen Waldbestand einfach erfasst werden können (z. B. BHD, astfreie Schaftlänge) und mit operationalen Zielen (z. B. gewünschte astfreie Schaftlänge, Zieldurchmesser) leicht zu verknüpfen sind. Die wesentlichen Orientierungsgrößen sind dem Text und der Grafik zur jeweiligen Baumart zu entnehmen.

Waldbau



	Qualifizierung (Lbh) bzw. Stabilisierung (Ndh)				Dimensionierung			Verjüngung
Waldbauliche Wuchsklassen	Anwuchs (KV) Anflug (NVJ)	Jungwuchs	Dickung	Stangenholz	Geringes Baumholz	Mittleres Baumholz	Starkes Baumholz	
Waldbauliche Maßnahmen	Bestandsbegründung	Jungwuchspflege	Dickungspflege (Läuterung)	Auslesedurchforstung	Lichtwuchsdurchforstung		Verjüngungseingriffe	
Nutzungsart der Forsteinrichtung	JP			JD	AD		AD/VJ	
Pflegephasen nach WILHELM et al. (1999)	Etablierung		Qualifizierung		Dimensionierung	Reifephase		Generationenwechsel
Stages of stand development nach SMITH et al. (1997)	Stand initiation		Stem exclusion		Understory reinitiation		Old growth	

Einteilung der Altersklassen, Nutzungsarten und Maßnahmen in Abhängigkeit vom BHD und der astfreien Schaftlänge nach MOSANDL UND PAULUS 2002 (verändert)

Als Hilfestellung zur Zusammenschau und Einordnung verschiedener waldbaulicher Begriffe, der Bezeichnung unterschiedlicher Phasen und der Zuordnung waldbaulicher Maßnahmen und Ziele soll die Grafik dienen. Der Einstieg in den Lichtwuchsbetrieb ist die wichtigste Zäsur im Bestandsleben. Nach MOSANDL UND PAULUS (2002) stellt das Erreichen des BHD 14 (des Z-Baums) einen dafür geeigneten praxistauglichen Meilenstein dar.

Waldbauliche Besonderheiten

Im Text zu den einzelnen Baumarten werden wesentliche waldbaulich relevante Eigenarten der jeweiligen Baumart beschrieben. Dies soll die Analyse der vorgefundenen waldbaulichen Ausgangssituation und die Maßnahmenentscheidung erleichtern. Die waldbaulichen Eigenschaften sind dabei auch für die Behandlung der Baumart in Mischbeständen zutreffend. Die Erläuterung folgt stets dem nachfolgenden Muster:

Besondere, waldbaulich relevante **Arteigenschaft**

z. B. Standortsansprüche (soweit in vorherigen Steckbriefabschnitten nicht schon genannt), Verjüngungsverhalten, Stockausschlagvermögen, Konkurrenzkraft, Gefährdungen etc.

Besonderheiten bei der **Verjüngung** (Naturverjüngung und Kultur) z. B. Schattentoleranz, Frostgefährdung, Konkurrenzempfindlichkeit, sinnvolle Mischungen

Besonderheiten in der **Pflegekette und Durchforstung**

- Qualifizierungs- bzw. Stabilisierungsphase (Jungwuchs)
- Dimensionierungsphase (Lichtwuchs)
 - z. B. Konkurrenzverhalten, Baumarten-differenzierte Z-Baumzahlen mit Rahmenwerten, Eingriffsturnus

Waldbau

Darstellung der Wuchsdynamik

Die Grafik stellt das waldbauliche Vorgehen vereinfacht schematisch dar und enthält die wichtigsten Orientierungswerte. Die Daten für die Kurven der Oberhöhe und des jährlichen Höhenzuwachses stammen aus der Bundeswaldinventur (BWI 3, Bäume ab BHD 7 cm). Sie zeigen den baumartenweisen Mittelwertverlauf aller in Bayern erhobenen Werte und können daher vom realen Wert am jeweiligen Standort abweichen. Die Daten für Berg- und Spitzahorn wurden zusammengefasst. Für die Birke wurden bundesweit erhobene Daten ausgewertet.

Mittlerer jährlicher Höhenzuwachs

Die Kulmination des Kurvenverlaufs markiert die Phase des stärksten jährlichen Höhenzuwachses der jeweiligen Baumart. Um bis zum Erntealter die angestrebte Baumdimension zu erreichen, sollte der Einstieg in den Kronenausbau etwa in der reaktionsstarken Phase des größten Höhenzuwachses beginnen.

Oberhöhe

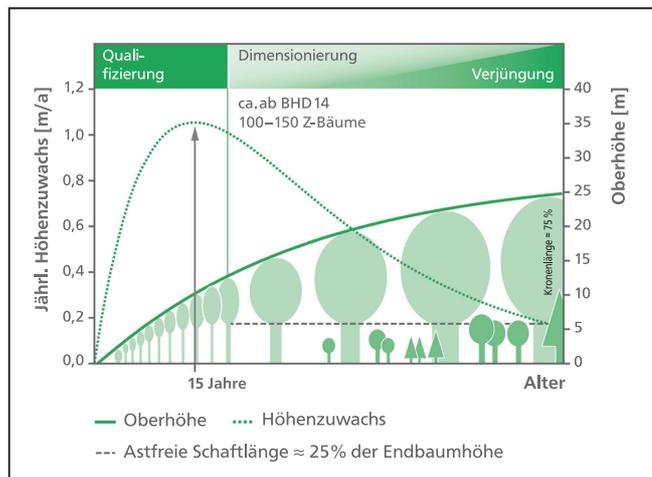
Die Kurve charakterisiert den Verlauf der Oberhöhenentwicklung über die Umtriebszeit.

Qualifizierung/Stabilisierung

Bis zum Einstieg in die Dimensionierung/Lichtwuchsphase soll v. a. beim Laubholz mäßiger Seitendruck durch Nachbarbäume (Bedränger) die Astreinigung an ca. 100–150 Z-baumfähigen Optionen je Hektar vorantreiben. Nur wenn diesem Kollektiv zukünftiger Wertträger/Stabilitätsträger konkurrenzbedingt unmittelbar sozialer Abstieg droht, sind Bedränger zurückzunehmen. Kronenspannung soll erhalten bleiben. »Dickung soll Dichtung bleiben«. Bei Nadelbäumen bzw. nadelholzbetonten Beständen steht in dieser Phase die Entwicklung möglichst stabiler Bestandsglieder im Vordergrund.

Dimensionierung

Das Erreichen eines Z-Baum-BHD von ca. 14 cm bei noch starkem Höhen- und auch Volumenzuwachs markiert den günstigsten Einstiegszeitpunkt in die Lichtwuchs- bzw. Dimensionierungsphase. Ab diesem Zeitpunkt sollten die Z-Baumkronen durch die Entnahme der Kronenbedränger sukzessive dauerhaft umlichtet werden. Bei noch unvollständiger Astreinigung kommt gegebenenfalls eine Wertastung in Betracht. Die vollständige Umlichtung kann bei Stabilitätsrisiken oder Gefahr von Wasserreiserbildung auf mehrere Eingriffe verteilt werden, sollte aber dennoch binnen weniger Jahre abgeschlossen sein. Als Bedränger sind alle Bäume zu entnehmen, die dem Z-Baum (auch von unten) in die Krone wachsen und das angestrebte Kronenprozent gefährden (Lbh: 75%, Ndh: >50%). Bei Nadelbäumen ist ein früher Einstieg in die Dimensionierung mit konsequenter Entnahme von Bedrängern zum zügigen, risikoarmen Erreichen gewünschter Dimensionen erforderlich.



Darstellung der Wuchsdynamik am Beispiel der Schwarzerle

Z-Baumanzahl

Selbst gegen Ende der Dimensionierungsphase sollen die Z-Bäume einander nicht bedrängen. Aus dieser grundsätzlichen Zielsetzung und artspezifischen Eigenschaften (z. B. Licht- oder Schattbaumart) ergeben sich Z-Baumzahlen, die nicht überschritten werden sollen. Reserve-Z-Bäume sollen grundsätzlich nicht ausgeschieden werden.

Astfreie Schaftlänge

Oberhalb der angestrebten grünastfreien Schaftlänge sollen keine starken Äste mehr absterben, damit nicht Fäuleeintritt den unteren, qualitativ hochwertigen und noch zu dimensionierenden Stammabschnitt entwertet. Das Absterben weiterer Äste weist auf eine zu schwache Umlichtung der Z-Bäume hin. Die Gefahr von Wasserreisern und deren wertmindernde Wirkung werden mitunter überschätzt und sollte einem konsequenten Kronenausbau nicht im Wege stehen. Als ausreichend werden beim Laubholz ca. 25% der Endhöhe angesehen; höhere Werte verlängern den Produktionszeitraum und damit das Risiko der Entwertung durch Fäule und unerwünschte Farbkernbildung.

Verjüngung

Ab dem Einstieg in die Dimensionierungs-/Lichtwuchsphase kann es zum Aufkommen von Naturverjüngung kommen. Bei planmäßigem Verlauf gehen die Dimensionierung/Endnutzungsphase und die Verjüngungsphase mit gezielten Verjüngungsmaßnahmen fließend ineinander über.

Literatur

Mosandl, R.; Paulus, F. (2002): Rationelle Pflege junger Eichenbestände. AFZ-Der Wald 11, S. 581–584

Herkunft

Gesundheit, Stabilität und Ertragsfähigkeit unserer Wälder hängen weitgehend von der richtigen Wahl standortsgemäßer Baumarten und Herkünfte ab. Die Herkunft ist eine in einem bestimmten Teil des Verbreitungsgebietes der Art vorkommende Population mit einer bestimmten Ausstattung an Erbanlagen. Das geografische Gebiet einer Herkunft zeichnet sich durch klimatische und geologische Homogenität aus, so dass davon ausgegangen werden kann, dass sich die Waldbäume durch Selektionsprozesse an diese Umweltbedingungen angepasst haben. Die Eigenschaften von Bäumen, wie z. B. der Austriebszeitpunkt, Gradschaftigkeit, Drehwuchs, Höhen- und Durchmesserwachstum etc. werden durch Erbanlagen und Umweltbedingungen bestimmt.

Die Gewinnung von Saatgut für die forstliche Verwendung sollte ausschließlich in dafür zugleassenen Waldbeständen erfolgen, die die Mindestanforderungen (z. B. Mindestfläche, Mindestalter und Mindestbaumzahl) nach dem Forstvermehrungsgutgesetz (FoVG) erfüllen. Bei der Einfuhr von Saatgut müssen die gesetzlichen Vorgaben berücksichtigt werden. Zahlreiche Baumarten unterliegen dem FoVG, das das Inverkehrbringen von Saat- und Pflanzgut durch Mindeststandards regelt und somit das Risiko für Waldbesitzer verringert, durch falsches oder minderwertiges Saatgut Misserfolge beim Anbau zu erleiden. Durch das FoVG wird sichergestellt, dass die Erbanlagen der Population an die Nachkommen weitergegeben werden und keine Inzuchteffekte auftreten.

Natürliche Verjüngung erfüllt die Forderung nach der richtigen Herkunft dann bestmöglich, wenn der Ausgangsbestand die notwendigen Voraussetzungen bezüglich Baumartenzusammensetzung sowie dem Phänotyp und der genetischen Ausstattung (Struktur, Vielfalt und Diversität) bietet. Wo diese Voraussetzungen nicht oder nur bedingt gegeben sind (z. B. ungünstige Wuchsformen, geringe Vitalität), ist die bedarfsgerechte Versorgung der Waldbesitzer mit geeigneten Herkünften forstlichen Vermehrungsgutes für künstliche Verjüngungsmaßnahmen eine wesentliche Voraussetzung für einen zielgerichteten Waldbau. Die genetische Vielfalt des Vermehrungsgutes ist die Basis für die Anpassungsfähigkeit und das Überleben der Baumarten bei sich ändernden Umweltbedingungen.

Für nicht-heimische Baumarten gelten bei der Bewirtschaftung die gleichen Ziele und damit auch die Anforderungen an die Ausgangsbestände wie bei heimischen Baumarten. Ausgewählte Populationen im natürlichen Verbreitungsgebiet sowie Populationen seltener heimischer Baumarten werden nach Möglichkeit phänotypisch und genetisch charakterisiert (Struktur, Vielfalt und Diversität). Durch die Anlage und Auswertung von Herkunftsversuchen werden geeignete Herkünfte, die die Umweltbedingungen in Bayern abdecken, identifiziert und empfohlen.

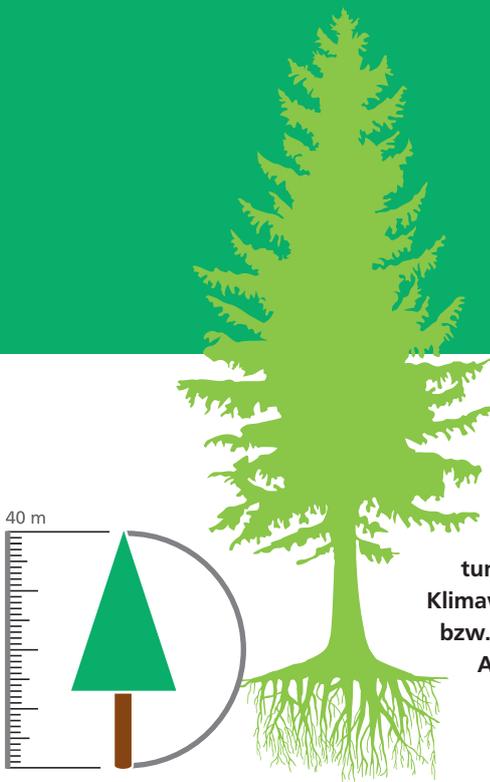
Da alle Baumarten außer dem Feldahorn dem FoVG unterliegen, wurde auf einen eigenen Abschnitt zur Herkunft in den Steckbriefen verzichtet.

Liste der Baumarten und künstlichen Hybriden, die der Richtlinie 1999/105/EG unterliegen und in der Praxishilfe ausführlich dargestellt werden

Baumart	Baumartenziffer	Herkunftsgebiete in Bayern
Fichte	840	17
Weißtanne	827	6
Waldkiefer	851	14
Europäische Lärche	837	5
Douglasie	853	3
Buche	810	12
Stieleiche	817	4
Traubeneiche	818	6
Bergahorn	801	9
Spitzahorn	800	2
Esche	811	5
Winterlinde	823	5
Hainbuche	806	2
Schwarzerle	802	5
Sandbirke	804	2

Fichte

Picea abies



Die Fichte gilt aufgrund ihres raschen Wachstums, ihrer hohen Massenleistung bei hoher Nutzholzausbeute und einfacher waldbaulicher Behandlung als der Brotbaum der Forstwirtschaft. Ihre große Standortsbreite erlaubt bisher an geeigneten Standorten einen Anbau weit über das natürliche Verbreitungsgebiet hinaus. Besonders auf diesen Flächen wird sich das Anbaurisiko im Klimawandel erhöhen. Dort wird empfohlen, die Fichte als Mischbaumart in geringen bzw. in sehr geringen Anteilen zu beteiligen. In klimatisch geeigneten Lagen der Alpen und der höheren Mittelgebirge kann sie weiterhin eine zentrale Rolle als führende Baumart oder Mischbaumart spielen.

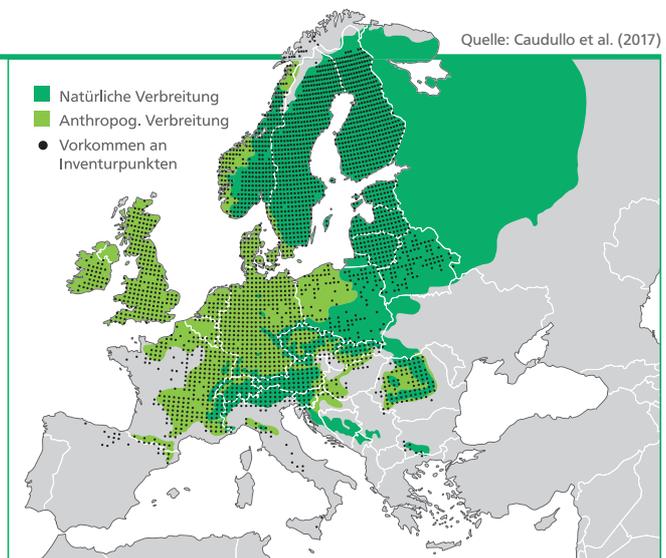
Verbreitung

Das natürliche Verbreitungsgebiet der Fichte erstreckt sich vom westlichen Europa bis nach Sibirien. Die Fichte ist ein Baum der planaren borealen Nadelwaldgebiete und der hochmontan-subalpinen Regionen.

Aufgrund ihrer großen Verbreitung gibt es drei Teilareale: das mittel- und südosteuropäische Fichtengebiet (Alpenraum, Erzgebirge, Beskiden, Karpaten, Dinarische Alpen), das nordosteuropäische Fichtengebiet und das sibirische Fichtengebiet (var. *obovata*). Ihre Höhengrenze liegt bei 950 m ü. NN im Harz, 1.250 m im Bayerischen Wald, 1.900 m in den Bayerischen Alpen und 2.200 m im Wallis. Aus forstwirtschaftlichen Gründen wurde die Fichte weit über ihre natürliche Verbreitung auch im Flach- und Hügelland Mitteleuropas angebaut.

Die Fichte ist mit 2,7 Mio ha die häufigste Baumart Deutschlands. Der Schwerpunkt des Anbaus liegt in Süddeutschland in Bayern und Baden-Württemberg. In Bayern sind rund 1 Mio ha mit Fichten bestockt. Dort kommt sie vor allem in den ostbayerischen Grenzgebirgen (Frankenwald, Fichtelgebirge, Bayerischer Wald) und in den Wuchsregionen südlich der Donau vor.

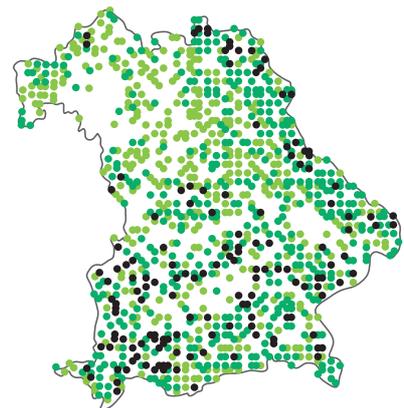
Quelle: Caudullo et al. (2017)



Bayern

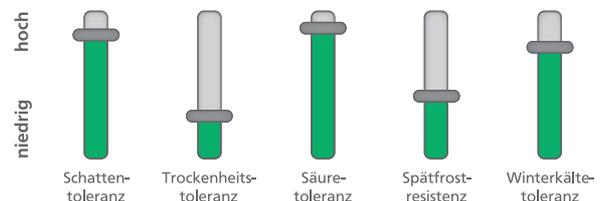
Grundflächen
BWI 2012 [m²/ha]

- < 20 (Light Green)
- 20–40 (Dark Green)
- > 40 (Black)



Arteigenschaften

Die Hochlagenherkünfte der Fichte sind morphologisch an Schneeauflast angepasst. In tieferen Lagen der Mittelgebirge besteht die Gefahr von Schneebruch und Schneedruck durch Nassschnee. Ihre Verjüngung wird vergleichsweise wenig verbissen.

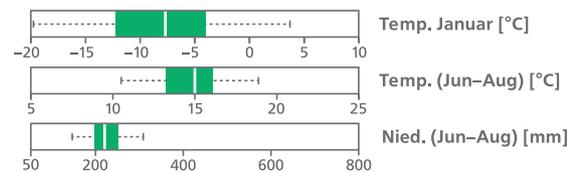
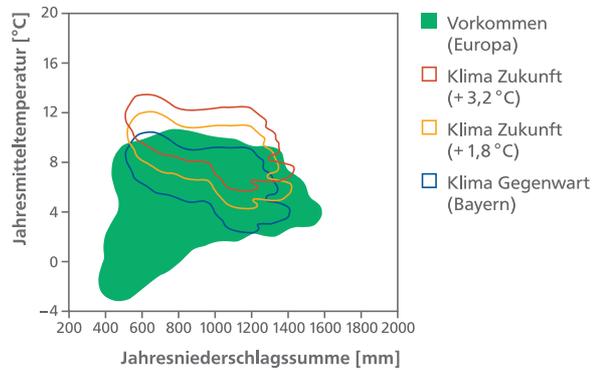


Fichte

Klima

Die Fichte bevorzugt kühles, feuchtes und kontinentales Klima und ist selten in Regionen mit warmen Wintern. Typisch für die Fichte ist der kalt-trockene (Nordeuropa und Russland) und der kalt-feuchte (Gebirgslagen) Ast der Klimahülle. Die aktuelle Übereinstimmung der Klimahülle Bayerns mit der Klimahülle der Fichte wird sich mit steigenden Temperaturen im Klimawandel deutlich verringern.

Milde Winter mit Januartemperaturen über 0 °C sind untypisch für Fichtenvorkommen und begrenzen die Verbreitung in Küstennähe. Untypisch ist trocken-warmes Klima mit Sommer-temperaturen (mittlere Temperatur Juni – August) größer 18 °C.



Wasser und Boden

Bei der Fichte ist eine ausgeglichene relativ hohe Bodenfeuchte Voraussetzung für gutes Wachstum. Einschränkungen des Bodenlufthaushalts beeinflussen die Wurzeln mehr als Substrat und Nährstoffvorrat und führen zur Ausbildung von nur flach ausgeprägten Wurzeltellern. Dies erhöht die Gefahr von Trockenschäden ebenso wie die Sturmwurfgefahr in hochwüchsigen Beständen mit hohem HD-Wert. Sie hat eine geringe Überflutungstoleranz.

Sie vermag sich auf armen Substraten aus der Humusaufgabe zu ernähren. Die Gefahr der Rotfäule besteht auf sehr basenreichen Standorten, insbesondere bei höheren Jahresdurchschnittstemperaturen. Ihre Nadelstreu zersetzt sich langsam, was selbst auf nährstoffreicheren Substraten tieferer Lagen zur Auflagehumusbildung führt.

Optimale Wuchsleistungen erreicht sie auf tiefgründigen, frischen, sandig-lehmigen Böden mittlerer Basenversorgung. In Mitteleuropa fast ausschließlich auf Gebirge beschränkt ist sie Teil des Bergmischwalds mit Buche und Tanne. Reinbestände bildet die Fichte nur auf Sonderstandorten. In der subalpiner Stufe der Alpen und des Bayerischen Waldes sowie an kalt-feuchten Sonderstandorten wie Moorrändern und Blockhalden bilden Fichtenreinbestände die natürliche Vegetation.

Stauwasser ^a		Grundwasser ^b		Überflutung		Moore ^{a,c}			
mäßig	stark	geneigt	eben (<5°)	mäßig	stark	K-N	br N	ba N	HM
3	5	3	4	3	5	5	3	3	4

^a Erhöhung des Anbaurisikos (BaSIS) nur wenn flächig

^b Erhöhung des Anbaurisikos (BaSIS) nur wenn flächig + stark

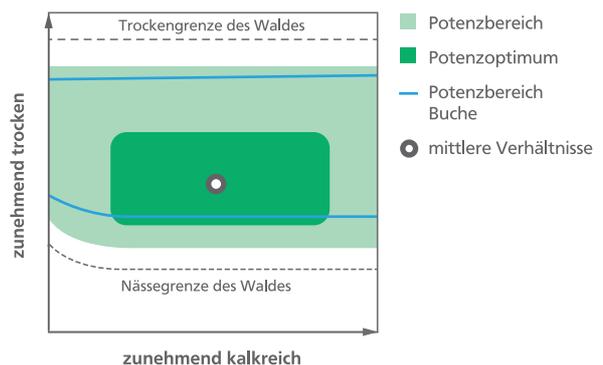
^c N = Niedermoore: K = Kalk-, br = basenreich, ba = basenarm; HM = Hochmoore

Basenverlaufstyp					
Typ 1+	Typ 1-	Typ 2	Typ 3	Typ 4	Typ 5
*	*	1	1	1	1

Typ 1+: sehr basenreich
Typ 1-: geringeres Kaliumangebot
Typ 5: sehr basenarm

* Geringeres Anbaurisiko durch Rotfäule bei Jahresmitteltemperatur < 7,5 °C

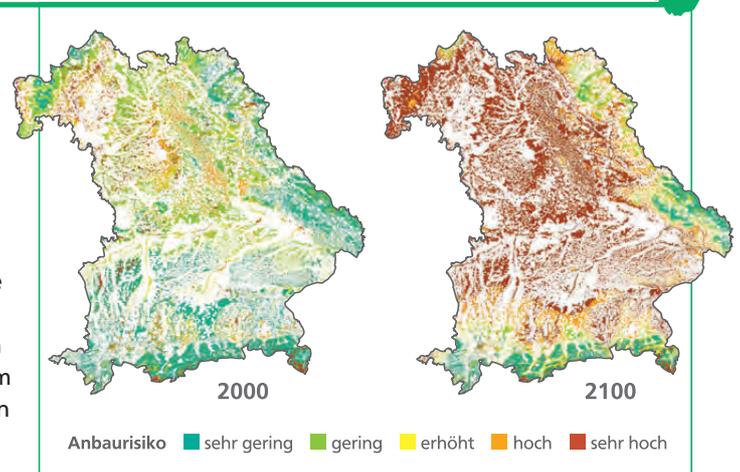
Anbaurisiko: ■ sehr gering ■ gering ■ erhöht ■ hoch ■ sehr hoch



Fichte

Anbaurisiko

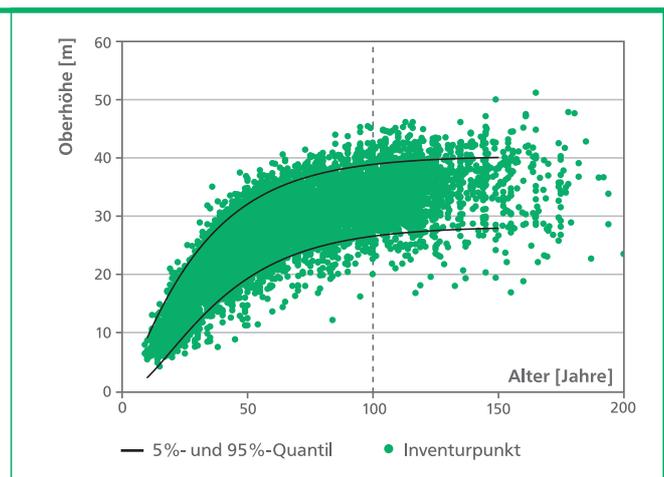
Für die Fichte ist die Prognose im Klimawandel risikobehaftet. Große Flächen mit derzeit geringem Anbaurisiko werden in Zukunft mit sehr hohem Risiko bewertet. Die in der Zukunft sehr hohen Temperaturen in der Vegetationsperiode und die milden Winter sind maßgeblich für die Erhöhung des Anbaurisikos. Im Klimawandel steigt das Risiko vor allem dort, wo die Fichte am warm-trockenen Verbreitungsrand angebaut wurde (Tieflagen) und dort, wo sie nicht in der heutigen potenziellen natürlichen Vegetation vertreten ist. Bei hohem bis sehr hohem Risiko wird empfohlen, die Fichte als Mischbaumart in geringen bzw. in sehr geringen Anteilen zu beteiligen.



Quelle: BaSIS, Bayerisches Waldinformationssystem (BayWIS)

Leistung

Die Fichte bleibt auf absehbare Zeit die wichtigste Wirtschaftsbaumart Mitteleuropas. Sie weist eine hohe Massenleistung bei gleichzeitig guten Qualitäten auf. Schon in frühen Stadien können verwertbare Sortimente erzielt werden. Zu hohe Temperaturen und Trockenstress gehen zu Lasten des Wachstums.



Holzverwendung

Das Holz der Fichte hat hervorragende Eigenschaften und eine Vielzahl an Verwendungsmöglichkeiten.

Holzeigenschaften: Sie gehört zu den Reifholzbäumen. Kern und Splint unterscheiden sich farblich nicht. Das Holz ist hell weißlich bis gelb-weißlich mit seidigem Glanz. Das dunkle Spätholz markiert deutlich die Jahrringgrenze und verleiht dem Holz einen dekorativen Charakter. Das Holz ist weich mit einer mittleren Rohdichte von 470 kg/m^3 . Es hat eine geringe Dauerhaftigkeit, ist ungeschützt pilz- und insektenanfällig sowie nicht witterungsfest.

Verarbeitbarkeit: Fichtenholz lässt sich jedoch sehr gut bearbeiten, gut beizen und streichen, aber schwer imprägnieren.

Einsatzbereiche: Sie reichen vom Brennholz über die Papier-, Zellstoff-, Span- und Faserplattenproduktion bis hin zum Möbelbau. Als Konstruktionsholz für Innen- und Außenbau

mit Holzschutz, für Dachstühle, Leimbinder, Brettsperholz, Fußböden und Treppen, im Wasser-, Brücken- und Bergbau wird es im großen Stil verwendet. Beim Bauholz ist die Fichte mengenmäßig die bedeutendste Baumart. Geeignete Stämme werden als Furnierholz und hochpreisiges Resonanzholz vermarktet.



Fichte

Waldschutz

Die Fichte ist bereits heute ausgesprochen anfällig für zahlreiche Schadorganismen. Das Waldschutzrisiko wird sich mit steigenden Temperaturen erhöhen. Besondere Bedeutung haben rindenbrütende Borkenkäfer (Buchdrucker, Kupferstecher), die durch Bildung mehrerer Generationen pro Jahr zur Massenvermehrung (Gradation) fähig sind. Bei günstigen Witterungsbedingungen bauen diese hohe Populationen auf und können bestandsbedrohende Schäden verursachen. Bedeutsam sind: in der Kulturphase der Furchenflügelige Fichtenborkenkäfer, in der Jugendphase der Kupferstecher und in der Altersphase der Buchdrucker. In Kulturen treten auch der Große Braune

Rüsselkäfer und der wurzelbürtige Fäuleerreger Hallimasch stark schädigend auf. Die Rotfäule durch den Wurzelschwamm führt zu umfänglichen Stammfäulen. Nadelpilze als Schütteerreger treten vorrangig in jüngeren, sehr dichten Beständen sowie an der Waldgrenze (Goldrost) auf, insbesondere der Fichtennadelritzenschorf. Kahlfraß bei Massenvermehrungen der Nonne ist letal (Sonnenbrand). Fraßschäden durch Fichtengespinstblattwespe, Kleine Fichtenblattwespe und Fichten-Gebirgsblattwespe führen dagegen zu Vitalitäts- und Zuwachseinbußen, die prädisponierend für Folgeschädlinge sein können. Überhöhte Rotwildbestände führen zu starken Schälschäden.

Artenvielfalt

Die Fichte bevorzugt im Mitteleuropa von Natur aus Lebensräume in Gebirgs- und Mittelgebirgslagen. In den subalpinen Fichtenwäldern, im Moorrand- und Block-Fichtenwäldern dominiert sie den Hauptbestand. Eine wichtige Mischbaumart ist sie im Bergmischwald und in Tannenwaldgesellschaften. Auch im montanen Fichten-Schwarzerlen-Sumpfwald spielt sie eine Rolle. Obwohl Fichtenwälder auf den ersten Blick vergleichsweise monoton wirken, sind sie Lebensräume für eine ganze Reihe von Arten, die sich auf das Leben an Fichten spezialisiert haben.



Sperrlingskauz

Um die 400 xylobionte Käferarten kommen an der Fichte vor und zahlreiche Pilzarten sind mit ihr vergesellschaftet. Bei den Vogelarten sind Fichtenwälder in Mitteleuropa dagegen eher artenarm. Allerdings sind darunter auch spezialisierte Arten wie Dreizehenspecht, Fichtenkreuzschnabel, Wintergoldhähnchen, Sperrlings- und Raufußkauz.

Waldbau

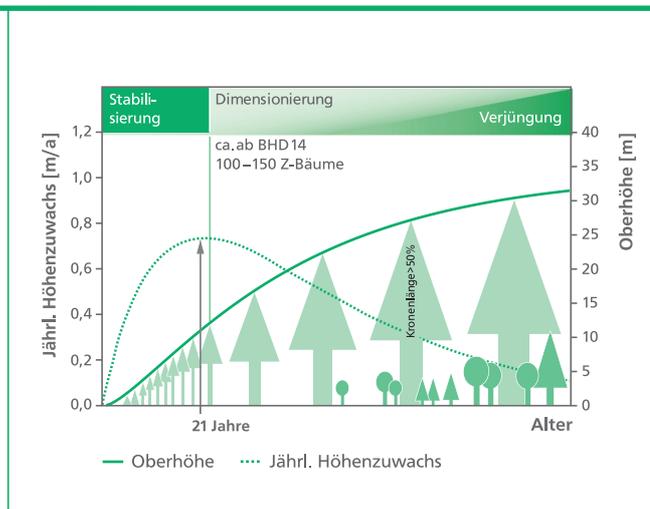
Frosttolerante Freiflächenbaumart, sehr verjüngungsfreudig.

Verjüngung: Bildet in Naturverjüngungen oft dichte Bürstewüchse. Unter günstigen standörtlichen Verhältnissen Gefahr der Dominanz gegenüber anderen Baumarten. Rechtzeitige Einbringung von Mischbaumarten im Voranbau.

Pflege: Frühzeitige und dauerhafte Sicherung und Beteiligung von Mischbaumarten. Rechtzeitige Stabilisierung bei mangelnder Differenzierung – Stammzahlreduktion auf 2,0 bis 2,5 m Abstand oder Punktpflege im Abstand 8 bis 10 m.

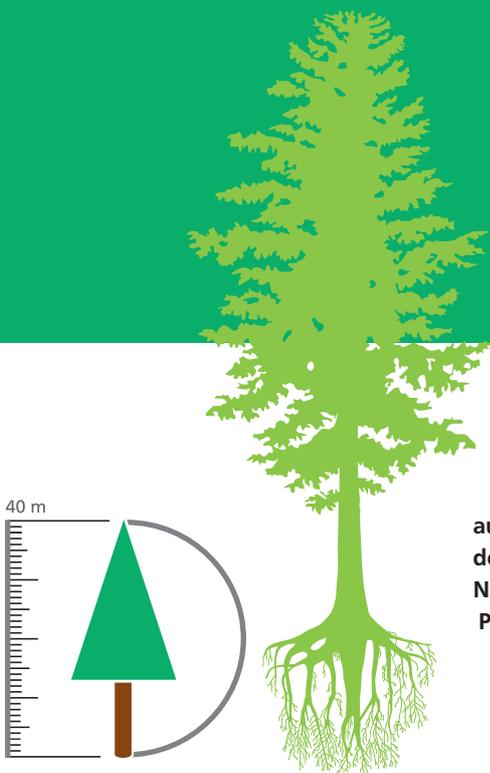
Durchforstung: Förderung von 100–150 Z-Bäumen einschließlich Mischbaumarten (Abstand 8–10 m), HD-Wert möglichst <80, Kronenlänge >50%. Begutachtung der Z-Bäume alle 5 Jahre und gegebenenfalls Eingriffe.

Zur Risikominimierung bei hohem Anbaureisiko oder Windwurfgefahr Verkürzung der Umtriebszeit mit Erhöhung der Z-Baumzahl auf bis zu 200 (250) Stück.



Weißtanne

Abies alba



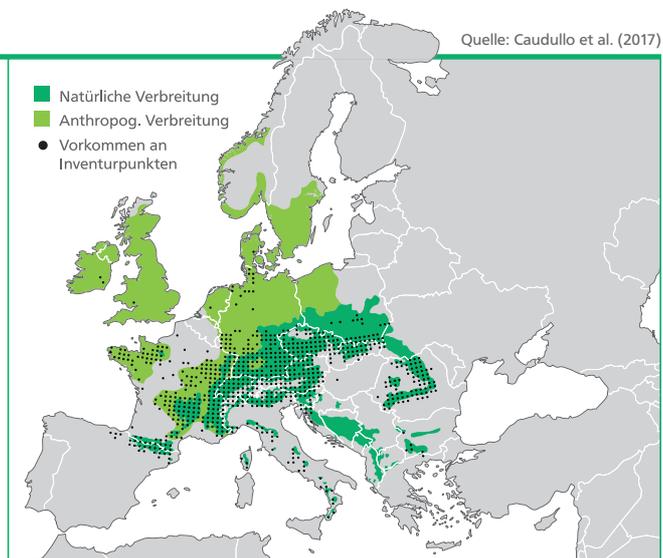
Die Weißtanne (Tanne) ist eine typische Charakterbaumart des montanen Bergmischwaldes und Mischbaumart in vielen Waldgesellschaften. Ursprünglich in Süddeutschland weit verbreitet, ist sie in den letzten Jahrhunderten aus verschiedenen Gründen stark zurückgegangen. Für die Weißtanne als Baum des Gebirges ist die Prognose im Klimawandel unterschiedlich. Eng an hohe Niederschläge gebunden wird sie im wärmegetönten Nordwesten Bayerns Probleme bekommen. Auf geeigneten Standorten kann sie als Mischbaumart eine risikoarme Alternative zur anfälligeren Fichte sein. Sie ist durchaus auch wirtschaftlich eine Alternative zur Fichte. Der Tannenanbau fordert allerdings andere waldbauliche Strategien.

Verbreitung

Das natürliche Verbreitungsgebiet der Weißtanne beschränkt sich auf Gebirgsräume des südlichen Westeuropas, des südlichen Mitteleuropas und Südosteuropas. Ihre nördliche Verbreitungsgrenze verläuft im Thüringer Wald, im Frankenwald und im Erzgebirge. Man geht davon aus, dass die spät eingesetzte nacheiszeitliche Rückwanderung der Tanne noch nicht abgeschlossen war, als ihre Verbreitung bereits anthropogen beeinflusst wurde. Die Höhengrenze in den Bayerischen Alpen beträgt ca. 1.800 m ü. NN und im Wallis fast 2.000 m.

Die Tanne ist mit 55.000 ha an den Wäldern Bayerns beteiligt. Das sind etwas mehr als 2%. Sie besiedelt bevorzugt die mittleren und oberen Bergwaldstufen der Mittelgebirge und die Alpen. Ihr Schwerpunkt liegt in den Bayerischen Alpen, im Bayerischen Wald, im Alpenvorland sowie im Tertiären Hügelland.

Quelle: Caudullo et al. (2017)

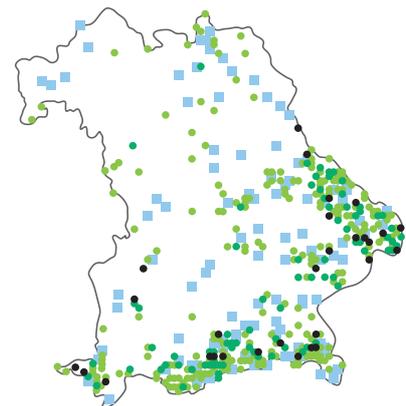


Bayern

Grundflächen BWI 2012 [m²/ha]

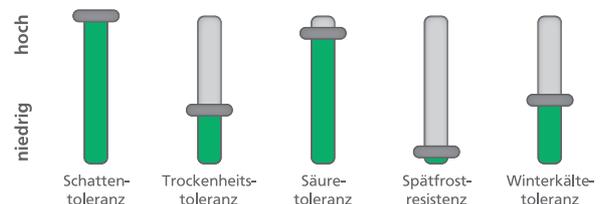
- < 10 (Light Green)
- 10–20 (Dark Green)
- > 20 (Black)

■ Vorkommen ohne Bestimmung der Grundfläche (Blue square)



Arteigenschaften

Ihre Fähigkeit, in der Jugend sehr viel (noch mehr als Buche) Schatten zu ertragen und im Alter viel Schatten zu werfen, macht sie zu einer konkurrenzstarken Baumart. Die Tanne ist durch Frosttrocknis und auf Freiflächen durch Spätfröste gefährdet.



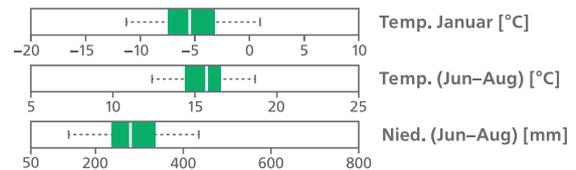
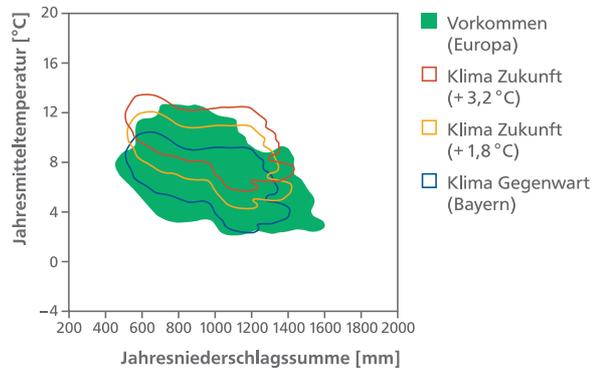
Weißtanne



Klima

Die Tanne bevorzugt gemäßigte, feuchte, ozeanische bis subkontinentale Klimaverhältnisse. Sie meidet das trocken-warme Klima des Flachlandes. Optimale Wuchsbedingungen findet sie auf feuchten Böden in luftfeuchten, sommerkühlen, wenig frostgefährdeten Lagen mit mindestens drei Monaten Vegetationszeit. Sehr warme und sehr kalte Regionen (Januarterperaturen von weniger als $-3\text{ }^{\circ}\text{C}$) mit geringen Jahresniederschlägen (Sommerniederschläge Juni–August unter 200 mm) meidet sie.

Beinahe die ganze Klimaregion Bayerns liegt heute im Weißtannen-Optimum. Bei einer weiteren Temperaturerhöhung werden die dann zu warmen Regionen Bayerns jedoch ungeeignet für die Weißtanne.



Wasser und Boden

Die Tanne hat einen hohen Wasserbedarf während der Vegetationsperiode. Standorte mit schlechter Wasserversorgung werden gemieden. Die Tanne ist eine der wenigen Baumarten, die an stau- und grundwasserbeeinflussten Standorten gut zurechtkommt und stabile Bestände bilden kann.

Die Tanne ist anspruchslos hinsichtlich der Nährstoffversorgung. Diese spielt bei ausreichender Wasserverfügbarkeit keine große Rolle. Ihr Wurzelwerk ist so kräftig, dass es auch in schwerste Tonböden und Böden mit Staunässe oder Grundwasser eindringen kann. Das tiefreichende Wurzelsystem gilt als Nährstoffpumpe und macht die Baumart sturmfest. Die relativ schnell abbaubare Streu trägt zur Bodenverbesserung bei.

Optimales Wachstum zeigt sie auf tiefgründigen, nachhaltig frischen Braunerden unterschiedlicher Basensättigung. Die meisten Tannenstandorte sind gleichzeitig auch Buchenstandorte. Die Tanne kann sich dort durchsetzen, wo die Kontinentalität zunimmt und die Durchwurzelbarkeit und Standfestigkeit der Konkurrenten abnimmt. Gegen Konkurrenzvegetation ist sie mit ihrem kräftigen Leittrieb und durch die Schatten ertragenden Nadeln nicht besonders empfindlich.

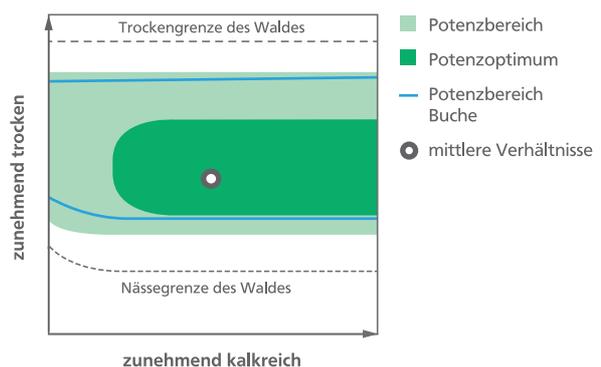
Stauwasser ^a		Grundwasser ^b		Überflutung		Moore ^{a,c}			
mäßig	stark	geneigt	eben (<5°)	mäßig	stark	K-N	br N	ba N	HM
1	1	1	2	4	5	5	5	5	5

a Erhöhung des Anbaorisikos (BaSIS) nur wenn flächig
 b Erhöhung des Anbaorisikos (BaSIS) nur wenn flächig + stark
 c N = Niedermoore: K = Kalk-, br = basenreich, ba = basenarm; HM = Hochmoore

Basenverlaufstyp					
Typ 1+	Typ 1-	Typ 2	Typ 3	Typ 4	Typ 5
1	1	1	1	1	1

Typ 1+: sehr basenreich
 Typ 1-: geringeres Kaliumangebot
 Typ 5: sehr basenarm

Anbaorisiko: ■ sehr gering ■ gering ■ erhöht ■ hoch ■ sehr hoch

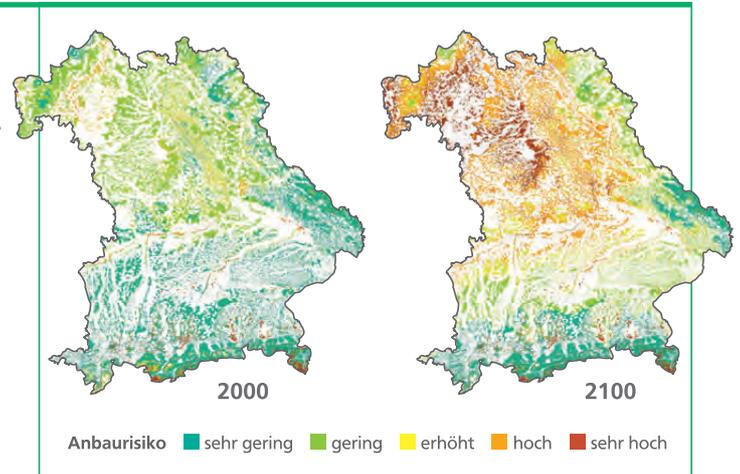


Weißtanne



Anbaurisiko

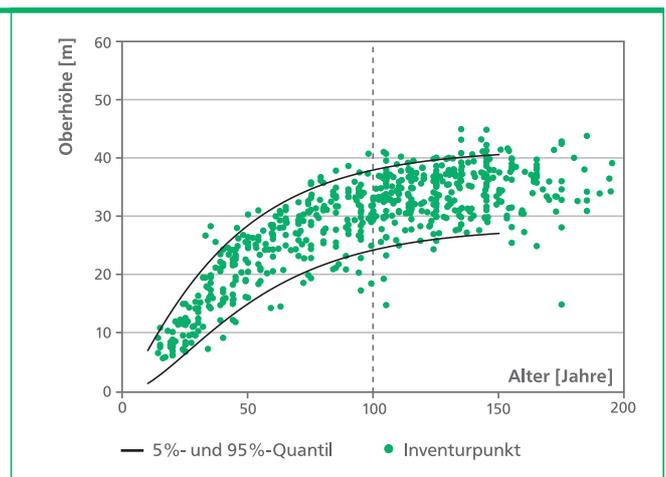
Für die Tanne ist die Prognose im Klimawandel unterschiedlich. Sie hat gegenwärtig ein geringes Risiko mit Einschränkungen in den trockensten und wärmsten Gebieten Bayerns, wie z. B. der Fränkischen Platte. Im Klimawandel steigt das Anbaurisiko besonders stark in den wärmegetönten Regionen Nordwestbayerns. In den kühleren und feuchten Lagen der Mittelgebirge, im Voralpenland und den Alpen werden der Weißtanne jedoch sehr gute Prognosen ausgestellt. Im Flach- und Hügelland und in den tieferen Lagen der Mittelgebirge hat die Weißtanne in Zukunft ein erhöhtes bis hohes Risiko. Dennoch kann sie als Mischbaumart weiterhin am Bestandsaufbau beteiligt werden.



Quelle: BaSIS, Bayerisches Waldinformationssystem (BayWIS)

Leistung

Bei entsprechender waldbaulicher Behandlung ist die Tanne zu hohen Zuwachsleistungen fähig, jedoch nur als Mischbaumart – im Idealfall mit Fichte und Buche im Bergmischwald.



Holzverwendung

Das Holz der Tanne hat hervorragende Eigenschaften und bietet sich vergleichbar der Fichte für vielseitige Verwendungen an.

Holzeigenschaften: Mit einer mittleren Rohdichte von 450 kg/m^3 gehört das helle Tannenholz – wie das der Fichte – zu den leichten bis mittelschweren Hölzern. Unbehandelt ist es wenig dauerhaft und nur mäßig witterungsfest.

Verarbeitbarkeit: Es lässt sich gut bearbeiten, leicht schälen und neigt wenig zum Reißen und Werfen.

Einsatzbereiche: Aufgrund seiner technischen Eigenschaften ist es ein ausgezeichnetes Bau- und Konstruktionsholz und wird beispielsweise im Erd- und Wasserbau eingesetzt. Eine weitere Besonderheit ist seine hohe Widerstandskraft gegenüber Säuren und Basen, weshalb es früher in der chemischen Industrie zum Einsatz kam. Da es absolut harzfrei ist, eignet sich Tannenholz besonders für den Innenausbau wie Möbel,

Fenster, Türen und Böden. Es dunkelt wenig nach und lässt sich leicht mit anderen Hölzern und Baustoffen wie Stein, Beton, Stahl und Glas kombinieren. Zu beachten ist, dass Tanne und Fichte getrennt getrocknet werden sollten, zumal bei vorkommendem Nasskern der Tanne. Entscheidend für den Erfolg von Tannenholz am Markt ist eine eigenständige Vermarktung.



Weißtanne

Waldschutz

Die Tanne zeigt bereits unter den heutigen Klimabedingungen eine erhöhte Anfälligkeit gegenüber verschiedensten Schadorganismen. Die Zunahme der halbparasitischen Tannenmistel an Alttannen führt zu einer Vitalitätsschwäche. In deren Folge kommt es zu Schäden durch rindenbrütende Borkenkäferarten (v. a. Kleiner Tannenborkenkäfer und Krummzahniger Tannenborkenkäfer). Häufig treten verschiedene Arten gleichzeitig auf. Entsprechend ihrer Einnischung über die Rindendicke können Borkenkäferschäden in allen Altersklassen beobachtet werden. Eine weitere rindenbrütende Art ist der Tannenrüssler, der vornehmlich als Folgeschädling im Zusammenhang mit dem »Tannensterben« in Erscheinung tritt. Das »Tannensterben« ist ein durch Verschmutzung der Luft (v. a. Problem

der Emissionsbelastung in den 1980er Jahren) und/oder an Trieben und Nadeln saugenden Schädlingen verursachtes, periodisch auftretendes Absterben von Weißtannen. Bei Letzterem handelt es sich um eine Komplexerkrankung, die sich aus einem Stammlausbefall und dem anschließenden Pilzbefall entwickelt. Dies führt zum Absterben der befallenen Tannen. In Jungbeständen tritt mit der Tannentriebblaus eine invasive Art auf, deren Befall zu Wuchsdeformationen (Triebsterben) bis hin zum Absterben befallener Bäume führen kann. Jungpflanzen reagieren empfindlich auf Spätfrostschäden. Altbäume sind anfällig für Hallimasch-Befall. Starke Verbisschäden treten bei überhöhten Schalenwildbeständen auf.

Artenvielfalt

Die Tanne ist eine Hauptbaumart der buchenreichen Bergmischwälder. Darüber hinaus hat sie natürliche Dominanz, wo Vitalität und Konkurrenzkraft der Buche herabgesetzt sind. Dies ist insbesondere auf verdichteten und vernässten Böden der Fall. Als natürliche Mischbaumart bietet die Tanne für viele Arten einen Lebensraum, die eine Nadelbaumbeteiligung bevorzugen. Die Vogelartengemeinschaft in Tannenwäldern unterscheidet sich daher nicht wesentlich von der in Fichtenwäldern. Aufgrund ihrer Langlebigkeit sind alte Tannen Habitat und Lebensraum für zahlreiche Totholz- und Höhlenbe-

wohner. In kühl-feuchten Lagen ist ihre relativ basenreiche Rinde häufig ein wichtigstes Wuchssubstrat für anspruchsvolle Flechtenarten. Die Tanne beherbergt weniger auf sie spezialisierte Insektenarten als Kiefer und Fichte. Etliche Schmetterlinge (z. B. Tannen-Glasflügler), Hautflügler und Käferarten haben sich auf die Tanne als Habitatbaum spezialisiert. Als Mykorrhizapartner treten absolute Tannenspezialisten wie der Zitronengelbe Grubige Weißtannenmilchling, der Weißtannen-Risspilz oder der Weißtannen-Rötling auf.



Weißtannen-Risspilz

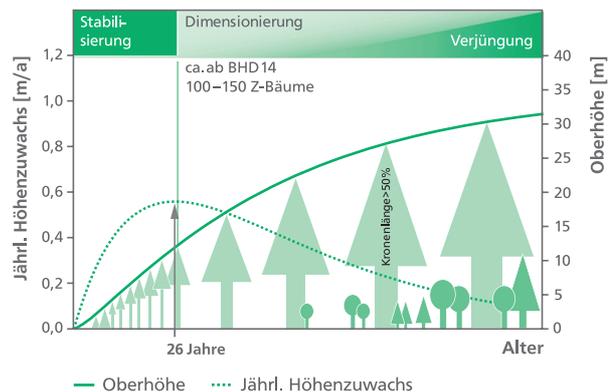
Waldbau

Schattenertragend, stabil, auch auf schweren Böden.

Verjüngung: Naturverjüngung, Saat oder Pflanzung unter lichtem Altholzschirm. Auf Freiflächen nur mit Seitenschutz, am Hang mit Kaltluftabfluss oder unter lockerem Vorwald.

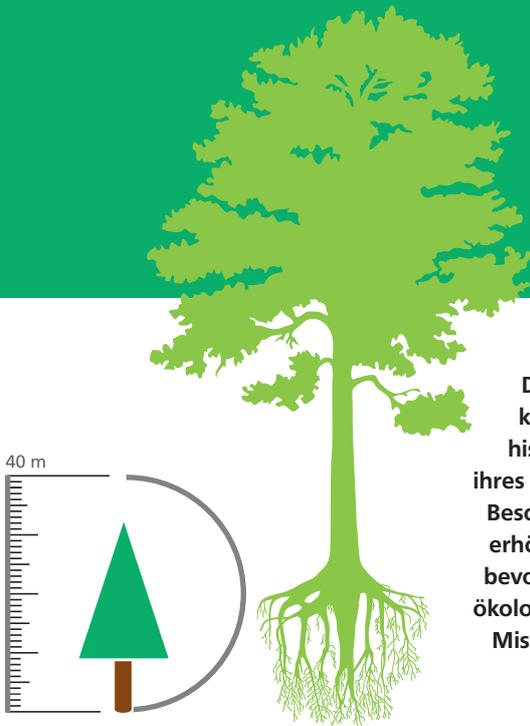
Pflege: Punktuelle Pflege von 100–150 Optionen einschließlich Mischbaumarten (Abstand 8–10 m). Dichtschluss vermeiden.

Durchforstung: Kronenumlichtung an 100–150 Z-Bäumen durch Entnahme der stärksten Bedränger. HD-Wert möglichst < 80, Kronenlänge > 50%. Begutachtung der Z-Bäume alle 5 Jahre und gegebenenfalls Eingriffe.



Waldkiefer

Pinus sylvestris



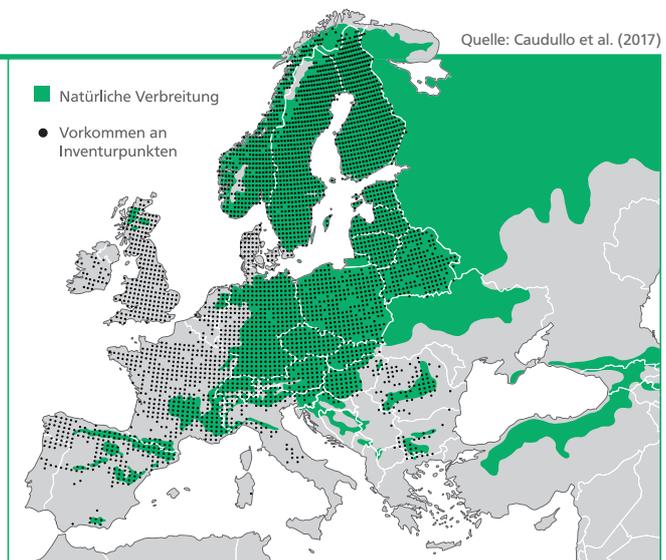
Die Kiefer ist nach der Fichte die zweithäufigste Baumart in Bayern. Ihrer klimatischen und standörtlichen Anspruchslosigkeit verdankt sie den historisch begründeten hohen Bestockungsanteil. Sie wurde weit außerhalb ihres natürlichen Verbreitungsgebiets und oft in Reinbeständen angebaut. Besonders auf diesen Flächen wird sich das Anbaurisiko im Klimawandel erhöhen. Hinzu kommt, dass diese Baumart eher ein kühl-kontinentales Klima bevorzugt und empfindlich bei zu hohen Temperaturen reagiert. Es gilt, das ökologische Potenzial dieser Baumart so zu nutzen, um widerstandsfähige Mischbestände zu entwickeln.

Verbreitung

Die außergewöhnlich weite Verbreitung hatte die Entstehung zahlreicher Klima- und Standortrassen zur Folge. Das Areal reicht von Skandinavien über Mitteleuropa und den Alpen bis weit nach Ostasien. Im Süden beschränkt sich die Kiefer auf die Gebirge auf der Iberischen Halbinsel (Pyrenäen, Sierra Nevada) und in Frankreich auf das Zentralmassiv und den Alpenbogen. In Südosteuropa kommt sie z. B. in den Rhodopen und den Ostkarpaten vor sowie in Kleinasien im Kaukasus und im Pontischen Gebirge. Die stark zerklüftete natürliche Westgrenze verläuft durch W- und SW-Deutschland. Die Höhengrenze liegt in Skandinavien geringfügig über Meeressniveau, klettert aber, umso weiter man nach Süden kommt (Sierra Nevada), bis auf 2.100 m ü. NN. In Bayern steigt sie bis auf 900 m im Bayerischen Wald und bis auf 1.600 m in den Bayerischen Alpen.

Das aktuelle Vorkommen der Kiefer ist stark anthropogen beeinflusst und reicht weit über das natürliche Areal hinaus. Die Kiefer ist mit 400.000 ha (rund 17%) die zweithäufigste Nadelbaumart in Bayern. In Bayern kommt sie vor allem im Oberpfälzer Becken- und Hügelland, in der mittelfränkischen Südlichen Keuperabdachung, im oberfränkischen Triashügelland, in der Selb-Wunsiedler-Bucht und im Tertiären Hügelland vor.

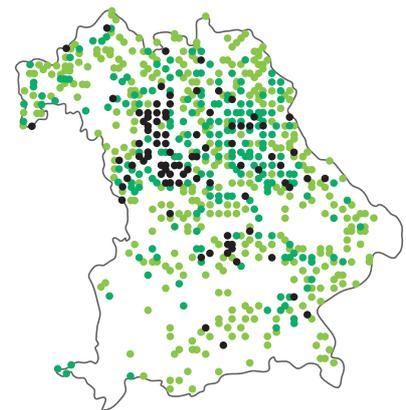
Quelle: Caudullo et al. (2017)



Bayern

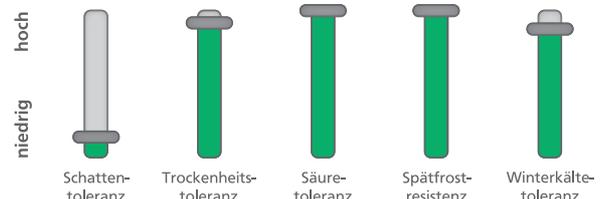
Grundflächen
BWI 2012 [m²/ha]

- < 15
- 15–30
- > 30



Arteigenschaften

Als Pionierbaumart hat die Kiefer eine breite ökologische Amplitude und ist extrem frosthart. Mit Hilfe von Mykorrhizabildung kann sie auch auf sehr nährstoffarmen Standorten wachsen.

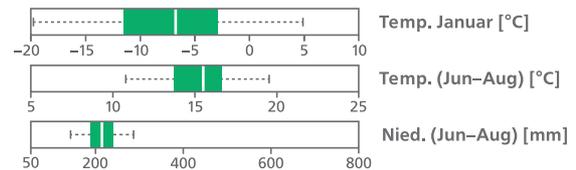
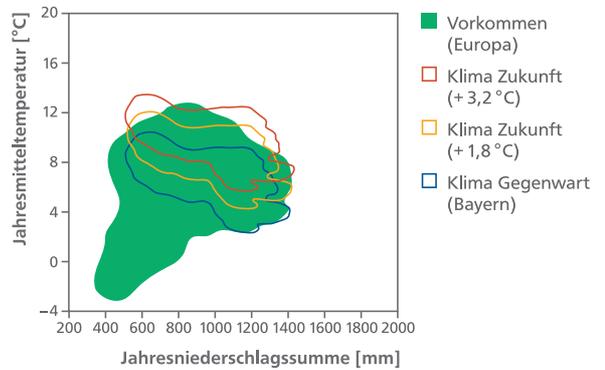


Waldkiefer

Klima

Die Kiefer hat eine breite klimatische Amplitude und bevorzugt kontinental geprägte Klimaregionen. Typisch für die Verbreitung ist der kalt-trockene (borealer Nadelwaldgürtel) und der kalt-feuchte (Gebirgslagen) Ast der Klimahülle. Der boreale Nadelwaldgürtel vom kontinentalen Osten gilt als Schwerpunkt der Verbreitung.

Bei einer stärkeren Temperaturerhöhung werden in den wärmsten Regionen Bayerns die Toleranzgrenzen überschritten. Milde Winter mit Januartemperaturen über $-3\text{ }^{\circ}\text{C}$ und Sommertemperaturen (mittlere Temperatur Juni–August) größer $18\text{ }^{\circ}\text{C}$ sind untypisch für Kiefernorkommen.



Wasser und Boden

Die Kiefer ist in der Lage, sowohl Wasserüberschuss als auch Wassermangel zu ertragen. Sehr nasse Moore und lange überflutete Standorte meidet sie. Kurzzeitige Überflutungen toleriert sie. Auf feuchten, wechselfeuchten und nassen Standorten gehört die Kiefer aufgrund ihrer Pfahlwurzel zu den sehr standfesten Baumarten. Sie stockt auch auf Standorten mit zeitweisem Wassermangel.

Die Kiefer stellt geringe Ansprüche an die Basenausstattung im Boden. Auf Karbonatstandorten zeigen Kiefern häufig Kalkchlorosen.

Sie kommt auch mit extremen Bodenverhältnissen zurecht. Mit ihrer Ektomykorrhiza ist sie in der Lage, Kippen, Dünen, Rohböden und degradierte Böden zu besiedeln.

Wegen der langsamen Streuzersetzung (ca. 4 Jahre) besteht die Gefahr der Rohhumusbildung.

Die breite ökologische Amplitude ermöglicht den Anbau auf großen Flächen. Von Natur aus wird sie jedoch wegen ihrer geringen Konkurrenzkraft als Pionierbaumart auf verschiedene Extremstandorte verdrängt. Sie besitzt drei stark unterschiedliche Standortkombinationen, auf denen sie sich natürlich dauerhaft durchsetzen kann. Zum einen trocken-saure und trocken-kalkreiche und zum anderen feucht-saure Standorte.

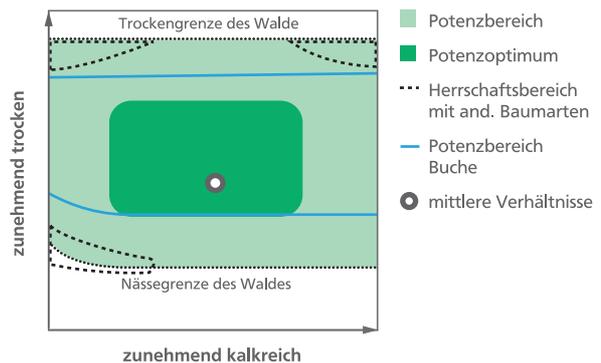
Stauwasser ^a		Grundwasser ^b		Überflutung		Moore ^{a,c}			
mäßig	stark	geneigt	eben (<5°)	mäßig	stark	K-N	br N	ba N	HM
1	1	1	2	3	5	5	4	3	2

a Erhöhung des Anbaorisikos (BaSIS) nur wenn flächig
 b Erhöhung des Anbaorisikos (BaSIS) nur wenn flächig + stark
 c N = Niedermoore: K = Kalk-, br = basenreich, ba = basenarm; HM = Hochmoore

Basenverlaufstyp					
Typ 1+	Typ 1-	Typ 2	Typ 3	Typ 4	Typ 5
2	3	1	1	1	1

Typ 1+: sehr basenreich
 Typ 1-: geringeres Kaliumangebot
 Typ 5: sehr basenarm

Anbaorisiko: ■ sehr gering ■ gering ■ erhöht ■ hoch ■ sehr hoch



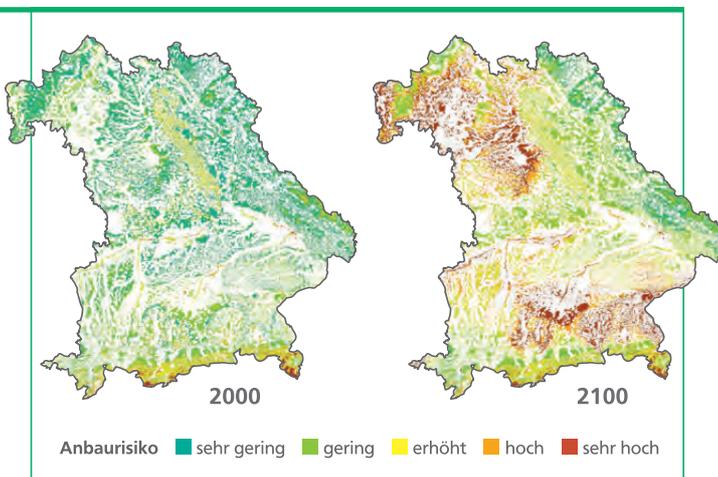
Waldkiefer



Anbaurisiko

Für die Kiefer ist die Prognose im Klimawandel regional sehr unterschiedlich. Sie hat gegenwärtig ein eher geringes Risiko mit Einschränkungen in den Alpen und im Jura.

In den Gebieten mit zukünftig sehr warmen Sommern, wie dem Nordwesten und dem Südosten Bayerns, wird das Anbaurisiko stark steigen. Sie reagiert empfindlich auf hohe Sommertemperaturen. Für bestimmte kühlere Regionen wie z. B. im Nordosten Bayerns wird noch ein moderates Anbaurisiko prognostiziert.



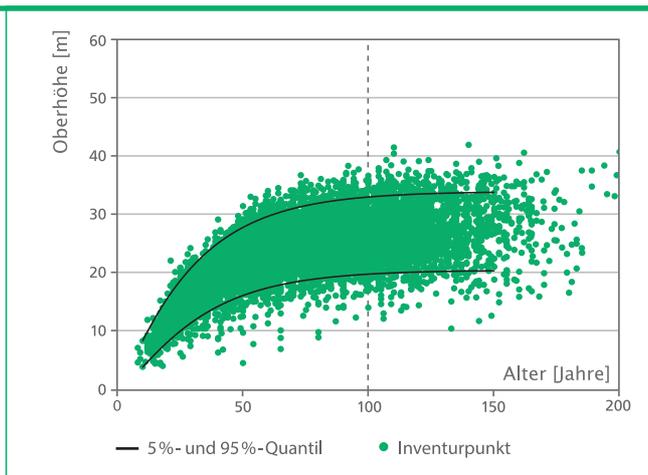
Quelle: BaSIS, Bayerisches Waldinformationssystem (BayWIS)

Leistung

Die Kiefer gehört nach wie vor zu den wichtigsten Wirtschaftsbaumarten. In den letzten Jahrzehnten haben sich auf den Kieferstandorten die Wachstumsbedingungen verbessert, was zu höheren Zuwachseleistungen bei der Kiefer führte.

Beste Holzqualität wird auf mittleren bis geringeren Standorten erzielt. Auf guten Standorten wird ihr Potenzial nicht ausgeschöpft und die Qualität leidet durch allzu brausches, d. h. grobstufiges Wachstum.

Sie wächst auch auf sehr trockenen Standorten mit geringer Nährstoffausstattung, zeigt dort aber Wuchsdepressionen.



Holzverwendung

Die Kiefer als zweithäufigste Baumart Bayerns ist vor allem beliebt für Konstruktionen und Möbel.

Holzeigenschaften: Kiefernholz teilt sich farblich in das gelblichweiße Splintholz und rötlichbraune Kernholz, zahlreiche Harzkanäle sind sichtbar. Das mittelschwere und mäßig harte Holz mit einer mittleren Rohdichte von 510 kg/m^3 zeichnet sich zusätzlich durch gute Festigkeits- und Elastizitätseigenschaften aus. Es ist leicht zu imprägnieren, zäh, hat ein gutes Stehvermögen und ist aufgrund seiner hervorragenden Warnfähigkeit bei Überlastung weltweit für den Einsatz im Bergbau beliebt.

Verarbeitbarkeit: Beim Bearbeiten des Kiefernholzes muss das widerstandsfähigere Kern- vom Splintholz unterschieden werden. Aufgrund der Pilz- und Insektenanfälligkeit des Splints ist bei Verwendung im Außenbereich eine Behandlung mit Holzschutzmitteln notwendig. Die Bearbeitung des Holzes mit

Maschinen oder mit der Hand ist gleichermaßen gut möglich; die einzige Beeinträchtigung hierbei kann gegebenenfalls übermäßiger Harzfluss sein.

Einsatzbereiche: Insbesondere als Bau- und Konstruktionsholz im Hoch- und Tiefbau, aber auch im Außenbereich und Innenbereich ist sie beliebt, vor allem als Grundstoff für Vollholzmöbel. Darüber hinaus ist Kiefernholz für Holzwerkstoffe ein bedeutender Rohstoff, vor allem für die Spanplattenherstellung aus Nadelholz. Es wird aber auch in der Papier- und Zellstoffindustrie genutzt, die es zu hochwertigem Kraftpapier und Pappe verarbeiten.



Waldkiefer

Waldschutz

Die Waldkiefer wird im Zuge des Klimawandels zunehmend anfälliger für Krankheitserreger. In den flächigen Kiefernforsten Bayerns sind v. a. die Raupen verschiedener Schmetterlinge wie Kieferneule, Kiefernspanner und Nonne Primärschädlinge. Junge Kiefern sind besonders durch den Großen Braunen Rüsselkäfer gefährdet. Die rindenbrütenden Käferarten an Kiefer sind zumeist Sekundärschädlinge. Dazu gehören der Blaue Kiefernprachtkäfer, der Kleine und Große Waldgärtner, der Zweizähnlige Kiefernborckenkäfer sowie der Zwölfzähnlige Kiefernborckenkäfer. Die Kiefernmistel besiedelt in Folge des Klimawandels zunehmend die Waldkiefer. Bei intensivem Befall wird sie zum Problem für den Wirtsbaum. Sie entzieht als

Halbschmarotzer Wasser und Nährsalze und führt zu erhöhtem Trockenstress in Dürrephasen. Mistelbefall verursacht ein Absterben von Astbereichen in der Krone und disponiert die Wirtspflanze für weitere Schadorganismen. Das Trockenjahr 2015 hat zu einem neuartigen Kiefernsterben geführt, bei dem es sich wohl um eine Kombination aus verschiedenen abiotischen Faktoren wie Hitze- und Trockenschäden in Zusammenhang mit dem Befall durch *Shaeropsis sapinea* handelt. Diese Schädigung begünstigt dann wieder sekundäre Schadorganismen. Bei weiterer Erwärmung kann mit dem Einwandern des Kiefernprozessionsspinners gerechnet werden.

Artenvielfalt

Die Kiefer ist eine Baumart der azonalen Waldgesellschaften auf Extremstandorten. Entsprechend sind auch in Bayern natürliche Kiefernwälder nur auf Sonderstandorten kleinstflächig verbreitet. Dominant ist sie u. a. im Kiefern-Moorwald, im Weißmoos-Kiefernwald und im Schneeheide-Kiefernwald. Im Orchideen-Buchenwald und in den Nadelwaldgesellschaften der Bergregionen kommt sie als Neben- oder Pionierbaumart vor. Natürliche Kiefernwälder bieten Lebensraum für seltene Tier- und Pflanzenarten und sind daher überwiegend gesetzlich geschützte Biotope. In den lichten und

somit sonnenscheinreichen Wäldern finden sich viele licht- und wärmeliebende Arten. Unter diesen sind 120 Käferarten und 42 Schmetterlingsarten, wovon sich 17 Arten ausschließlich von Kiefer ernähren. Charakteristische Kiefernwald-Vertreter unter den Vogelarten sind Ziegenmelker, Heidelerche und Baumpieper. Als spezifische Partner im Pilzreich können Butterpilze, Kiefernreizker oder Kiefernfeuerschwamm genannt werden.

Waldbau

Frosthart, ausgesprochene Lichtbaumart, geeignet für Freiflächen, verjüngungsfreudig auf Rohboden. Bei guter Nährstoff-/Wasserversorgung hohe Zuwächse und Vitalität, aber eingeschränkte Qualitätserwartung (brausch).

Verjüngung: hohe Lichtgabe erforderlich. Für Feinstigkeit hohe Stückzahlen notwendig. Bei ausbleibender Naturverjüngung Bodenbearbeitung sinnvoll.

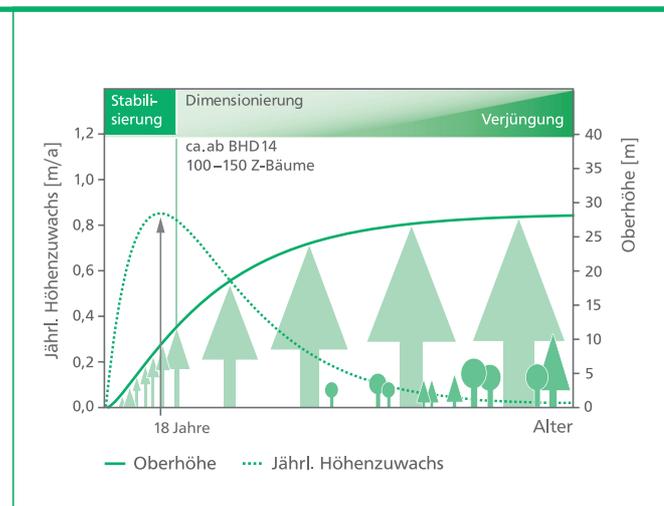
Pflege: Sicherung von Mischbaumarten, Dichtschluss zur Qualitätsförderung erhalten.

Nur zurückhaltende Eingriffe, Altbestandsschirm zur Differenzierung nutzen, Protzenaushieb nur in Ausnahmefällen.

Förderung von 100–150 Optionen einschließlich Mischbaumarten (Abstand 8–10 m).

Durchforstung: Ziel: HD-Wert < 80, Kronenlänge > 40 %.

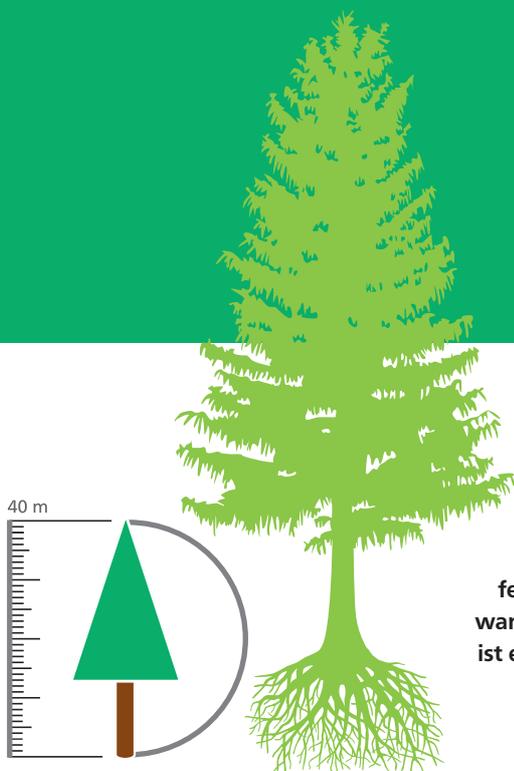
Bei Erreichen des BHD von 14 cm Förderung von 100–150 Z-Bäumen durch Entnahme von zunächst 1–2 (3), später maximal einem Bedränger. Begutachtung der Z-Bäume alle 5 (–7) Jahre



und gegebenenfalls Eingriffe. Keine rein negativen Eingriffe. Ggf. Überhaltbetrieb.

Europäische Lärche

Larix decidua



Von Natur aus eine ausgesprochene Gebirgsbaumart wird die Lärche weit über ihre natürliche Verbreitung hinaus, meist als Mischbaumart, angebaut. Ihre breite klimatische Amplitude und hohe Standortstoleranz machen dies möglich. Trotz ihres geringen Flächenanteils in Bayern gilt die Lärche als wirtschaftlich wichtige Nadelholzart. Als Baumart des kühlfeuchten Klimas ist die Lärche jedoch aktuell keine Alternative im Klimawandel. Da die Lärche meist in geringen Mischungsanteilen angebaut wurde, ist ein großflächiger Waldumbau wie bei der Fichte nicht notwendig.

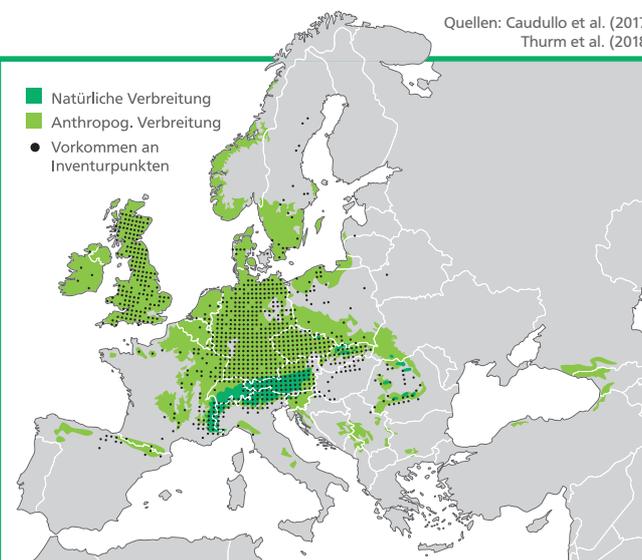
Verbreitung

Das natürliche Verbreitungsgebiet der Lärche ist sehr klein und teilt sich in drei Teilareale: die Alpen (*Larix decidua* ssp. *decidua*), die Karpaten (ssp. *carpatica*) und die Tatra (ssp. *polonica*). Die Lärche ist ein Baum der subalpinen Gebirgsstufe.

Außerhalb des natürlichen Areals wurde die Lärche bereits seit dem 16. Jahrhundert in fast ganz Europa angebaut. Der Anbau erfolgte hauptsächlich in den mitteleuropäischen Mittelgebirgen. Daraus ergibt sich eine große Höhenspanne von 150 m ü. NN in der polnischen Weichselniederung bis auf 2.500 m in den Zentralalpen. Die Höhengrenze in den bayerischen Alpen liegt bei 2.000 m.

Die Lärche kommt von Natur aus in Bayern nur in den höchsten Gebirgsstöcken der Berchtesgadener Alpen, des Karwendels und des Wettersteingebirges vor. Dem steht eine ideelle Anbaufläche von insgesamt rund 45.000 ha (rund 2%) gegenüber. Nur Niedersachsen hat eine größere Lärchenfläche, die gänzlich aus künstlich begründeten Vorkommen besteht. Verbreitungsschwerpunkte in Bayern sind der Spessart und der Odenwald sowie die Schwäbisch-Bayerische Jungmoräne und die Molassevorberge sowie die östlichen Bayerischen Alpen.

Quellen: Caudullo et al. (2017)
Thurm et al. (2018)



Bayern

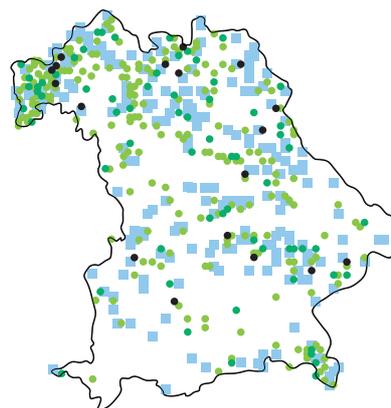
Grundfläche
BWI 2012 [m²/ha]

● < 10

● 10–20

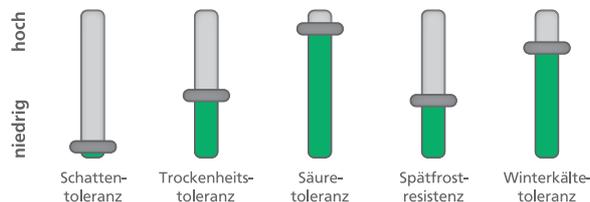
● > 20

■ Vorkommen
ohne Bestimmung
der Grundfläche



Arteigenschaften

Die Pionierbaumart hat in allen Altersstadien sehr hohe Lichtansprüche. Sie ist extrem frosthart.

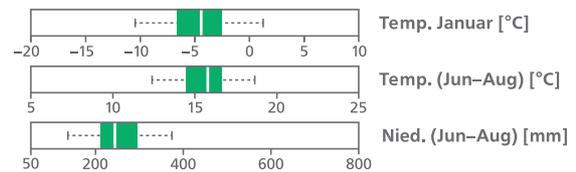
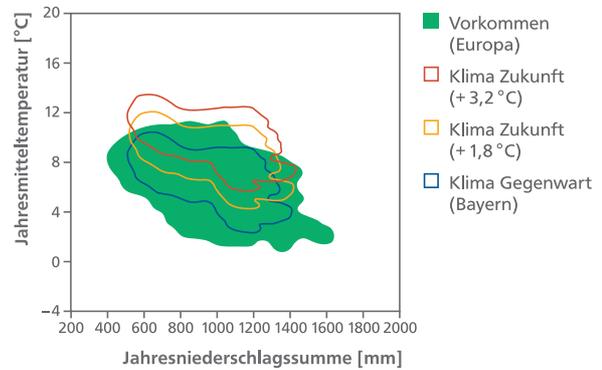


Europäische Lärche

Klima

Die Lärche bevorzugt kühles, mäßig feuchtes, kontinentales (strahlungsreiches und lufttrockenes) Gebirgsklima der Inneralpen. In den Randalpen besitzt sie Vorposten bis in die Südalpentäler sowie in den Hochlagen der Nördlichen Kalkalpen. Die Niederschläge betragen im Areal der Polenlärche und in den inneralpinen Trockentälern nur 500 bis 550 mm, was den trockenen Rand der Klimahülle widerspiegelt. Der kalt-feuchte Bereich findet sich in den Randalpen mit Niederschlägen über 1.600 mm. Kennzeichnend für das Klima der Lärchenareale ist das Gebirgsklima mit einer für die Höhenlage vergleichsweise warmen, nebelfreien Vegetationszeit mit starker Einstrahlung.

Bei einer stärkeren Temperaturerhöhung werden in den wärmsten Regionen Bayerns die Toleranzgrenzen überschritten. Milde Winter mit Januartemperaturen über 0 °C und Sommertemperaturen (mittlere Temperatur Juni – August) größer 18 °C sind untypisch für Lärchenvorkommen.



Wasser und Boden

Eine ausgeglichene relativ hohe Bodenfeuchte und guter Bodenlufthaushalt sind Voraussetzung für gutes Wachstum. Stark ausgeprägte grund- und stauwasserbeeinflusste Standorte, strenge Tone und Überflutungsbereiche sind weniger geeignet. Das intensive Herzwurzelsystem kann bis in 2,5 m Tiefe vordringen und dort den Wasserbedarf decken bzw. längere Trockenperioden besser verkraften als die Fichte. Die Lärche ist bodenvag. Unter günstigen klimatischen Voraussetzungen gedeiht sie vom Podsol bis hin zu Kalkrohböden. Nährstoffarme Sande sind weniger geeignet. Die Lärchenstreu zersetzt sich nur sehr langsam. Kennzeichnend sind für alle Herkunftse Bedingungen, welche eine hohe Transpiration ermöglichen, also Windbewegung (kein Kaltluftstau) oder geringe Luftfeuchtigkeit. In kalt-feuchten Lagen besteht die Gefahr von Lärchenkrebs.

Die Lärche ist wegen ihrer hohen Lichtansprüche wenig konkurrenzfähig gegenüber anderen Baumarten. Als Pionier kann sie auch flachgründige Standorte und Rohböden besiedeln. In ihrem kleinen natürlichen Areal kann sie mit Zirbelkiefer, Fichte und Tanne den Hauptbestand bilden, nur selten sind nach großen Störungen (Lawinen, Muren, Bergsturz) oder unter Beweidung (Lärchenwiesen) Reinbestände möglich. Die breite ökologische Amplitude trägt dazu bei, dass die Lärche weit über das natürliche Areal hinaus angepflanzt wird. Optimale Wuchsleistungen erreicht sie auf tiefgründigen, gut durchlüfteten, nachhaltig frischen Böden.

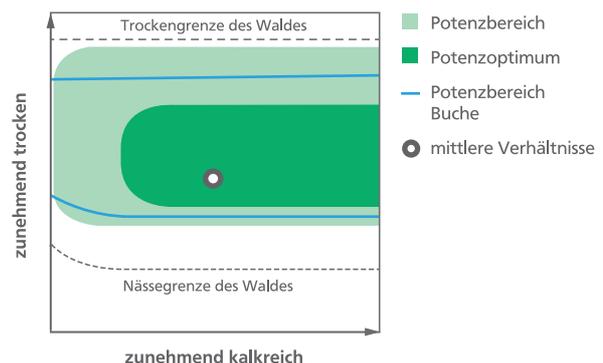
Stauwasser ^a		Grundwasser ^b		Überflutung		Moore ^{a,c}			
mäßig	stark	geneigt	eben (<5°)	mäßig	stark	K-N	br N	ba N	HM
3	5	4	5	5	5	5	5	5	5

a Erhöhung des Anbaorisikos (BaSIS) nur wenn flächig
b Erhöhung des Anbaorisikos (BaSIS) nur wenn flächig + stark
c N = Niedermoore: K = Kalk, br = basenreich, ba = basenarm; HM = Hochmoore

Basenverlaufstyp					
Typ 1+	Typ 1-	Typ 2	Typ 3	Typ 4	Typ 5
1	1	1	1	1	1

Typ 1+: sehr basenreich
Typ 1-: geringeres Kaliumangebot
Typ 5: sehr basenarm

Anbaorisiko: ■ sehr gering ■ gering ■ erhöht ■ hoch ■ sehr hoch

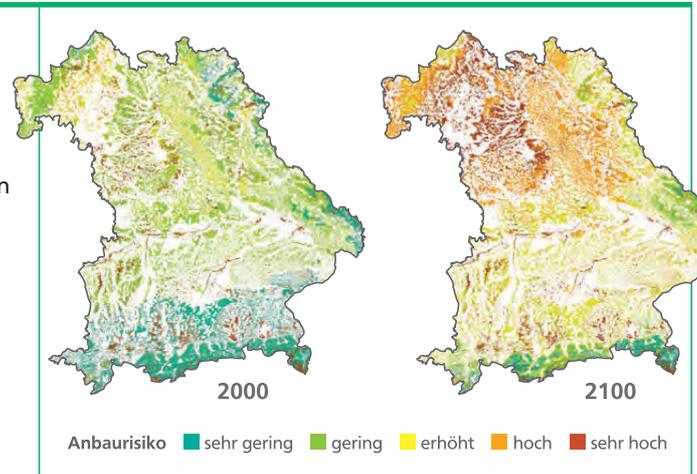


Europäische Lärche



Anbaurisiko

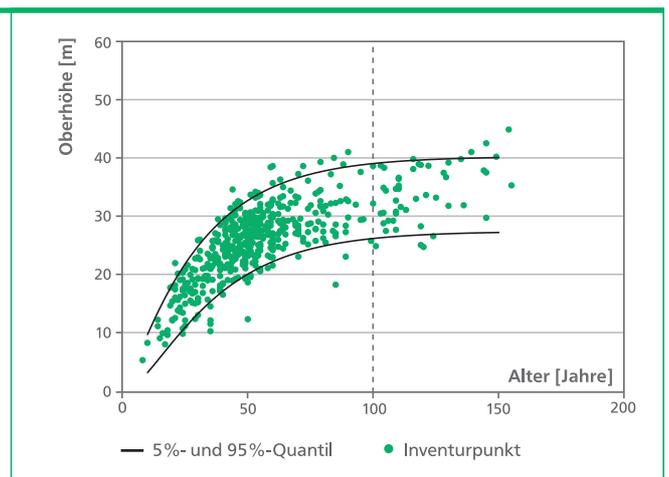
Für die Lärche ist die Prognose bezogen auf den Klimawandel differenziert. Sie hat gegenwärtig nur in den Alpen, den Voralpen, den ostbayerischen Grenzgebirgen und in der Hohen Rhön eine hohe Vorkommenswahrscheinlichkeit. Die Flächen, auf denen die Lärche in höheren Anteilen beteiligt werden könnte, werden sich auf Regionen in den Alpen und den höheren Lagen der ostbayerischen Grenzgebirge verringern. Ihre Beteiligung als Mischbaumart mit tendenziell geringen Anteilen ist in den kühleren Bereichen mit hohen Niederschlägen noch möglich.



Quelle: BaSIS, Bayerisches Waldinformationssystem (BayWIS)

Leistung

Die Lärche zählt trotz ihres geringen Anteils zu den Wirtschaftsbaumarten. Sie wurde als wertsteigernde Mischbaumart in Buchenbeständen eingesetzt. Die höchsten Lärchenbonitäten kommen auf verschiedenen Buchenwaldstandorten außerhalb ihres natürlichen Verbreitungsgebietes vor. Dort aber, wo sie zur steten Kombination gehört und oft sogar vorherrscht, wie im Lärchen-Fichtenwald und im Lärchen-Arvenwald, sind ihre Wachstumsleistungen gering.



Holzverwendung

Holzeigenschaften: Das Holz der Lärche weist einen ausgeprägten rötlich braunen Kern auf in Kontrast zu einem kleinen, hellen Splint. Darüber hinaus zeichnet sich auf dem Holz eine deutliche Jahrringstruktur ab. Der optisch dekorative Eindruck des Lärchenholzes wird durch ihren aromatischen, harzigen Geruch begleitet. Die Lärche ist mit einer mittleren Rohdichte von 590 kg/m^3 das schwerste und härteste Holz aller heimischen Nadelhölzer, abgesehen von der Eibe. Ebenso besitzt sie sehr gute elastomechanische Eigenschaften. Das Kernholz der Lärche ist sehr resistent gegen holzerstörende Pilze und Insekten.

Verarbeitbarkeit: Das Lärchenholz ist in jeglicher Hinsicht einfach zu bearbeiten, das einzige Hindernis kann der teilweise stark ausgeprägte Harzfluss darstellen.

Einsatzbereiche: Verwendet wird das Lärchenholz als Bau- und

Konstruktionsholz, hier insbesondere bei hohen Beanspruchungen. Durch seine Dauerhaftigkeit eignet es sich ausgezeichnet zum Erd-, Brücken- und Wasserbau. Auch im Möbelbau und als Deckfurnier findet es Verwendung. Darüber hinaus hat sich Lärchenholz für Spezialanwendungen wie Masten und für Fässer der chemischen Industrie bewährt. Beliebt ist es für die Herstellung von Kinderspielzeug, auch weil chemischer Holzschutz unnötig ist.



Europäische Lärche

Waldschutz

Außerhalb ihres natürlichen Verbreitungsgebietes ist die Lärche besonders anfällig für eine Vielzahl von biotischen Schaderregern. Der Lärchenkrebs führt im Infektionsverlauf zum Absterben von ganzen Kronenbereichen und zu einer massiven, technischen Holzentwertung des Stammes. Besonders anfällig gelten in künstlichen Anbaugebieten die westalpinen Hochlagenherkünfte. Alpine Tieflagenherkünfte, Sudeten-, Polen- und Tatraherkünfte gelten als unempfindlich. Zur Infektionsverringerung sollten Lärchen nicht in frostgefährdeten Lagen und Lagen mit hoher Luftfeuchtigkeit (Mulden) gepflanzt werden.

In der Kulturphase ist sie durch den Großen Braunen Rüsselkäfer und Verfegen durch Wild gefährdet. An den Nadeln gibt es verschiedene Schadinsekten und -pilze, die jedoch meist nicht zum Absterben der Lärche führen, sie aber für Sekundärschädlinge wie den Großen Lärchenborkenkäfer und Lärchenbock prädisponieren. Diese können v. a. nach Trockenjahren starken Befall verursachen und zum Absterben führen. An den Nadeln auftretende Insekten sind Lärchenminiermotte, Lärchennadelknicklaus und in den Alpen der Graue Lärchenwickler. Bei den Nadelpilzen ist v. a. die Lärchenschütte zu nennen.

Artenvielfalt

Die Lärche ist eine reine Gebirgsbaumart, die in den Bayerischen Alpen nur wenige natürliche Vorposten besitzt. Bestandbildend ist sie (zusammen mit der Zirbe) nur im hochsubalpinen Carbonat-Lärchen-Zirbenwald, von wo sie als Pionierbaumart in den tiefsubalpinen Carbonat-Fichtenwald, Carbonat-Block-Fichtenwald und Bergmischwald ausstrahlt. Bei den außerhalb der Alpen angebaute Lärchen handelt es sich oft um Hybriden mit der Japanischen Lärche. Neben 12 Großschmetterlingen kommen 150 Käferarten an der Lärche vor; keine der Käferarten ist jedoch ausschließlich mit der Lärche vergesellschaftet. Die Arten sind, wie die Lärche selbst, an boreo-montane Gebirgsstandorte gebunden und folgen der Lärche bis auf wenige Ausnahmen nicht in künstliche Anbau-

gebiete. Eine Vielzahl von Pilzen sind als wichtige Mykorrhizapartner auf die Lärchenwurzeln angewiesen. Hierunter fallen zum Beispiel Goldröhrling und Grauer Lärchenröhrling, die ausschließlich in Verbindung mit der Lärche zu finden sind. Für viele Vogelarten, wie z. B. den Fichtenkreuzschnabel, stellen die energiereichen Lärchensamen eine wichtige Nahrungsquelle dar.



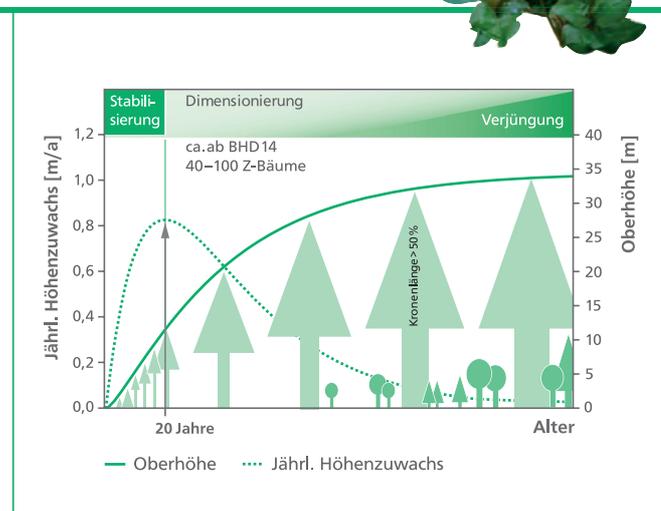
Goldröhrling

Waldbau

Extrem lichtbedürftig: frühe und dauerhafte Förderung notwendig. Mit Pioniereigenschaften, forsthart, geeignet für Freiflächen. Verjüngungsfreudig auf Rohboden. Totasterhalter. **Verjüngung:** hohe Lichtgabe erforderlich. Naturverjüngung oder weitständiges Durchgittern. Beimischung von Schattlaubholz sinnvoll.

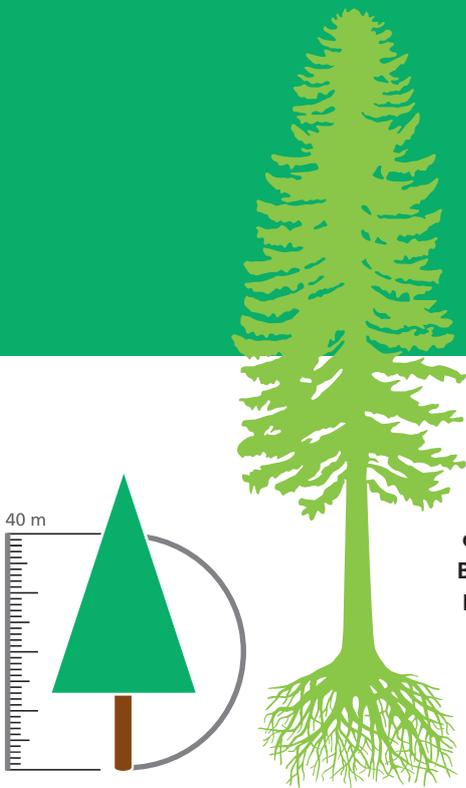
Pflege: Sicherung von 100–150 Optionen einschließlich Mischbaumarten (Abstand von 8–10 m), minimale Kronenspannung erhalten.

Durchforstung: bei Erreichen der gewünschten grünastfreien Schaftlänge von 6–8 m oder BHD von 14 cm frühzeitige dauerhafte starke Kronenumlichtung an 40–100 Z-Bäumen (Abstand 8–15 m) durch Entnahme der stärksten Bedränger. Begutachtung der Z-Bäume alle 5 Jahre und gegebenenfalls Eingriffe. Ggf. Astung. Eventuell Unterbau mit Schattlaubholz. Ggf. Überhaltbetrieb.



Douglasie

Pseudotsuga menziesii



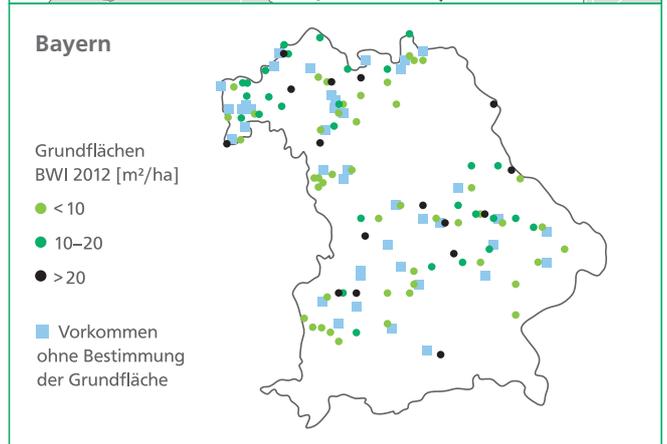
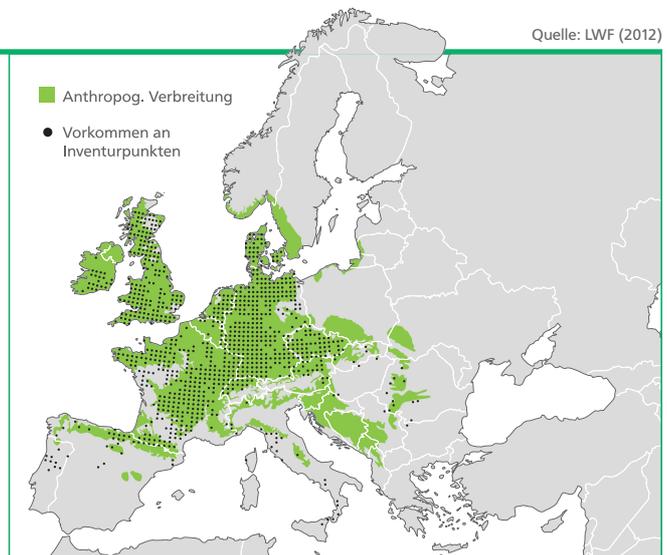
Die Küstendouglasie (Douglasie) ist die wichtigste in Europa eingeführte forstliche Baumart. Die seit circa 120 Jahren in Bayern kultivierte Gastbaumart gilt als raschwüchsige Mischbaumart. Ihre auf entsprechenden Standorten überragende Wuchsleistung macht sie zu einer wirtschaftlich interessanten Baumart. Sie kann vielerorts als Alternative zur bisher angebaute, aber im Klimawandel gefährdeten Fichte gelten. Durch die große Anzahl an Varietäten wird die Wahl der geeigneten Herkunft deutlich erschwert. Dafür besteht weiterer Forschungsbedarf ebenso wie für die Wirkung der Douglasie auf unsere Waldökosysteme.

Verbreitung

Die Douglasie besiedelt im westlichen Nordamerika ein vergleichsweise großes Gebiet. Sie kommt im Bereich der Pazifikküste von Kanada (British Columbia) vor und erstreckt sich südwärts in den USA von den Staaten Washington und Oregon westlich der Kaskadenkette bis nach Kalifornien westlich der Sierra Nevada. In Europa wurden die verschiedenen Douglasienvarietäten nach 1945 großflächig angebaut und sind heute in fast allen mitteleuropäischen Ländern zu finden. Die aktuelle Verbreitung erstreckt sich von Irland, Großbritannien, Südschweden und Südnorwegen bis Nordspanien, Italien und in die Balkanregionen. Vom Atlantik reicht ihre Verbreitung bis in die Karpaten.

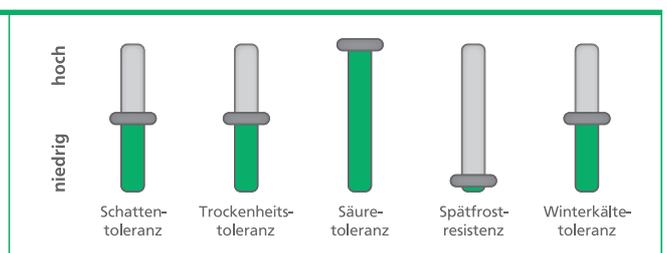
An Bayerns Wäldern ist die Douglasie mit rund 9.000 ha (<1%) beteiligt. Schwerpunkte des Douglasienanbaus in Bayern sind der Spessart, die Rhön und der Odenwald. Nennenswerte Anbauflächen finden sich auch im Fränkischen Keuper und Albvorland, im Vorderen Bayerischen Wald, im Mittelschwäbischen Schotteriedel- und Hügelland sowie im Niederbayerischen Tertiärhügelland. In den Bayerischen Alpen kommt die Baumart nicht vor.

Quelle: LWF (2012)



Arteigenschaften

Die Gefährdung durch Spät-, Früh- und Winterfrost hängt stark von der Herkunft ab. Die Douglasie ist trockenheitsresistenter als die Fichte. Es besteht eine Gefährdung durch Frostrocknis.

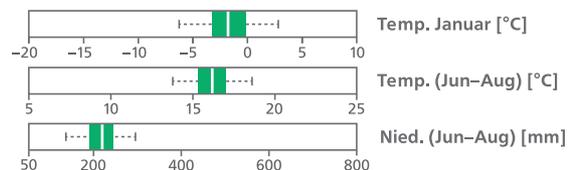
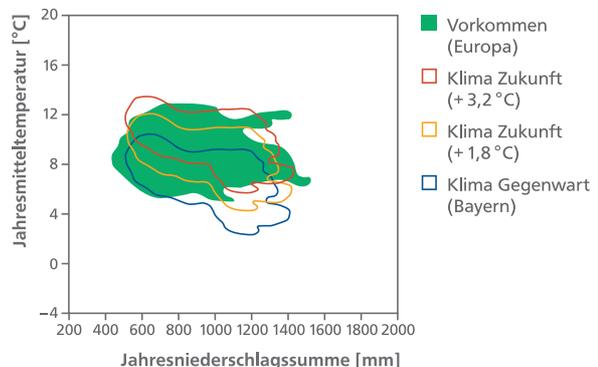


Douglasie

Klima

Die Douglasie bevorzugt ozeanisch geprägtes, wintermildes Klima, mäßig warme Sommer und lange Vegetationsperioden ohne große Temperaturschwankungen im Jahreslauf. Der kalt-feuchte Bereich der Klimahülle Bayerns, die Gebirgs-lagen (Alpenregion), werden im Moment nicht von der Douglasie besetzt.

Im Klimawandel steigt die Übereinstimmung zwischen der Klimahülle und dem künftigen Klima in Bayern. Bei einer weiteren Temperaturerhöhung werden die wärmsten Regionen Bayerns jedoch ungeeignet für die Douglasie. Die kalt-feuchten Regionen werden dann für den Douglasienanbau interessant, wobei Januartemperaturen von unter -3°C untypisch für Douglasievorkommen sind.



Wasser und Boden

Der Feuchtigkeitsbedarf der Douglasie ist geringer als bei Fichte, aber höher als bei Kiefer. Eine ausgeglichene relativ hohe Bodenfeuchte und ein guter Bodenlufthaushalt sind Voraussetzungen für gutes Wachstum. Stark grund- und stauwasserbeeinflusste Standorte meidet sie, Überflutungen erträgt sie nicht. Eine hohe Luftfeuchtigkeit steigert die Wuchsleistung. Mit zunehmend guter Wasserversorgung steigt ihre Massenleistung.

Trotz geringer Ansprüche an die Nährstoffausstattung im Boden sind arme Sandböden, schwere Tonböden, pseudovergleyte Standorte sowie stark skelettreiche, flachgründige Kalkböden ungeeignet. Bei hohem Kalkgehalt tritt Kalkchlorose auf. Die gut zersetzbare Bodenstreu trägt zur Bodenverbesserung bei. Das Herzwurzelsystem macht sie sturmfest, aber ihre Vorwüchsigkeit macht sie oft anfällig für Sturmereignisse, wenn sie über das Kronendach herausragt und dem Wind eine besondere Angriffsfläche bietet.

Die Douglasie bildet in ihrer Heimat Nadelmischwälder bzw. Reinbestände nach Kalamitäten wie Waldbränden. In Bayern zeigt sich die Douglasie bis dato als vielseitig einsetzbare Mischbaumart. Das Wuchsoptimum befindet sich auf tiefgründigen, gut durchlüfteten, frischen, humusreichen, sandigen Lehmböden.

Stauwasser ^a		Grundwasser ^b		Überflutung		Moore ^{a,c}			
mäßig	stark	geneigt	eben (<5°)	mäßig	stark	K-N	br N	ba N	HM
2	5	4	5	4	5	5	5	5	5

a Erhöhung des Anbaorisikos (BaSIS) nur wenn flächig
 b Erhöhung des Anbaorisikos (BaSIS) nur wenn flächig + stark
 c N = Niedermoore: K = Kalk, br = basenreich, ba = basenarm; HM = Hochmoore

Basenverlaufstyp					
Typ 1+	Typ 1-	Typ 2	Typ 3	Typ 4	Typ 5
2	3	1	1	1	1

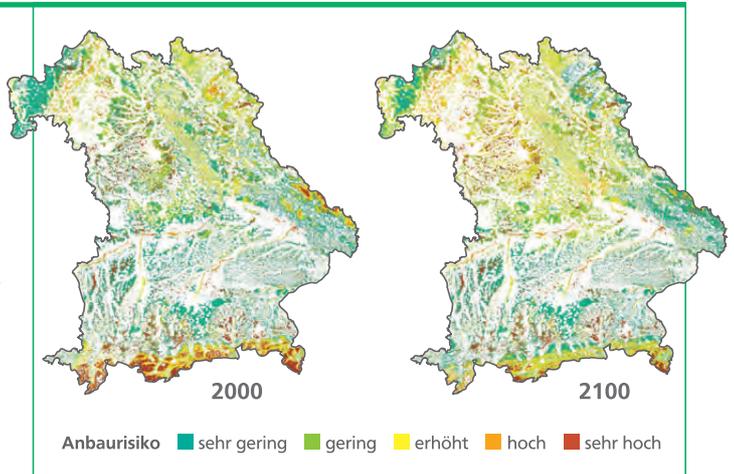
Typ 1+: sehr basenreich
 Typ 1-: geringeres Kaliumangebot
 Typ 5: sehr basenarm

Anbaorisiko: ■ sehr gering ■ gering ■ erhöht ■ hoch ■ sehr hoch

Douglasie

Anbaurisiko

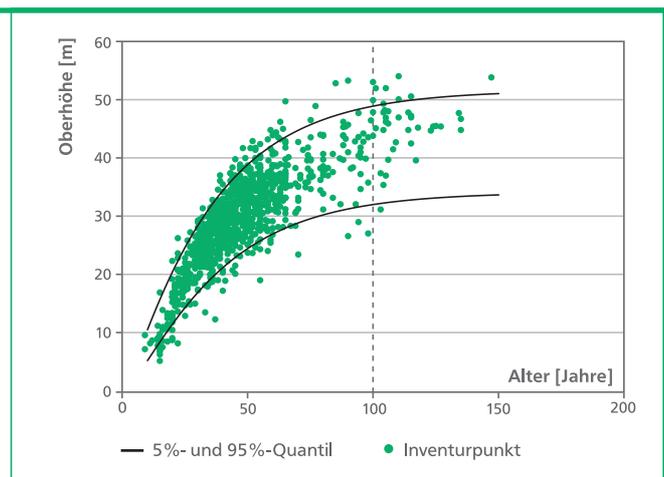
Verglichen mit den bei uns hauptsächlich vorkommenden Nadelbaumarten Fichte und Kiefer, ist die Prognose für die Douglasie unter klimatischen Gesichtspunkten positiv. In großen Teilen Bayerns hat die Douglasie aktuell ein geringes Anbaurisiko. Während das Risiko in den trocken-warmen Gebieten Bayerns zukünftig leicht zunimmt, verbessern sich die Anbaubedingungen in den noch kühlen und feuchten Teilen wie in den nordöstlichen Grenzgebirgen, mit Ausnahme des Frankenwaldes und in Südbayern.



Quelle: BaSIS, Bayerisches Waldinformationssystem (BayWIS)

Leistung

Die Douglasie gilt als eine interessante Ersatzbaumart für die Fichte. Sie hat, verglichen mit der Fichte, eine deutlich größere Massenleistung bei kürzeren Produktionszeiten. Durch die größere Standfestigkeit, die kürzeren Produktionszeiten und die bisher geringe Gefährdung durch Insektenbefall ist auch das Produktionsrisiko geringer als bei Fichte.



Holzverwendung

Die Douglasie ist die am häufigsten angebaute fremdländische Baumart in Deutschland.

Holzeigenschaften: Die Douglasie bildet einen farblich abgesetzten, bräunlichen bis rotbraunen Kern im Kontrast zum gelblichen, schmalen Splint. Ihr Holz ist im Vergleich zu anderen Nadelhölzern ziemlich hart, bei einer mittleren Rohdichte von 510 kg/m^3 . Es neigt wenig zum Reißen und Werfen, beeindruckt durch ein sehr gutes Stehvermögen, also ein Beibehalten von Form und Maß bei sich ändernder relativer Luftfeuchtigkeit. Die Holzeigenschaften variieren jedoch je nach Alter (juveniles/adultes Holz), Jahrringaufbau, Astigkeit und Aststärke.

Verarbeitbarkeit: Im Allgemeinen lässt sich Douglasienholz gut bearbeiten, abgesehen vom weitringig gewachsenen Holz. Engringiges Holz ist auch messer- und schälbar.

Einsatzbereiche: Verkerntes Holz von älteren Bäumen ist dauerhaft und witterungsbeständig. Es bietet eine breite Anwendungspalette. Es wird wegen seiner natürlichen Dauerhaftigkeit gerne im Außenbereich, beispielsweise für Balkone, Verkleidungen, Garten- und Spielplatzeinrichtungen verwendet. Seine ausgezeichneten elastomechanischen Eigenschaften machen es zu einem hervorragenden Konstruktionsholzlieferanten, z. B. für Holzhaus-, Wasser-, Schiffs- und Brückenbauten. Die hohe Druckfestigkeit ermöglicht zusätzlich die Verwendung als Bodendiele, Parkett und zum Treppenbau. Als Möbelholz ist sie aufgrund des rotbraunen Holzes und ihrer Musterung beliebt.



Douglasie

Waldschutz

Heimische Insekten, v. a. rinden- und holzbrütende Käfer an Fichte, Kiefer und Lärche sind in einem ständigen »Anpassungsprozess«, sich diese »neue« Baumart als Nahrungsquelle zu erschließen. Die Bäume werden meist dann befallen, wenn längere Trockenphasen oder Sturmereignisse sie geschwächt haben. Stehendbefall vitaler Bäume oder Kalamitäten wurden bisher bei uns (noch) nicht in größerer Zahl registriert. In der Kulturphase ist die Douglasie stark gefährdet. Sie wird gern verlegt, bei den Insekten sind der Große Braune Rüsselkäfer, der Furchenflügelige Fichtenborkenkäfer und der Kupferstecher hervorzuheben. Im Stangenholzalter sind Buchdrucker,

Kupferstecher und der Große Borkenkäfer als Schädlinge aus Nordamerika eingereger haben sich lasienwollaus, und Rostige starkem für Sekundärschädlinge.

Rußige Douglasienschütte



Lärchenbor bekannt. Auch schleppte Schad bereits etabliert. Doug Douglasien-Gallmücke, Rußige Douglasienschütte führen zu Nadelverlust und prädisponieren die Bäume für Sekundärschädlinge. Besonders der Hallimasch kann sich in geschwächten Douglasienbeständen explosionsartig ausbreiten. Mit zunehmendem Alter sinkt ihre Anfälligkeit gegenüber Schaderregern.

Artenvielfalt

Douglasien sind nach heutigem Stand des Wissens zwar keine ökologischen »Wüsten«, dennoch wird die Baumart aus naturschutzfachlicher Sicht oft kritisch gesehen. Eine Ursache dafür ist, dass die Douglasie als fremdländische Baumart aufgrund fehlender Koevolution bei uns weniger Arten Nahrung und Lebensraum bietet als vergleichbare heimische Baumarten. Besonders im Winter sind Douglasienbestände arm an Spinnen und anderen Gliedertieren, wodurch z. B. insektenfressenden Vogelarten wie dem Wintergoldhähnchen und der Tannenmeise die Nahrungsgrundlage fehlen.

In reinen Laubwaldgebieten mit den dort vorkommenden spezialisierten Arten ist eine flächige Einbringung der Douglasie problematisch und daher zu vermeiden. Generell sollte die Douglasie immer in intensiver Mischung mit einheimischen Baumarten eingebracht werden. Die Douglasie zeigt in unseren Wäldern kein invasives Verhalten. Lediglich in den in Bayern sehr seltenen natürlichen Eichenwäldern auf warmen und sehr trockenen, sauren Standorten könnten Douglasien zu einer naturschutzfachlich nicht akzeptablen, spontanen Ausbreitung neigen.

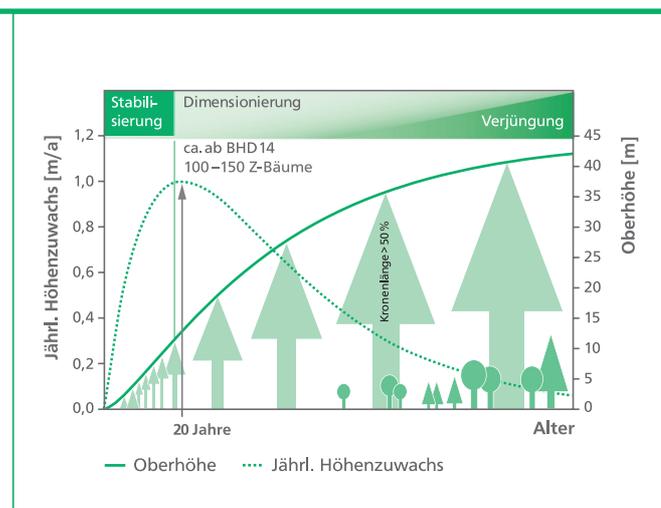
Waldbau

Wuchskräftig, in der Jugend empfindlich, bis ins hohe Bestandsalter formbar und stufig erziehbar, Herkunft und Pflanzgutfrische von besonderer Bedeutung.

Verjüngung: zur Vermeidung von Stabilitätsproblemen aufgrund spindelförmiger Schattenformen Pflanzung nur auf Freiflächen, am Saum oder unter sehr lichten Schirm. Naturverjüngung ausreichend Licht geben. In spätfrostgefährdeten Lagen gegebenenfalls lichten Vorwald nutzen.

Pflege: Sicherung von 100–150 Optionen einschließlich Mischbaumarten (Abstand 8–10 m), Auflockerung bei Schneedruck- oder Schüttegefahr durch Dichtstand.

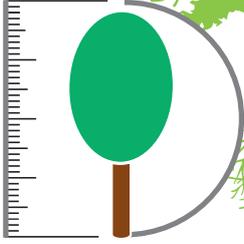
Durchforstung: bei Erreichen der gewünschten grünastfreien Schaftlänge von 6–8 m oder BHD von 14 cm Förderung von 100–150 Z-Bäumen durch Entnahme der stärksten Bedränger. Ausschließlich Hochdurchforstung. Begutachtung der Z-Bäume alle 5 Jahre und gegebenenfalls Eingriffe. Eventuell Tot-/Grün-Wertastung.



Buche

Fagus sylvatica

40 m



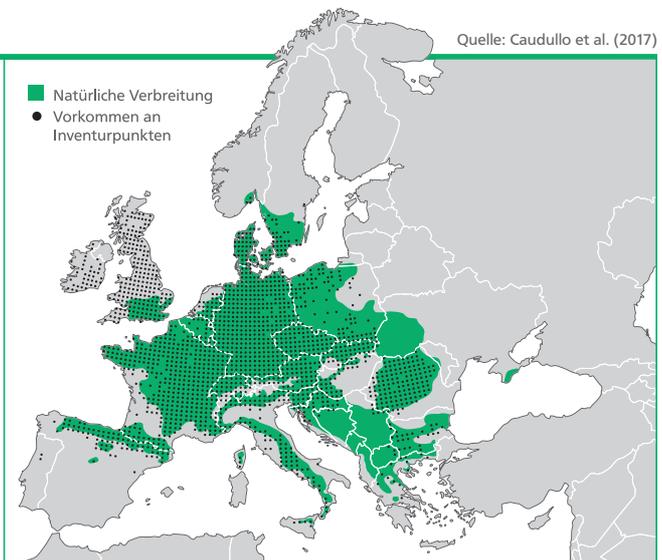
Die Buche ist die dominierende Baumart in den natürlichen Waldgesellschaften Mitteleuropas und – abgesehen von wenigen Sonderstandorten – fast immer bestandsbildend. In Bayern ist sie der häufigste Laubbaum. Zudem gehört sie zu den wirtschaftlich bedeutendsten Laubhölzern Mitteleuropas. In den meisten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

Verbreitung

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

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

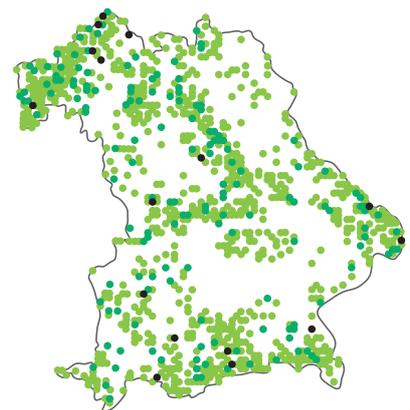
Quelle: Caudullo et al. (2017)



Bayern

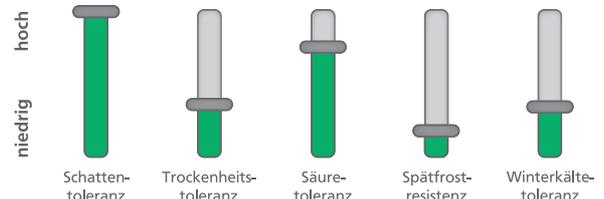
Grundflächen
BWI 2012 [m²/ha]

- < 20
- 20–40
- > 40



Arteigenschaften

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

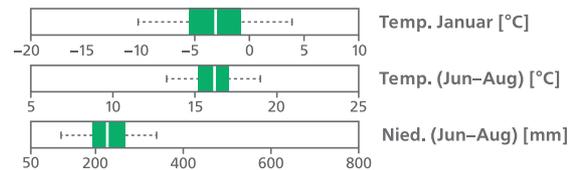
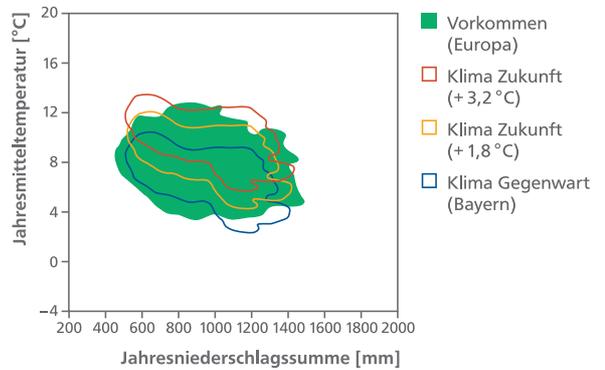


Buche

Klima

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

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



Wasser und Boden

Die Buche reagiert empfindlich auf wechsel-, staunasse und sehr saure Böden. Hier werden nur die oberen Bodenschichten durchwurzelt, wodurch sie trotz Herzwurzelsystem an Stabilität verliert. Ausschlussstandorte sind Böden mit regelmäßiger Überschwemmung oder hoch anstehendem Grundwasser. Die Buche hat eine breite Nährstoffamplitude. Sie wächst auf basenreichem Kalk als auch auf saurem Silikatgestein. Sie meidet felsige Schluchten und Blockhalden, strenge Tone und reine Sandböden in sommertrockener Lage. Die gut zersetzbare Laubstreu trägt zur Bodenverbesserung bei. Auf stark sauren Böden besteht die Gefahr der Rohhumusbildung.

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

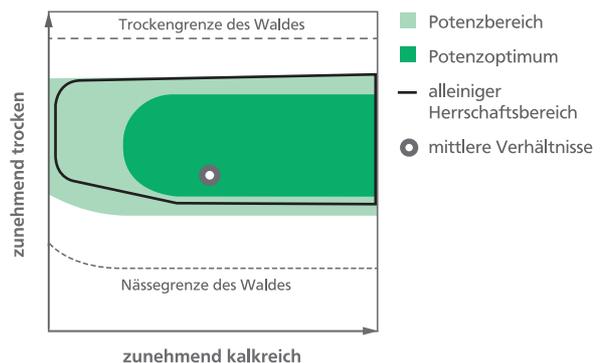
Stauwasser ^a		Grundwasser ^b		Überflutung		Moore ^{a,c}			
mäßig	stark	geneigt	eben (<5°)	mäßig	stark	K-N	br N	ba N	HM
2	3	4	5	4	5	5	5	5	5

a Erhöhung des Anbaorisikos (BaSIS) nur wenn flächig
 b Erhöhung des Anbaorisikos (BaSIS) nur wenn flächig + stark
 c N = Niedermoore; K = Kalk, br = basenreich, ba = basenarm; HM = Hochmoore

Basenverlaufstyp					
Typ 1+	Typ 1-	Typ 2	Typ 3	Typ 4	Typ 5
1	1	1	1	1	1

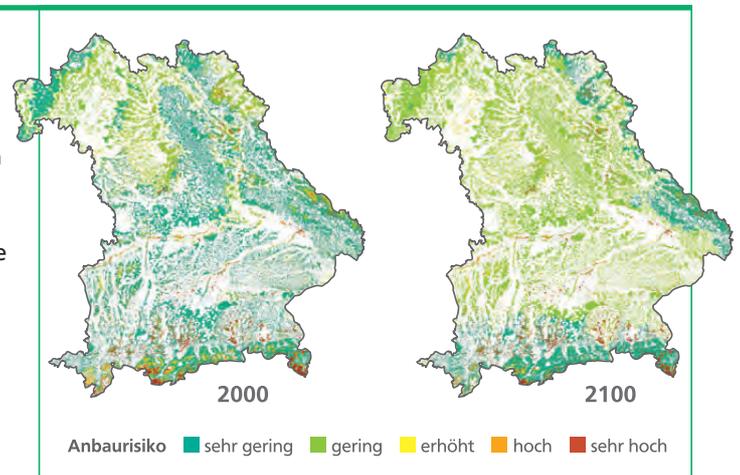
Typ 1+: sehr basenreich
 Typ 1-: geringeres Kaliumangebot
 Typ 5: sehr basenarm

Anbaorisiko: ■ sehr gering ■ gering ■ erhöht ■ hoch ■ sehr hoch



Anbaurisiko

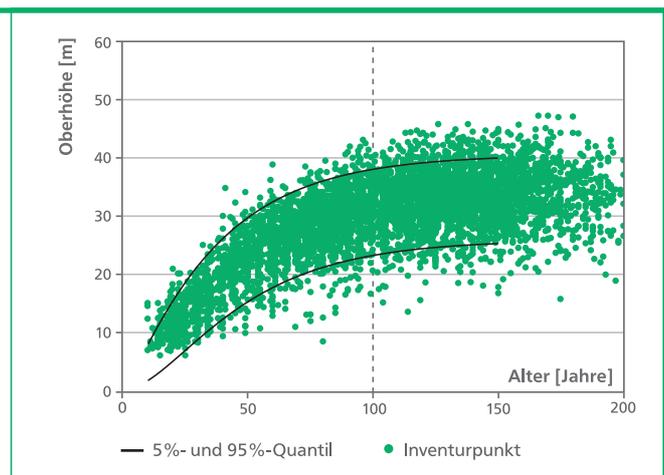
Die Prognose für die Buche im Klimawandel ist differenziert. Bayern liegt aktuell im klimatischen Buchenoptimum. Lediglich in den zukünftig trockensten und wärmsten Gebieten wie der Südlichen Fränkischen Platte ist ihre Eignung eingeschränkt. In den höheren Lagen der Mittelgebirge und der Alpen könnte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



Quelle: BaSIS, Bayerisches Waldinformationssystem (BayWIS)

Leistung

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



Holzverwendung

Die Buche ist hinsichtlich der Holznutzung mengenmäßig der wichtigste Laubbaum in Mitteleuropa.

Holzeigenschaften: Das Holz ist feinporig und homogen. Splint und Kern sind gleichfarbig blassgelblich bis rötlichweiß. Ein Farbkern ist im Alter möglich. Das Holz ist schwer (Rohdichte ca. 720 kg/m³) und härter als das der Eiche. Die hohe Abriebfestigkeit ermöglicht hohe Beanspruchungen.

Verarbeitbarkeit: Gedämpft lässt sich das Holz ausgezeichnet biegen. Es ist gut zu bearbeiten, zu messern und zu schälen. Es ist nicht witterungsfest, jedoch leicht zu imprägnieren.

Einsatzbereiche: Die Buche spielt als Möbelholz eine wichtige Rolle. Im Konstruktionsbereich erfüllt die Buche bereits in geringeren Dimensionen die Anforderungen an Bauholzprodukte, als wir sie vom Nadelholz kennen. Produkte sind Brettschichtholz (BSH) sowie Träger, Platten und Paneele auf

Basis von Buchen-Furnierschichtholz. Holzfasernstoffe der Buche liefern den Zellstoff für hochwertige Papiere und für Viskosefasern der Textilindustrie. Als Holzwerkstoff für mitteldichte Faserplatten erlaubt sie im Vergleich zum Nadelholz eine besondere Tiefräsqualität. Große Bedeutung hat Buche im Energieholzbereich. Zukunftsweisende Einsatzbereiche sucht die Bioökonomie mit dem Ziel, fossile Ressourcen durch nachwachsende Rohstoffe zu ersetzen.



Buche



Waldschutz

Die Buche ist hinsichtlich ihres gegenwärtigen Waldschutzrisikos unauffällig. Allerdings gibt es mit dem Buchenrindensterben eine schwerwiegende Komplexerkrankung. Das Buchenrindensterben ist auf die Kombination von Schäden durch die parenchymsaugende Buchenwollschildlaus, dem anschließenden Befall durch Rindenpilze der Gattung *Nectria* sowie dem Befall durch holzfäuleerregende Pilze wie dem Zunderschwamm zurückzuführen. Darüber hinaus ist die Buche sehr anfällig für Sonnenbrandschäden. Unter den rindenbrütenden Insekten hat der Buchen-Prachtkäfer eine hohe, oft unterschätzte Bedeutung. Insbesondere diese Art profitiert von

sommerlichen Trockenphasen und ist häufig ursächlich für Zopfrocknis. Rindenbrütende Borkenkäfer sind dagegen bislang von untergeordneter Bedeutung (Buchenborkenkäfer und Kleiner Buchenborkenkäfer). Starke Verbiss- und Schälsschäden treten bei überhöhten Schalenwildbeständen auf.

Fraßgänge der Larve des Buchenprachtkäfers



Artenvielfalt

Die Buche ist in fast allen Waldgesellschaften zu finden. Die wichtigsten Buchenwaldgesellschaften sind: Hainsimsen-, Waldmeister-, Waldgersten- und Orchideen-Buchenwald. Bei der Buche steht der Erhalt von Biotopbäumen und stehendem Starktotholz im Vordergrund. Bei hohem Höhlen- und Nischenangebot treten Halsband- oder sogar Zwergschnäpper auf. Insgesamt brüten in den Buchenwäldern Mitteleuropas bis zu 70 Vogelarten. Charakterarten sind Waldlaubsänger, Schwarzspecht sowie die Folgenutzer seiner Grobhöhlen, Hohltaube und Waldkauz. In alten, strukturreichen Wäldern ist der

Mittelspecht eine zentrale Leitart. Kein anderer Laubbaum Mitteleuropas ist mit so vielen Pilzarten vergesellschaftet wie die Buche. Neben Mykorrhizapartnern wie dem Süßlichen Milchling sind vor allem zahlreiche Totholzpilze wie der Ästige Stachelbart an Buchenholz zu finden. Für fast 30 pflanzenfressende Käferarten und über 70 Schmetterlingsarten ist die Buche der bevorzugte Wirtsbaum. Ausschließlich, d. h. monophag, an die Buche gebunden ist unter den xylobionten Arten nur der Buchen-Prachtkäfer, unter den phytophagen Käferarten nur die Larve des Buchenspringrüsslers.

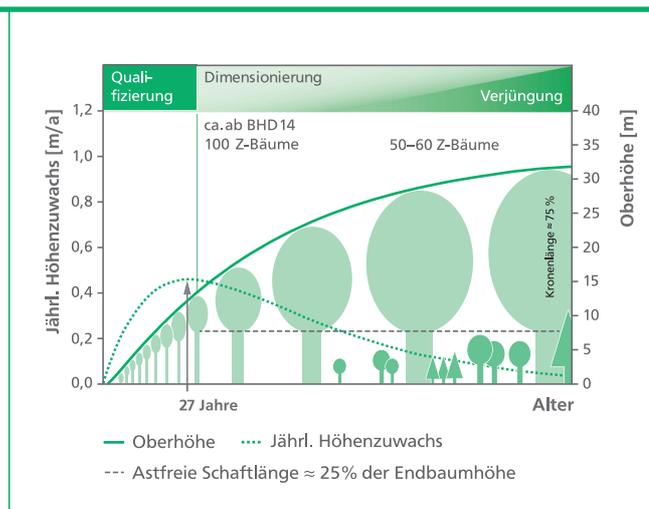
Waldbau

Frostempfindlich, hohe Kronenplastizität bis ins hohe Alter, vielerorts verjüngungsfreudig und dominant gegenüber anderen Baumarten. Wichtige Nebenbestandsbaumart.

Verjüngung: zur Vermeidung von Grobformen Voranbau durch Pflanzung oder Saat unter Schirm. Auf Freiflächen nur im Seitenschutz, am Hang mit Kaltluftabfluss oder unter lockerem Vorwald. Bei Naturverjüngung je nach gewünschter Mischbaumart und -anteilen gezielte Lichtsteuerung für rechtzeitige Einbringung notwendig.

Pflege: frühzeitige Sicherung von 100–150 Optionen einschließlich Mischbaumarten (Abstand 8–10 m). Gegen Ende bemessene Förderung von 100–150 Optionen. Erhalt der Kronenspannung zur Astreinigung. Eingriff nur, wenn Optionen gefährdet.

Durchforstung: bei Erreichen einer grünastfreien Schaftlänge von 6–8 m oder BHD 14 cm Umlichtung von zunächst 100 (Abstand 10 m), in der späteren Lichtwuchsphase 50–60 Z-Bäumen (Abstand > 13 m) durch Entnahme der stärksten



Bedränger. Eingriffe alle 5 Jahre. Begutachtung der Z-Bäume alle 5 Jahre und gegebenenfalls Eingriffe.

Eine durchgängige Aufgabe in Beständen, in denen die Buche führend ist, besteht in der Sicherung der Mischbaumarten.

Stieleiche

Quercus robur



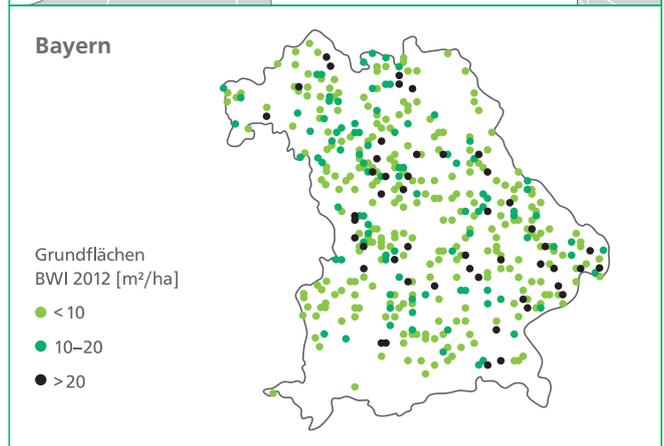
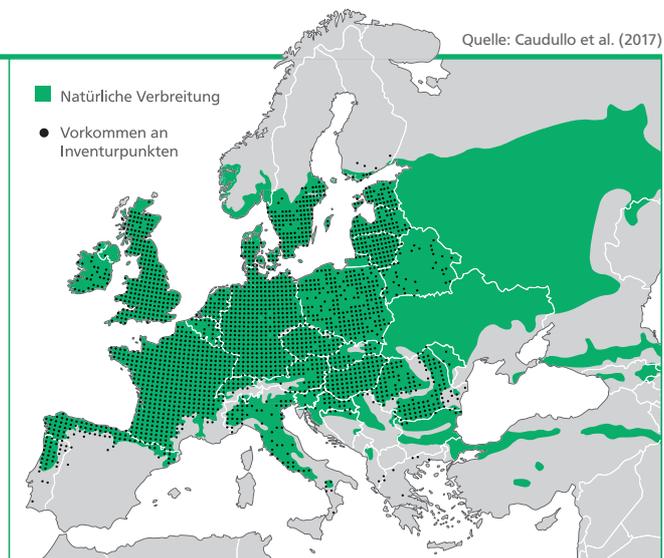
Eichenwälder in Bayern haben als Ergebnis einer langen Geschichte von Mensch und Wald größere Anteile an der Waldfläche als im Naturwald. Stiel- und Traubeneiche unterscheiden sich durch ihre Ansprüche an den Bodenwasserhaushalt. Beide Eichenarten haben einen hohen Stellenwert für die Ökologie der Wälder und eine große Bedeutung in der Forstwirtschaft. In weiten Teilen Bayerns ist der Anbau der Stieleiche in Zukunft mit einem geringen bis sehr geringen Risiko möglich. Die Waldschutzsituation sollte jedoch dabei immer berücksichtigt werden. Gerade in den trocken-warmen Bereichen ist die Gefährdungssituation besonders hoch.

Verbreitung

Das natürliche Verbreitungsgebiet der Stieleiche geht über das der Traubeneiche hinaus. Im Unterschied zu dieser dringt die Stieleiche weiter in den kontinentalen Osten Europas, in Teilen Skandinaviens weiter nach Norden und auf der Iberischen Halbinsel und in Italien weiter nach Süden vor. Die Stieleiche steigt im Bayerischen Wald bis auf 700 m ü. NN. und in den Bayerischen Alpen bis auf 1.080 m. Im Gegensatz zur Traubeneiche kommt sie südlich der Donau bis zum Alpenrand vor.

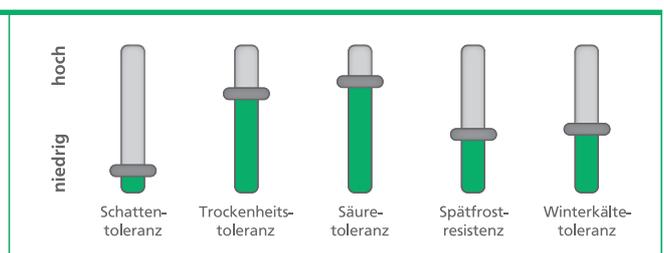
Beide Eichenarten nehmen zusammen in Bayern 162.000 ha Waldfläche ein. Das sind rund 6% der gesamten Waldfläche. Die Stieleiche kommt vor allem auf der Fränkischen Platte, im Fränkischen Keuper und Albvorland, im Oberpfälzer Becken- und Hügelland sowie im Tertiären Hügelland vor. Dort bevorzugt sie Auengebiete und bodenfeuchte Lagen.

Quelle: Caudullo et al. (2017)



Arteigenschaften

Die Stieleiche ist lichtbedürftiger als die Traubeneiche. Sie ist eher an kontinentales Klima angepasst, erträgt tiefere Wintertemperaturen besser und zeigt eine etwas höhere Spätfrostresistenz.

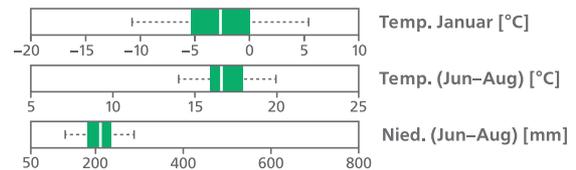
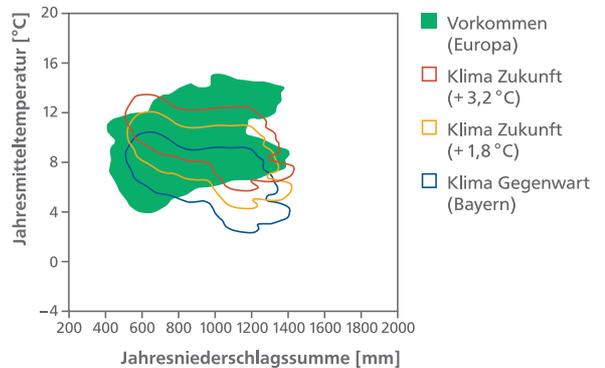


Eichen Stieleiche

Klima

Die Stieleiche hat eine größere klimatische Amplitude als die Traubeneiche. Typisch für die Stieleiche ist der kalt-trockene Bereich der Klimahülle, der die kontinentalen, trockenen sommerwarmen Gebiete mit kalten Wintern und kurzer Vegetationszeit wiedergibt. So kommt die Baumart selbst in Moskau vor. Dagegen meidet sie im feuchten ozeanischen Klima Bayerns kalte Gebirgslagen. Der warm-feuchte Bereich der Klimahülle spiegelt die ozeanisch geprägten, sommerwarmen und wintermilden Verbreitungsgebiete wider.

In Bayern bevorzugt die Stieleiche wintermildes, sommerfeuchtes bis sommertrockenes Klima ähnlich dem der Traubeneiche. Bayern liegt heute schon zum Großteil im Verbreitungsspektrum der Art und die klimatischen Bedingungen werden sich bei einer Klimaerwärmung zunächst verbessern. Bei einer stärkeren Temperaturerhöhung werden dann die Toleranzgrenzen in den wärmsten Regionen Bayerns überschritten.



Wasser und Boden

Die Ansprüche der Stieleiche an den Bodenwasserhaushalt weichen wesentlich von denen der Traubeneiche ab. Mit Wasserüberschuss kommt sie besser zurecht. Die Stieleiche erträgt Staunässe, dauerhaftes Grundwasser und Überflutungen. Andererseits überlebt sie auch an felsigen Trockenstandorten. Staunasse Lehm- und Tonböden sind eher der Stieleiche vorbehalten. Sie kann verdichtete Böden intensiv durchwurzeln und so für eine Drainagewirkung sorgen. In den warmen Wuchsregionen Frankens sind diese schweren Tonböden meist sog. Eichenzwangsstandorte. Dort ist die Hainbuche die wichtigste Begleiterin.

Ähnlich wie die Traubeneiche stellt die Stieleiche geringe Ansprüche an die Nährstoffausstattung. Das Wurzelsystem verleiht der Stieleiche eine hohe Standfestigkeit. Die in der Jugend angelegte Pfahlwurzel entwickelt sich im Alter zur Herzwurzel.

Gegen die dominante Buche können sich beide heimischen Eichenarten auf den meisten Standorten nicht behaupten. Unter natürlichen Bedingungen kann sich die Stieleiche nur auf extremen Standorten durchsetzen, wo die Buche mit anderen Baumarten den Nebenbestand bilden kann. An felsigen Kalkstandorten beteiligt sie sich am Aufbau der Trockengrenze des Waldes. Optimales Wachstum ist an nährstoffreiche, tiefgründige, frische bis feuchte Lehm- und Tonböden gebunden. Beide Eichenarten können in unterschiedlichen Waldgesellschaften auch miteinander vorkommen.

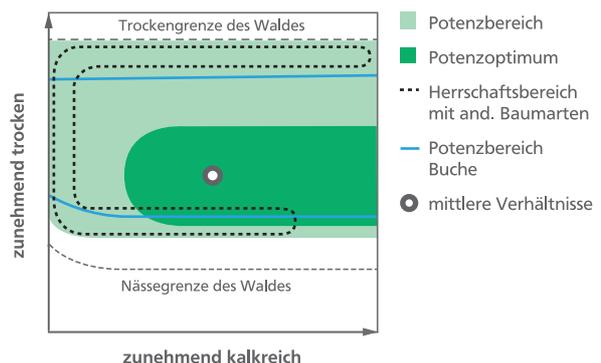
Stauwasser ^a		Grundwasser ^b		Überflutung		Moore ^{a,c}			
mäßig	stark	geneigt	eben (<5°)	mäßig	stark	K-N	br N	ba N	HM
1	1	1	2	1	2	5	5	5	5

a Erhöhung des Anbaorisikos (BaSIS) nur wenn flächig
 b Erhöhung des Anbaorisikos (BaSIS) nur wenn flächig + stark
 c N = Niedermoore: K = Kalk-, br = basenreich, ba = basenarm; HM = Hochmoore

Basenverlaufstyp					
Typ 1+	Typ 1-	Typ 2	Typ 3	Typ 4	Typ 5
2	2	1	1	1	1

Typ 1+: sehr basenreich
 Typ 1-: geringeres Kaliumangebot
 Typ 5: sehr basenarm

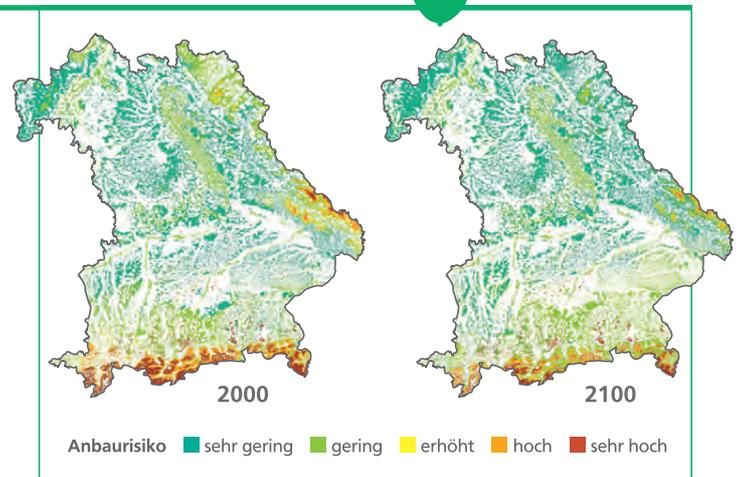
Anbaorisiko ■ sehr gering ■ gering ■ erhöht ■ hoch ■ sehr hoch



Stieleichen

Anbaurisiko

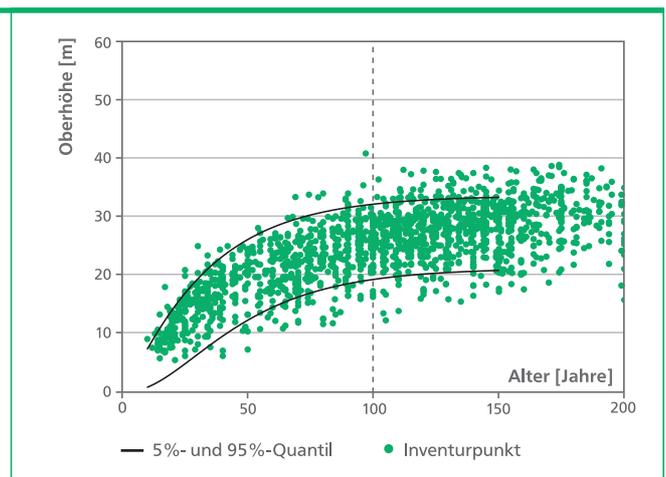
Die Prognose für die Stieleiche ist im Klimawandel positiv. In weiten Teilen Bayerns ist der Anbau von Stieleiche jetzt und in Zukunft mit einem geringen bis sehr geringen Risiko möglich. Lediglich in Südbayern steigt das Anbaurisiko der Stieleiche auf Kalkschotter geprägten Standorten durch die dort prognostizierten höheren Sommertemperaturen. In den höheren Lagen der ostbayerischen Mittelgebirge und den Alpen ist künftig eine Erweiterung des Areal möglich.



Quelle: BaSIS, Bayerisches Waldinformationssystem (BayWIS)

Leistung

Die Stieleiche ist zusammen mit der Traubeneiche nach der Rotbuche die forstlich wichtigste Laubbaumart. Für die forstwirtschaftliche Nutzung ist die Traubeneiche aufgrund ihres eher wipfelschäftigen Wuchses interessanter als die Stieleiche. Die Stieleiche erreicht im Schnitt größere Endhöhen.



Holzverwendung

Holzeigenschaften: Die Eichen gehören zu den ringporigen Laubhölzern. Ihr im Alter schmaler Splint zeigt eine gelblich-weiße Färbung, ihr Kernholz ist hellbraun bis gelblich-braun, tendenziell nachdunkelnd. Die Eichen gehören bei einer mittleren Rohdichte von 690 kg/m^3 zu den harten und schweren Hölzern. Ihr Kernholz ist witterungsfest und auch im Wasser dauerhaft.

Verarbeitbarkeit: Eichenholz lässt sich gut bearbeiten und ist messer- und schälbar. Es besitzt ein gutes Stehvermögen, neigt jedoch zum Reißen und Werfen.

Einsatzbereiche: Das Holz bietet eine breite Palette von Einsatzmöglichkeiten. Engringig gewachsene Hölzer sehr guter Qualität erzielen Spitzenpreise und werden zu Messerfurnieren verarbeitet. Eichenholz findet Verwendung als Ausstattungsholz für Möbel, Treppen, Fenster, Türen und Parkett,

als Konstruktionsholz für mittlere bis hohe Beanspruchung im Hoch-, Tief- und Wasserbau, im Schiff-, Maschinen- sowie Fahrzeugbau. Geringe Qualitäten gehen in die Faser- und Spanplattenproduktion. In der Garten-, Park- sowie Landschaftsgestaltung findet es breiten Einsatz. Neben Furniereichen erzielen auch schnitt holzfähige Eichen guter Qualität hohe Preise für die Herstellung von Fassdauben zur Produktion von Weinfässern.



Eichen Stieleiche

Waldschutz

Prägend für die Waldschutzsituation ist das zyklische Fraßgeschehen freifressender Schmetterlingsraupen der Eichenfraßgesellschaft (Frostspanner, Grüner Eichenwickler, Schwammspinner, Eichenprozessionsspinner u. a.). Der Eichenprozessionsspinner profitiert bereits jetzt von den Auswirkungen des Klimawandels. Er konnte in den vergangenen zwei Jahrzehnten sowohl sein Verbreitungsgebiet als auch sein Gebiet mit zeitlich begrenzter Massenvermehrung deutlich vergrößern. In Kombination mit weiteren Schadorganismen wie Eichenmehltau, Zweipunktiger Eichenprachtkäfer und/oder abiotischen Schadfaktoren (Frost, sommerliche Dürre, Nährstoffungleichgewicht) können Kahlfraßereignisse zu einem bestandsbedrohenden Eichensterben führen. Dieses kann einen akuten (Absterben binnen eines Jahres) oder

chronischen (Absterben über einen Zeitraum von mehreren Jahren) Verlauf nehmen. Die Stieleiche scheint anfälliger für das Eichensterben zu sein als die Traubeneiche. Eine *Phytophthora*-Art verursacht in Nordamerika ein Eichensterben, das als Sudden Oak Death (SOD) bezeichnet wird. Die Krankheit tritt in Europa bisher nicht auf, obwohl der Erreger bereits eingeschleppt wurde. Die Stieleiche ist Wirtspflanze des invasiven Feuerbakteriums, das an der Eiche eine Blattbräune und -welke verursacht. Zahlreiche holzersetzende Pilzarten verursachen Holzfäulen (z. B. Eichen-Feuerschwamm). Der Eichenmehltau kann in Naturverjüngungen und Kulturen zu Schäden führen. Starke Verbißschäden treten bei überhöhten Schalenwildbeständen auf.

Artenvielfalt

Eichen- und Eichenmischwälder sind seltene und aus Naturschutzsicht sehr wertvolle Lebensräume. Die Stieleiche ist typische Hauptbaumart der Sternmieren-Eichen-Hainbuchenwälder, welche überwiegend auf zeitweise vernässen, oft schweren Tonböden vorkommen. Daneben ist sie unter anderem auch in Hartholzauwäldern regelmäßig anzutreffen. Eichenwälder beherbergen zahlreiche schützenswerte Tier- und Pflanzenarten. Ihr lichter Schirm erlaubt das Gedeihen einer reichhaltigen Begleitflora einschließlich zahlreicher seltener Baum- und Straucharten. Eichen bieten unter allen

heimischen Baumarten den meisten Insekten Lebensraum, darunter 179 Großschmetterlingen und rund 1.000 Käferarten. Zudem sind Eichenwälder die vogelreichsten Waldtypen. Die raue Borke und die lichtdurchlässige, oftmals totholzreiche Krone bieten insektenfressenden Vogelarten perfekte Nahrungsbedingungen. Baumhöhlen bleiben aufgrund des dauerhaften Holzes für viele Arten und deren Folgenutzer lange Zeit erhalten. Zudem weisen die Eichen eine Vielzahl von Pilzarten auf, die eng an ihren Wirt gebunden sind.



Mittelspecht

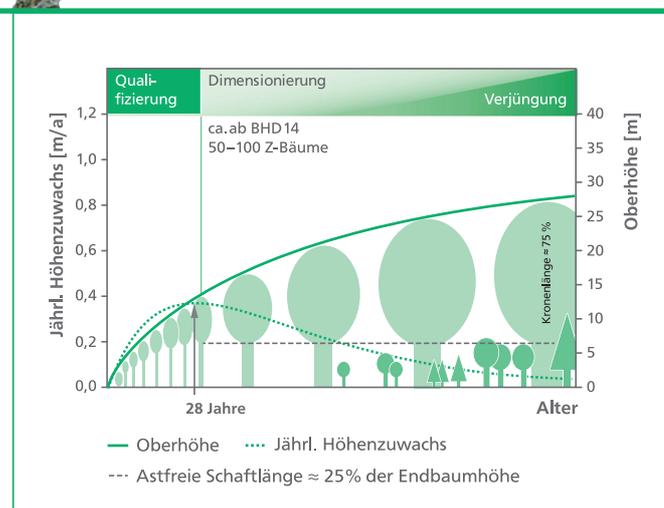
Waldbau

Überflutungstolerant, auch auf schweren Böden, kälteempfindlicher als Traubeneiche. Lichtbedürftig.

Verjüngung: Pflanzung, Saat oder Naturverjüngung. Hohen Lichtgenuss sicherstellen. Schattlaubholz beteiligen.

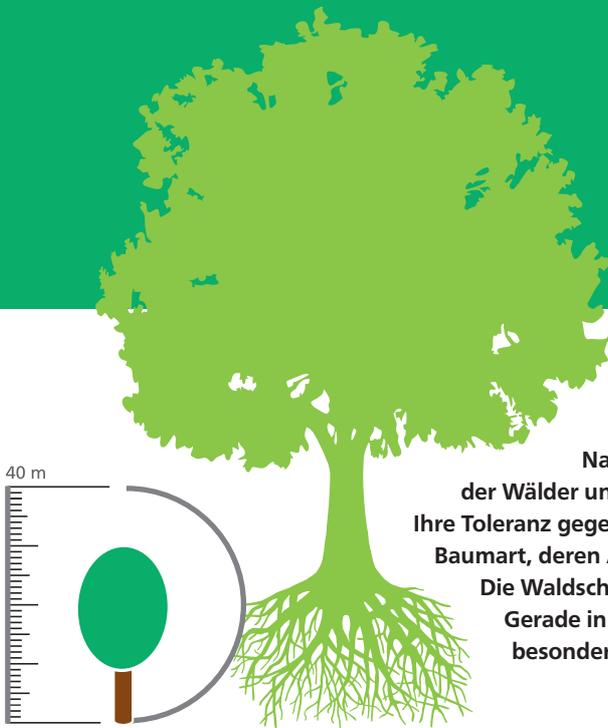
Pflege: Sicherung von 100–150 Optionen einschließlich Mischbaumarten (Abstand 8–10 m). Gegen Ende bemessene Förderung von 100–150 Optionen. Erhalt mäßiger Kronenspannung zur Astreinigung. Eingriff nur, wenn Optionen gefährdet und bei regional hoher Schneedruckgefahr.

Durchforstung: bei Erreichen einer grünastfreien Schaftlänge von 6–8 m oder BHD von 14 cm Umlichtung von 50–100 Z-Bäumen (Abstand ca. 10–15 m) durch Entnahme der stärksten Bedränger. Begutachtung der Z-Bäume alle 5 Jahre und gegebenenfalls Eingriffe. Erhalt des Nebenbestands.



Traubeneiche

Quercus petraea



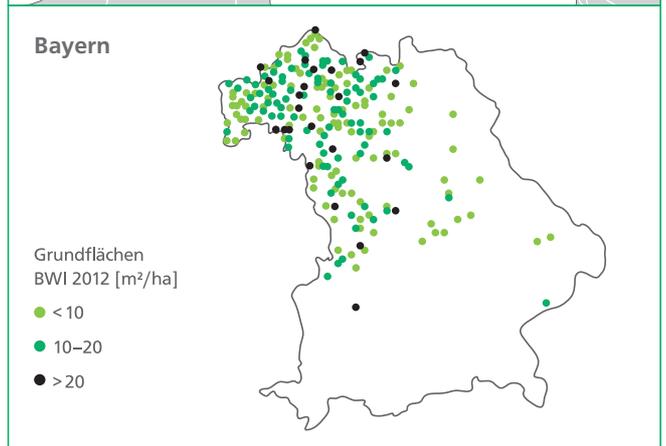
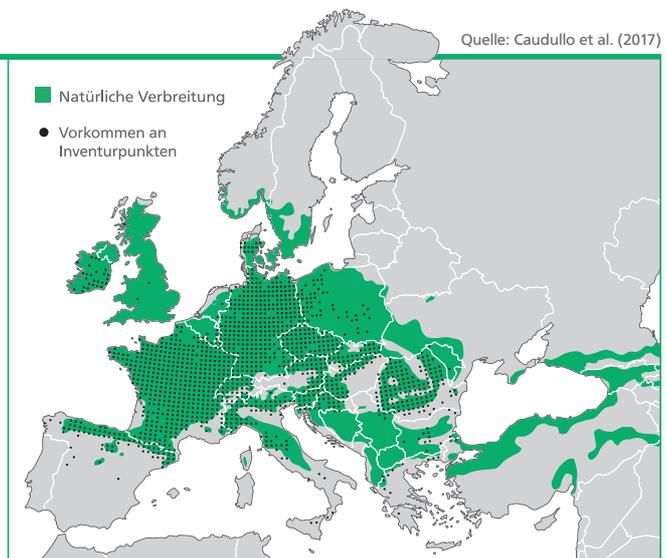
Eichenwälder in Bayern haben als Ergebnis einer langen Geschichte von Mensch und Wald größere Anteile an der Waldfläche als im Naturwald. Eichen haben einen hohen Stellenwert für die Ökologie der Wälder und eine große Bedeutung in der Forstwirtschaft. Ihre Toleranz gegenüber Trockenheit und Wärme macht die Traubeneiche zu einem Baumart, deren Anbau mit einem geringen bis sehr geringen Risiko bewertet wird. Die Waldschutzsituation sollte dabei jedoch immer berücksichtigt werden. Gerade in den trocken-warmen Bereichen ist die Gefährdungssituation besonders hoch.

Verbreitung

Das natürliche Verbreitungsgebiet der Traubeneiche reicht von Italien und Nordgriechenland im Süden bis zu den Britischen Inseln und Südschweden im Norden. Sie kommt von Nordspanien im Westen bis Polen und dem Schwarzen Meer im Osten vor. Der großen Verbreitung entsprechend sind zahlreiche Lokalrassen zu unterscheiden, die in Südeuropa auch als Kleinarten beschrieben wurden. Die Traubeneiche hat ihren Schwerpunkt im mitteleuropäischen Tief- und Hügelland. Die Höhengrenzen liegen im Bayerischen Wald bei 715 m ü. NN. Vorposten in den Berchtesgadener Alpen erreichen 900 m. Im Unterschied zur Stieleiche reicht die Verbreitung nicht sehr weit in das kontinental getönte Osteuropa.

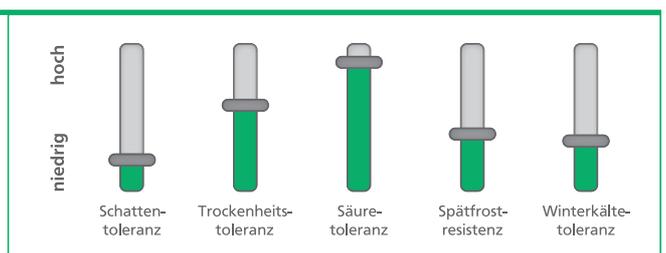
Beide Eichenarten zusammen stellen die zweithäufigste Laubholzart in Bayern. Mit 162.000 ha nehmen sie rund 6% der gesamten rechnerischen Waldfläche ein. In Bayern ist das Traubeneichenvorkommen auf Gebiete nördlich der Donau beschränkt mit Schwerpunkten auf der Fränkischen Platte, im Fränkischen Keuper, in der Rhön und im Spessart. Lediglich in Südostbayern erreichen Vorposten die Berchtesgadener Alpen.

Quelle: Caudullo et al. (2017)



Arteigenschaften

Die Traubeneiche erträgt in der Jugend mehr Schatten, stellt geringere Ansprüche an die Nährstoffversorgung als die Stieleiche und besiedelt selbst stark saure Trockenstandorte. Die Schattentoleranz sinkt nach etwa 5–7 Lebensjahren rasch.



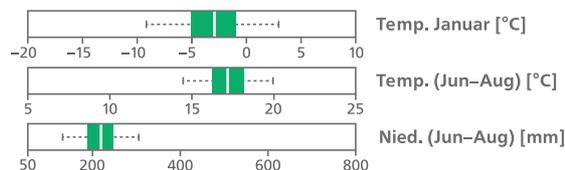
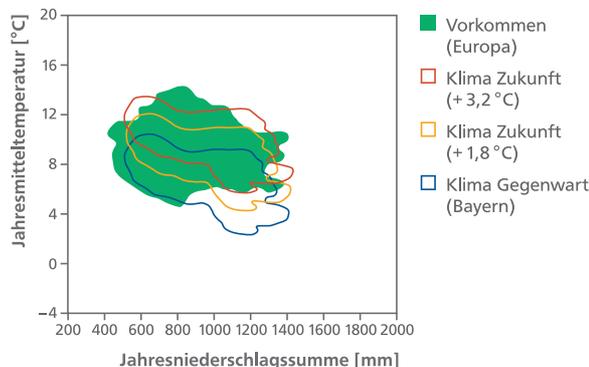
Eichen Traubeneiche



Klima

Die Traubeneiche erstreckt sich über den atlantischen bis submediterranen Klimabereich. Die wärmsten und trockensten Regionen der Traubeneiche sind z. B. die nordspanische Küstenregion, Mittel- (Latium) und Norditalien (Toskana) und Teile der Balkanhalbinsel (Rhodopen, Pindos). Sie bevorzugt wintermildes, sommerfeuchtes bis sommertrockenes Klima. Die Traubeneiche hat zudem einen höheren Wärmebedarf als die Stieleiche und fehlt bislang im bayerischen Alpenvorland.

Bayern liegt heute schon zum Großteil im warmen Verbreitungsspektrum der Art, die klimatischen Bedingungen werden sich bei einer Klimaerwärmung zunächst verbessern. Bei einer stärkeren Temperaturerhöhung werden die Toleranzgrenzen in den dann wärmsten Regionen überschritten.



Wasser und Boden

Die Traubeneiche reagiert empfindlich auf stagnierende Nässe und hoch anstehendes Grundwasser. Hingegen kommt die Traubeneiche gut mit trockenen, wechsellackenen und wechselfeuchten Standorten zurecht.

Die Traubeneiche bevorzugt nährstoffärmere Standorte mit geringem Basenangebot. Auf extremen Kalkstandorten können Ernährungsstörungen (Chlorosen) auftreten. Eine intensive Bodendurchwurzelung trägt zur Bodenverbesserung bei. Trotz zögernder Streuzersetzung entstehen nur selten ungünstige Humusformen.

Die Traubeneiche hat eine kleinere ökologische Amplitude als die Stieleiche. Sie kann sich dort durchsetzen, wo Baumarten wie Buche, Hainbuche und Bergahorn an Konkurrenzkräft verlieren. Auf wechsellackenen und trockenen Standorten mit sauren Böden kann sie, ggfs. über kleinwüchsigeren Schattbaumarten (Hainbuche, Winterlinde), den Hauptbestand bilden, wobei die Buche dann auch im Nebenbestand zu finden ist. In Naturräumen mit standörtlich kleinräumigem Wechsel können auch beide Eichenarten nebeneinander vorkommen. Optimales Wachstum ist an nachhaltig frische, tiefgründige Braunerden gebunden, wo Eichen jedoch von der Konkurrenz der Buche befreit werden müssen.

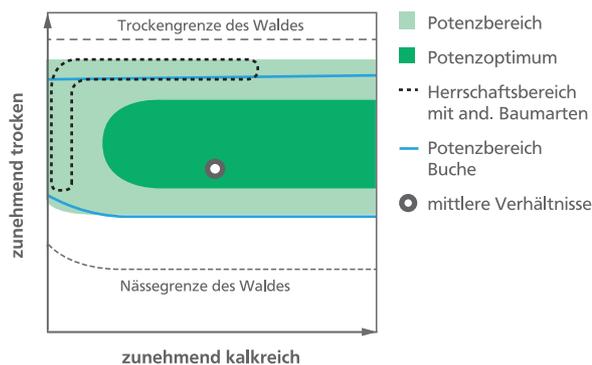
Stauwasser ^a		Grundwasser ^b		Überflutung		Moore ^{a,c}			
mäßig	stark	geneigt	eben (<5°)	mäßig	stark	K-N	br N	ba N	HM
1	2	3	4	5	5	5	5	5	5

a Erhöhung des Anbaorisikos (BaSIS) nur wenn flächig
 b Erhöhung des Anbaorisikos (BaSIS) nur wenn flächig + stark
 c N = Niedermoore: K = Kalk-, br = basenreich, ba = basenarm; HM = Hochmoore

Basenverlaufstyp					
Typ 1+	Typ 1-	Typ 2	Typ 3	Typ 4	Typ 5
2	2	1	1	1	1

Typ 1+: sehr basenreich
 Typ 1-: geringeres Kaliumangebot
 Typ 5: sehr basenarm

Anbaorisiko ■ sehr gering ■ gering ■ erhöht ■ hoch ■ sehr hoch

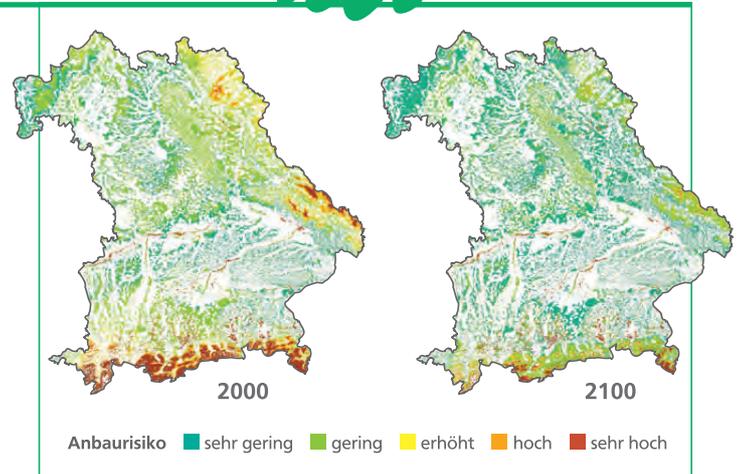


Traubeneiche Eichen



Anbaurisiko

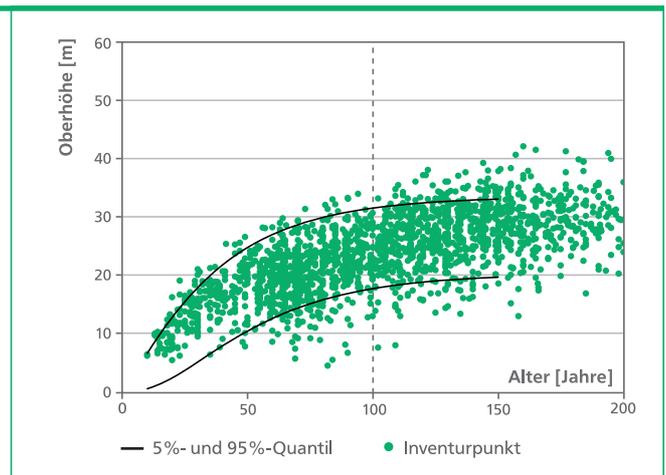
Die Prognose für die Traubeneiche im Klimawandel ist positiv. Dort wo bis jetzt die niedrigen Wintertemperaturen zu einem erhöhten bis sehr hohen Anbaurisiko führen, wie z. B. in den ostbayerischen Mittelgebirgen, wird dies mit den steigenden Temperaturerhöhungen zukünftig sinken. In weiten Teilen Bayerns ist der Anbau von Traubeneiche mit einem geringen bis sehr geringen Risiko auch in Zukunft möglich.



Quelle: BaSIS, Bayerisches Waldinformationssystem (BayWIS)

Leistung

Die Traubeneiche ist zusammen mit der Stieleiche nach der Buche die forstlich wichtigste Laubbaumart. Die Wuchsleistungen der Traubeneiche sind entsprechend auf den zumeist ärmeren und schlechter wasserversorgten Böden geringer als bei der Stieleiche. Die Traubeneiche weist im Vergleich zur Stieleiche deutlich geringere Durchmesserwerte in vergleichbaren Altersklassen auf.



Holzverwendung

Holzeigenschaften: Eichen gehören zu den ringporigen Laubhölzern. Ihr im Alter schmaler Splint zeigt eine gelblich weiße Färbung, ihr Kernholz ist hellbraun bis gelblich-braun, tendenziell nachdunkelnd. Die Eichen gehören bei einer mittleren Rohdichte von 690 kg/m^3 zu den harten und schweren Hölzern. Ihr Kernholz ist witterungsfest und auch im Wasser dauerhaft.

Verarbeitbarkeit: Eichenholz lässt sich gut bearbeiten und ist messer- und schälbar. Es besitzt ein gutes Stehvermögen, neigt aber zum Reißen und Werfen.

Einsatzbereiche: Das Holz bietet eine breite Palette von Einsatzmöglichkeiten. Engringig gewachsene

Hölzer sehr guter Qualität erzielen Spitzenpreise und werden zu Messerfurnieren verarbeitet. Eichenholz findet Verwendung als Ausstattungsholz für Möbel, Treppen, Fenster, Türen und Parkett, als Konstruktionsholz für mittlere bis hohe Beanspruchung im Hoch-, Tief- und Wasserbau, im Schiff-, Maschinen- sowie Fahrzeugbau. Geringe Qualitäten gehen in die Faser- und Spanplattenproduktion. In der Garten-, Park- und Landschaftsgestaltung findet es breiten Einsatz. Neben Furniereichen erzielen auch schnittholzfähige Eichen guter Qualität hohe Preise für die Herstellung von Fassdauben zur Produktion von Weinfässern.



Eichen

Traubeneiche



Waldschutz

Prägend für die Waldschutzsituation ist das zyklische Fraßgeschehen freifressender Schmetterlingsraupen der Eichenfraßgesellschaft (Schwammspinner, Eichenprozessionsspinner, Kleiner und Großer Frostspanner, Buchenfrostspanner, Grüner Eichenwickler u. a.). Der Eichenprozessionsspinner profitiert bereits jetzt von den Auswirkungen des Klimawandels.

Er konnte in den vergangenen zwei Jahrzehnten sein Gebiet mit zeitlich begrenzter Massenvermehrung deutlich vergrößern. In Kombination mit weiteren Schadorganismen wie Eichenmehltau, Zweipunktiger Eichenprachtkäfer und/oder abiotischen Schadfaktoren (Frost, Dürre, Nährstoffungleichgewicht) können Kahlfraßereignisse zu einem bestandsbedrohenden Eichensterben führen. Dieses kann einen akuten (Absterben

binnen eines Jahres) oder chronischen (Absterben über einen Zeitraum von mehreren Jahren) Verlauf nehmen. Eine *Phytophthora*-Art verursacht in Nordamerika ein Eichensterben, das als Sudden Oak Death (SOD) bezeichnet wird. Die Krankheit tritt in Europa bisher nicht auf, obwohl der Erreger bereits eingeschleppt wurde. Die Traubeneiche ist potenzielle Wirtspflanze des invasiven Feuerbakteriums, das an der Eiche eine Blattbräune und -welke verursacht. Zahlreiche holzerzetzende Pilzarten verursachen Holzfäulen (z. B. Eichen-Feuerschwamm). Der Eichenmehltau kann in Naturverjüngungen und Kulturen zu Schäden führen. Starke Verbisschäden treten bei überhöhten Schalenwildbeständen auf.

Artenvielfalt

Eichen- und Eichenmischwälder kommen in Bayern nur kleinflächig in den standörtlichen Randbereichen vor und sind seltene und aus Naturschutzsicht sehr wertvolle Lebensräume. In den trocken-warmen Regionen Bayerns hat der Labkraut-Eichen-Hainbuchenwald einen Verbreitungsschwerpunkt, in dem die Traubeneiche eine Hauptbaumart ist. Auch in anderen Waldgesellschaften ist sie eine wichtige Nebenbaumart wie in flachgründigen Trockenwäldern der Wärmegebiete. Die meisten heutigen Eichenwälder sind das Ergebnis der Waldbewirtschaftung. So beherbergen Eichenwälder zahlreiche schützenswerte Tier- und Pflanzenarten. Ihr lichter Schirm erlaubt das Gedeihen einer reichhaltigen Begleitflora einschließ-

lich zahlreicher seltener Baum- und Straucharten. Eichen bieten unter allen heimischen Baumarten den meisten Insekten Lebensraum, darunter 179 Großschmetterlingen und rund 1.000 Käferarten. Zudem sind Eichenwälder die vogelreichsten Waldtypen. Die raue Borke und die lichtdurchlässige, oftmals totholzreiche Krone bieten insektenfressende Vogelarten perfekte Nahrungsbedingungen. Baumhöhlen bleiben aufgrund des dauerhaften Holzes für viele Arten und deren Folgenutzer lange Zeit erhalten. Zudem weisen die Eichen eine Vielzahl von Pilzarten auf, die eng an ihren Wirt gebunden sind (z. B. Eichenfeuerschwamm, Eichenmilchling).

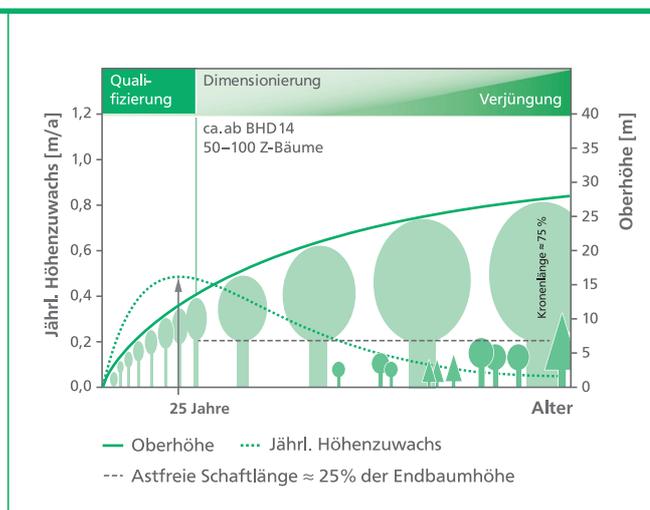
Waldbau

Verträgt keine Überflutungen und ist mäßig stauwassertolerant, etwas höherer Wärmebedarf als Stieleiche. Lichtbedürftig.

Verjüngung: Pflanzung, Saat oder Naturverjüngung. Hohen Lichtgenuss sicherstellen. Schattlaubholz beteiligen.

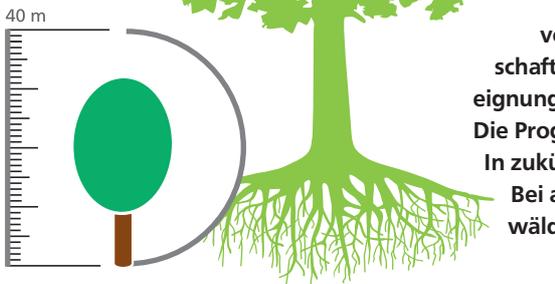
Pflege: Sicherung von 100–150 Optionen einschließlich Mischbaumarten (Abstand 8–10 m). Gegen Ende bemessene Förderung von 100–150 Optionen. Erhalt mäßiger Kronenspannung zur Astreinigung. Eingriff nur, wenn Optionen gefährdet und bei regional hoher Schneedruckgefahr.

Durchforstung: bei Erreichen einer grünastfreien Schaftlänge von 6–8 m oder BHD von 14 cm Umlichtung von 50–100 Z-Bäumen (Abstand ca. 10–15 m) durch Entnahme der stärksten Bedränger. Begutachtung der Z-Bäume alle 5 Jahre und gegebenenfalls Eingriffe. Erhalt des Nebenbestands.



Bergahorn

Acer pseudoplatanus



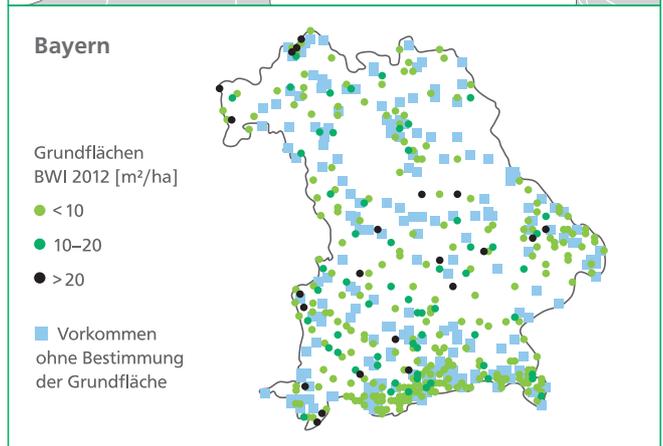
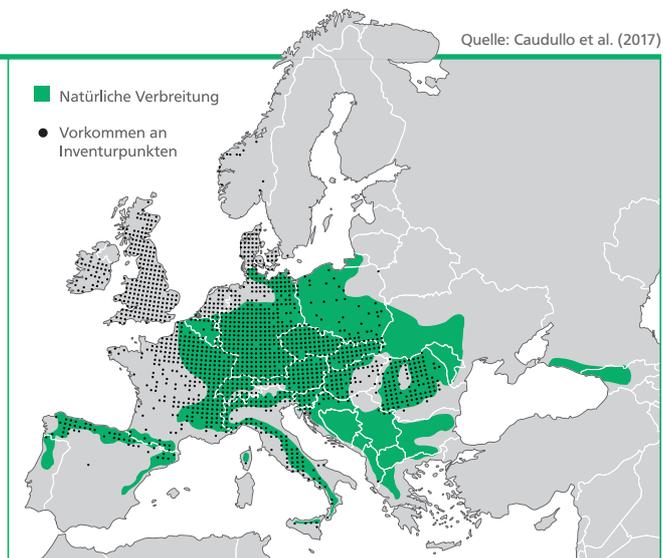
In Bayerns Wäldern nimmt der Bergahorn einen Flächenanteil von rund 2 % ein. Er ist jedoch an vielen Waldgesellschaften als Mischbaumart beteiligt, die auf Standorten mit hoher Basensättigung vorkommen. Für die Erzeugung von Wertholz hat der Bergahorn wirtschaftlich besondere Bedeutung. Hervorzuheben sind seine gute Mischungseignung mit anderen Baumarten und sein hohes Stockausschlagvermögen. Die Prognose für den Bergahorn im Klimawandel ist regional unterschiedlich. In zukünftig zu warmen und zu trockenen Regionen steigt sein Anbauisiko. Bei ausreichend hohen Niederschlägen kann er zum Aufbau stabiler Mischwälder beitragen.

Verbreitung

Sein Verbreitungsgebiet reicht von Mitteleuropa bis in die Gebirge Süd- und Südosteuropas (Pyrenäen, mittleres Apennin, Karpaten, Balkan, Kaukasus). Der Bergahorn hat seinen Schwerpunkt in den Gebirgslagen, kommt aber auch in Tieflagen vor. Die Höhengrenzen liegen im Bayerischen Wald bei 1.200 m ü. NN. In den Bayerischen Alpen steigt der Bergahorn bis 1.650 m, in den Ostalpen bis auf 1.400 m und bis 1.800 m in den Westalpen.

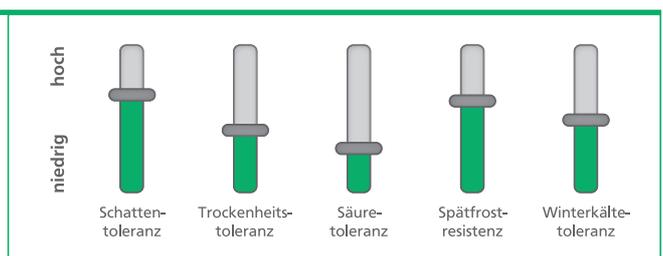
Der Bergahorn wurde weit über seine natürlichen Vorkommen hinaus kultiviert und mit rund 57.000 ha (rund 2 %) an Bayerns Wäldern beteiligt. In Bayern ist der Bergahorn überall zu finden, der Schwerpunkt seiner Verbreitung liegt jedoch im Alpenraum, in den ostbayerischen Mittelgebirgen (Bayerischer Wald, Oberpfälzer Wald, Fichtelgebirge und Frankenwald) sowie im Fränkischen Jura und in der Rhön.

Quelle: Caudullo et al. (2017)



Arteigenschaften

Der Bergahorn zählt zu den Halbschattbaumarten. Er verjüngt sich aus jährlich zahlreich erzeugten flugfähigen Früchten sehr leicht natürlich. Die Bergahornsamen sind giftig für Pferde und verursachen die meist tödlich verlaufende »Atypische Weidemyopathie« bei Pferden.

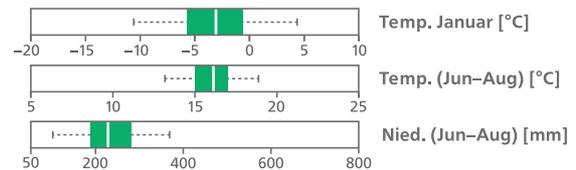
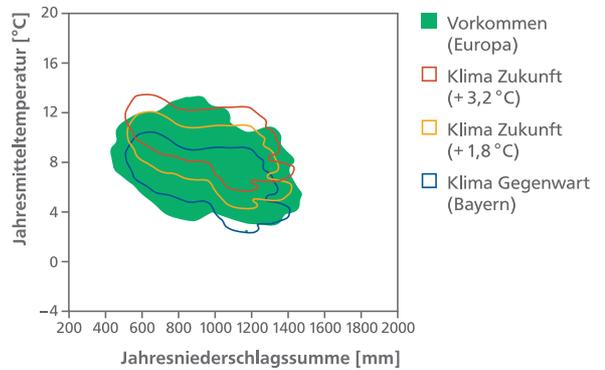


Ahorn Bergahorn

Klima

Der Bergahorn kommt in subatlantischen bis hin zu submediterranen Klimabereichen vor. Ähnlich wie die Buche bevorzugt er ein gemäßigtes, ausreichend warmes Klima mit subatlantisch-humidem Charakter. Er ist besser als die zwei anderen in Bayern heimischen Ahornarten an kühle niederschlagsreiche Sommer angepasst. Untypisch für ihn sind Sommertemperaturen (mittlere Temperatur Juni–August) von über 17 °C.

Das Klima Bayerns liegt heute im Bergahorn-Optimum. Die wärmsten Regionen aber liegen heute schon im Grenzbereich der Artverbreitung. Bei einer weiteren Temperaturerhöhung und geringeren Niederschlägen kommt der Bergahorn in den dann wärmsten Regionen Bayerns, z. B. um Würzburg, an seine Grenzen.



Wasser und Boden

Für ein optimales Wachstum verlangt der Bergahorn eine sehr gute Nährstoff- und Wasserversorgung bei hoher Basensättigung. Seine Ansprüche sind dabei etwas höher als die des Spitzahorns. Der Bergahorn reagiert empfindlich auf wasserbeeinflusste Standorte. Stark wechselfeuchte, zeitweilig überflutete Standorte und trockene Standorte werden gemieden. Mäßiger Wassereinfluss wird akzeptiert. Der Bergahorn bevorzugt frische bis feuchte, humus- und mineralreiche Böden. Er stellt wie andere Edellaubbäume hohe Ansprüche an die Nährstoff- und Basenversorgung und liefert umgekehrt eine mineralreiche, leicht zersetzbare Streu. Sehr saure Standorte werden gemieden. Das intensive Herz-Senkerwurzelsystem macht ihn besonders sturmfest.

Der Bergahorn hat seinen Schwerpunkt in montanen buchenreichen Bergwäldern, kommt aber auch in kollin-submontanen Laubmischwäldern sowie in subalpinen Nadelwäldern vor. Aufgrund hoher Ausschlagfähigkeit ist er ein Spezialist für instabile Sonderstandorte wie Schutt-, Rutsch- und Steilhänge, welche die Buche nicht besiedeln kann. Zur Herrschaft zusammen mit anderen Edellaubbaumarten gelangt er auf schwach entwickelten, stark humusreichen Hangschuttböden in luftfeuchten »Schluchtwäldern« oder in von Überflutung freigestellten Auen.

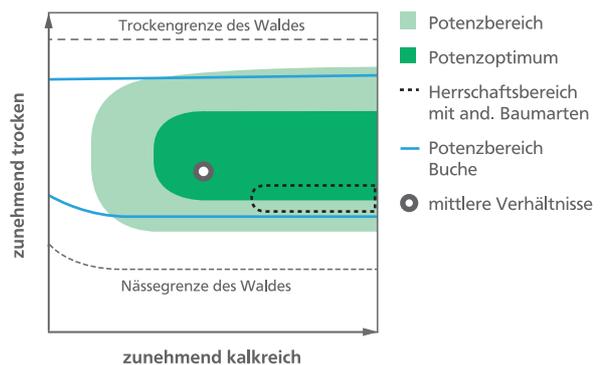
Stauwasser ^a		Grundwasser ^b		Überflutung		Moore ^{a,c}			
mäßig	stark	geneigt	eben (<5°)	mäßig	stark	K-N	br N	ba N	HM
2	3	3	4	2	4	5	5	5	5

a Erhöhung des Anbaorisikos (BaSIS) nur wenn flächig
 b Erhöhung des Anbaorisikos (BaSIS) nur wenn flächig + stark
 c N = Niedermoore: K = Kalk-, br = basenreich, ba = basenarm; HM = Hochmoore

Basenverlaufstyp					
Typ 1+	Typ 1-	Typ 2	Typ 3	Typ 4	Typ 5
1	1	1	2	3	5

Typ 1+: sehr basenreich
 Typ 1-: geringeres Kaliumangebot
 Typ 5: sehr basenarm

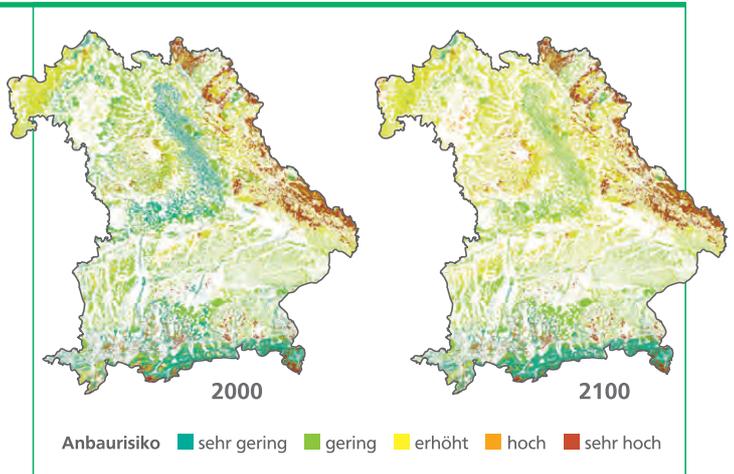
Anbaorisiko: ■ sehr gering ■ gering ■ erhöht ■ hoch ■ sehr hoch



Bergahorn

Anbaurisiko

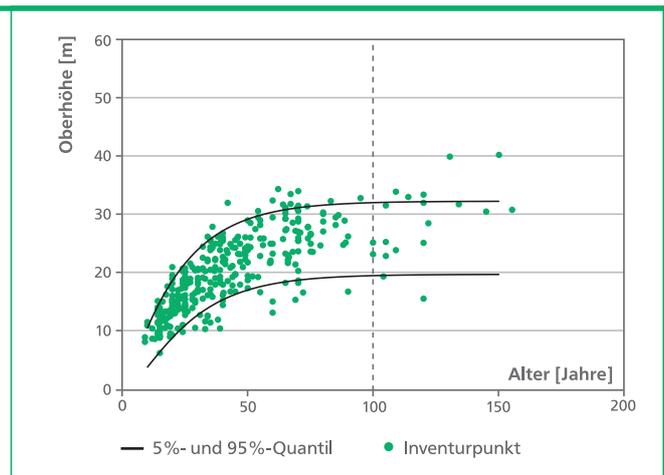
Die Prognose für den Bergahorn im Klimawandel ist regional unterschiedlich. In weiten Teilen Bayerns hat der Bergahorn aktuell ein geringes Anbaurisiko. Auf Standorten mit unterdurchschnittlicher Basenversorgung, wie z. B. in den ostbayerischen Grenzgebirgen besteht heute schon ein hohes Anbaurisiko. Für den Bergahorn steigt das Risiko im Klimawandel in den dann trockenen und warmen Regionen Bayerns leicht an. Seine Eignung wird z. B. auf der Fränkischen Platte eingeschränkt sein. In den Teilen Bayerns mit weiterhin hohen Niederschlägen, wie im Voralpenland und in den höheren Lagen der Mittelgebirge, wird der Bergahorn beim Aufbau klimatoleranter Mischwälder eine Rolle spielen.



Quelle: BaSIS, Bayerisches Waldinformationssystem (BayWIS)

Leistung

In der Jugend raschwüchsig weist sein Zuwachs eine frühe Kulmination auf, während er später der Konkurrenz der Buche oft nicht gewachsen ist. Auf frischen und nährstoffreichen Standorten bringt er eine hohe Wertleistung und erreicht auch als Hauptbaumart bei guter Pflege rasch starke Dimensionen. Auch hier wird die Wertleistung vornehmlich von Qualität und Stärke bestimmt. Furnierfähige Stämme sind wirtschaftlich interessant.



Holzverwendung

Holzeigenschaften: Sein Holz ist meist gelblichweiß gefärbt. Im Alter kann sich ein graubrauner bis brauner Farbkern (Falschkern) bilden. Der Ahorn bildet das Kernholz verzögert aus; Splint und Kern unterscheiden sich normalerweise nicht. Die Jahringgrenzen sind makroskopisch kaum sichtbar. Besonders dekorativ sind seine verschiedenen Wuchsbesonderheiten, etwa die durch wellige Faseranordnungen bedingte Riegelung. Der Ahorn gehört bei einer mittleren Rohdichte von 630 kg/m^3 zu den mittelschweren bis schweren Hölzern, kennzeichnend ist seine Härte mit besonders hoher Abriebfestigkeit und gutem Stehvermögen.



Verarbeitbarkeit: Ahornholz lässt sich zwar sehr leicht bearbeiten, ist jedoch nicht witterungsfest und anfällig gegen holzerstörende Pilze und Insekten.

Einsatzbereiche: Bergahornholz findet bevorzugt als hochwertiges Ausstattungsholz Verwendung, aber auch als Messerfurnier. Im Musikinstrumentenbau (Zier- und Resonanzholz) genießt es traditionell hohe Wertschätzung. Auch Drechsler, Schnitzer und Bildhauer nutzen seine hervorragenden Eigenschaften. Bei Spielwaren sowie bei Haus- und Küchengeräten gehört es zu den bevorzugten Rohstoffen.

Ahorn Bergahorn

Waldschutz

Der Bergahorn ist aus Sicht des Waldschutzes bisher unauffällig. Schäden durch Insekten am Ahorn spielen im Waldschutz kaum eine Rolle. Gall- und Spinnmilben, Blatt- und Schildläuse sind auffällig, aber harmlos. Bedeutender sind die Pilze im und am Stamm. So verursacht die invasive Rußrindenkrankheit nicht nur ein Absterben befallener Bäume, sondern stellt zudem noch eine gesundheitliche Gefährdung des Menschen dar, wenn die massenhaft produzierten Sporen eingeatmet werden. Hier muss bei der Fällung befallener Bäume unbedingt auf geeigneten Atemschutz geachtet werden. Der *Nectria*-Krebs und der invasive *Eutypella*-Ahornstammkrebs führen zu starker Holz-

entwertung bis hin zum Absterben befallener Bäume. Eine Unterscheidung der Pilze kann nur über ein Labor erfolgen. Auffällig und doch meist für den Baum harmlos sind verschiedene Blattpilze, die sich auf den Bergahorn als Hauptwirt spezialisiert haben wie die *Petrakia*-Blattbräune. Die Teerfleckenkrankheit tritt an allen Ahornarten auf. Auch die Rotpustelkrankheit ist ein häufig am Bergahorn beobachteter Schwächepilz. Zunehmend werden Stammnekrosen beobachtet, deren Auslöser neben Sonnenbrand auch Pilze der Gattung *Fusarium* und *Verticillium* sind.

Artenvielfalt

Der Bergahorn ist eine Baumart der nährstoffreichen Schlucht- und Hangmischwälder sowie des Bergmischwaldes. Dominant tritt er etwa im Giersch-Bergahorn-Eschenmischwald an nährstoffreichen Hangfüßen, im Eschen-Bergahorn-Block- und Steinschuttwald oder im hochstaudenreichen Bergahorn-Buchenwald auf. Die Rolle des Bergahorns im natürlichen Auwald ist zum Teil umstritten. In nicht regelmäßig überfluteten Hartholzauwäldern nimmt er häufig höhere Anteile in der Verjüngung ein, erleidet jedoch bei starken und länger andauernden Überflutungen oder bei Übersandung deut-



Stark bemooster Stamm

liche Schäden. Wie alle heimischen Ahornarten spielt auch der Bergahorn im Frühjahr mit seinem ausgiebigen Blütennektar eine bedeutende Rolle als Insektennahrung für Bienen, Hummeln, Schmetterlinge, Käfer, sonstige Hautflügler und Zweiflügler. In Gebirgswäldern sind die Bäume häufig mit zahlreichen epiphytischen Moosen, Farnen und v. a. Flechten bewachsen, wodurch wertvolle Kleinlebensräume entstehen. Moosreiche Äste sind beispielsweise das ganz spezielle Wuchssubstrat von Rudolphi's Trompetenmoos, einer FFH-Art.

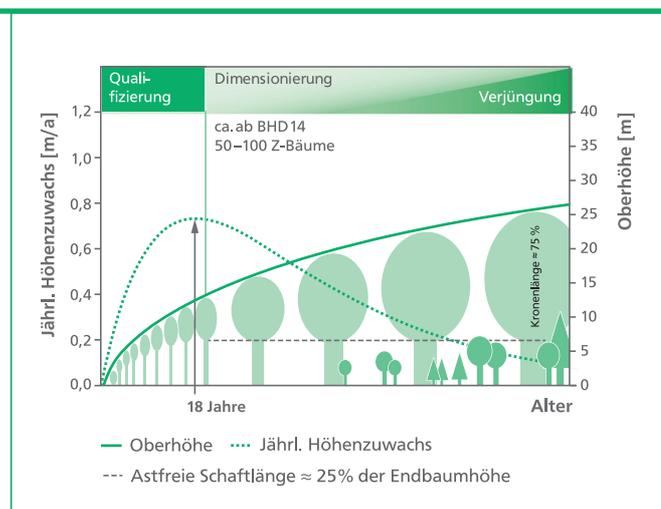
Waldbau

Verjüngungsfreudig, frühreif, Pioniercharakter, gute natürliche Astreinigung, nur auf besten Standorten auch im Alter hohe Zuwächse.

Verjüngung: Naturverjüngung oder Pflanzung. Beteiligung von Schattlaubholz sinnvoll. Dichtschluss erhalten. Hohen Lichtgenuss sicherstellen.

Pflege: frühzeitige Sicherung von 100–150 Optionen einschließlich Mischbaumarten (Abstand 8–10 m). Gegen Ende bemessene Förderung von 100–150 Optionen. Erhalt der Kronenspannung zur Astreinigung. Eingriff nur, wenn Optionen gefährdet.

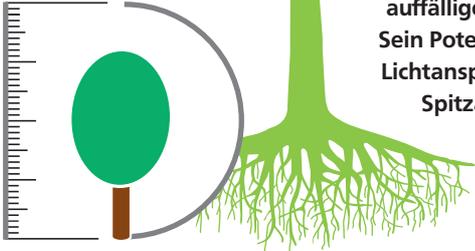
Durchforstung: bei Erreichen einer grünastfreien Schaftlänge von 6–8 m oder BHD 14 cm Umlichtung von 50–100 Z-Bäumen (Abstand ca. 10–15 m) durch Entnahme der stärksten Bedränger. Eingriffe alle 5 Jahre, Erhalt des Nebenbestands.



Spitzahorn

Acer platanoides

40 m



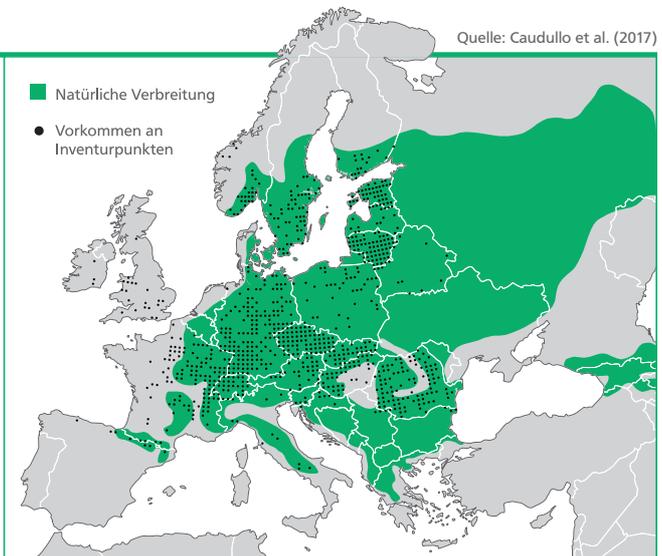
Die in Wäldern seltene Edellaubbaumart ist bisher forstwirtschaftlich von untergeordneter Bedeutung. Der Spitzahorn wird häufig in Städten und Parks gepflanzt, da er städtische Klimaverhältnisse gut erträgt und über eine auffällige gelbgrüne Blüte vor Laubausbuch und eine attraktive Herbstfärbung verfügt. Sein Potenzial liegt in der guten Mischbarkeit mit anderen Baumarten. Seine mittleren Lichtansprüche sind wertvoll zur Nebenbestandsanreicherung. Die Prognose für den Spitzahorn im Klimawandel ist regional unterschiedlich. Er ist im Vergleich zum Bergahorn etwas toleranter gegenüber Trockenheit und hohen Sommertemperaturen. Aufgrund seiner hohen Stockausschlagfähigkeit und Trockentoleranz ist er der Spezialist für sonnseitige, steile Hanglagen.

Verbreitung

Der Spitzahorn hat ein deutlich größeres natürliches Verbreitungsgebiet als Buche und Bergahorn. Er ist im größten Teil Europas, im Kaukasus und in Kleinasien beheimatet und dringt im Gegensatz zum Bergahorn weiter in den Norden und Nordosten Europas vor. Sein Schwerpunkt liegt in den östlichen baltischen Ländern und im südlichen Skandinavien. Im Unterschied zum Bergahorn bevorzugt der Spitzahorn hauptsächlich die Ebenen und die mittleren Gebirgslagen. Seine obere Grenze verläuft allgemein etwa 300–400 m tiefer. Die Höhengrenzen liegen im Erzgebirge bei 600 m ü. NN, im Bayerischen Wald und in den Bayerischen Alpen bei 1.100 m.

In Bayern ist er eine seltene Baumart, die am Waldaufbau von unter einem Prozent beteiligt ist (ca. 3.500 ha). Dadurch und durch seine breite ökologische Amplitude sind aktuell keine Schwerpunkte zu erkennen. Seine Ausbreitung wird durch den Menschen über sein natürliches Verbreitungsareal hinaus beschleunigt.

Quelle: Caudullo et al. (2017)



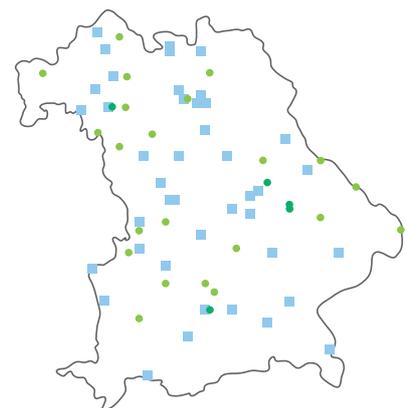
Bayern

Grundflächen
BWI 2012 [m²/ha]

● < 10

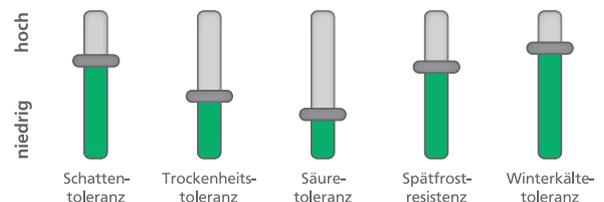
● 10–20

■ Vorkommen
ohne Bestimmung
der Grundfläche



Arteigenschaften

Der Spitzahorn ist etwas toleranter gegen Winterkälte als der Bergahorn.

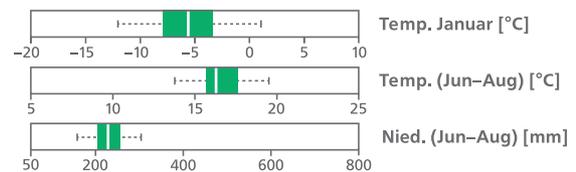
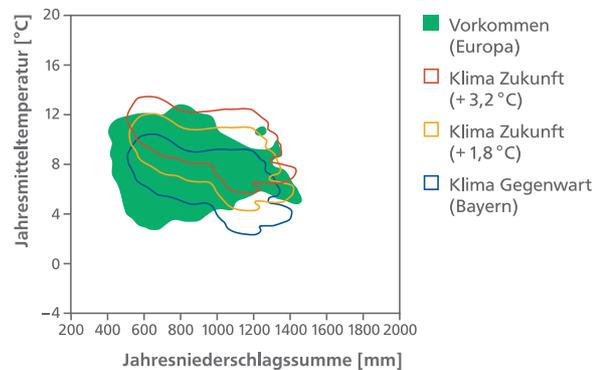


Ahorn Spitzahorn

Klima

Der Spitzahorn bevorzugt sommerwarme, kollin-submontane Standorte mit gemäßigt kontinentalem Klima. Der kalt-trockene Bereich der Klimahülle zeigt die Tendenz in kontinentale Klimaregionen, wie sie in Nordosteuropa verwirklicht sind.

Untypisch für den Spitzahorn sind durchschnittliche Sommertemperaturen (mittlere Temperatur Juni–August) von mehr als 18 °C. Die Obergrenze bezüglich Sommertemperatur fällt mit der des Bergahorns zusammen. Der Spitzahorn kommt mit weniger Sommerniederschlag aus. Bayern liegt heute schon zum Großteil im warmen Verbreitungsspektrum der Art, die klimatischen Bedingungen werden sich bei einer Klimaerwärmung vorerst verbessern. Bei einer stärkeren Temperaturerhöhung werden die Toleranzgrenzen jedoch in den dann wärmsten Regionen überschritten. Er ist nach dem Feldahorn am besten an strenge Winter angepasst.



Wasser und Boden

Für ein optimales Wachstum verlangt der Spitzahorn sehr gute Nährstoff- und Wasserversorgung bei hoher Basensättigung. Er reagiert empfindlich auf wasserbeeinflusste Standorte. Stark wechselfeuchte, zeitweilig überflutete Standorte und trockene Standorte werden gemieden. Mäßiger Wassereinfluss wird akzeptiert.

Der Spitzahorn stellt hohe Ansprüche an die Nährstoff- und Basenversorgung. Sehr saure Standorte werden gemieden. Eine Besonderheit sind die bodenverbessernden Eigenschaften des Spitzahorns. Mit seinem intensiven Durchwurzelungsvermögen kann er auch verdichtete Böden gut aufschließen. Diese Eigenschaft und die gut zersetzbare Streu tragen zur Bodenverbesserung bei.

Der Spitzahorn gehört zum »trockenen Edellaubholz« und ist eine im Wald eher seltene Baumart. In bayerischen Waldgesellschaften kommt er als Nebenbaumart in Buchenmischwäldern, wärmeliebenden Edellaubbaumwäldern und in Waldgesellschaften grundwassernaher Standorte vor. Eine Gefährdung durch Trockenheit ist allenfalls in Extremjahren zu befürchten.

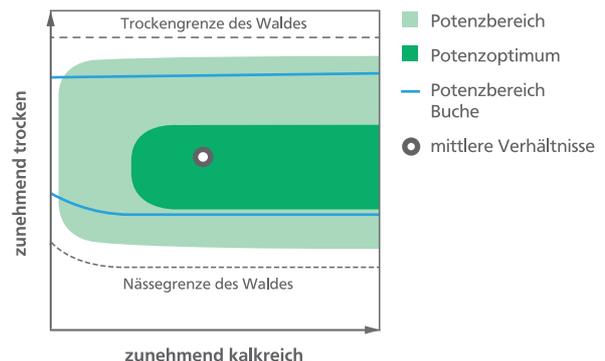
Stauwasser ^a		Grundwasser ^b		Überflutung		Moore ^{a,c}			
mäßig	stark	geneigt	eben (<5°)	mäßig	stark	K-N	br N	ba N	HM
2	3	3	4	2	4	5	5	5	5

a Erhöhung des Anbaorisikos (BaSIS) nur wenn flächig
 b Erhöhung des Anbaorisikos (BaSIS) nur wenn flächig + stark
 c N = Niedermoore: K = Kalk-, br = basenreich, ba = basenarm; HM = Hochmoore

Basenverlaufstyp					
Typ 1+	Typ 1-	Typ 2	Typ 3	Typ 4	Typ 5
1	1	1	2	3	5

Typ 1+: sehr basenreich
 Typ 1-: geringeres Kaliumangebot
 Typ 5: sehr basenarm

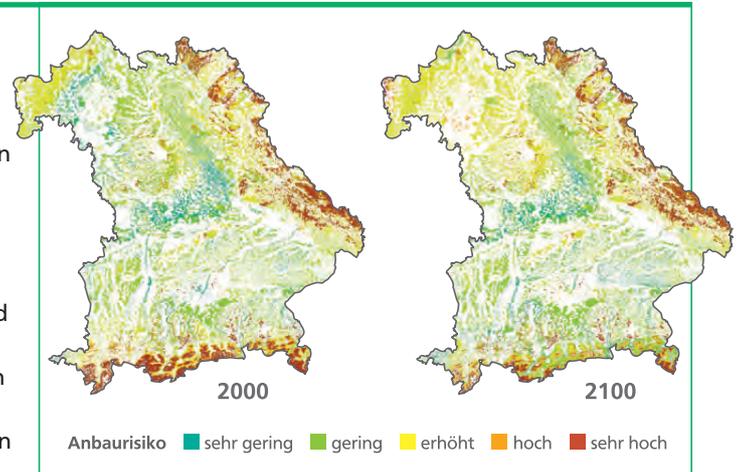
Anbaorisiko ■ sehr gering ■ gering ■ erhöht ■ hoch ■ sehr hoch



Ahorn Spitzahorn

Anbaurisiko

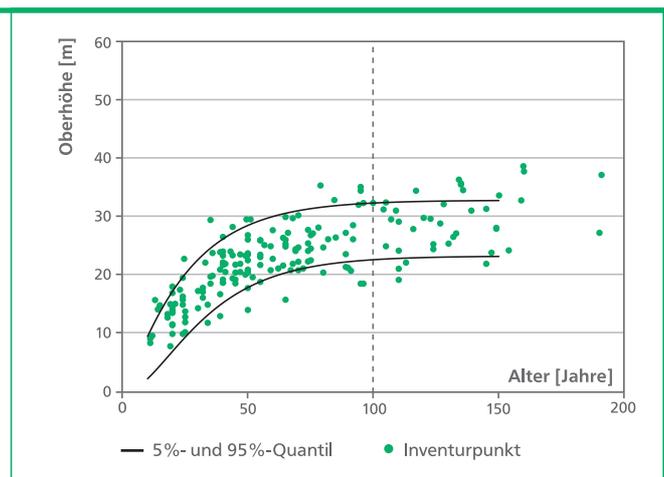
Die Prognose für den Spitzahorn ist im Klimawandel regional unterschiedlich. In weiten Teilen Bayerns hat diese Ahornart ein sehr geringes bis geringes Anbaurisiko. Seine derzeitige und zukünftige Eignung wird grundsätzlich durch seine Ansprüche hinsichtlich der Basensättigung eingeschränkt, wie z. B. in den ostbayerischen Grenzgebirgen. Der Spitzahorn ist aktuell auf kalkreichen Gesteinen eine geeignete Mischbaumart. Während das Anbaurisiko im Jura und im Alpenvorland im Klimawandel gering bleibt, steigt es in den trockenen und warmen Gebieten Bayerns wie der Fränkischen Platte deutlich an. Ob Spitzahorn oder Bergahorn die besser geeignete Baumart sein kann, ist von der Region abhängig.



Quelle: BaSIS, Bayerisches Waldinformationssystem (BayWIS)

Leistung

In der Jugend ist der Spitzahorn raschwüchsig und hat eine frühe Zuwachskulmination. Er hat eine geringere Endhöhe als der Bergahorn. Auch hier wird die Wertleistung vornehmlich von Qualität und Stärke bestimmt. Furnierfähige Stämme sind wirtschaftlich interessant.



Holzverwendung

Spitz-, Berg- und Feldahorn bilden in Mitteleuropa die Gruppe der heimischen Ahornarten.

Holzeigenschaften: Diese drei Baumarten haben ähnliche Holzeigenschaften, weshalb der Handel sie teilweise nicht unterscheidet. Das Holz ist recht hell mit feiner, gleichmäßiger Textur, dies macht sie zu Edellaubhölzern. Der Spitzahorn ist jedoch in den meisten Fällen nicht ganz so hell und zeigt ein stärker ausgeprägtes Rot oder Gelb im Holz. Bei entsprechender Rotfärbung kommt Spitzahornholz als Imitat von Elsbeere und Birnbaum zum Einsatz. Splint- und Kernholz unterscheiden sich farblich nicht. Das Ahornholz liefert ein hartes und mittelschweres bis schweres Holz. Während der Trocknung neigt der Spitzahorn zum Reißen, Verwerfen und auch zu Verfärbungen. Wie bei allen heimischen Ahornarten ist sein Holz nicht witterungsfest, pilz- und insektenanfällig.

Verarbeitbarkeit: Spitzahornholz lässt sich gut bearbeiten, steht aber im Schatten des Bergahorns, dessen Farb- und Holzeigenschaften bevorzugt werden, wohl auch weil der Spitzahorn generell schwerer, härter und grobfasiger ist als sein Vetter.

Einsatzbereiche: Furnierfähige Stämme sind wirtschaftlich interessant. Hierzulande wird das Holz für die Weiterverarbeitung zu Holzspielzeug und Musikinstrumenten geschätzt. Weiter ist der Spitzahorn beliebt für die Herstellung von Küchengerätschaften, aufgrund des sehr geringen Quellens und durch seine feinen Poren, wodurch er kaum Fremdgerüche annimmt.



Ahorn Spitzahorn

Waldschutz

Der Spitzahorn ist aus Sicht des Waldschutzes bisher unauffällig. Schäden durch Insekten am Ahorn spielen kaum eine Rolle. Gall- und Spinnmilben, Blatt- und Schildläuse sind auffällig, aber harmlos. Bedeutend aus Waldschutzsicht sind die Pilze im und am Stamm. So verursacht die invasive Rußrindenkrankheit nicht nur ein Absterben befallener Bäume, sondern stellt zudem noch eine gesundheitliche Gefährdung des Menschen dar, wenn die massenhaft produzierten Sporen eingeatmet werden. Hier muss bei der Fällung befallener Bäume unbedingt auf geeigneten Atemschutz geachtet werden. Der *Nectria*-Krebs und der invasive *Eutypella*-Ahornstammkrebs führen zu starker Holzentwertung bis hin zum Absterben befallener Bäume.

Eine Unterscheidung der Pilze kann nur über ein Labor erfolgen. Die *Fusarium*-Erkrankung und *Verticillium*-Welke sind am Spitzahorn seltener zu finden. Die Ahorneule frisst an den Blättern aller Ahornarten und v. a. an denen der Roßkastanie. In Stamm und Ästen minieren die Larven des Blausiebs und der Ungleiche Holzbohrer. In der Jugend ist der Spitzahorn stark durch Mäusefraß gefährdet. Häufiger als beim Bergahorn sind Blattpilze zu finden, die zwar zum verfrühten Blattabfall führen, meist aber für den Baum harmlos sind.

Artenvielfalt

Der Spitzahorn tritt bevorzugt in wärmebedürftigen Sommerlinden-Mischwäldern auf, welche auf südexponierten Steinschuttböden gedeihen. Weiterhin ist er eine sporadische Begleitbaumart in einer ganzen Reihe von Buchen-Waldgesellschaften. Seine Rolle im natürlichen Auwald ist zum Teil umstritten. In nicht regelmäßig überfluteten Hartholzauwäldern nimmt er häufig höhere Anteile in der Naturverjüngung ein, gegenüber starken und länger andauernden Überflutungen oder Übersandungen reagiert er aber empfindlich.

Ahornarten besitzen wegen ihrer frühen und umfangreichen Blüte eine hohe Bedeutung für viele Insektenarten. Das Nektarangebot zur Blütezeit im April bis Mai wird insbesondere von Honigbienen, Wildbienen, Hummeln, Schmetterlingen, Käfern, sonstigen Hautflüglern und Zweiflüglern genutzt. Auf Ahornsamen spezialisiert sind wenige Kleinschmetterlinge und drei Rüsselkäferarten der Gattung *Bradybatus*. Auch manche Vogelarten nutzen die Früchte und Samen des Spitzahorns als Nahrungsquelle.

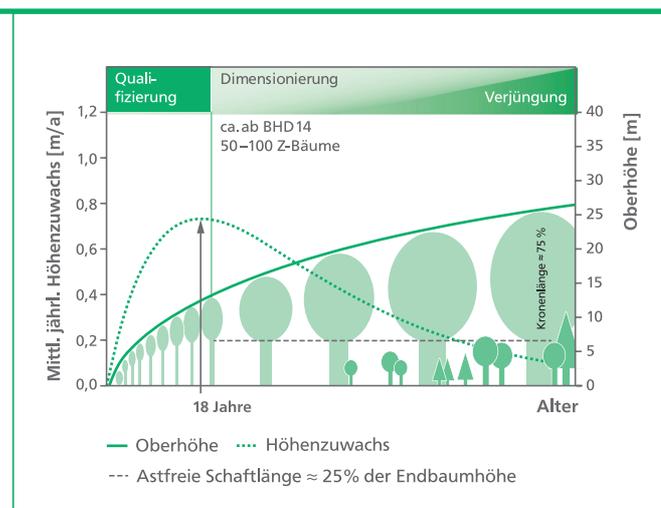
Waldbau

Verjüngungsfreudig, Pioniercharakter, frühreif, gute natürliche Astreinigung, nur auf besten Standorten auch im Alter hohe Zuwächse, trockenheitstoleranter als Bergahorn.

Verjüngung: Naturverjüngung oder Pflanzung. Beteiligung von Schattlaubholz sinnvoll. Dichtschluss erhalten. Hohen Lichtgenuss sicherstellen.

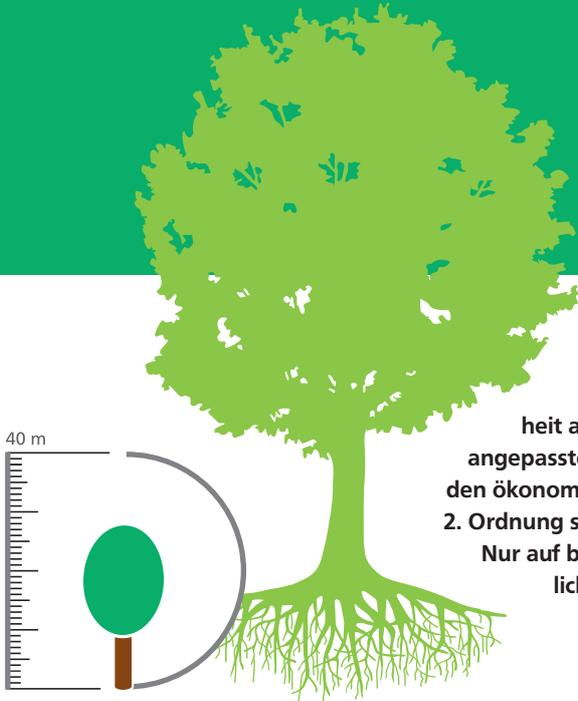
Pflege: frühzeitige Sicherung von 100–150 Optionen einschließlich Mischbaumarten (Abstand 8–10 m). Gegen Ende bemessene Förderung von 100–150 Optionen. Erhalt der Kronenspannung zur Astreinigung. Eingriff nur, wenn Optionen gefährdet.

Durchforstung: bei Erreichen einer grünastfreien Schaftlänge von 6–8 m oder BHD 14 cm Umlichtung von 50–100 Z-Bäumen (Abstand ca. 10–15 m) durch Entnahme der stärksten Bedränger. Eingriffe alle 5 Jahre, Erhalt des Nebenbestands.



Feldahorn

Acer campestre



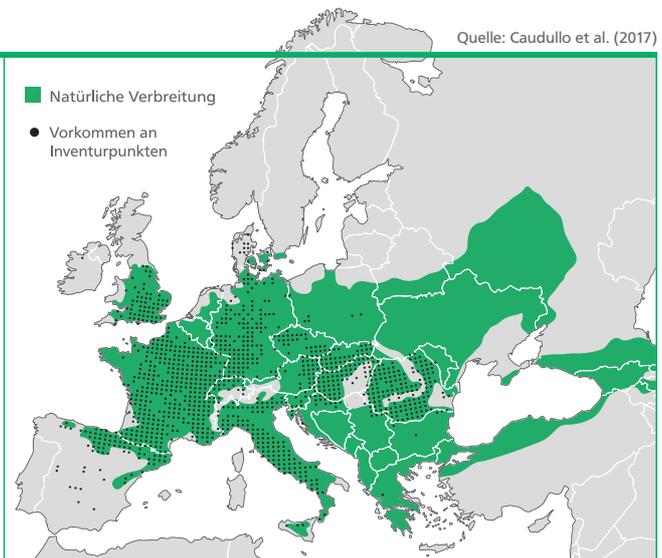
Der Feldahorn ist eine wichtige Nebenbaumart in wärmeliebenden, lichten und artenreichen Laubmischwäldern. An Wärme und Trockenheit angepasst, könnte er vom Klimawandel profitieren. Für einen klimangepassten Waldumbau stehen beim Feldahorn die ökologischen noch vor den ökonomischen Eigenschaften. Seine positiven Eigenschaften auch als Baum 2. Ordnung sind bedeutsam für den Aufbau arten- und struktureicher Mischwälder. Nur auf bestens basen- und wasserversorgten Standorten und mit waldbaulicher Förderung erreicht er wirtschaftliche Dimensionen.

Verbreitung

Der Feldahorn ist in Europa weit verbreitet und bevorzugt Wälder tieferer Lagen. Sein Areal reicht von Westeuropa bis Großbritannien und das südliche Skandinavien im Norden, östlich bis in den Westen Russlands sowie vom nördlichen Kleinasien über den Kaukasus bis in den Nordiran. Im Süden erstreckt sich seine Verbreitung vom Balkan über Italien bis nach Spanien. In Mitteleuropa wächst der Feldahorn von der Ebene bis in die mittleren Gebirgslagen. Selten dringt er in höhere Regionen vor wie in der Schweiz (1.400 m ü. NN) oder im Kaukasus (1.800 m).

Der Feldahorn hat mit rund 7.500 ha einen Anteil von unter einem Prozent an Bayerns Wäldern. Die Schwerpunkte der Verbreitung befinden sich im Nordwesten des Landes auf der Fränkischen Platte, westlich und östlich von Würzburg, auf der Frankenalb und dem Oberpfälzer Jura. Außerhalb dieses Gebietes kommt er in wärmebegünstigten Lagen vor. Entlang der Donau ist er in den Hartholzauen zu finden. Nicht besiedelt werden die höheren Lagen der Alpen und der kühlen ostbayerischen Mittelgebirge.

Quelle: Caudullo et al. (2017)

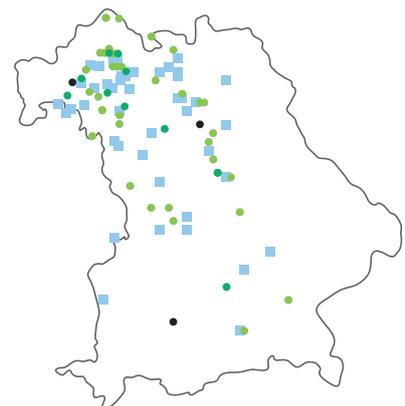


Bayern

Grundfläche BWI 2012 [m²/ha]

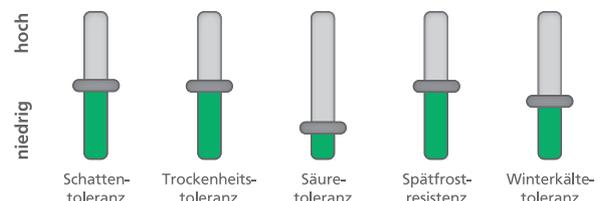
- < 10
- 10–20
- > 20

■ Vorkommen ohne Bestimmung der Grundfläche



Arteigenschaften

Er gehört zum »trockenen Edellaubholz«, besitzt eine hohe Stockausschlagfähigkeit und eine lange Lebensdauer.

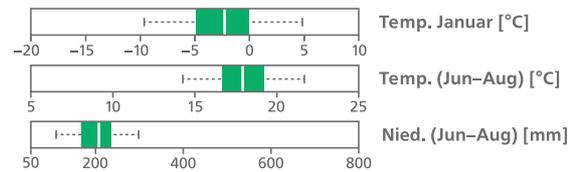
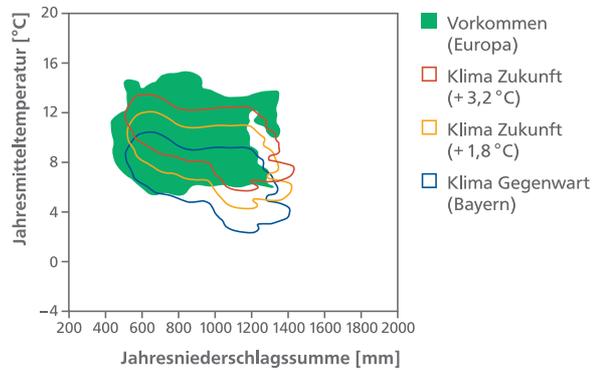


Ahorn Feldahorn

Klima

Der Feldahorn kommt in submediterranen, subatlantischen und gemäßigt subkontinentalen Bereichen vor. Er bevorzugt sommerwarmes Klima. Eine Besonderheit des Feldahorns ist, dass er sowohl hohe Sommerwärme als auch eine gewisse Winterkälte toleriert. Die klimatischen Bedingungen werden sich für den Feldahorn in Zukunft verbessern. Selbst bei einer stärkeren Temperaturerhöhung mit +3,2 °C werden seine Toleranzgrenzen noch nicht überschritten.

Unter den drei wichtigsten in Bayern verbreiteten Ahornarten nimmt der Feldahorn den eher warmen trockenen Flügel ein. Er hat die geringsten Ansprüche beim Sommerniederschlag und fühlt sich am wohlsten bei Sommertemperaturen (mittlere Temperatur Juni–August) von 17 °C–19 °C. Untypisch sind zu warme Winter mit Januartemperaturen über 0 °C. Sommerkaltes Klima ist für ihn ungeeignet.



Wasser und Boden

Im Vergleich mit Spitz- und Bergahorn hat der Feldahorn einen geringeren Wasserbedarf. Auch kommt er mit Wasserüberschuss besser zurecht als Spitz- und Bergahorn. Stauwasser wird zeitlich begrenzt (unter 100 Tage) ertragen. Höhere Wachstumsleistungen sind auf besser wasserversorgten Standorten zu erwarten. In Kombination mit hoher Basenversorgung sind wirtschaftlich interessante Dimensionen möglich.

Der Feldahorn stellt noch höhere Ansprüche an die Basenausstattung als Berg- und Spitzahorn. Er braucht kalkhaltige oder zumindest hoch basengesättigte Böden. Auf sauren Standorten bleibt er eher mattwüchsig, gegebenenfalls kurzlebig und kann sein Potenzial nicht ausnutzen. Stark saure Böden meidet er gänzlich. Als einer der wenigen Baumarten vermag er mit seiner Herz-Senkerwurzel auch stark tonige Böden zu erschließen. Mit seiner leicht zersetzbaren Streu trägt er zur Erhaltung einer guten Humusform und zur Bodenpflege bei.

Durch seine hohe Lichtbedürftigkeit in der Jugend in Kombination mit seinem vergleichsweise langsamen Wachstum wird der Feldahorn oft an Extremstandorte und Waldränder verdrängt.

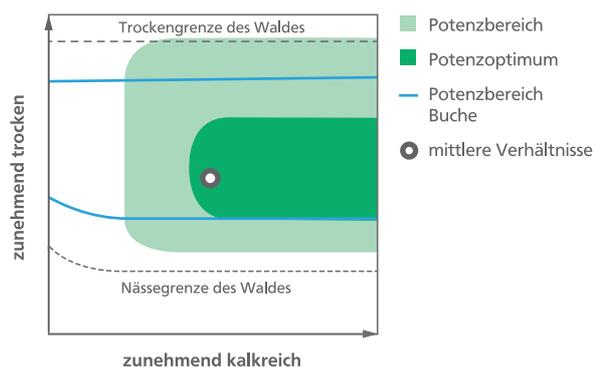
Stauwasser ^a		Grundwasser ^b		Überflutung		Moore ^{a,c}			
mäßig	stark	geneigt	eben (<5°)	mäßig	stark	K-N	br N	ba N	HM
2	3	3	4	1	3	5	5	5	5

a Erhöhung des Anbaorisikos (BaSIS) nur wenn flächig
b Erhöhung des Anbaorisikos (BaSIS) nur wenn flächig + stark
c N = Niedermoore: K = Kalk-, br = basenreich, ba = basenarm; HM = Hochmoore

Basenverlaufstyp					
Typ 1+	Typ 1-	Typ 2	Typ 3	Typ 4	Typ 5
1	1	1	3	5	5

Typ 1+: sehr basenreich
Typ 1-: geringeres Kaliumangebot
Typ 5: sehr basenarm

Anbaorisiko: ■ sehr gering ■ gering ■ erhöht ■ hoch ■ sehr hoch



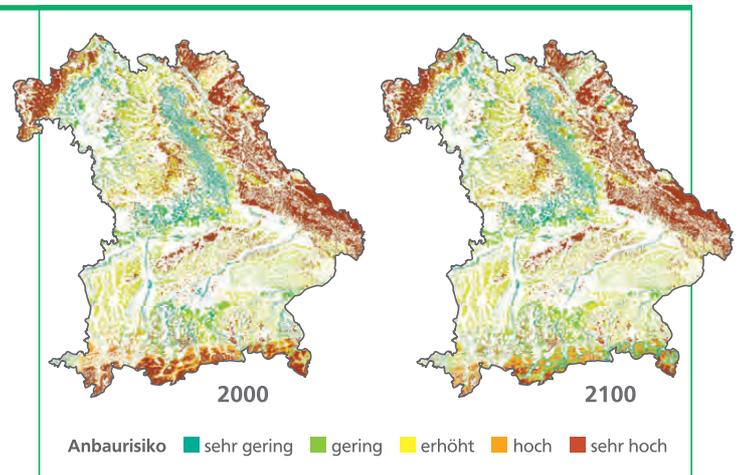
Ahorne Feldahorn



Anbaurisiko

Die Zukunftsprognose für den Feldahorn im Klimawandel ist positiv. Seine derzeitige und künftige Eignung wird lediglich standörtlich durch seine sehr hohen Ansprüche hinsichtlich der Basensättigung eingeschränkt wie z. B. in den ostbayerischen Grenzgebirgen und im Spessart.

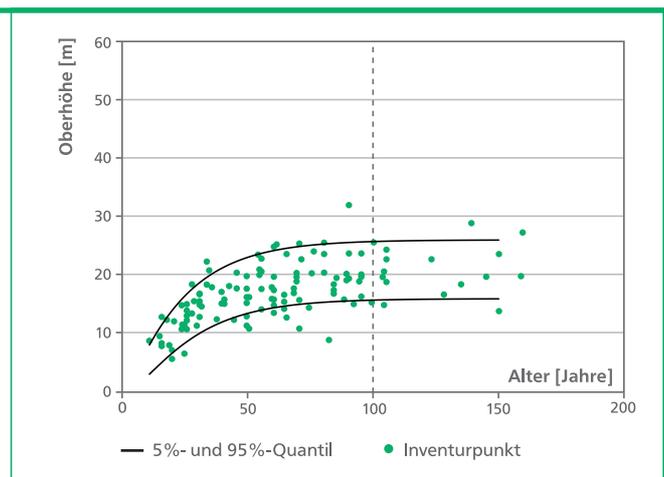
Der Feldahorn ist eine bedenkenswerte Alternative dort, wo für Buche, Berg- und Spitzahorn sowie Traubeneiche ein höheres Anbaurisiko erwartet wird. Er ist auch zukünftig bei hohem Wärmegenuss weiterhin eine risikoarme Alternative, soweit die Basensättigung ausreichend hoch ist.



Quelle: BaSIS, Bayerisches Waldinformationssystem (BayWIS)

Leistung

Auch der Feldahorn kann durchaus wirtschaftliche Dimensionen erreichen, wenn alle Standortsansprüche erfüllt werden und er konsequent waldbaulich gepflegt wird. Im Vergleich zu anderen Baumarten ist er aber eher mattwüchsig mit geringeren Endhöhen und Zuwachsleistungen als Berg- und Spitzahorn. Wertlaubholz (BHD 40) ist auf besten Standorten bis zum Alter 140 möglich.



Holzverwendung

Holzeigenschaften: Splint- und Kernholz sind farblich kaum zu unterscheiden. Im Vergleich zum Bergahorn ist sein Holz deutlich dunkler, rötlichweiß bis hellbraun. Im Alter kann sich ein Farbkern bilden. Nicht selten tritt im unteren Stammbereich Maserwuchs auf, den die Furnierindustrie durchaus honoriert. Von der schönen Maserung könnte der volkstümliche Name Maßholder abgeleitet sein. Eine andere Erklärung ist die frühere Verwendung als Nahrung für Mensch und Tier. Das Feldahornholz ist sehr hart und zäh und merklich schwerer (Rohdichte: 720 kg/m^3) als das von Berg- und Spitzahorn. Es zeichnet sich durch hohe Elastizität, Festigkeit, sehr gute Abriebfestigkeit und gutes Stehvermögen aus. Allerdings ist es wenig dauerhaft gegen holzerstörende Pilze.

Verarbeitbarkeit: Es lässt sich problemlos sägen, messern und schälen. Gehobelt sind die Oberflächen glatt und gleichmäßig.

Einsatzbereiche: Starke, gerade Stämme sind gefragt. Das Holz findet bei großen Dimensionen Verwendung im hochwertigen Möbelbau. Weiterhin wird es für Küchengeräte und Spielwaren genutzt; dicke Stämme – auch mit Fehlern – werden für Drechsler- und Schnitzarbeiten gesucht.



Waldschutz

Der Feldahorn ist aus Waldschuttsicht sehr positiv zu bewerten. Gegenwärtig treten keine Schadorganismen auf, die bestandsbedrohende Schäden verursachen. Allerdings gibt es mit der *Verticillium*-Welke und invasiven Arten, wie dem Asiatischen Laubholzbockkäfer, der Rußrindenkrankheit und dem Ahorn-Stammkrebs (siehe Abbildung) Waldschuttsrisiken, die bei veränderten Klimabedingungen an Bedeutung gewinnen könnten. Die Anfälligkeit für Pilzerkrankungen in Relation zu den beiden anderen Ahornarten ist geringer.



Artenvielfalt

Der Feldahorn ist eine wichtige Neben- bzw. Begleitbaumart in wärmeliebenden, lichten und basenreichen Laubmischwäldern, wie z. B. dem Waldlabkraut-Eichen-Hainbuchenwald und dem Seggen-Buchenwald. Durchaus große Bedeutung hat er auch in Stockausschlagwäldern und an Waldrändern. Wegen seiner Blütentracht hat er große Bedeutung für viele Insekten. Das Nektarangebot wird von Honigbienen, Wildbienen, Hummeln, Schmetterlingen, Käfern und sonstigen Hautflüglern intensiv genutzt. Zudem entwickeln sich an unseren drei Ahornarten der Gattung *Acer* 59 phytophage Großschmetterlingsarten. Er bietet aber vielen polyphagen Laubbaumgeneralisten eine wertvolle Lebensgrundlage und ist deshalb wichtig für die Biodiversität.

Seine raue Borke und seine Eigenschaft, lichte und totholzreiche Kronen auszubilden, schaffen unterschiedlichste Mikrohabitate, was ihn für viele Insekten, aber auch für Vögel oder Fledermäuse äußerst attraktiv macht.



Kleinabendsegler

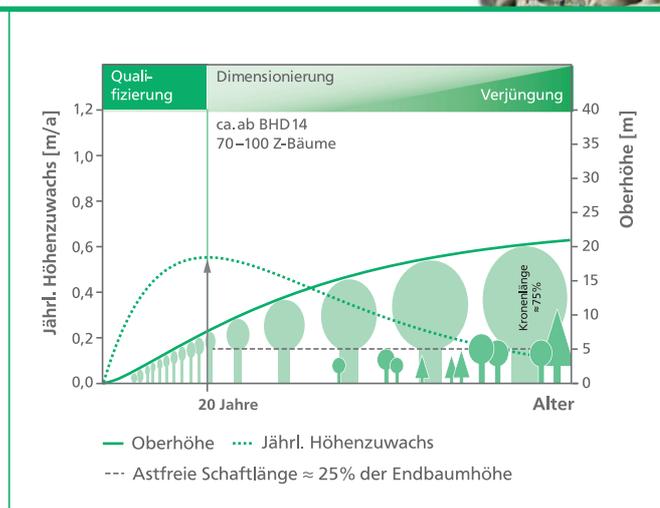
Waldbau

Wärmeliebend, verjüngungsfreudig.

Verjüngung: Übernahme aus Naturverjüngung oder Pflanzung. Eventuell Schattlaubholz beteiligen. Seitlichen Dichtschluss erhalten, hohen Lichtgenuss sicherstellen. Für Strauchhabitus (Waldrand) in jedem Bestandesalter vollständig umlichten.

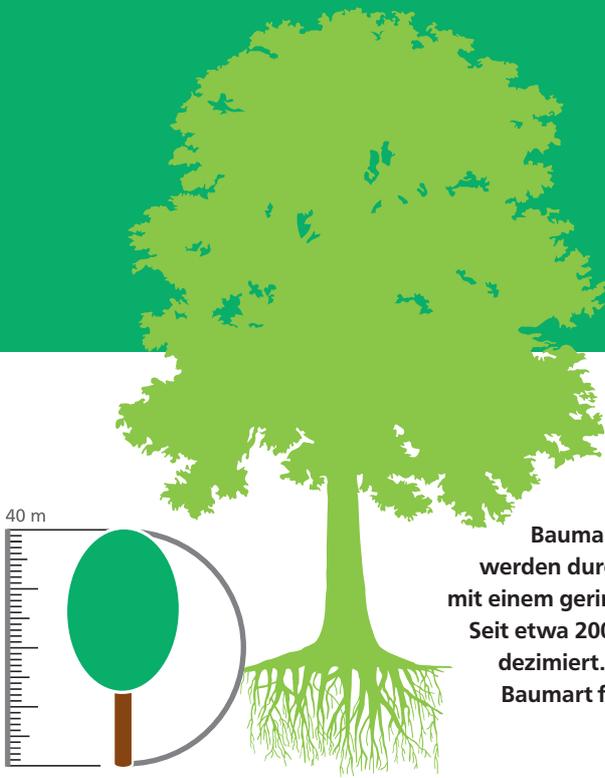
Pflege: frühzeitige Sicherung von 100–150 Optionen einschließlich Mischbaumarten (Abstand 8–10 m). Gegen Ende bemessene Förderung von 100–150 Optionen. Erhalt der Kronenspannung zur Astreinigung. Eingriff nur, wenn Optionen gefährdet.

Durchforstung: bei Erreichen einer grünastfreien Schaftlänge von 4–6 m oder BHD von 14 cm Umlichtung von 70–100 Z-Bäumen (Abstand 10–12 m) durch Entnahme der stärksten Bedränger. Begutachtung der Z-Bäume alle 5 Jahre und gegebenenfalls Eingriffe. Erhalt des Nebenbestands.



Esche

Fraxinus excelsior



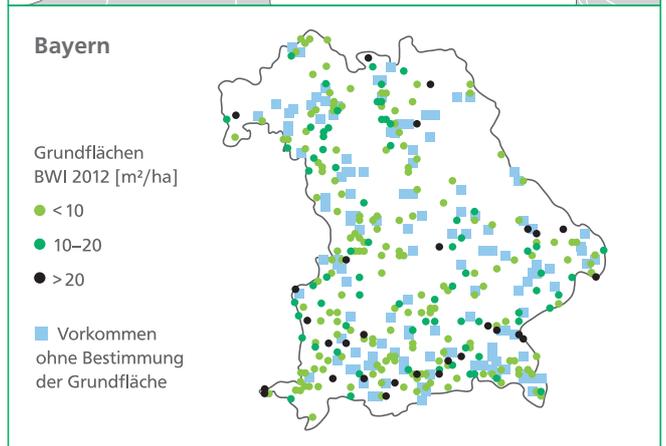
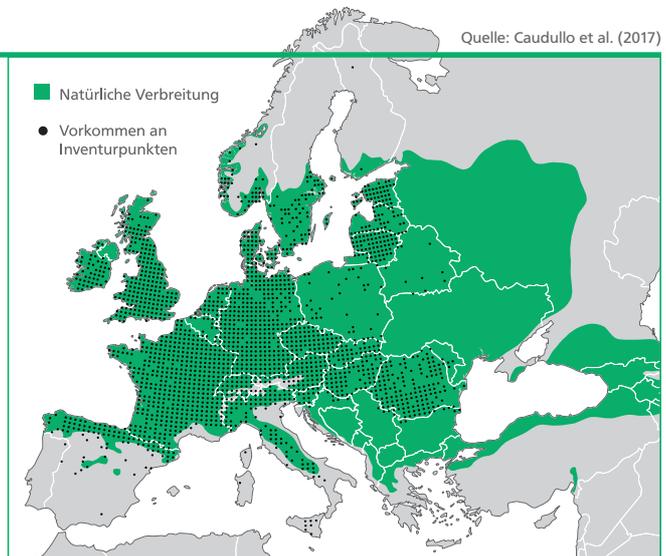
Aufgrund ihrer großen Toleranz hinsichtlich des Wasserhaushaltes ist die Esche bei uns in rund 40 Waldgesellschaften meist als Mischbaumart vertreten. Die wuchskräftige und tiefwurzelnde Baumart zählt zum »trockenen« Edellaubholz. Wirtschaftliche Dimensionen werden durchaus erreicht. Der Anbau der Esche wäre in weiten Teilen Bayerns mit einem geringen bis erhöhtem Risiko möglich. Seit etwa 2008 werden ihre Bestände durch einen eingeschleppten Pilz stark dezimiert. Aufgrund dieser Problematik ist sie im Moment keine alternative Baumart für den Klimawandel.

Verbreitung

Das Verbreitungsgebiet der Esche reicht von Westeuropa bis zu den Britischen Inseln und Südkandinavien im Norden und bis nach Nordspanien, Italien und Nordgriechenland im Süden. Im Osten dringt sie bis zur Wolga und dem Kaukasus vor. Die Esche hat ihren Schwerpunkt in der Ebene bis in mittlere Gebirgslagen. Die Höhengrenzen liegen im Bayerischen Wald bei 900 (1.140) m ü. NN und in den Bayerischen Alpen bei 1.450 m. Im nördlichen Alpenvorland umfasst die Hauptverbreitung Lagen zwischen 700 und 800 m.

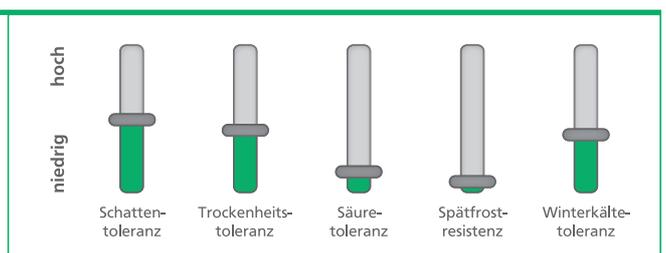
In Bayern ist die Esche kleinräumig auf wasserbeeinflussten Standorten zu finden, da ein Schwerpunkt ihres Vorkommens die Wälder längs der Flüsse ist. Rechnerisch sind in Bayern rund 60.000 ha Wald mit Esche bestockt.

Quelle: Caudullo et al. (2017)



Arteigenschaften

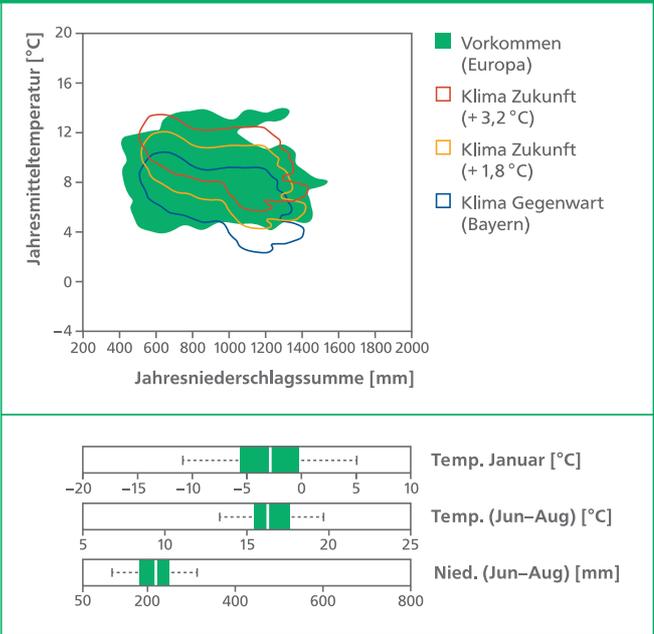
Die Schattentoleranz sinkt innerhalb weniger Jahrzehnte rapide. Sie wird schnell zur ausgesprochenen Lichtbaumart. Die Esche weist neben dem Feldahorn die geringste Säuretoleranz auf. Sie hat ein gutes Stockausschlagvermögen.



Klima

Die Esche kommt in subatlantischen, submediterranen bis zu subkontinentalen Klimabereichen vor. Sie bevorzugt humide, wintermilde Klimatalagen, kommt aber auch in sommerwarmen geprägten vergleichsweise trockenen Klimaregionen vor. Ausreichende Wasserversorgung auch in Form von Sommerniederschlägen ist für ein gutes Wachstum der Esche von besonderer Bedeutung, da sie zu den am stärksten transpirierenden Baumarten Mitteleuropas zählt.

Bayern liegt heute schon zum Großteil im Verbreitungsspektrum der Art und die klimatischen Bedingungen werden sich bei einer Klimaerwärmung vorerst verbessern. Bei einer stärkeren Temperaturerhöhung werden die Toleranzgrenzen in den dann wärmsten Regionen Bayerns überschritten.



Wasser und Boden

Die Esche weist eine große Toleranz gegenüber Wasserüberschuss im Boden auf. Für optimales Wachstum sind ein guter Wasser- und Bodenlufthaushalt von besonderer Bedeutung. Mit ziehendem Grund- und Stauwasser mit hohem Sauerstoffgehalt kommt sie gut zurecht. Überflutungen mit ziehendem Bodenwasser werden toleriert. Nur stagnierende Nässe ist problematisch. Unter der Voraussetzung bester Basenausstattung vermag die Esche auch trockene und wechsellöcherige Standorte zu besiedeln.

Die Esche braucht kalkhaltige oder zumindest hoch basengesättigte Böden. Stark saure Böden meidet sie. Skelettreiche Böden vermag die Esche mit ihrer mechanischen Wurzelenergie tief zu erschließen. Dadurch stabilisiert sie rutschgefährdete Hänge sowie Bach- und Flussufer. Die leicht zersetzbare Streu trägt zur Erhaltung einer guten Humusform bei.

Beste Wuchsleistungen werden auf tiefgründigen, lockeren, frischen bis sickerfeuchten, nährstoffreichen und humosen Lehm- und Tonböden in humider Klimatalage erreicht. Die Esche als lichtbedürftige Pionierbaumart kann sich auf Extremstandorten mit starkem Wassereinfluss und sehr hoher Basensättigung behaupten.

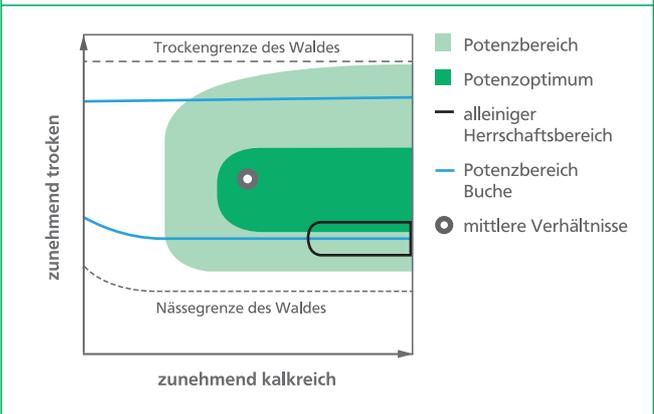
Stauwasser ^a		Grundwasser ^b		Überflutung		Moore ^{a,c}			
mäßig	stark	geneigt	eben (<5°)	mäßig	stark	K-N	br N	ba N	HM
1	2	1	2	1	3	4	5	5	5

a Erhöhung des Anbaorisikos (BaSIS) nur wenn flächig
 b Erhöhung des Anbaorisikos (BaSIS) nur wenn flächig + stark
 c N = Niedermoore: K = Kalk-, br = basenreich, ba = basenarm; HM = Hochmoore

Basenverlaufstyp					
Typ 1+	Typ 1-	Typ 2	Typ 3	Typ 4	Typ 5
1	1	1	3	5	5

Typ 1+: sehr basenreich
 Typ 1-: geringeres Kaliumangebot
 Typ 5: sehr basenarm

Anbaorisiko: ■ sehr gering ■ gering ■ erhöht ■ hoch ■ sehr hoch

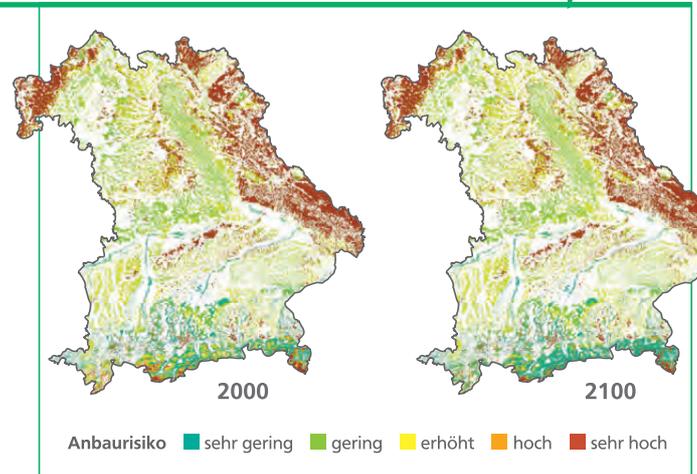




Anbaurisiko

Die Prognose für die Esche ist im Klimawandel differenziert. Ihre Eignung ist durch die Bindung an kalkhaltige oder zumindest hoch basengesättigte Standorte grundsätzlich eingeschränkt. In den eher sauren ost- und nordbayerischen Mittelgebirgen hat sie deswegen heute schon ein hohes Anbaurisiko.

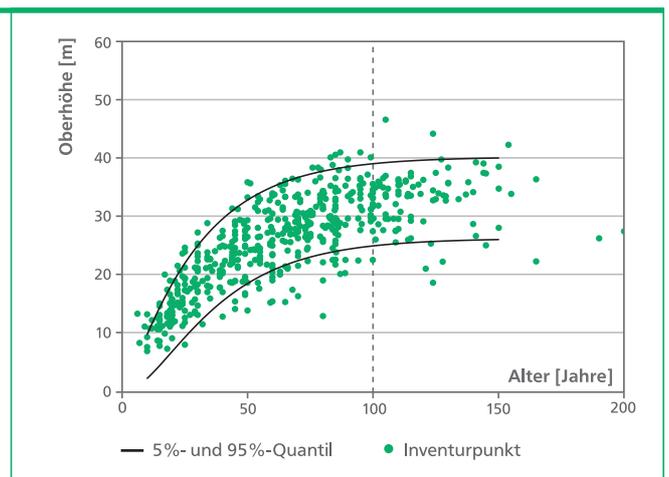
Ohne Einbezug der zu berücksichtigenden Waldschutzaspekte wäre der Anbau der Esche in weiten Teilen Bayerns mit einem geringen bis erhöhtem Risiko weiterhin möglich.



Quelle: BaSIS, Bayerisches Waldinformationssystem (BayWIS)

Leistung

Die Esche ist bei optimaler Wasser- und Nährstoffversorgung zu hohen Wuchsleistungen fähig.



Holzverwendung

Holzeigenschaften: Sie hat einen weißlichen, relativ breiten Splint und einen gelblich- bis rötlich-weißen, später hellbraunen Kern; fakultativ bildet sie auch einen Farbkern (Falschkern). Das dekorative Holz ähnelt zuweilen dem Holz der Olive. Da sie zu den ringporigen Baumarten zählt, sind die Jahrringe gut sichtbar. Die Esche gehört bei einer mittleren Rohdichte von 720 kg/m^3 zu den schweren Hölzern und besitzt hervorragende elastomechanische Eigenschaften. Sie trocknet gut, schwindet mäßig und hat noch ein gutes Stehvermögen.

Verarbeitbarkeit: Eschenholz lässt sich gut bearbeiten, ist nicht witterungsfest, jedoch laugen- und säurefest.

Einsatzbereiche: Als Ausstattungsholz für Möbel, Vertäfelungen sowie Parkett ist die Esche weit verbreitet. Aufgrund ihrer guten Eigenschaften wird sie auch als Konstruktionsholz für

mittlere Beanspruchungen im Innenausbau verwendet. Wegen seiner enormen Elastizität und Zähigkeit ist Eschenholz klassisch die erste Wahl für Sport- und Turngeräte, für Griffe und Sprossen sowie für Biegeformteile. Darüber hinaus findet es Einsatz im Boots-, Apparate- und Maschinenbau. Für Drechsel- und Schnitzarbeiten ist es beliebt. Bei der Furnierherzeugung kommt sowohl Messer- als auch Schälholz in Frage, hier werden milde, farbreine Eschen mit engem Jahrringbau bevorzugt.



Esche

Waldschutz

Bis vor einigen Jahren galt die Esche noch als Baum der Zukunft in Zeiten des Klimawandels. Seit 2008 breitet sich jedoch das Eschentriebsterben flächendeckend in Bayern aus und bringt v. a. Eschenkulturen und -stangenhölzer innerhalb weniger Jahre zum Absterben. Auch Althölzer sind massiv betroffen. Hier hat die Krankheit jedoch eher einen chronischen Charakter. Die Eschen werden allerdings geschwächt und sind damit anfälliger für Sekundärschädlinge, z. B. Eschenbastkäfer. Zunehmend wird die Arbeits- und Verkehrssicherheit durch sekundären Pilzbefall mit



Rindennekrosen

Hallimasch schwieriger. Abgestorbene Äste und Wurzelfäule führen bei Wind zu verstärktem Astabfall und Umstürzen von Eschen. Junge Eschen sind bei Vergrasung durch Mäusefraß gefährdet. Die Eschenzwieselmotte führt durch Fraß in der Endknospe zu Zwieselbildung. Eine mögliche Bedrohung der Esche ist die Einschleppung des Asiatischen Eschenprachtkäfers, der aber in Deutschland noch nicht nachgewiesen wurde.

Artenvielfalt

Die Esche kommt als Haupt-, Neben- oder Pionierbaumart in vielen verschiedenen natürlichen Waldtypen wie Auen-, Schlucht-, Quellrinnen- oder Sumpfwäldern vor. Gerade diese auf Sonderstandorte beschränkten Wälder sind aus Sicht des Waldnaturschutzes von besonderer Bedeutung, da sie durch ihren Strukturreichtum zahlreichen, oftmals seltenen Tier-, Pflanzen- und Pilzarten Lebensraum bieten. Manche dieser Arten kommen bevorzugt oder sogar ausschließlich in nassen Eschenbeständen vor. So führen beispielsweise die lichtdurchlässige Krone und die leicht zersetzbare Streu der Esche

zur Ausbildung einer artenreichen Krautschicht. Die raue Borke älterer Eschen bietet vielen Tierarten gute Nahrungs- und Versteckhabitate und für viele Flechtenarten günstige Lebensbedingungen. Durch das Eschentriebsterben erkrankte oder bereits abgestorbene Eschen können für ein hohes Angebot an Biotopbäumen sowie stehendem und liegendem Totholz sorgen.

Als Ölbaumgewächs hat die Esche deutlich weniger auf sie spezialisierte phytophage Arten aufzuweisen als z. B. Buche, Bergahorn oder Winterlinde.

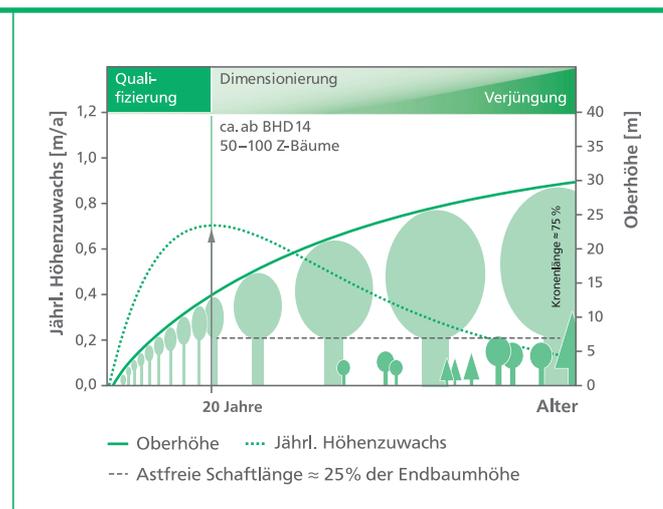
Waldbau

Verjüngungsfreudig, frühreif, gute natürliche Astreinigung, wegen des Eschentriebsterbens vielerorts umbaudringlich. Auszeichnen in belaubtem Zustand.

Verjüngung: Übernahme aus Naturverjüngung in geringen Anteilen. Pflanzung wegen hohem Ausfallrisiko derzeit nicht empfohlen. Dichtschluss erhalten. Hohen Lichtgenuss sicherstellen. Erhalt/ Einbringung von Mischbaumarten wegen Eschentriebsterben dringend empfohlen.

Pflege: frühzeitige Sicherung von Mischbaumarten. Förderung von 100–150 Optionen einschließlich Mischbaumarten (Abstand 8–10 m). Gegen Ende bemessene Förderung von 100–150 Optionen. Erhalt der Kronenspannung zur Astreinigung. Eingriff nur, wenn Optionen gefährdet.

Durchforstung: bei Erreichen einer grünastfreien Schaftlänge von 6–8 m oder BHD von 14 cm Umlichtung von 50–100 Z-Bäumen (Vitalität!) (Abstand ca. 10–15 m) durch Entnahme der stärksten Bedränger. Bei erhöhten Verkehrssicherungsanforderungen häufige Bestandskontrollen, ansonsten

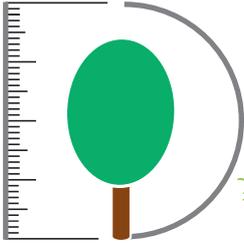


Begutachtung der Z-Bäume alle 5 Jahre und gegebenenfalls Eingriffe. Erhalt des Nebenbestands. Gezielte Förderung und eventuell Voranbau von Alternativbaumarten.

Winterlinde

Tilia cordata

40 m



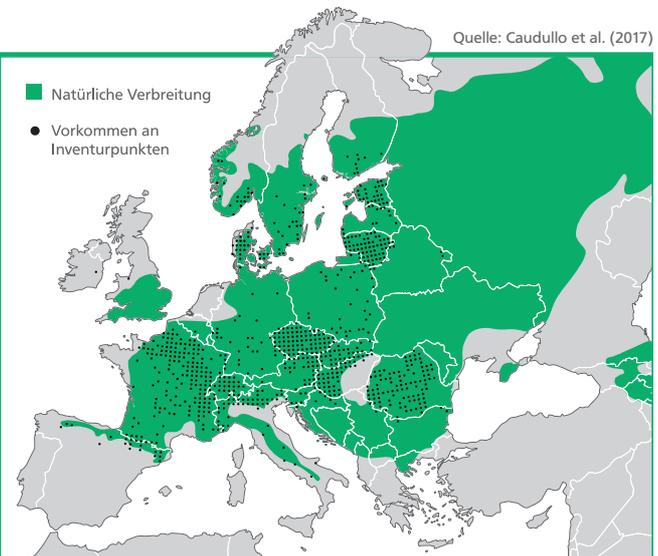
Die Winterlinde ist eine Baumart, die besonders kulturgeschichtlich bedeutend ist. Als Stadt- und Parkbaum spielten und spielen Linden in den Städten eine große Rolle. Ihr Potenzial liegt in der guten Mischbarkeit mit anderen Baumarten. Für die Linde ist die Prognose im Klimawandel differenziert. In der Zukunft kann sie dennoch einen Beitrag zum Aufbau klimatoleranter Mischwälder leisten.

Verbreitung

Die Winterlinde ist eine Baumart des gemäßigt kontinentalen Klimabereiches. Ihr Gebiet erstreckt sich von Nordspanien entlang der Atlantikküste bis nach Großbritannien. Von Südschweden dringt sie über den Ural und die südrussische Steppe an der Wolga bis zum Kaukasus nach Osten vor. Die südliche Verbreitung reicht bis Nordgriechenland und Mittelitalien. Ihren Schwerpunkt hat die Winterlinde im Baltikum. Im Unterschied zur Sommerlinde dringt sie weiter nach Norden und weiter nach Osten in Gebiete mit kontinental getöntem Klima vor. Die Winterlinde kommt bei uns verstreut von der Ebene bis in mittlere Gebirgslagen vor. In den Nordalpen liegt die Höhengrenze zwischen 1.300 und 1.400 m ü. NN, im Erzgebirge bei 590 m und im Bayerischen Wald bei 620 m.

Schwerpunkte der Verbreitung sind die Fränkische Platte, der Fränkische Keuper und der südliche Jura. In den ostbayerischen Grundgebirgen ist sie nicht so häufig. In der Bundeswaldinventur (BWI) wird nicht zwischen den beiden heimischen Lindenarten Winter- und Sommerlinde unterschieden. Die Abbildung stellt deshalb die Vorkommen und Grundflächen für die Gattung *Tilia* dar. In Bayern ist die Winterlinde allerdings häufiger, so dass die Vorkommen der BWI überwiegend die Winterlinde darstellen. Beide Arten nehmen rechnerisch rund 17.000 ha Waldfläche ein.

Quelle: Caudullo et al. (2017)

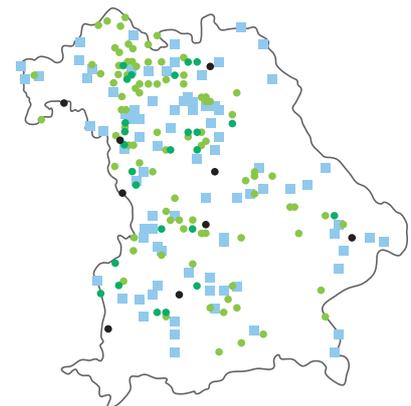


Bayern

Grundflächen BWI 2012 [m²/ha]

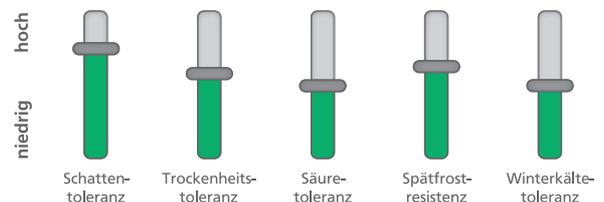
- < 10
- 10–20
- > 20

■ Vorkommen ohne Bestimmung der Grundfläche



Arteigenschaften

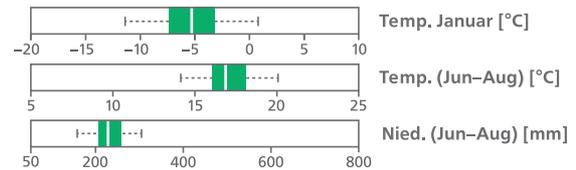
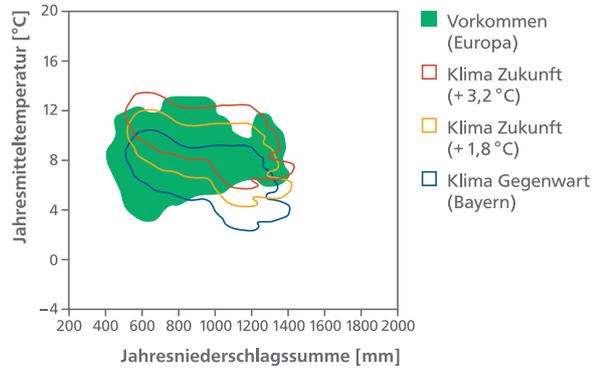
Die Winterlinde hat etwas höhere Lichtansprüche als die Sommerlinde. Der Lichtanspruch steigt bei ungünstigen Nährstoffverhältnissen. Die Winterlinde hat etwas geringere Ansprüche an die Bodenfeuchtigkeit als die Sommerlinde.



Winterlinde

Klima

Die Winterlinde hat eine breite klimatische Amplitude. Sie bevorzugt subkontinental bis kontinental geprägte Klimaregionen mit warm-trockenen Sommern und kalten Wintern. Typisch für die Verbreitung ist der kalt-trockene Ast der Klimahülle. Dieser ist z. B. in den kontinental getönten Laubmischwaldgebieten Polens, des Baltikums oder der russischen Laubwaldzone gegeben. Auch in diesen Hauptverbreitungsgebieten ist sie ein ausgesprochener Baum des Tieflandes und der unteren Hügellagen. Untypisch für die Winterlinde sind Januartemperaturen über 0 °C. Der gemässigt warm-feuchte Ast der Klimahülle Bayerns wird im Moment nicht von der Winterlinde besetzt. Im Klimawandel steigt die Übereinstimmung zwischen der Klimahülle und dem künftigen Klima in Bayern.



Wasser und Boden

Die Winterlinde reagiert empfindlich auf stagnierende Nässe und anstehendes Grundwasser, erträgt diese aber besser als die Buche. Eine kurzzeitige Überflutung wird toleriert, ausgeprägte Nässtandorte werden gemieden. Mit trockenen, wechselluftigen und wechselfeuchten Standorten kommt die Winterlinde gut zurecht. Auch längere Trockenperioden werden ertragen. Die Winterlinde bevorzugt kalkhaltige oder zumindest hoch basengesättigte Böden. Sie kommt auch mit mäßig nährstoffversorgten, schwach sauren Böden zurecht. Mit ihrer intensiven Bodendurchwurzelung werden auch Tonböden erschlossen. Mit ihrer hohen Stockausschlagfähigkeit eignet sie sich zur Bodenbefestigung bewegter Hänge. Die Streu zersetzt sich gut, aber langsamer als bei der Sommerlinde.

Die Winterlinde gewinnt östlich der Verbreitungsgrenze der Buche deutlich an Konkurrenzskraft. Dort können mitunter auch annähernd Reinbestände vorkommen. Weiter westlich ist sie, neben einem Vorkommen in Hartholz-Auwäldern, eine Mischbaumart in allen lichten sommerwarmen Laub- oder Laub-Nadelmischwäldern. Sie fehlt in bodensauren Eichen- und Buchenwäldern. Bevorzugt besiedelt die Winterlinde mittel- bis tiefgründige, frische bis mäßig trockene, humose basenreiche Lehm-, Löß- oder Tonböden in sommerwarmer Klimallage.

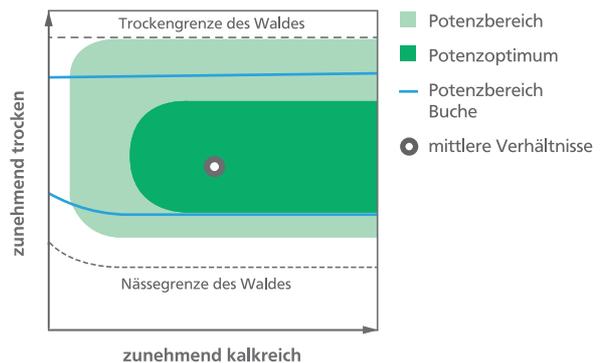
Stauwasser ^a		Grundwasser ^b		Überflutung		Moore ^{a,c}			
mäßig	stark	geneigt	eben (<5°)	mäßig	stark	K-N	br N	ba N	HM
1	3	3	4	2	4	5	5	5	5

a Erhöhung des Anbaorisikos (BaSIS) nur wenn flächig
 b Erhöhung des Anbaorisikos (BaSIS) nur wenn flächig + stark
 c N = Niedermoore: K = Kalk-, br = basenreich, ba = basenarm; HM = Hochmoore

Basenverlaufstyp					
Typ 1+	Typ 1-	Typ 2	Typ 3	Typ 4	Typ 5
1	1	1	2	3	4

Typ 1+: sehr basenreich
 Typ 1-: geringeres Kaliumangebot
 Typ 5: sehr basenarm

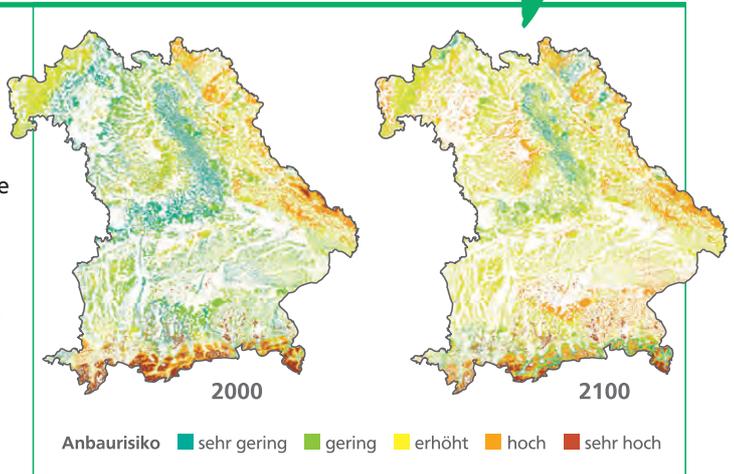
Anbaorisiko: ■ sehr gering ■ gering ■ erhöht ■ hoch ■ sehr hoch



Winterlinde

Anbaurisiko

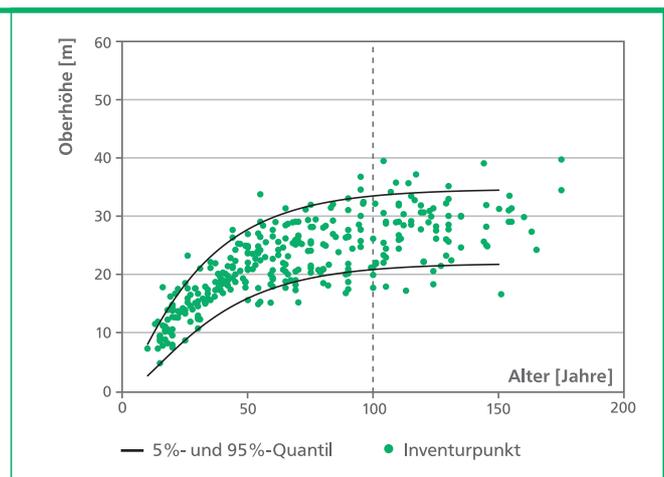
Für die Linde ist die Prognose im Klimawandel differenziert. Die Analysen zeigen für Bayern derzeit ein auf großen Flächen geringes und sehr geringes Risiko wie auf der Fränkischen Platte bis hin zum Oberpfälzer Jura. Ihre Eignung ist durch die Bindung an kalkhaltige oder zumindest hoch basengesättigte Standorte etwas eingeschränkt, wie in Teilen der ostbayerischen Grenzgebirge. Auf diesen Standorten kann sie mit einem mittleren Anbaurisiko als Mischbaumart empfohlen werden. Im Klimawandel wird sich das Risiko in den warm-trockenen Regionen Bayerns leicht erhöhen. Bei einem moderaten Anbaurisiko kann die Winterlinde als Mischbaumart weiterhin beteiligt werden.



Quelle: BaSIS, Bayerisches Waldinformationssystem (BayWIS)

Leistung

Die Linde gehört zu den wirtschaftlich weniger bedeutenden Baumarten. Als dienende Nebenbaumart beim Anbau von Traubeneiche ist sie umso wichtiger. Auf besten Standorten kann die Winterlinde wirtschaftlich interessante Dimensionen erreichen. Gegenüber dem Bergahorn unterscheidet sich die Gesamtwuchsleistung nicht. Auch hier wird die Wertleistung vornehmlich von Qualität und Stärke bestimmt. In der Grafik werden Winter- und Sommerlinden aufgrund der fehlenden Unterscheidung in der BWI zusammen abgebildet.



Holzverwendung

Als »Dorflinde« oder als Alleebaum geschätzt und in der Bildhauerei ein wohl unverzichtbarer Rohstoff.

Holzeigenschaften: Das Holz von Winter- und Sommerlinde hat sehr ähnliche Eigenschaften. Es ist weiß bis gelblich, manchmal leicht rötlich bis schwach grünlich.

Es ist zerstreutporig, Splint- und Kernholz unterscheiden sich nicht. Die Linde kennzeichnet ein weiches Holz mit gleichmäßig dichter und feiner Struktur. Bei einer mittleren Rohdichte von 530 kg/m^3 gehört sie zu den mittelschweren Hölzern. Das Holz ist wenig elastisch, von geringer Festigkeit und Tragfähigkeit. Nach der Trocknung weist es ein hohes Stehvermögen auf. Es ist nicht witterungsfest, kaum dauerhaft gegen holzerstörende Pilze und Insekten.

Verarbeitbarkeit: Es ist mit allen Werkzeugen gut zu bearbeiten, schäl- und messerbar, insbesondere gut drehsel- und schnitzbar. Es neigt zu Verfärbungen und Rissbildungen, weshalb es behutsam getrocknet werden muss. Das Holz lässt sich leicht färben, lackieren und polieren.

Einsatzbereiche: Lindenholz wird für Bildhauerei, Schnitzerei und Drechslerei verwendet. Eingang in andere holzverarbeitende Gewerbebereiche findet die Linde durch den Möbelbau, als Bilderrahmen, im Musikinstrumentenbau und für weitere spezielle Produkte.



Winterlinde

Waldschutz

Winterlinden sind hinsichtlich des Klimawandels eine interessante und aus Sicht des Waldschutzes eher unauffällige Baumart. Sie sind relativ dürreresistent und frostunempfindlich. Es gibt kaum auf die Winterlinde spezialisierte Schadinsekten. Auffällig, aber harmlos für den Baum sind der Lindenschwärmer und Wollafter. Letzterer fällt durch große sackartige Raupenge-spinnste auf. Die aus Japan stammende Lindenminiermotte ist seit 2001 in Deutschland nachgewiesen. Sie wird aber sehr stark parasitiert. Trotzdem ist mit einer weiteren Verbreitung zu rechnen. Winterlinden sind sehr anfällig für Pilzinfektionen. Zahlreiche Blattbräune und -nekrosen auslösende Pilze sind an der Linde vertreten. Dazu zählen insbesondere die *Apiogno-*

monia-Blattbräune und *Cercospora*-Blattfleckenkrankheit. Die *Verticillium*-Welke kann auch die Winterlinde schädigen. Erhöhte Aufmerksamkeit galt in den letzten Jahren dem *Stigmima*-Triebsterben der Linde. Dieser Pilz gilt als Schwächeparasit besonders nach trockenen Jahren. Die Bäume treiben im Frühjahr nur zögerlich aus, Kronen wirken zerzaust und auf-gelichtet. Meistens können sich die Linden über den Johannis-trieb weitgehend regenerieren. Hinsichtlich der Verkehrs-sicherung sind Stammfäulen wie der Brandkrustenpilz und Hallimasch gefürchtet. Das häufige Massenauf-treten der in-vasiven Lindenwanze ist zwar auffällig, aber aus Waldschutz-sicht harmlos.

Artenvielfalt

Die Winterlinde hat ihren natürlichen Schwerpunkt in Eichen-Hainbuchenwäldern. Im Labkraut-Eichen-Hainbuchen-wald ist sie als Hauptbaumart vertreten. Im Sternmieren-Eichen-Hainbuchenwald, im Waldmeister-Buchenwald und in Hang- und Schluchtwäldern kommt sie als Nebenbaumart vor. Die Winterlinde trägt aufgrund ihrer vielfältigen Verflechtungen mit verschiedenen Tierarten zum Erhalt und zur Steigerung der biologischen Vielfalt bei. Da die Winterlinde ein hohes Nektar- und Pollenangebot bereitstellt und erst spät im Jahr blüht, ist sie bei vielen

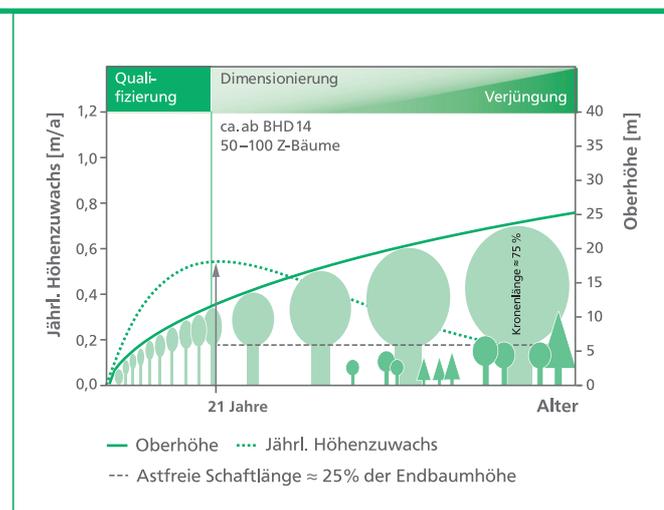
Insektenarten wie Honig- und Wildbienen, Hummeln, Schweb-fliegen, aber auch bei Tag- und Nachtfaltern sowie Käfern beliebt. Verschiedenste Vogelarten nutzen die Lindenkronen als Nistplatz und Nahrungsquelle. Auch die Pilzflora der Winterlinde ist sehr vielfältig und weist neben Mykorrhiza-pilzen wie dem Netzstieligen Hexen-röhrling und dem Mehrlärling auch über 200 holzbesiedelnde Arten auf.



Honigbiene

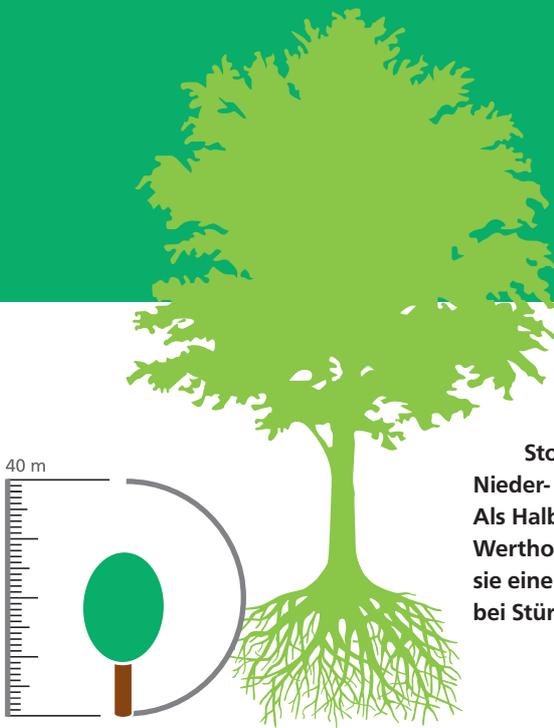
Waldbau

Schattenertragend, frosthart, stockausschlagfähig
Verjüngung: Übernahme aus Naturverjüngung oder Pflanzung. Als Hauptbestand seitlichen Dichtschluss erhalten, hohen Lichtgenuss sicherstellen. Als Nebenbestand durch Lichtsteuerung unterdrücken, aber erhalten.
Pflege: frühzeitige Sicherung von 100–150 Optionen einschließlich Mischbaumarten (Abstand 8–10 m). Gegen Ende bemessene Förderung von 100–150 Optionen. Erhalt der Kronenspannung zur Astreinigung. Eingriff nur, wenn Optionen gefährdet.
Durchforstung: bei Erreichen einer grünastfreien Schaftlänge von 6–8 m oder BHD von 14 cm Umlichtung von 50–100 Z-Bäumen (Abstand ca. 10–15 m) durch Entnahme der stärksten Bedränger. Begutachtung der Z-Bäume alle 5 Jahre und gegebenenfalls Eingriffe. Erhalt des Nebenbestands.



Hainbuche

Carpinus betulus



Die Hainbuche ist in einer Vielzahl an Waldgesellschaften in Europa meist als Mischbaumart beteiligt. Eine Besonderheit ist das hohe Stockausschlagvermögen. Das macht sie zu einer wichtigen Baumart in der Nieder- und Mittelwaldbewirtschaftung sowie im Bodenschutz an Steilhängen. Als Halbschatt- bis Schattbaumart eignet sie sich gut als Nebenbestand in Wertholzbeständen von Lichtbaumarten. Mit ihren ökologischen Vorteilen kann sie eine wichtige Rolle für die Diversität und Stabilität des Waldes, besonders bei Stürmen und bei Trockenheit, spielen.

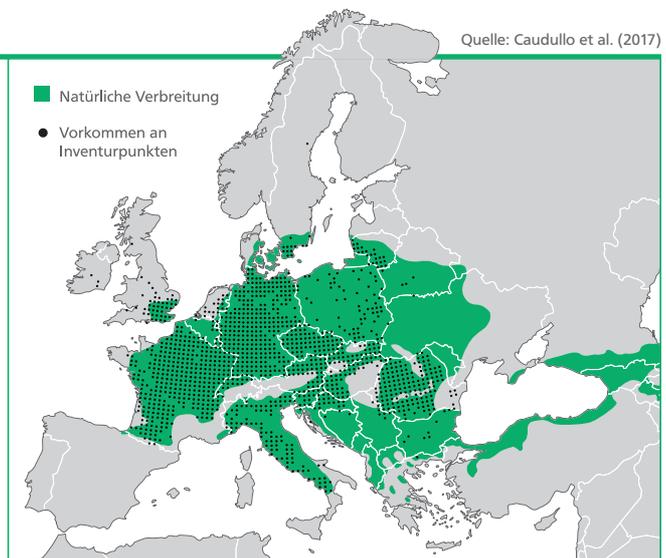
Verbreitung

Das natürliche Verbreitungsgebiet reicht von Italien und Nordgriechenland im Süden bis nach Südenland und Südschweden im Norden. Sie wächst von der Atlantikküste im Westen bis hin nach Kleinasien, dem Kaukasus und Westrussland im Osten. Die Iberische Halbinsel gehört nicht zum natürlichen Areal.

Die Hainbuche dringt im Vergleich zur Buche weniger weit nach Norden vor und dehnt sich weiter nach Osten aus. Sie hat ihren Schwerpunkt im mitteleuropäischen Tief- und Hügelland. Die Höhengrenze liegt in Skandinavien geringfügig über Meeressniveau, steigt aber, umso weiter man nach Süden und Südosten kommt. Die Höhengrenzen liegen im Bayerischen Wald bei 700 m ü. NN und in den Bayerischen Alpen bei 800–1.100 m.

Die Hainbuche hat rechnerisch einen Flächenanteil am Wald von rund 21.000 ha. In Bayern kommt sie fast flächendeckend vor, die Schwerpunkte der Verbreitung liegen jedoch im Nordwesten im Spessart-Odenwald, auf der Fränkischen Platte, im Fränkischen Keuper und Jura sowie in den wassergeprägten Lagen des Tertiären Hügellandes und des Wuchsgebiets Schwäbisch-Bayerische Schotterplatten- und Altmoränenlandschaft. Nicht besiedelt werden das Voralpenland, die höheren Lagen der Alpen und die kühlen ostbayerischen Mittelgebirge.

Quelle: Caudullo et al. (2017)

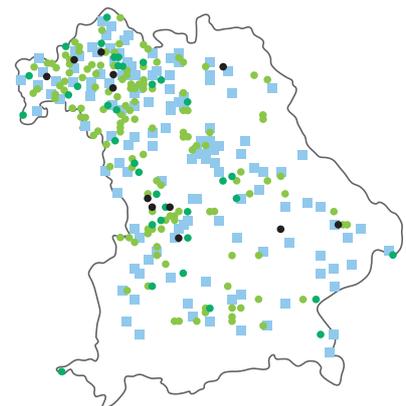


Bayern

Grundflächen
BWI 2012 [m²/ha]

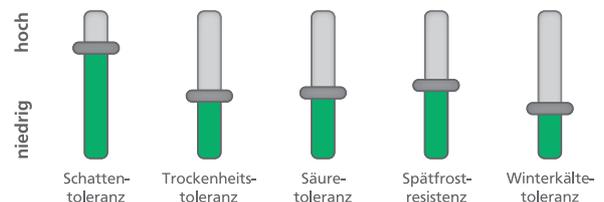
- < 10
- 10–20
- > 20

■ Vorkommen
ohne Bestimmung
der Grundfläche



Arteigenschaften

Die Halbschattbaumart erträgt in der Jugend hohe Beschattung. Gegenüber der Buche ist sie weniger spätfrostempfindlich und kommt besser mit großer Kälte als auch großer Wärme und Trockenheit zurecht.

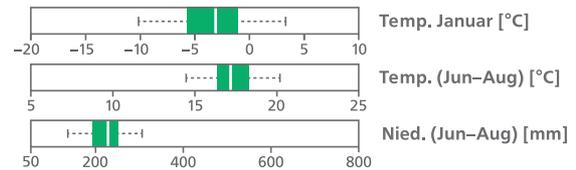
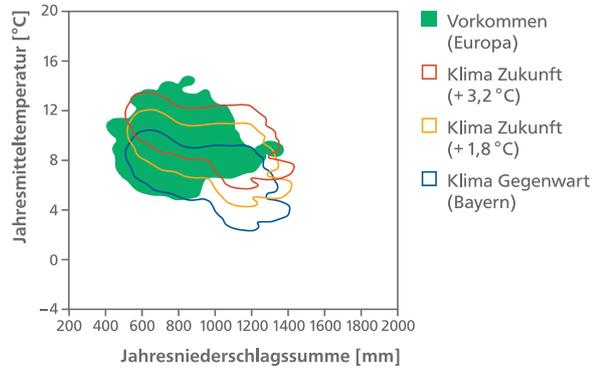


Hainbuche

Klima

Die Hainbuche erstreckt sich über den subatlantischen bis subkontinentalen Klimabereich. Sie bevorzugt ein sommerwarmes, winterkaltes Klima. Untypisch sind Januartemperaturen über 0°C. Im Vergleich zur Buche erträgt sie etwas höhere Sommertemperaturen (mittlere Temperatur Juni–August) und größere Kontinentalität.

Bayern liegt heute zum Großteil im Verbreitungsspektrum der Art. In den kalt-feuchten Klimlagen Bayerns (Bayerische Alpen) kommt sie nicht vor. Die klimatischen Bedingungen werden sich bei einer Klimaerwärmung vorerst verbessern. Bei einer stärkeren Temperaturerhöhung werden die Toleranzgrenzen an den Vorkommensgrenzen jedoch überschritten.



Wasser und Boden

Die Hainbuche hat eine hohe Toleranz bei der Wasserversorgung. Stark wasserbeeinflusste Standorte und kurzzeitige Überflutungen werden toleriert. Sie ist sehr gut an mäßig frische bis sehr trockene Standorte angepasst.

Die Hainbuche hat eine breite Nährstoffamplitude. Sie wächst auf basenreichem Kalk als auch auf saurem Silikatgestein, bevorzugt aber basen- und nährstoffreiche Standorte. Die Hainbuche ist in der Lage, auch auf schweren Tonböden zu wachsen. Das regelmäßige Herzwurzelsystem fördert auf nicht zu nährstoffarmen Böden den Bodenaufschluss. Das leicht abbaubare Laub trägt ebenfalls zur Bodenverbesserung bei, vor allem in Nadelbaumbeständen.

Beste Wuchsleistungen werden auf frischen bis feuchten, nährstoff- und basenreichen, tiefgründigen und feinerdereichen Böden erbracht. Die wichtige Nebenbaumart ist in einer Vielzahl artenreicher Laubwald- oder Nadel-/Laubwaldgesellschaften vertreten. Als mitherrschende Baumart kommt sie in den Eichen-Hainbuchenwäldern vor. Aufgrund der guten und lange andauernden Ausschlagfähigkeit ist sie eine charakteristische Nieder- und Mittelwaldart. In steilen Hanglagen bildet die Hainbuche durch langlebige Stockausschläge ein wertvolles Bodenschutzgehölz.

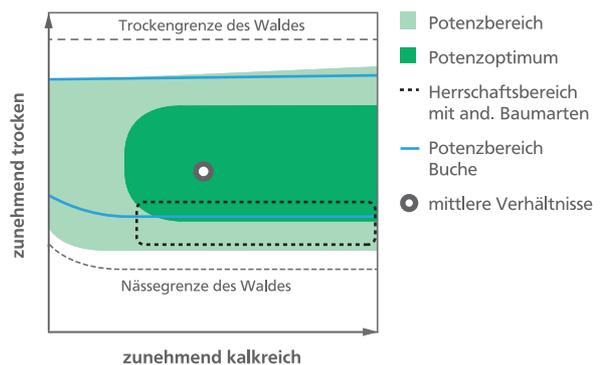
Stauwasser ^a		Grundwasser ^b		Überflutung		Moore ^{a,c}			
mäßig	stark	geneigt	eben (<5°)	mäßig	stark	K-N	br N	ba N	HM
1	1	1	2	3	5	5	5	5	5

a Erhöhung des Anbaorisikos (BaSIS) nur wenn flächig
b Erhöhung des Anbaorisikos (BaSIS) nur wenn flächig + stark
c N = Niedermoore: K = Kalk-, br = basenreich, ba = basenarm; HM = Hochmoore

Basenverlaufstyp					
Typ 1+	Typ 1-	Typ 2	Typ 3	Typ 4	Typ 5
1	1	1	2	2	3

Typ 1+: sehr basenreich
Typ 1-: geringeres Kaliumangebot
Typ 5: sehr basenarm

Anbaorisiko: ■ sehr gering ■ gering ■ erhöht ■ hoch ■ sehr hoch

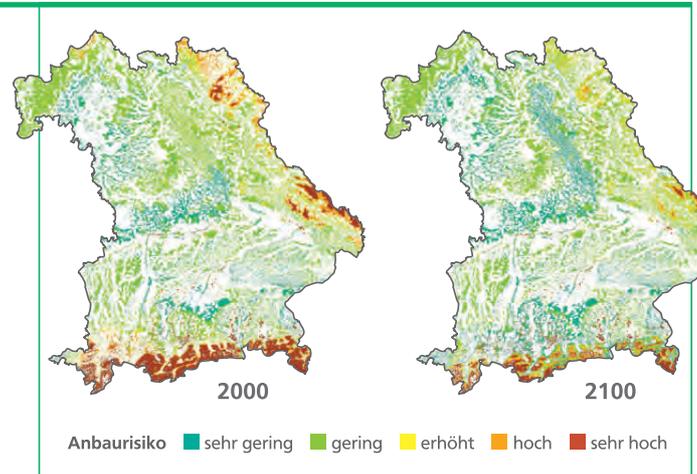


Hainbuche



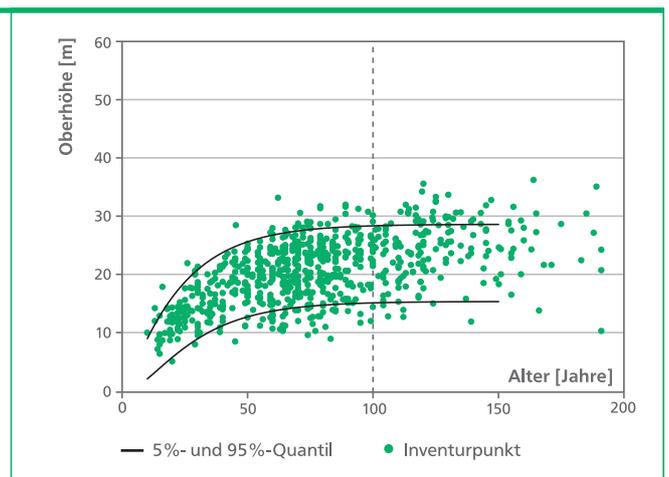
Anbaurisiko

Die Prognose für die Hainbuche im Klimawandel ist positiv. Sie stellt auch in den trocken-warmen Gebieten Bayerns heute und zukünftig eine risikoarme Option dar. Durch den Klimawandel könnte es eine Arealerweiterung in höhere Lagen wie z. B. in den ostbayerischen Grenzgebirgen geben.



Leistung

Die Hainbuche ist vor allem eine forstlich wichtige Nebenbaumart. Ihre Wuchsleistungen bleiben hinter denen der Buche und Traubeneiche zurück.



Holzverwendung

Ihre besonderen Holzeigenschaften machen die Hainbuche in einigen Aspekten einzigartig.

Holzeigenschaften: Das hellfarbige Holz ist mit einer mittleren Dichte von 830 kg/m^3 das schwerste aller heimischen Nutzhölzer. Deshalb ist es sehr hart, sehr elastisch und weist eine hohe Festigkeit auf. Allerdings neigt es zum Reißen, Werfen und besitzt nur ein geringes Stehvermögen. Bei Trocknung und Einlagerung ist Sorgfalt oberstes Gebot. Ratsam ist, es nicht im Freien zu stapeln, um ein Verstocken zu verhindern. Es ist der niedrigsten Dauerhaftigkeitsklasse zuzuordnen.

Verarbeitbarkeit: Hainbuchenholz lässt sich mechanisch nur schlecht verarbeiten. Beim Sägen splittert es leicht, beim Hobeln kommt es zu Faserausrissen. Es sollte zum Schrauben und Nageln vorgebohrt werden. Verkleben lässt es sich noch gut, ebenso Beizen und Lackieren. Auch zu biegen ist es leicht,

darüber hinaus beständig gegen 10%ige Säuren und Alkalien.

Einsatzbereiche: Das Hainbuchenholz ist vor allem für Verwendungen zu empfehlen, wo es auf Zähigkeit, Härte sowie hohe Beanspruchung auf Stoß und Reibung ankommt. Deshalb ist es besonders für technische Einsatzbereiche beliebt, etwa für Maschinenteile, Spindeln, Spulen, Werkzeugteile, Sportgeräte und vor allem für Klaviermechaniken. Aufgrund des relativ geringen Angebots und der oftmals schlecht geformten Stämme ist das Hainbuchenholz generell kein Ausgangsstoff für Massenprodukte.



Hainbuche

Waldschutz

Aus Sicht des Waldschutzes ist die Hainbuche nur wenig gefährdet. In der Kulturphase ist sie jedoch stark durch Mäusefraß bedroht. Es gibt verschiedene Schadinsekten, die aber nicht hainbuchenspezifisch sind. So fressen die Larven des Großen und Kleinen Frostspanners an den austreibenden Blättern. Bei starker Vermehrung von Eichenwickler und Schwammspinner in Eichenwäldern befallen diese ebenfalls unterständige Hainbuchen. Meist treiben die befallenen Bäume im Sommer wieder aus, sind aber für Sekundärschädlinge prädisponiert. An den Blättern treten zahlreiche meist harmlose

Pilzkrankungen auf. Häufig zu beobachten sind Blattflecken ausgelöst durch *Gnomoniella carpinea*, die zu vorzeitigem Blattabwurf führen. Dies kann für junge Pflanzen gefährlich werden, da die geringere Blattmasse den Verlust schlecht kompensieren kann. Eine weitere Blattfleckenkrankheit wird durch *Asteroma carpini* ausgelöst. Mehltau und Rostpilze spielen bei der Hainbuche eine untergeordnete Rolle. Auffällig ist, dass meist Weißfäule-, aber kaum Braunfäuleerreger an morschem Holz nachweisbar sind.

Artenvielfalt

Die Hainbuche ist aufgrund ihrer Fähigkeit, auch tonige, wechsellockere und wechselfeuchte Böden gut zu durchwurzeln, eine sehr wichtige Begleiterin der Eichen im Labkraut- und im Sternmieren-Eichen-Hainbuchenwald. Durch jahrhundertelange gezielte Förderung der Eichen insbesondere im Rahmen der Nieder- und Mittelwaldwirtschaft wurde auch die Hainbuche begünstigt. An Hainbuche kommen neben 25 Großschmetterlingen verschiedenste andere Insektengruppen vor. Aufgrund ihres harten Holzes und der Zugehörig

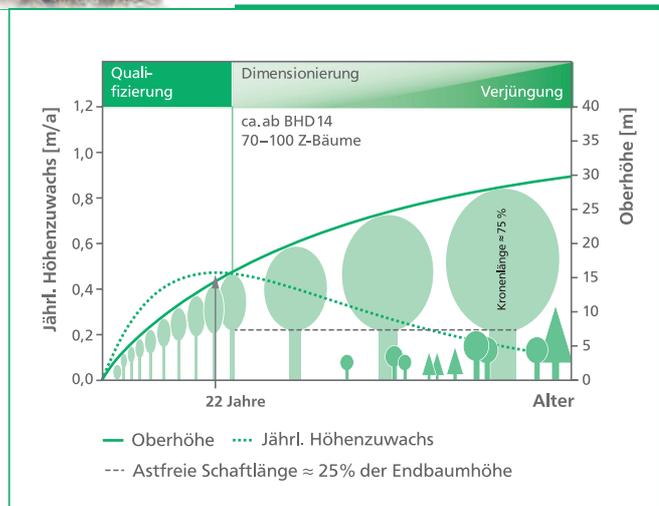


Kernbeißer

keit zu der bei vielen Insekten beliebten Familie der Birken- gewächse gibt es zahlreiche Arten, die Hainbuchen und ihr Holz besiedeln. Im Vergleich mit den heimischen Eichen oder mit Weichlaubhölzern handelt es sich aber insgesamt um eine geringere Zahl. Insektenarten, die vollständig auf die Hainbuche als Wirtsbaum beschränkt sind, sind vergleichsweise selten. Hainbuchennüßchen bilden die Hauptnahrung für den Kernbeißer.

Waldbau

Robuste Haupt- und Nebenbestandsbaumart mit Pionierfähigkeiten, stockausschlagfähig, schattenertragend.
Verjüngung: Übernahme aus Naturverjüngung oder Pflanzung. Auch für Unterbau geeignet. Für Strauchhabitus (z. B. Waldrand) in jedem Bestandsalter vollständig umlichten.
Pflege: frühzeitige Sicherung von 100–150 Optionen einschließlich Mischbaumarten (Abstand 8–10 m). Gegen Ende bemessene Förderung von 100–150 Optionen. Erhalt der Kronenspannung zur Astreinigung. Eingriff nur, wenn Optionen gefährdet.
Durchforstung: bei Erreichen einer grünastfreien Schaftlänge von 4–6 m oder BHD von 14 cm Umlichtung von 70–100 Z-Bäumen (Abstand 10–12 m) durch Entnahme der stärksten Bedränger. Begutachtung der Z-Bäume alle 5 Jahre und gegebenenfalls Eingriffe. Erhalt des Nebenbestands.



Schwarzerle

Alnus glutinosa



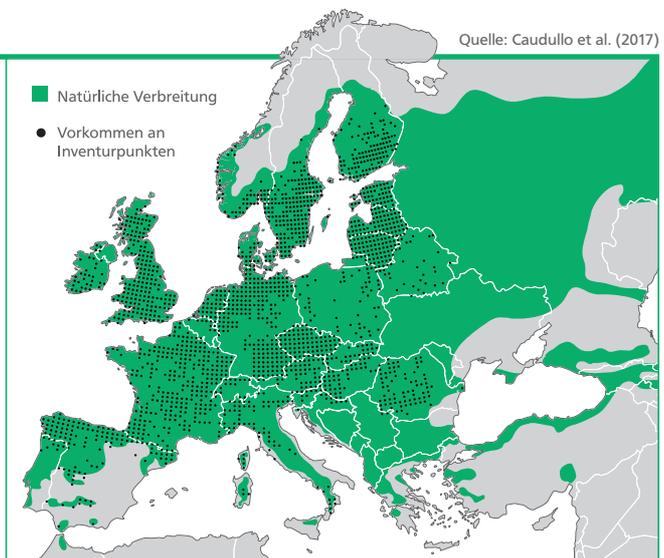
Die Schwarzerle zeichnet sich besonders durch ihre Eignung für wasserbeeinflusste Standorte aus. Keine andere Baumart toleriert mehr stagnierende Nässe. Durch intensive Durchwurzelung vermag sie auch schwere Tonböden zu erschließen. Auf geeigneten Standorten kann sie früh verwertbare Dimension erreichen, bei geeigneter Pflege auch Qualitäten, die gut zu vermarkten sind. Die Prognose für die Schwarzerle im Klimawandel ist sehr differenziert. Ihre Eignung ist grundsätzlich gebunden an Standorte mit stetigem Wassereinfluss. Fehlt dieser stetige Wassereinfluss, z. B. bei Dürreereignissen, steigt dort das Anbaurisiko. Natürliche Erlenstandorte sind durch Entwässerung verloren gegangen und sind gesetzlich geschützte Waldbiotope.

Verbreitung

Das natürliche Verbreitungsgebiet der Schwarzerle erstreckt sich über fast ganz Europa: Sie kommt vom borealen Norden (Südkandinavien) bis ins Mittelmeergebiet (Balkan über Italien bis nach Nordspanien) vor. In der West-Ost-Ausdehnung ist sie von der Atlantikküste (Portugal und Frankreich) bis zum Ural und weiter südlich bis in den Kaukasus zu finden. Die Schwarzerle kommt bevorzugt im Tief- und Hügelland vor (Ebene bis mittlere Gebirgslagen). Selten überschreitet sie Höhen von 800 m ü. NN. Die Höhengrenzen liegen bei 325 m in Norwegen, bei 650 m im Erzgebirge und bei ca. 1.000 m in den Bayerischen Alpen.

Die Schwarzerle nimmt mit rund 41.000 ha knapp 2% der Waldfläche ein. In Bayern ist sie schwerpunktmäßig in Erlenbruchwäldern der Beckenlandschaften Mittelfrankens und der Oberpfalz (z. B. Retzat-Rednitz-Senke). Häufiger ist sie auch auf Niedermooren des nördlichen (z. B. Donauried, Unteres Isartal) und südlichen Alpenvorlandes. Als Mischbaumart in Sumpfwäldern, oft unter Beteiligung der Fichte, ist sie im ostbayerischen Grundgebirge und in den Grundmoränen des Alpenvorlandes verbreitet. Daneben kommen Schwarzerlen in Bachauen der Mittelgebirge (Spessart, Bayerischer Wald, Frankenwald) vor.

Quelle: Caudullo et al. (2017)



Bayern

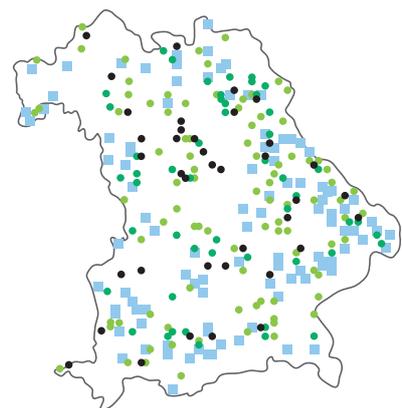
Grundflächen
BWI 2012 [m²/ha]

● < 10

● 10–20

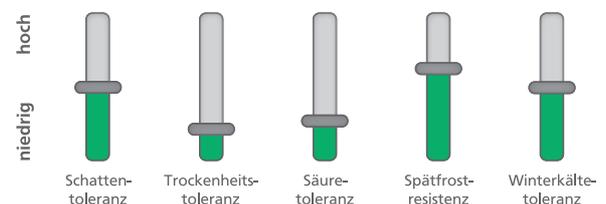
● > 20

■ Vorkommen
ohne Bestimmung
der Grundfläche



Arteigenschaften

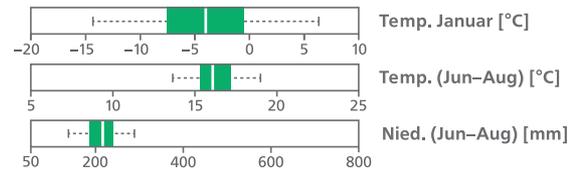
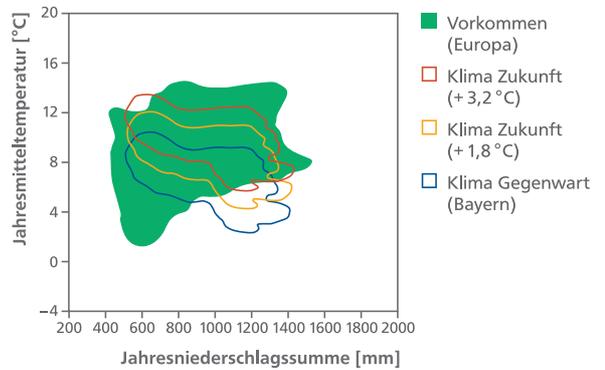
Die anspruchslose Vorwaldbaumart besitzt eine große Toleranz gegenüber Nässe und Überflutung. Aufgrund ihrer Bindung an feuchte Standorte hat sie aber eine geringe Trockenheitstoleranz. Schatten, Frost und Kälte werden zu einem gewissen Grad toleriert.



Schwarzerle

Klima

Die Schwarzerle hat eine bemerkenswert breite Klimaamplitude. Der dauernde Grundwasseranschluss auf den meisten Schwarzerlen-Standorten schränkt den Klimaeinfluss bei dieser Art allerdings ein. Sie kommt von atlantischen bis in kontinentale und von borealen bis in mediterrane Klimlagen vor. Trotz dieser breiten Klimaamplitude meidet die Schwarzerle höhere Lagen, da sie ausreichende Wärme in der Vegetationszeit benötigt (montane Stufe: Grauerle). Typisch für die Schwarzerle ist der kalt-trockene Ast, der die kontinentalen, trockenen sommerwarmen Gebiete mit kalten Wintern und kurzer Vegetationszeit wiedergibt. Die Schwarzerle bevorzugt sommerwarmes Klima. Untypisch für sie sind Sommertemperaturen unter 16 °C. Bayern liegt heute schon zum Großteil im Verbreitungsspektrum der Art, die klimatischen Bedingungen werden sich bei einer Klimaerwärmung verbessern. Bei einer stärkeren Temperaturerhöhung werden die Toleranzgrenzen in den dann wärmsten Regionen überschritten.



Wasser und Boden

Die Schwarzerle hat eine hohe Toleranz gegenüber Staunässe, dauerhaft hoch stehendem Grundwasser und Überflutungen. Ständiger Wasserüberschuss ist Voraussetzung für gutes Wachstum. Standorte mit schwankendem Wasserspiegel und zeitweilig austrocknende Böden sind weniger geeignet. Mit dem intensiven, mit Durchlüftungsgeweben ausgestatteten Wurzelwerk vermag sie schwere Tonböden und vernässte Böden (Gleye, Pseudogleye und Stagnogleye) zu erschließen. Sie bindet über symbiotische Bakterien Stickstoff aus der Luft. Durch diese Lebensgemeinschaft sind Erlen in der Lage, stickstoffarme Rohböden zu besiedeln, sofern diese ausreichend mit Phosphor und Kalium ausgestattet sind. Das leicht abbaubare Laub fördert die biologische Bodentätigkeit. Durch diese Eigenschaften wirkt die Schwarzerle sowohl drainierend als auch chemisch bodenverbessernd. Sie hat mittlere Ansprüche an die Basen- und Nährstoffversorgung, bevorzugt basenreiche bis mäßig saure Standorte und meidet stark saure Standorte und trockene Kalk-Rohböden.

Die Schwarzerle keimt nur auf Rohböden und Bodenverwundungen und benötigt viel Licht. Gegen die dominante Buche kann sich die Schwarzerle auf den meisten Standorten nicht behaupten und wird dadurch auf feuchte bis nasse Extremstandorte verdrängt.

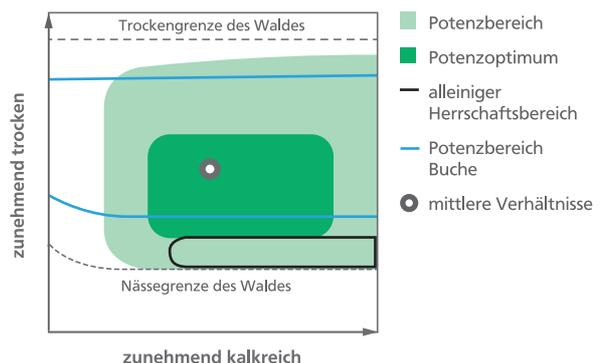
Stauwasser ^{a,d}		Grundwasser ^{b,d}		Überflutung ^d		Moore ^{a,c,d}				
mäßig	stark	geneigt	eben (<5°)	mäßig	stark	K-N	br N	ba N	HM	
3	2	1	1	1	3	2	3	4	5	

a Erhöhung des Anbaorisikos (BaSIS) nur wenn flächig
 b Erhöhung des Anbaorisikos (BaSIS) nur wenn flächig + stark
 c N = Niedermoore: K = Kalk-, br = basenreich, ba = basenarm; HM = Hochmoore
 d Schwarzerle immer auf 3 bei fehlendem Wassereinfluss (Sw, Gw, Ue, Mo)

Basenverlaufstyp					
Typ 1+	Typ 1-	Typ 2	Typ 3	Typ 4	Typ 5
1	1	1	1	4	5

Typ 1+: sehr basenreich
 Typ 1-: geringeres Kaliumangebot
 Typ 5: sehr basenarm

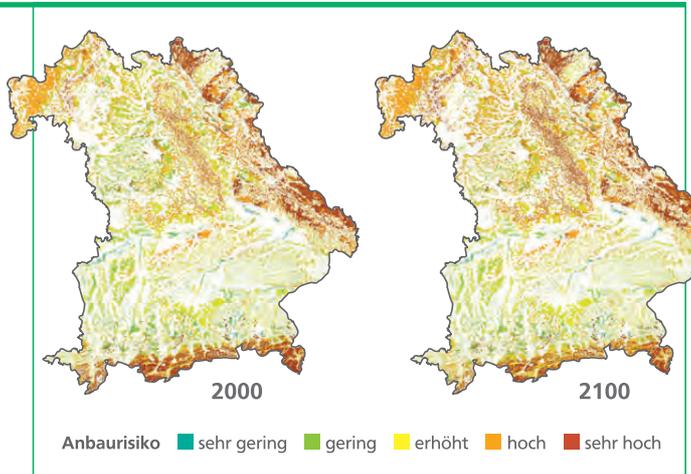
Anbaorisiko: ■ sehr gering ■ gering ■ erhöht ■ hoch ■ sehr hoch



Schwarzerle

Anbaurisiko

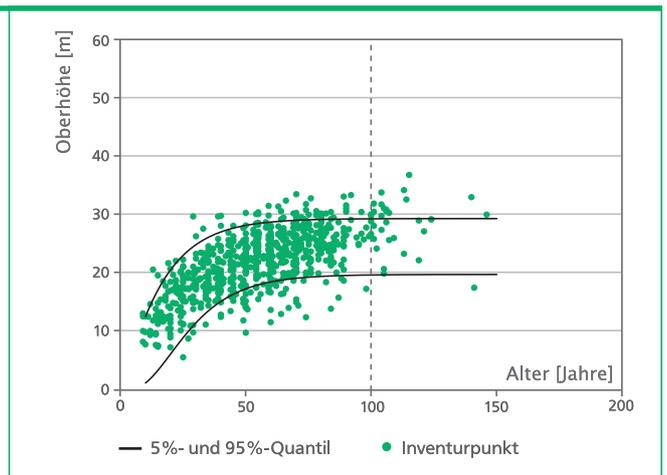
Die Prognose für die Schwarzerle im Klimawandel ist differenziert. Nur an feuchten und nassen Sonderstandorten weist sie eine hohe Anbaueignung auf. Vorausgesetzt, der Wassereinfluss bleibt auch im Klimawandel erhalten, hat sie eine gute Prognose. Auf diesen Böden kann sie eine gute Alternative zu labilen Fichtenbestockungen sein. Auf weiten Flächen Bayerns, wo dieser stetige Wassereinfluss fehlt, ist das Anbaurisiko erhöht.



Quelle: BaSIS, Bayerisches Waldinformationssystem (BayWIS)

Leistung

Zufriedenstellende Erträge aus der Bewirtschaftung von Schwarzerlenbeständen können wegen der geringen Volumenerzeugung nicht aus der erzeugten Holzmasse, sondern nur aus der Qualität des erzeugten Holzes erzielt werden. Als Standortsspezialist kann sie auf nährstoffreichen Feuchtböden gute Wuchsleistungen erbringen. Voraussetzung ist dabei stetiger Wassereinfluss. Mit zunehmender Versauerung, aber auch auf kalkreichen Mineralböden lässt die Wuchskraft deutlich nach.



Holzverwendung

Holzeigenschaften: Das Schwarzerlenholz färbt sich nach dem Fällen durch Luftzutritt orangerot, dann gelbbraun, nachdunkelnd. Das Erlenholz ist mit einer mittleren Rohdichte von 550 kg/m^3 leicht und weich. Es neigt nicht zum Reißen und Werfen, ist gut zu imprägnieren, für Imitationen geeignet. Seine Dauerhaftigkeit ist im Freien und bei Erdkontakt gering, unter Wasser aber sehr gut.

Verarbeitbarkeit: Neben dem ausgezeichneten Stehvermögen der Schwarzerle kennzeichnet sie die leichte und saubere Bearbeitbarkeit. Bei fachgerechter Handhabung ist sie mühelos zu sägen, messern, fräsen, dreheln und schnitzen sowie zu spalten.

Einsatzbereiche: Das Erlenholz wird eingesetzt als

Rundholz, Schnittholz und als Furnier. Die Verbindung aus geringem Gewicht, homogener Struktur, leichter Bearbeitbarkeit und gutem Stehvermögen macht das Holz interessant für vielfältigste Einsatzbereiche.

Im Möbelbau wird sie gerne verwendet, auch zur Herstellung von Designermöbeln oder für die Imitation teurer Edelhölzer. Weiter wird es eingesetzt in der Modelltischlerei zur Herstellung von Gussmodellen, für Spielzeuge oder im Musikinstrumentenbau. Sie wird aber auch in der Drechslerei, Schnitzerei oder Holzbildhauerei gebraucht. Im Wasserbau sowie in der Holzwerkstoffindustrie wird das Erlenholz ebenfalls verwendet.



Schwarzerle

Waldschutz

An der Schwarzerle gibt es im Jugendstadium drei nennenswerte Schadinsekten: den Blauen und den Erzfahlen Erlenblattkäfer sowie den Erlenwürger. Der Blattkäferfraß schwächt die Erle, jedoch kann sie sich meist gut erholen. Der Erlenwürger verursacht Schäden durch Larvenfraß im Stamm. Das Holz wird durch diese Bohrgänge technisch entwertet. Die Bruchgefahr durch Wind und Schnee nimmt an den betroffenen Stellen zu. An den Eiablagestellen kann es zu krebsartiger Überwallung kommen. Die Schwarzerle ist nur gering durch Mäusefraß gefährdet. Wesentlich gefährdeter sind alle Altersklassen durch die *Phytophthora*-Wurzelhalsfäule der Erle, die sich seit Mitte der 1990er ausbreitet. Dieser primär-parasitäre Fein-



wurzelzerstörer verbreitet sich im Bodenwasser oder in Fließgewässern und infiziert zunächst die Feinwurzelspitzen. Von da aus breiten sich Rindennekrosen zungenförmig am Stamm aus. Wenn diese den Stamm umfassen, stirbt der Baum ab. Um eine Infektion seitens der Baumschule auszuschließen, sollten nur zertifizierte Pflanzen gekauft werden. Weitere Pilze an Erle sind Schwächeparasiten wie der *Nectria*-Krebs der Rotbuche, die Rotpustelkrankheit (siehe Abbildung) und der Hallimasch. Der Erlenschillerporling führt zu Stammbrüchen an noch lebenden Erlen. Blattpilze an der Erle sind forstlich meist unbedeutend.

Artenvielfalt

Aufgrund der Fähigkeit, stagnierende Nässe zu ertragen, ist die Erle in Sumpf- und Bruchwäldern oft die dominierende Baumart. Auch im Bachauenwald der Mittelgebirge ist sie in nennenswerten Anteilen am Waldaufbau beteiligt. In anderen Feuchtwaldtypen wie Sternmieren-Eichen-Hainbuchenwäldern kommt sie als Begleitbaumart vor. Aufgrund von Entwässerungsmaßnahmen stehen viele der Waldgesellschaften mit Erle in den Roten Listen gefährdeter Biotoptypen und sind gesetz-

lich geschützte Biotope. In den von Schwarzerle geprägten Bruchwäldern leben vor allem Spezialisten nasser Habitats, die gut an Überstauung angepasst sind. Eine von insgesamt über 150 Insektenarten, die an Erle vorkommen, ist z. B. die Erlen-Rindeneule. Auch im Bereich der Mykorrhizapartner nimmt die Schwarzerle eine gewisse Sonderstellung ein. So treten hier neben über 70 Großpilzarten auch sehr unscheinbare Arten wie die Erlenschnitzlinge auf.

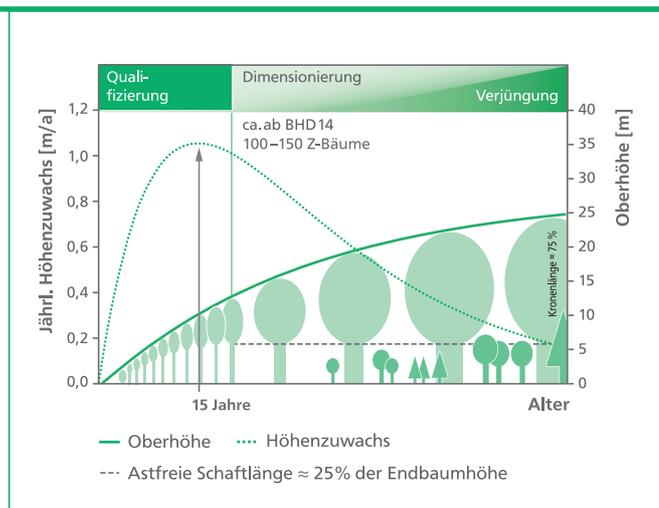
Waldbau

Lichtbedürftig, frosthart, bodenpfleglich, frühreif, durchwurzelt auch dichte vernässte Böden, wegen *Phytophthora* mancherorts Umbau empfehlenswert.

Verjüngung: Übernahme aus Naturverjüngung oder Pflanzung, auch als Vorwald. Dichtschluss erhalten. Hohen Lichtgenuss sicherstellen. Erhalt / Einbringung von Mischbaumarten.

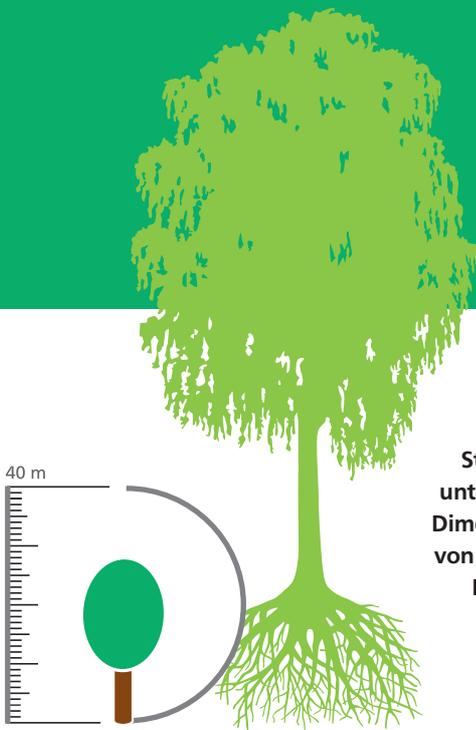
Pflege: frühzeitige Sicherung von 100–150 Optionen einschließlich Mischbaumarten im Abstand von 8–10 m, Erhalt der Kronenspannung zur Astreinigung. Eingriff nur, wenn Optionen gefährdet.

Durchforstung: bei Erreichen einer grünastfreien Schaftlänge von 6–8 m oder BHD von 14 cm Umlichtung von 100–150 Z-Bäumen (Abstand 8–10 m) durch Entnahme der stärksten Bedränger. Eingriffe anfangs alle 2–3 Jahre, später Begutachtung der Z-Bäume alle 5 Jahre und gegebenenfalls Eingriffe. Erhalt des Nebenbestands.



Sandbirke

Betula pendula



Die Pionierbaumart Sandbirke ist in unseren Wäldern von Natur aus nur gering vertreten. Ihre Anteile an der Waldbestockung verdankt sie meist Störungen durch Windwurf und Kahlschlag. In der Forstwirtschaft spielt sie eine untergeordnete Rolle. Mit waldbaulicher Förderung kann sie allerdings starke Dimensionen erreichen. Bedeutung hat die Sandbirke bei der Wiederbewaldung von Kalamitätsflächen auf unterschiedlichsten Standorten und für die Artenvielfalt. Ihre Prognose im Klimawandel ist differenziert.

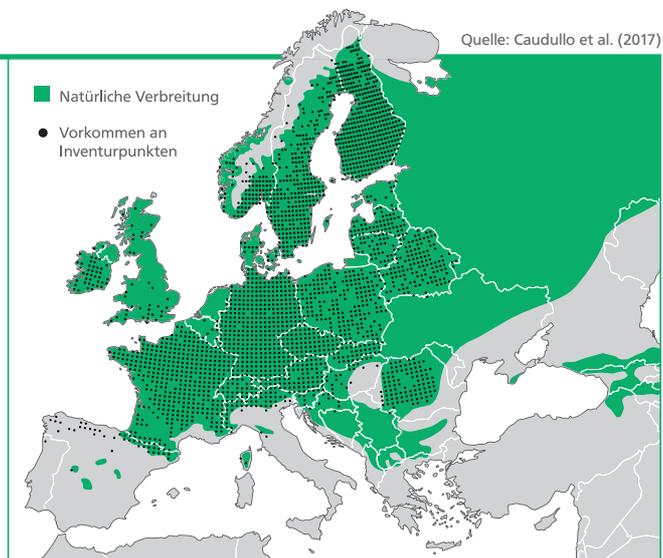
Verbreitung

Die Sandbirke gehört zu den Baumarten mit dem größten Verbreitungsgebiet. Es erstreckt sich über sehr unterschiedliche Klimabereiche: Sie ist von Skandinavien bis Zentralspanien und von Frankreich bis nach Sibirien und Ostasien anzutreffen. Die borealen Nadelmischwälder Skandinaviens und Russlands gelten als Schwerpunkt ihrer Verbreitung, dort ist sie auch ökonomisch von Bedeutung.

Die Höhenverbreitung reicht in Deutschland von der Küste bis auf 900 m ü. NN im Bayerischen Wald und bis 1.300 m in den Bayerischen Alpen. In Skandinavien ist sie hauptsächlich ein Baum der Tieflagen bis 500 m. In höheren Lagen wird sie durch Moor- und Karpatenbirken ersetzt.

Die Sandbirke ist flächenmäßig in Bayern nicht sehr häufig, aber dafür in allen Wuchsgebieten vertreten. Dabei handelt es sich meist um einzeln eingemischte Bäume. Größere natürliche zusammenhängende Bestände sind in Bayern selten. Rechnerisch nimmt sie eine Fläche von rund 66.000 ha ein, was einem Anteil an Bayerns Wäldern von unter 3 % entspricht. Häufiger zu finden ist sie in der Untermainebene, im Fränkischen Trias-Hügelland, im Fränkischen Keuper und Albvorland, im Oberpfälzer Wald und in der Schwäbisch-Bayerischen Jungmoräne und den Molassevorbergen.

Quelle: Caudullo et al. (2017)

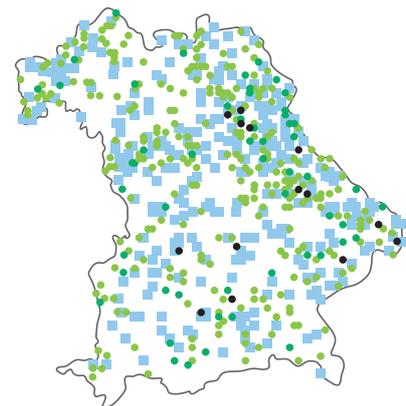


Bayern

Grundflächen
BWI 2012 [m²/ha]

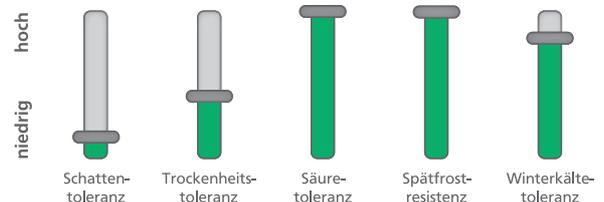
- < 10
- 10–20
- > 20

■ Vorkommen
ohne Bestimmung
der Grundfläche



Arteigenschaften

Die anspruchslose Baumart weist eine große Hitze- und Kälteresistenz auf. Bei Hitze schränken Birken die Transpiration kaum ein, was bei Wassermangel zu vorzeitigem Blattabwurf und im Extremfall zum Absterben führen kann.

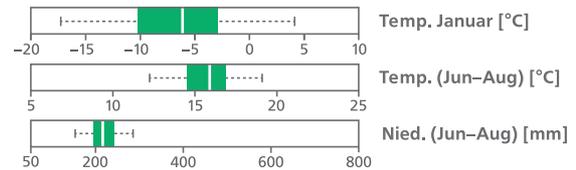
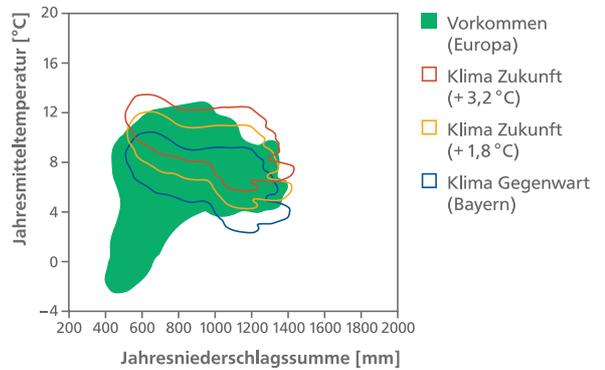


Sandbirke

Klima

Typisch für die Sandbirke mit ihrem enormen Verbreitungsgebiet und der damit breiten klimatische Amplitude ist der kalt-trockene Ast der Klimahülle: Das sind die Vorkommen in den weitverbreiteten borealen Nadelmischwäldern mit kalten Wintern und warmen Sommern. Dagegen kann die Sandbirke ihre Kältetoleranz in den feuchten Randalpen nicht ausspielen. Die Klimahülle der Birke lässt im Klimawandel zunächst keine größeren Anbaurisiken erwarten. Erst bei starkem Temperaturanstieg stößt die Sandbirke in den wärmsten und trockensten Regionen Bayerns an ihre Grenzen.

Untypisch sind Sommerniederschläge (Juni–August) von unter 200 mm ebenso wie Sommer (mittlere Temperatur Juni–August) mit Temperaturen über 18 °C.



Wasser und Boden

Als Pionierbaumart hat die Birke eine geringe Konkurrenzkraft und wird oft an den Rand ihres Potenzbereiches auf meist feuchte oder trockene, nährstoffarme, saure Böden von sandigen Substraten bis Felsen abgedrängt. Auf Pseudogleyen sowie nährstoffarmen und skelettreichen Böden wird der Unterboden nur schwach erschlossen. Wechsel-trockene und trockene Standorte sind dann kein Problem, wenn die Birke an diese extremen Verhältnisse von Beginn an gewöhnt und das Wurzelwerk dementsprechend ausgebildet ist. Auf durchschnittlich bis sehr gut wasserversorgten Böden reagiert die Sandbirke dagegen bei Dürreperioden mit Blattabwurf und Absterbeerscheinungen.

Sie kommt nicht auf Standorten mit starker Überflutung und in Hochmooren vor. Hier wird sie durch die Moorbirke ersetzt.

Die Sandbirke ist standorttolerant und wächst sowohl auf basenreichem Kalk als auch auf saurem Silikatgestein. Sie bildet bei ungestörter Entwicklung ein typisches Herzwurzelsystem aus, das jedoch ab dem Alter 80 degeneriert, bei einer Lebenserwartung von insgesamt nur 80–100, selten 120 Jahren. Die Streu zersetzt sich leicht und trägt vor allem in Nadelbaumbeständen zur Bodenverbesserung bei.

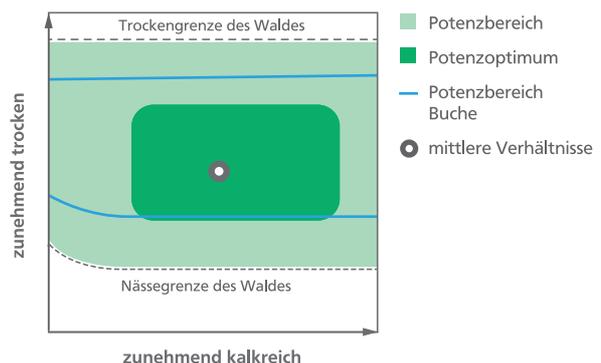
Stauwasser ^a		Grundwasser ^b		Überflutung		Moore ^{a,c}			
mäßig	stark	geneigt	eben (<5°)	mäßig	stark	K-N	br N	ba N	HM
2	3	1	2	3	5	5	3	3	4

a Erhöhung des Anbaurisikos (BaSIS) nur wenn flächig
 b Erhöhung des Anbaurisikos (BaSIS) nur wenn flächig + stark
 c N = Niedermoore: K = Kalk-, br = basenreich, ba = basenarm; HM = Hochmoore

Basenverlaufstyp					
Typ 1+	Typ 1-	Typ 2	Typ 3	Typ 4	Typ 5
1	1	1	1	1	1

Typ 1+: sehr basenreich
 Typ 1-: geringeres Kaliumangebot
 Typ 5: sehr basenarm

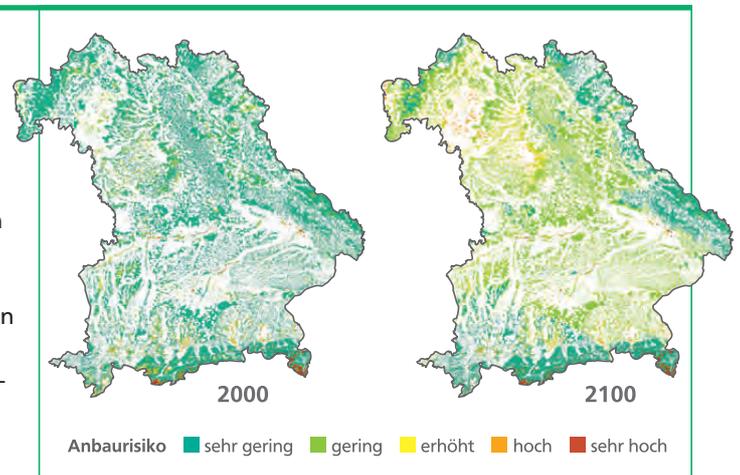
Anbaurisiko: ■ sehr gering ■ gering ■ erhöht ■ hoch ■ sehr hoch



Sandbirke

Anbaurisiko

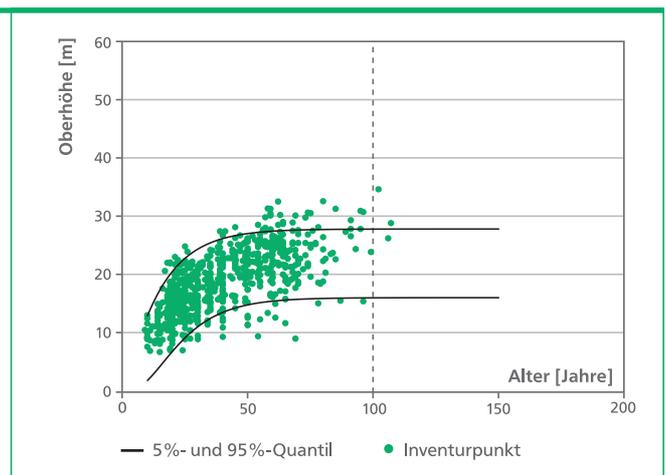
Die Prognose für die Sandbirke im Klimawandel ist differenziert. Sie kann heute und zukünftig fast in ganz Bayern eine risikoarme Ergänzung beim Bestandsaufbau sein. Mit Ausnahme der kühl-feuchten Hochlagen und des niederschlagsreichen südwestlichen Alpenvorlandes erhöht sich das Risiko etwas durch abnehmende Sommerniederschläge und gleichzeitig steigende Temperaturen in der Vegetationsperiode. Sandbirken auf extremen Standorten (z. B. sehr trocken und sehr feucht) reagieren besonders empfindlich auf sich ändernde Wasserverhältnisse. Auf gut wasserversorgten Standorten sind mangels Anpassung Dürreperioden problematisch.



Quelle: BaSIS, Bayerisches Waldinformationssystem (BayWIS)

Leistung

Bei der Birke wird die Wertleistung vornehmlich von Qualität und Stärke bestimmt. Als typische Pionierbaumart lässt das Höhenwachstum der Birke schon sehr früh wieder sehr stark nach. Schnelles Höhenwachstum hängt von einer ausreichenden Wasserversorgung ab. Ziel muss es daher sein, in relativ kurzer Zeit starkes und qualitativ hochwertiges Stammholz zu erzeugen. Ab einem Alter von etwa 80 Jahren ist der Zuwachs nur noch sehr gering. Auf späte Pflegeeingriffe reagiert die Birke nicht mehr.



Holzverwendung

In Deutschland spielt Birkenholz eine eher untergeordnete Rolle bei der wirtschaftlichen Wertschöpfung, hingegen ist es in Skandinavien und Russland aus der Holzindustrie nicht wegzudenken.

Holzeigenschaften: Zwischen gelblich- bis rötlichweißer oder hellbrauner Färbung liegt das Farbspektrum des Birkenholzes, versehen mit einem leichten Seidenglanz. Die Birke bildet mit zunehmendem Alter einen gelblich-rötlichen bis dunkelbraunen, fakultativen Kern aus. Bei einer mittleren Rohdichte von 650 kg/m^3 gehört die Birke zu den mittelschweren Hölzern, ist recht hart, von relativ hoher Festigkeit sowie hoher Elastizität. Problematisch ist ihre Neigung zum Werfen und Reißen. Des Weiteren ist die sehr geringe Dauerhaftigkeit gegen holzerstörende Organismen nachteilig.

Verarbeitbarkeit: Maschinell und manuell ist das Birkenholz

gut zu verarbeiten, es ist gut zu schälen und auch gut geeignet für das Messern, Hobeln, Fräsen, Profilieren, Drehseln und Schnitzen. Die hohe Biegefestigkeit des Holzes ist von Vorteil.

Einsatzbereiche: Birkenholz findet geschält als Deckfurnier und Sperrholz eine breite Verwendung. Als Ausstattungsholz für Möbel, Vertäfelungen, Parkett und auch im Massivmöbelbau wird es je nach Modetrend mehr oder weniger stark nachgefragt. Es dient als Basis für Edelmöbelimitationen. Darüber hinaus ist es Rohstoff für die Papier-, Span- und Faserplattenindustrie. Weiterhin wird es für Kleinteile und Spielzeug sowie in der Musikinstrumentenfertigung, insbesondere als Hammerstiel beim Klavierbau, genutzt.

Sandbirke

Waldschutz

Die Birke hat nur wenige spezialisierte Schadinsekten. Der Birkensplintkäfer ist ein Sekundärschädling, der bei Massenaufreten die Birke auch zum Absterben bringen kann. Gefährlicher sind verschiedene Stammpilze, v. a. aber der auf die Sandbirke spezialisierte Birkenporling, der wohl die häufigste Todesursache der Birke ist. Er verursacht eine äußerst aggressive Braunfäule. Die Lichtbedürftigkeit der Birke hängt wohl mit diesem Pilz zusammen. Schon geringe Beschattung der Krone kann die Abwehrmechanismen der Birke schwächen und die Ausbreitung des Pilzes im Holz



beschleunigen. Auch der Zunderschwamm, der eine Weißfäule auslöst, ist häufig am Absterben der Birke beteiligt. Blattpilze wie Rost oder Mehltau richten keine größeren Schäden an. Häufig wird an der Birke der sogenannte »Hexenbesen« beobachtet. Dieser wird durch den Pilz *Taphrina betulina* hervorgerufen. An den befallenen Stellen werden immer wieder neue Triebe gebildet, die zu buschigen Nestern werden.

Hexenbesen

Artenvielfalt

Die Sandbirke ist als klassische Pionierbaumart in vielen Waldgesellschaften vertreten. Dauerhaft etablieren kann sie sich aber nur auf Extremstandorten und im Stockausschlagbetrieb des Nieder- und Mittelwaldes. Außerhalb von Pionierstadien ist sie daher häufiger nur auf sehr armen oder flachgründigen Festgesteinen und Lockersanden in Eichen- und Kiefernwäldern anzutreffen. Aufgrund der sauren Rinde sind Birken ein wichtiger Lebensraum für Moose und Flechten. Auch gehört sie zu den beliebtesten Baumarten für Insektenarten, wodurch die biologische Vielfalt erheblich gefördert wird.

An der Gattung *Betula* leben in Bayern über 180 Schmetterlingsarten. Durch das Insektenvorkommen entstehen optimale Nahrungsquellen für viele Vogelarten, z. B. für Fitislaubsänger. Das Birkhuhn und der Birkenzeisig sind im Winter sogar auf die Birkenknospen und -samen angewiesen. Das Totholz der Birke ist ökologisch sehr wertvoll. So bildet das Birkenholz einen vorübergehenden Lebensraum für Arten, die in den Schlusswaldgesellschaften zum Waldökosystem gehören. Mit einigen Pilzen geht die Birke Symbiosen ein, wie mit dem unter Naturschutz stehenden Birkenröhrling.

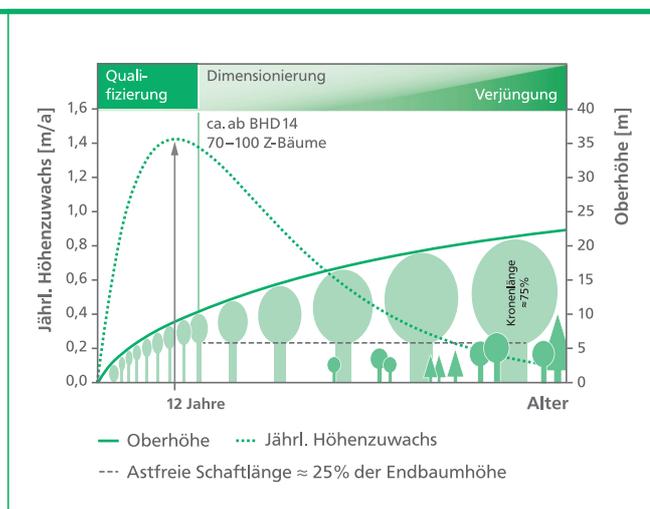
Waldbau

Lichtbedürftiger Pionier.

Verjüngung: Übernahme aus Naturverjüngung oder Saat (Pflanzung). Auch als Vorwald möglich. Seitlichen Dichtschluss erhalten, hohen Lichtgenuss sicherstellen. Erhalt/ Einbringung von Mischbaumarten.

Pflege: frühzeitige Sicherung von 100–150 Optionen einschließlich Mischbaumarten im (Abstand 8–10 m). Gegen Ende bemessene Förderung von 100–150 Optionen. Erhalt der Kronenspannung zur Astreinigung. Eingriff nur, wenn Optionen gefährdet.

Durchforstung: bei Erreichen einer grünastfreien Schaftlänge von 6–8 m oder BHD von 14 cm Umlichtung von 70–100 Z-Bäumen (Abstand 10–12 m) durch Entnahme der stärksten Bedränger. Eingriffe anfangs alle 2–3 Jahre, später Begutachtung der Z-Bäume alle 5 Jahre und gegebenenfalls Eingriffe. Ggf. Astung.



Weiterführende Literatur

Übersichts- arbeiten

Aeschlimann, C. (2015): Biomasseverteilung und Kohlenstoffpotenzial von Buchenniederwäldern in Ost-Mazedonien. Berner Fachhochschule, Bachelor-Thesis, 89 S.

Burschel, P.; Huss, J. (2003): Grundriss des Waldbaus. Ein Leitfaden für Studium und Praxis. 3. Auflage, Ulmer Verlag, Stuttgart

Ewald, J. (2005): Ecological background of crown condition, growth and nutritional status of *Picea abies* (L.) Karst. in the Bavarian Alps. In: European Journal of Forest Research 124 (1), S. 9–18

Felbermeier, B.; Mosandl, R. (2011): Die Buche – Neue Perspektiven für Europas dominierende Laubbaumart. LWF aktuell 85, S. 25–27

Forstdirektion Unterfranken (2005): Leitsätze zur Werteichenwirtschaft. Grundlagen, Zielsetzungen und Verfahrensgrundsätze für die Staatswälder im Spessart

Gössinger, L.; Schmidt, B.; Schmidt, O. (2012): Der Wald, seine Bäume und Sträucher. Schutzgemeinschaft Deutscher Wald – Landesverband Bayern e. V. (Hg.), Bernried a. Starnberger See und München

Kutschera, L.; Lichtenegger, E. (2013): Wurzelatlas mitteleuropäischer Waldbäume und Sträucher. 2. Aufl., Leopold Stocker Verlag, Graz, 604 S.

Leibundgut, H. (1991): Unsere Waldbäume. Eigenschaften und Leben. 2. Aufl., Verlag Paul Haupt, Bern und Stuttgart, 172 S.

Leitgeb, E.; Englisch, M.; Herzberger, E.; Starlinger, F. (2013): Fichte und Standort – Ist die Fichte besser als ihr Ruf? BFW-Praxisinformation 31: S. 7–9

Macher, C. (2008): Wenn Bäumen das Wasser bis zum Hals steht. Eine bayernweite Umfrage zur Hochwassertoleranz von Waldbäumen. LWF aktuell 66, S. 26–29

Ministerium für Ländliche Entwicklung, Umwelt und Verbraucherschutz des Landes Brandenburg (2006): Aktuelle Ergebnisse und Fragen zur Situation der Eiche und ihrer Bewirtschaftung in Brandenburg. Eberswalder Forstliche Schriftenreihe, Band XXV. Referat Presse- und Öffentlichkeitsarbeit, Eberswalde

Neuwirth, B. (2005): Interannuelle Klima/Wachstums-Beziehungen zentraleuropäischer Bäume von AD 1901 bis 1971. Eine dendroklimatologische Netzwerkanalyse. Dissertation Universität Bonn: 165 S. + 149 S. (Anh.)

Otto, H. J.; Schüler, G.; Wagner, S. (2014): Standortansprüche der wichtigsten Waldbaumarten. aid Infodienst Ernährung, Landwirtschaft, Verbraucherschutz e. V. (Hg.), Bonn, 48 S.

Roloff, A. (Hg.) (2010): Bäume Mitteleuropas. Von Aspe bis Zirbelkiefer. 1. Aufl., Wiley-VCH-Verlag, Weinheim, 480 S.

Roloff, A.; Bärtels, A. (2014): Flora der Gehölze. 4. Aufl., Ulmer Verlag, Stuttgart, 912 S.

Röhrig, E.; Bartsch, N.; Lüpke, B. von (2006): Waldbau auf ökologischer Grundlage. 7. Aufl., Ulmer Verlag (UTB L), Stuttgart, 479 S.

Schmidt, O. (Hg.) (1996): Beiträge zur Hainbuche. Berichte aus der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft Nr. 12

Schmidt, O. (Hg.) (2000): Beiträge zur Sandbirke. Berichte aus der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft Nr. 28

Schmidt, O. (Hg.) (2002): Beiträge zur Esche. Berichte aus der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft Nr. 34

Schmidt, O. (Hg.) (2003): Beiträge zur Schwarzerle. LWF Wissen 42

Schmidt, O. (Hg.) (2004): Beiträge zur Tanne. LWF Wissen 45

Schmidt, O. (Hg.) (2007): Beiträge zur Waldkiefer. LWF Wissen 57

Schmidt, O. (Hg.) (2008): Die Douglasie – Perspektiven im Klimawandel. LWF Wissen 59

Schmidt, O. (Hg.) (2009): Beiträge zum Bergahorn. LWF Wissen 62

Weiterführende Literatur

Übersichtsarbeiten

Schmidt, O. (Hg.) (2012): Beiträge zur Europäischen Lärche. LWF Wissen 69

Schmidt, O. (Hg.) (2014): Beiträge zur Traubeneiche. LWF Wissen 75

Schmidt, O. (Hg.) (2015): Beiträge zum Feldahorn. LWF Wissen 77

Schmidt, O. (Hg.) (2016): Beiträge zur Winterlinde. LWF Wissen 78

Schmidt, O. (Hg.) (2017): Beiträge zur Fichte. LWF Wissen 80

Schmidt, O.; Roloff, A. (2009): *Acer pseudoplatanus* LINNÉ, 1753. In: Enzyklopädie der Holzgewächse, 51. Ergänzungslieferung, S. 1–26

Schmidt-Vogt, H. (1986): Die Fichte. Band II/1. Wachstum, Züchtung, Boden, Umwelt, Holz. Verlag Paul Parey, Hamburg, 564 S.

Schmidt-Vogt, H. (1987): Die Fichte. Band I. Taxonomie, Verbreitung, Morphologie, Ökologie, Waldgesellschaften. Verlag Paul Parey, Hamburg, 646 S.

Schütt, P. (Hg.) (1992): Lexikon der Forstbotanik. Morphologie, Pathologie, Ökologie und Systematik wichtiger Baum- und Straucharten. 1. Aufl., ecomed Verlagsgesellschaft, Landsberg a. Lech, 581 S.

Schütt, P. (2004): Lexikon der Nadelbäume. Nikol Verlagsgesellschaft, Hamburg, 640 S.

Schütt, P.; Weisgerber, H.; Lang, U. M.; Roloff, A.; Stimm, B. (2006): Enzyklopädie der Holzgewächse. Handbuch und Atlas der Dendrologie. WileyDVCH Verlag GmbH & Co. KGaA

Verbreitung

Walentowski, H.; Gulder, H.-J.; Kölling, C.; Ewald, J.; Türk, W. (2001): Die regionale natürliche Waldzusammensetzung Bayerns. Berichte aus der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft Nr. 32, 98 S.

Oberdorfer, E. (2001): Pflanzensoziologische Exkursionsflora für Deutschland und angrenzende Gebiete. 8. Aufl., Ulmer Verlag, Stuttgart

Siehe auch Übersichtsarbeiten

Arteigenschaften

Dimke, P. (2005): Spätfrostschäden erkennen und vermeiden. LWF-Merkblatt 31

Ellenberg, H.; Leuschner, C. (2010): Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen in ökologischer, dynamischer und historischer Sicht. 6. Aufl., Ulmer Verlag (UTB, 8104), Stuttgart, 1095 S.

Siehe auch Übersichtsarbeiten

Klima

Siehe Übersichtsarbeiten

Wasser und Boden

Leitgeb, E.; Englisch, M.; Herzberger, E.; Starlinger, F. (2013): Fichte und Standort – Ist die Fichte besser als ihr Ruf? BFW-Praxisinformation 31, S. 7–9

Mayer, H. (1992): Waldbau auf soziologisch-ökologischer Grundlage. 4. Aufl., Verlag G. Fischer, Stuttgart

Macher, C. (2008): Wenn Bäumen das Wasser bis zum Hals steht. LWF aktuell 66, S. 26–29

Ministerium für Umwelt, Energie, Ernährung und Forsten, Rheinland-Pfalz (Hg.) (2016): Eignung von Baumarten unter dem Einfluss des Klimawandels. In: Ministerium für Umwelt, Energie, Ernährung und Forsten, Rheinland-Pfalz (Hg.): Waldzustandsbericht 2016, Mainz, S. 72–85

Osenstetter, S.; Falk, W.; Reger, B.; Beck, J. (2013): Wasser, Luft und Nährstoffe – alles, was ein Baum zum Leben braucht. LWF aktuell 92, S. 12–17

Siehe auch Übersichtsarbeiten

Weiterführende Literatur

Bayerische Forstverwaltung (2013): Anbaurisikoarten der vorgestellten 16 Baumarten aus BaSIS. Bayerisches Wald-Informationssystem (BayWIS)	Anbaurisiko
Zang, C.; Rothe, A.; Weis, W.; Pretzsch, H. (2011): Zur Baumarteneignung bei Klimawandel: Ableitung der Trockenstress-Anfälligkeit wichtiger Waldbaumarten aus Jahrringbreiten. In: Allgemeine Forst- und Jagdzeitung. Bd. 182, H. 5/6, S. 98–112	
Brandl, S.; Falk, W.; Klemmt, H.-J.; Rötzer, T.; Pretzsch, H. (2016): Standortliche Wachstumspotentiale. AFZ-DerWald 4, S. 19–23	Leistung
Lutze, M. (2004): Auch Tannen-Giganten brauchen Marketing. LWF Wissen 45, S. 70–73	Holzverwendung
Lutze, M. (2016): Buchenholz – Rohstoff für heute und morgen, LWF aktuell 109, S. 16–19	
Wagenführ, R. (2006): Holzatlas. Fachbuchverlag, Leipzig, 816 S.	
Siehe auch Übersichtsarbeiten	
Aas, G. (2000): Hängebirke (<i>Betula pendula</i>) und andere einheimische Birken – Dendrologische Anmerkungen. Berichte aus der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft Nr. 28, S. 1–5	Waldschutz
Aas, G. (2004): Die Schwarzerle, <i>Alnus glutinosa</i> – Dendrologische Anmerkungen. LWF Wissen 42, S. 7–10	
aid Infodienst Ernährung, Landwirtschaft, Verbraucherschutz e.V. (Hg.) (2016): Borkenkäfer an Nadelbäumen erkennen, vorbeugen, kontrollieren. aid-Medien, 56 S.	
ARBOFUX (o.J.): Cercospora-Blattflecken an Linde. Auf Arbofux, www.arbofux.de/cercospora-blattflecken-an-linde.html (aufgerufen am 20.2.2019)	
ARBOFUX (o.J.): Blattbräune der Linde. Auf Arbofux, www.arbofux.de/blattbraeune-der-linde.html (aufgerufen am 20.2.2019)	
Blaschke, M.; Bußler, H.; Schmidt, O. (2008): Die Douglasie – (k)ein Baum für alle Fälle. LWF Wissen 59, S. 57–61	
Blaschke, M.; Helfer, W. (2004): Pilzwelt der Schwarzerle. LWF Wissen 42, S. 42–45	
Blaschke, M.; Helfer, W. (2007): Pilze an der Kiefer. LWF Wissen 57, S. 62–66	
Blaschke, M.; Nannig, A. (2016): Die Pilzwelt der Linde. LWF Wissen 78, S. 53–57	
Blaschke, M.; Nannig, A.; Bußler, H. (2012): Pilze und Insekten an der Lärche. LWF Wissen 69, S. 60–64	
Burgdorf, N.; Ehmcke, G.; Brüchert, F.; Fleischmann, F.; Obwald, W.; Blaschke, M. (2017): Ursachen und Auswirkungen von Stammekrosen an Bergahorn. AFZ 16, S. 26–28	
Forster, B. (2017): Kupferstecher und Furchenflügeliger Fichtenborkenkäfer. Merkblatt für die Praxis, 58. Birmensdorf, Eidg. Forschungsanstalt WSL, 8 S.	
Goßner, M. (2008): Insektenwelten – Die Douglasie im Vergleich mit der Fichte. LWF Wissen 59, S. 70–73	
Gößwein, S.; Lemme, H.; Buras, A.; Schunk, C.; Menzel, A.; Straub, C.; Mette, T.; Taeger, S. (2017): Kieferschäden in Bayern. LWF aktuell 112, S. 12–13	
Gößwein, S.; Lemme, H.; Lobinger, G.; Krüger, F.; Metzger, J.; Straßer, L. (2016): Waldschutzsituation 2015 in Bayern. AFZ-DerWald 7, S. 19–21	
Hacker, H. (2000): Schmetterlingsvielfalt an Birken. Berichte aus der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft Nr. 28, S. 34–38	

Weiterführende Literatur

- Waldschutz** **Hacker, H. (2002):** Insekten an Esche. Berichte aus der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft Nr. 34, S. 44–49
- Hacker, H. (2007):** Schmetterlinge an der Kiefer. LWF Wissen 57, S. 57–58
- Helfer, W. (1996):** Pilze an Hainbuche. Berichte aus der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft Nr. 12, S. 50–54
- Helfer, W. (2000):** Pilze an Birke. Berichte aus der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft Nr. 28, S. 39–43
- Helfer, W.; Blaschke, M. (2002):** Pilze an Esche. Berichte aus der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft Nr. 34, S. 53–55
- Jung, T.; Blaschke, M. (2001):** Phytophthora-Wurzelhalsfäule der Erlen. LWF-Merkblatt 6
- Keller, T.; Kehr, R.; Schumacher, J. (2016):** Rußige Douglasenschütte in der Südwestpfalz. AFZ-DerWald 2, S. 31–35
- Klemmt, H.-J.; Taeger, S.; Lemme, H.; Buras, A.; Straub, C.; Menzel, A. (2018):** Absterbererscheinungen der Kiefer in Mittelfranken. AFZ-DerWald 11, S. 20–22
- Kolbeck, H. (1996):** Insekten auf der Hainbuche. Berichte aus der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft Nr. 12, S. 58–59
- Langer, G.; Harriehausen, U.; Bressemer, U. (2015):** Stammfußnekrosen bei Esche. AFZ-DerWald 20, S. 29–31
- Lehmann, M. (2009):** Lindenminiermotte – ein neuer Schädling entdeckt Europa. LWF aktuell 73, S. 20–21
- Lemme, H. (2009):** Ein ungebetener Säufer – die Mistel. LWF aktuell 72, S. 32–33
- Lemme, H. (2009):** Eine robuste Nordamerikanerin. Schadinsekten an der Douglasie in Nordamerika und Europa. Was kommt auf uns zu? LWF aktuell 72, S. 22–24
- Lemme, H. (2012):** Von Eulen, Spannern und Nonnen in Bayern. LWF aktuell 91, S. 40–42
- Lenz, H.; Bartha, B.; Straßer, L.; Lemme, H. (2016):** Development of Ash Dieback in South-Eastern Germany and the Increasing Occurrence of Secondary Pathogens. Forests 7(2), S. 41ff
- Lenz, H.; Pöllner, B.; Straßer, L.; Nannig, A.; Petercord, R. (2012):** Entwicklung des Eschentriebsterbens. LWF aktuell 88, S. 14–16
- Lenz, H.; Pöllner, B.; Straßer, L.; Nannig, A.; Petercord, R. (2012):** Eindämmung des Eschentriebsterbens. LWF aktuell 89, S. 30–32
- Lenz, H.; Straßer, L. (2016):** Eschentriebsterben. LWF-Merkblatt 28
- Lenz, H.; Straßer, L.; Baumann, M.; Baier, U. (2012):** Boniturschlüssel zur Einstufung der Vitalität von Alteschen. AFZ-DerWald 3, S. 18–19
- Lenz, H.; Straßer, L.; Petercord, R. (2012):** Eschentriebsterben – Biologie und Behandlung. LWF-Merkblatt 28
- Leonard, S.; Straßer, L.; Nannig, A.; Blaschke, M.; Schumacher, J.; Immler, T. (2009):** Neues Krankheitsphänomen an der Esche. LWF aktuell 71, S. 60–63
- Lobinger, G.; Krüger, F.; Stahl, F. (2016):** Buchdrucker und Kupferstecher an Fichte. LWF-Merkblatt 14
- Lobinger, G.; Lemme, H.; Zeitler, J. (2012):** Nonnen-Prognose in Bayern neu konzipiert. LWF aktuell 89, S. 26–29
- Lobinger, G.; Muck, M. (2007):** Zunahme des Prachtkäferbefalls in Bayern. LWF aktuell 58, S. 6–9
- LWF (o.J.):** Newsletter »Blickpunkt Waldschutz«.
<https://www.lwf.bayern.de/service/publikationen/017113/index.php>
- LWF (1997):** Waldschutz – Kiefer. LWF aktuell 10, 21 S.

Weiterführende Literatur

- Mayer, A.; Lenz, H. (2013):** Infektionsversuche an Eschen. LWF aktuell 97, S. 39–41 Waldschutz
- Metzler, B. (2003):** Rußige Douglasenschütte. Waldschutz-Info 2, Online-Version: 15.06.2012 (verändert)
- Metzler, B. (2005):** Wurzelhalsfäule durch Phytophthora alni und andere Erkrankungen von Erlen (Alnus sp.). Waldschutz-Info 1, FVA BW
- Metzler, B. (2010):** Waldschutzaspekte bei Douglasie. FVA-einblick, 3, S. 6–8
- Metzler, B. (2011):** Eschentriebsterben weiter zunehmend. FVA Waldschutz-Info 2
- Metzler, B. (2012):** Eschentriebsterben: Schadensintensivierung durch Stammfußnekrosen. FVA Waldschutz-Info 3
- Metzler, B.; Baumann, M.; Baier, U.; Heydeck, P.; Bressem, U.; Lenz, H. (2013):** Handlungsempfehlungen beim Eschentriebsterben. AFZ-DerWald 5, S. 17–20
- Nierhaus-Wunderwald, D.; Forster, B. (2012):** Rindenbrütende Käfer an Föhren. Eidg. Forschungsanstalt WSL, Merkblatt für die Praxis 31, 12 S.
- Niesar, M. (2018):** Mögliche Bedrohung unserer Eschen durch Einschleppung des Asiatischen Eschenprachtkäfers (*Agrius planipennis*). Waldschutz-Infomeldung Nr. 1, Wald und Holz NRW
- NW-FVA – Nordwestdeutsche Forstliche Versuchsanstalt (2012):** Pilzliche Schäden an Bergahorn. Waldschutz Info 06 – Abteilung Waldschutz
- Pehl, L.; Wulf, A. (2003):** Krankheiten und Schädlinge der Schwarzerle. AFZ-DerWald, S. 454–495
- Petercord, R.; Schmidt, O. (2009):** Blausieb bohrt im Bergahorn. LWF aktuell 71, S. 64–65
- Petercord, R.; Straßer, L. (2012):** Der Lärchenkrebs – die schwerwiegendste Erkrankung der Lärche. LWF Wissen 69, S. 56–59
- Petercord, R.; Straßer, L. (2017):** Ahorn-Stammkrebs ausgelöst durch *Eutypella parasitica*. AFZ-DerWald 20, S. 34–35
- Petercord, R.; Straßer, L. (2017):** Mit der Trockenheit kommt der Pilz – Diplodia-Triebsterben der Koniferen. LWF aktuell 112, S. 9–11
- Petercord, R.; Wauer, A.; Krüger, F.; Wallerer, G. (2017):** »Grüne Mitesser« – Die Mistel an Tanne, Kiefer und Laubbaumarten. LWF aktuell 112, S. 18–22
- Schmidt, O. (1996):** Zur Dendrologie der Gattung Carpinus. Berichte aus der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft Nr. 12, S. 3–9
- Schmidt, O. (2004):** Forstinsekten an Erle: Interaktionen zwischen Erlenblattkäfern und Erle. LWF Wissen 42, S. 64–66
- Schmidt, O. (2009):** Tierische Nutznießer am Bergahorn. LWF aktuell 72, S. 25–27
- Schmidt, O. (2009):** Der Bergahorn als Lebensraum für Tiere. LWF Wissen 62, S. 36–40
- Schmidt, O.; Bübler, H. (2016):** Die Winterlinde als Lebensraum für Tierarten. LWF Wissen 78, S. 60–65
- Schmidt, O.; Lobinger, G. (2007):** Forstinsekten in bayerischen Kiefernwäldern. LWF-Wissen 57, S. 59–61
- Schröder, T.; Schumacher, J.; Bräsicke, N. (2012):** Schadorganismen an Europäischer Lärche. AFZ-DerWald 12, S. 22–26
- Straßer, L. (2016):** Stigmina-Triebsterben an Linde. AFZ-DerWald 4, S. 38–39
- Triebenbacher, C.; Lemme, H.; Straßer, L.; Lobinger, G.; Metzger, J.; Petercord, R. (2017):** Waldschutzsituation 2016 in Bayern. AFZ-DerWald 7, S. 19–21
- Triebenbacher, C.; Straßer, L.; Lemme, H.; Lobinger, G.; Metzger, J.; Petercord, R. (2018):** Waldschutzsituation 2017 in Bayern. AFZ-DerWald 7, S. 18–21

Weiterführende Literatur

-
- Waldschutz** **Triebenbacher, C.; Straßer, L.; Lemme, H.; Lobinger, G.; Bork, K.; Burgdorf, N.; Petercord, R. (2019):** Waldschutzsituation in Bayern 2018. LWF aktuell 122, S. 57–61
-
- Triebenbacher, C.; Straßer, L.; Lemme, H.; Lobinger, G.; Bork, K.; Burgdorf, N.; Petercord, R. (2019):** Waldschutzsituation 2018 in Bayern. AFZ-DerWald 7, S. 18–21
-
- Triebenbacher, C.; Straßer, L.; Petercord, R. (2017):** Waldschutzrisiko der Fichte. LWF Wissen 80, S. 100–107
-
- Walentowski, H.; Kölling, C.; J. Ewald, J. (2007):** Die Waldkiefer – bereit für den Klimawandel? LWF Wissen 57, S. 37–46
-
- Weber, M.; Wolf, M.; Zeitler, J.; Petercord, R. (2012):** Fraßschäden durch Insekten an der Lärche. LWF Wissen 69, S. 46–55
-
- Winkler, M. (o.J.):** Das Birkensterben.
www.baumpflegeportal.de/baumpflege/klimawandel-im-blick-das-birkensterben/ (aufgerufen am 20.2.2019)
-
- Wolf, M.; Zeitler, J.; Petercord, R. (2013):** Waldschutzfachliche Aspekte bei der Kulturbegründung. LWF aktuell 93, S. 20–21
-
- Wulf, A.; Leonhard, S.; Schumacher, J. (2009):** Pilzkrankheiten am Bergahorn. LWF Wissen 62, S. 41–44
-
- Artenvielfalt** **Lang, A.; Walentowski, H. (2018):** Handbuch der Lebensraumtypen nach Anhang I der Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie in Bayern. Bayerisches Landesamt für Umwelt/Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft (Hg.), Augsburg/Freising, 229 S.
-
- Lauterbach M.; Binner V.; Müller-Kroehling S.; Franz C.; Walentowski H. (2014):** Arbeitsanweisung zur Erfassung und Bewertung von Waldvogelarten in Natura 2000 Vogelschutzgebieten. Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft (Hg.), Freising, 58 S.
-
- Müller-Kroehling, S.; Franz, C.; Binner, V.; Müller J.; Pechacek, P.; Zahner, V. (2006):** Artenhandbuch der für den Wald relevanten Tier- und Pflanzenarten des Anhanges II der Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie und des Anhanges I der Vogelschutz-Richtlinie in Bayern. Bayerische Forstverwaltung (Hg.) München, 212 S.
-
- Walentowski, H.; Ewald, J.; Fischer, A.; Kölling, C.; Türk, W. (2013):** Handbuch der natürlichen Waldgesellschaften Bayerns. 3. Aufl., Geobotanica-Verlag, Freising, 441 S.
-
- Herkunft** **Bayerisches Staatsministerium für Ernährung Landwirtschaft und Forsten (Hg.) (2016):** Herkunftsempfehlungen für forstliches Vermehrungsgut in Bayern. 168 S.

Links zum Thema

www.euforgen.org/publications/technical-guidelines.html

Übersichts-
arbeiten

<https://bwi.info/>

Verbreitung

www.proholz.at/holzarten/

Holzver-
wendung

www.lwf.bayern.de/waldschutz/index.php

Waldschutz

www.borkenkaefer.org

www.eichenprozessionsspinner.org

www.waldwissen.net/waldwirtschaft/schaden/index_DE

www.wsl.ch/de/wald/krankheiten-schaedlinge-stoerungen.html

www.uni-goettingen.de/de/im+reich+der+b%a4ume/10235.html

www.lfu.bayern.de/natur/sap/arteninformationen/

Arten-
vielfalt

Artenliste

	Deutscher Name	Wissenschaftlicher Name
Baumarten	Berghorn	<i>Acer pseudoplatanus</i> L.
	Buche	<i>Fagus sylvatica</i> ssp. <i>Sylvatica</i> L.
	Europäische Lärche	<i>Larix decidua</i> MILL.
	Douglasie	<i>Pseudotsuga menziesii</i> (MIRB.) FRANCO
	Esche	<i>Fraxinus excelsior</i> L.
	Feldahorn	<i>Acer campestre</i> L.
	Fichte	<i>Picea abies</i> (L.) H. KARST.
	Hainbuche	<i>Carpinus betulus</i> L.
	Sandbirke	<i>Betula pendula</i> ROTH
	Schwarzerle	<i>Alnus glutinosa</i> (L.) GAERTN.
	Spitzahorn	<i>Acer platanoides</i> L.
	Stieleiche	<i>Quercus robur</i> ssp. <i>Robur</i> L.
	Traubeneiche	<i>Quercus petraea</i> ssp. <i>Petraea</i> (MATTUSCHKA) LIEBL.
	Waldkiefer	<i>Pinus sylvestris</i> L.
	Weißtanne	<i>Abies alba</i> MILL.
	Winterlinde	<i>Tilia cordata</i> MILL.
Vögel	Baumpieper	<i>Anthus trivialis</i> L.
	Dreizehenspecht	<i>Picoides tridactylus</i> L.
	Fichtenkreuzschnabel	<i>Loxia curvirostra</i> L.
	Fitislaubsänger	<i>Phylloscopus trochilus</i> L.
	Halsbandschnäpper	<i>Ficedula albicollis</i>
	Heidelerche	<i>Lullula arborea</i> L.
	Hohltaube	<i>Columba oenas</i> L.
	Kernbeißer	<i>Coccothraustes coccothraustes</i> L.
	Rauhfußkauz	<i>Aegolius funereus</i> L.
	Schwarzspecht	<i>Dryocopus martius</i> L.
	Sperlingskauz	<i>Glaucidium passerinum</i> L.
	Tannenmeise	<i>Periparus ater</i> L.
	Waldkauz	<i>Strix aluco</i> L.
	Waldlaubsänger	<i>Phylloscopus sibilatrix</i> BECHSTEIN
	Wintergoldhähnchen	<i>Regulus regulus</i> L.
	Ziegenmelker	<i>Caprimulgus europaeus</i> L.
	Zwergschnäpper	<i>Ficedula parva</i> BECHSTEIN

Artenliste

Deutscher Name	Wissenschaftlicher Name	Insekten
Ahorneule	<i>Acronicta aceris</i> L.	
Asiatischer Eschenprachtkäfer	<i>Agrilus planipennis</i> FAIRMAIRE	
Asiatischer Laubholzbockkäfer	<i>Anoplophora glabripennis</i> MOTSCHULSKY	
Birkenspinner	<i>Endromis versicolora</i> L.	
Birkensplintkäfer	<i>Scolytus ratzeburgii</i>	
Blauer Erlenblattkäfer	<i>Agelastica alni</i> L.	
Blauer Kiefernprachtkäfer	<i>Phaenops cyanea</i> FABRICIUS	
Blausieb	<i>Zeuzera pyrina</i> L.	
Buchdrucker	<i>Ips typographus</i> L.	
Buchenborkenkäfer	<i>Taphrorychus bicolor</i> HRBST.	
Buchenprachtkäfer	<i>Agrilus viridis</i> L.	
Buchenspringrüssler	<i>Rhynchaenus fagi</i> FABRICIUS	
Buchenwollschildlaus	<i>Cryptococcus fagisuga</i> BAER.	
Citrusbockkäfer	<i>Anoplophora chinensis</i> FORSTER	
Douglasien-Gallmücke	<i>Contarinia</i> ssp.	
Douglasienwolllaus	<i>Gilletteella (Adelges) cooleyi</i>	
Eichenprozessionsspinner	<i>Thaumetopoea processionea</i> L.	
Eichenwickler	<i>Tortrix viridana</i> L.	
Erlen-Rindeneule	<i>Acronicta (Jocheaera) alni</i> L.	
Erlenwürger	<i>Cryptorhynchus lapathi</i> L.	
Erzfarbener Erlenblattkäfer	<i>Linaeidea (=Melasoma) aenea</i>	
Eschen-Zwieselmotte	<i>Prays fraxinella</i> BJERKANDER	
Fichten-Gebirgsblattwespe	<i>Pachynematus montanus</i> ZADD.	
Fichtengespinntblattwespe	<i>Cephalcia abietis</i> L.	
Furchenflügeliger Fichtenborkenkäfer	<i>Pityophthorus pityographus</i> RATZ.	
Gemeine Kiefernbuschhornblattwespe	<i>Diprion pini</i> L.	
Grauer Lärchenwickler	<i>Zeiraphera diniana</i> GN.	
Große Birkenblattwespe	<i>Cimbex femoratus</i> L.	
Großer Brauner Rüsselkäfer	<i>Hylobius abietis</i> L.	
Großer schwarzer Eschenbastkäfer	<i>Hylesinus crenatus</i> FABRICIUS	
Großer Frostspanner	<i>Erannis defoliaria</i> CLERK	
Großer Lärchenborkenkäfer	<i>Ips cembrae</i> HEER	
Großer Waldgärtner	<i>Tomicus piniperda</i> L.	

Artenliste

	Deutscher Name	Wissenschaftlicher Name
Insekten	Grüner Eichenwickler	<i>Tortrix viridana</i> L.
	Kieferneule	<i>Panolis flammea</i> SCHIFF.
	Kiefernspanner	<i>Bupalus piniaria</i> L.
	Kleine Fichtenblattwespe	<i>Lygaeonematus pini</i> REIZ. Syn.: <i>Pristiphora abietina</i>
	Kleiner Buchenborkenkäfer	<i>Taphrorychus bicolor</i> HRBST.
	Kleiner Bunter Eschenbastkäfer	<i>Hylesinus fraxini</i> PANZER
	Kleiner Frostspanner	<i>Operophtera brumata</i> L.
	Kleiner Tannenborkenkäfer	<i>Cryphalus piceae</i> RATZ.
	Kleiner Waldgärtner	<i>Tomicus minor</i> HARTIG
	Krummzähner Tannenborkenkäfer	<i>Pityokteines curvidens</i> (GERMAR) Syn.: <i>Ips curvidens</i> (GERMAR)
	Lärchenbock	<i>Tetropium gabrieli</i> WEISE
	Lärchenkrebs	<i>Lachnellula willkommii</i> (HARTIG) DENNIS
	Lärchenminiermotte	<i>Coleophora laricella</i> HÜBNER
	Lärchennadelknicklaus	<i>Adelges geniculatus</i>
	Lindenminiermotte	<i>Phyllonorycter issikii</i> (KUMATA)
	Lindenschwärmer	<i>Mimas tiliae</i> L.
	Lindenwanze	<i>Oxycarenus lavaterae</i> FABRICIUS
	Nonne	<i>Lymantria monacha</i> L.
	Schwammspinner	<i>Lymantria dispar</i> L.
	Sechszähliger Kiefernborkekäfer	<i>Ips acuminatus</i> GYLL.
	Tannen-Glasflügler	<i>Synanthedon cephiformis</i>
	Tannenrüssler	<i>Pissodes piceae</i>
	Tannentrieblaus	<i>Dreyfusia nordmanniana</i> (ECKST.) (HOM., <i>Adelgidae</i>)
	Ungleicher Holzbohrer	<i>Xyleborus dispar</i> (F.) (COUTIN R./OPIE)
	Wollafter	<i>Eriogaster lanestris</i> L.
	Zweipunktiger Eichenprachtkäfer	<i>Agrilus biguttatus</i> FABRICIUS
Zwölfzähliger Kiefernborkekäfer	<i>Ips sexdentatus</i> BÖRNER	
Pflanzen	Kiefernmistel	<i>Viscum album</i> ssp. <i>abietis</i> (WIESB.) ABROMEIT
	Tannenmistel	<i>Viscum album</i> ssp. <i>Austriacum</i> (WIESB.) VOLLMANN
	Rudolphi Trompetenmoos	<i>Tayloria rudolphiana</i> (GAROV)

Artenliste

Deutscher Name	Wissenschaftlicher Name	Pilze
Ahorn-Mehltau	<i>Uncinula bicornis</i>	
Anthraknose	<i>Colletotrichum coccodes</i> (Blattpilz)	
Birkenporling	<i>Piptoporus betulinus</i> (BULL.: FR.) KARSTEN	
Blattbräune an Bergahorn	<i>Pleuroceras pseudoplatani</i> VON TUBEUF (Hauptfruchtform)	
Blattflecken an Ahorn	<i>Didymosporina aceris</i> LIB.	
Blattfleckenkrankheit an Hainbuche	<i>Gnomoniella carpinia</i> FR. <i>Asteroma carpini</i> LIB.	
Brandkrustenpilz	<i>Kretschmaria deusta</i> HOFFM.	
Butterpilz	<i>Suillus luteus</i> L.: FR.	
Diplodia-Triebsterben	<i>Sphaeropsis sapinea</i> Syn.: <i>Diplodia pinea</i>	
Edelreizker	<i>Lactarius deliciosus</i> L.: FR. (GRAY)	
Eichenfeuerschwamm	<i>Phellinus robustus</i>	
Eichenmehltau	<i>Microsphaera alphitoides</i> GRIFFON & MAUBL.	
Eichenmilchling	<i>Lactarius quietus</i> L.	
Erlenschillerporling	<i>Inonotus radiatus</i> Sowerby: FRIES	
Erlenschnitzlinge	Gattung <i>Naucoria</i>	
Eschenkrebs-Pilz	<i>Nectria galligena</i> BRES.	
Eutypella-Ahornstammkrebs	<i>Eutypella parasitica</i> DAV. & LOR.	
Fichtennadelritzenschorf	<i>Lirula macrospora</i>	
Fusarium-Welke	<i>Fusarium</i> ssp.	
Goldröhrling	<i>Suillus grevillei</i> KLOTZSCH: FR	
Goldrost	<i>Chrysomyxa rhododendri</i> (DC.) SAVILE	
Grauer Lärchenröhrling	<i>Suillus viscidus</i> (L.) ROUSSEL	
Hallimasch	<i>Armillaria</i> ssp.	
Hexenbesen an Birke	<i>Taphrina betulina</i>	
Hexenröhrling	<i>Suillellus luridus</i> (SCHAEFF.) MURRILL	
Kiefernfeuerschwamm	<i>Phellinus pini</i> Thore FR.	
Lärchenschütte	<i>Mycosphaerella laricina</i>	
Mehräsling	<i>Clitopilus prunulus</i> (SCOP.: FR) P. KUMM	
Nectria-Krebs der Rotbuche	<i>Nectria ditissima</i>	
Petrakia-Blattbräune an Ahorn	<i>Petrakia echinata</i>	
Phytophthora-Wurzelhalsfäule	<i>Phytophthora alni</i> BRAISIR & S.A. KIRK	
Rostige Douglasienschütte	<i>Rhabdocline pseudotsugae</i> SYD.	
Rotpustelkrankheit	<i>Nectria cinnabarina</i> (TODE) FR.	
Rußige Douglasienschütte	<i>Phaeocryptopus gäumannii</i> (ROHDE)	

Artenliste

	Deutscher Name	Wissenschaftlicher Name
Pilze	Rußrindenkrankheit	<i>Cryptostroma corticale</i> ; Syn.: <i>Coniosporium corticale</i>
	Spangrüner Kiefernreizker	<i>Lactarius semisanguifluus</i> R. HEIM & LECLAIRE
	Teerfleckenkrankheit	<i>Rhytisma acerinum</i> (PERS.) FR.
	Verticillium-Welke	<i>Verticillium dahliae</i> KLEB.
	Weinroter Kiefernreizker	<i>Lactarius sanguifluus</i> (PAULET) FR.
	Weißtannen-Risspliz	<i>Inocybe queleti</i>
	Weißtannen-Rötling	<i>Entoloma venosum</i>
	Zitronengelber Grubiger Weißtannenmilchling	<i>Lactarius intermedius</i>
	Zunderschwamm	<i>Fomes fomentarius</i> (L.: FR) J. J. KICKX
Bakterien	Eschenkrebs-Bakterium	<i>Pseudomonas syringae</i> VAN HALL
	Feuerbakterium	<i>Xylella fastidiosa</i> WELLS et al.

Bildnachweis

4028mdk09 [CC BY-SA 3.0]: Wikimedia Commons: Seite 96

Markus Blaschke: Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft: Seite 48

Nicole Burgdorf: Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft: Seite 76

Firmafotografen: www.istockphoto.com: Seite 27

H.-J. Fünfstück: www.5erls-naturfotos.de: Seite 36

Philipp Gilbert: Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft: Seite 76

K.-U. Häbler: www.fotolia.com: Seite 88

Bruce Watt: University of Main, Bugwood.org: Seite 52

Sepp Keller: Pilzverein Region Baden: Seite 40

Antagain: www.istockphoto.com: Seite 84

Heike Lenz: Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft: Seite 80

Boris Mittermeier: Amt für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, Krumbach: Seite 68

Ralf Petercord: Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft: Seite 56

Ralf Rosin: Holzforschung München: Seite 27, 35, 39, 43, 47, 51, 55, 59, 63, 67, 71, 75, 79, 83, 87, 91, 95

Thorben Wengert: www.pixelio.de: Seite 25

Angelika Wolter: www.pixelio.de: Seite 58