

LWF

Wissen

69

Beiträge zur Europäischen Lärche

BAYERISCHE
FORSTVERWALTUNG




ZENTRUM WALD FORST HOLZ
WEIHENSTEPHAN

Berichte der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft

**Beiträge zur
Europäischen Lärche**

Impressum

ISSN 0945-8131

Alle Rechte vorbehalten. Nachdruck, auch auszugsweise, sowie fotomechanische und elektronische Wiedergabe nur mit Genehmigung des Herausgebers. Insbesondere ist eine Einspeicherung oder Verarbeitung der auch in elektronischer Form vertriebenen Broschüre in Datensystemen ohne Zustimmung des Herausgebers unzulässig.

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
Fax: +49 (0) 81 61/71-4971
poststelle@lwf.bayern.de
www.lwf.bayern.de

Verantwortlich

Olaf Schmidt, Leiter der Bayerischen
Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft

Redaktion und Schriftleitung

Tobias Bosch, Anja Hentzschel-Zimmermann

Gestaltung

Christine Hopf

Titelfoto

Ottmar Holdenrieder

Druck

Bosch-Druck GmbH, Landshut

Auflage

800 Stück

Copyright

© Bayerische Landesanstalt
für Wald und Forstwirtschaft
Oktober 2012

Schutzgemeinschaft
Deutscher Wald



Vorwort

2012 ist die Europäische Lärche zum Baum des Jahres gewählt worden. Zu diesem Anlass veröffentlicht die Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft diese Ausgabe von LWF Wissen, um einen Überblick über die Europäische Lärche zu geben. Wir geben diesen Lärchenbericht auch deswegen heraus, da in Deutschland nur Bayern über natürliche Lärchenvorkommen verfügt.

Jeder kennt die leuchtend goldgelbe Farbe im Herbst, wenn die Lärche ganze Bergkämme erstrahlen lässt. Als einzige heimische Nadelbaumart verliert sie ihre Nadeln und beeindruckt uns bei herbstlichen Wanderungen in den Alpen mit ihrem farbigen Kleid. Im Frühjahr zeigt die Lärche eine weitere Besonderheit: ihre Kurztriebe – kleine leuchtend grüne Nadelbüschel, so weich, dass sie eher an Blätter erinnern.

Sehr interessant ist das wertvolle Holz, das vor allem dort verwendet wird, wo es nass werden kann und wo es trotzdem lange haltbar sein soll. Eine typische Holzart für Wassereinbauten, Fenster oder Dachschindeln. Viele Gebäude im Gebirge, vor allem die Almhütten, sind aus jahrhundertealten Lärchenstämmen und die Gebäude stehen heute noch! Aber auch das Lärchenharz war seit Jahrhunderten ein wichtiger Rohstoff und wurde früher als Heilmittel verwendet.

Spezialisiert auf frostige Winter ist die Lärche vor allem in den Zentralalpen konkurrenzstark und bildet dort mit der Zirbe die Waldgrenze. In Deutschland kommt sie natürlicherweise nur in Berchtesgaden und im Werdenfelser Land vor. Heute wird sie weit über ihr natürliches Areal hinausgehend forstlich angebaut. Als Hochgebirgsbaumart wird sie im Hinblick auf den Klimawandel als Alternative im Waldbau keine gewichtige Rolle spielen. Beim forstlichen Anbau der Lärche spielen die Herkünfte eine große Rolle, da die Anfälligkeit gegenüber dem Lärchenkrebs variiert.

Den Autoren dieses Heftes darf ich an dieser Stelle für die interessanten und umfassenden Beiträge zur Europäischen Lärche herzlich danken. Teilweise wurden die Artikel als Vorträge auf der gemeinsam von SDW und LWF veranstalteten Tagung am 20.10.2012 in Kelheim gehalten. Für die gute Zusammenarbeit danke ich auch der SDW LV Bayern, dem Forstbetrieb Kelheim der BaySF und der Waldbauernschule Goldberg herzlich.



Olaf Schmidt
*Präsident der Bayerischen Landesanstalt
für Wald und Forstwirtschaft*



Inhaltsverzeichnis

Impressum	2
Vorwort	3
Inhaltsverzeichnis	5
Die Europäische Lärche – Taxonomie, Verbreitung, Morphologie	7
Gregor Aas	
Eine Lärche kommt selten allein – Lärchen-Zirbenwälder der Alpen	13
Kristine Koch und Helge Walentowski	
Die Europäische Lärche im Klimawandel	19
Wolfgang Falk, Ute Bachmann-Gigl und Christian Kölling	
Forstliches Vermehrungsgut und Genetik der Europäischen Lärche	28
Monika Konnert, Ralph Jenner und Alexander Nickl	
Die Lärche im Bayerischen Staatswald	34
Walter Falzl und Stephan Breit	
Wachstum der Lärche in Bayern	39
Hans-Joachim Klemmt, Michael Neubert und Wolfgang Falk	
Fraßschäden durch Insekten an der Lärche	46
Martina Weber, Manuela Wolf, Julia Zeitler und Ralf Petercord	
Der Lärchenkrebs – die schwerwiegendste Erkrankung der Lärche	56
Ralf Petercord und Ludwig Straßer	
Pilze und Insekten an der Lärche	60
Markus Blaschke, Alexandra Nannig und Heinz Bußler	
Das Holz der Lärche – Eigenschaften und Verwendung	65
Dietger Grosser und Gabriele Ehmcke	
Die Sudetenlärche	72
Otto Bauer	
Von zartgrün bis goldfarben	76
Walter Schulz	
Vom Lärchenharz zum Terpentin bis Lärchenöl	79
Norbert Lagoni	
Urlärchen – aus der Römerzeit?	82
Hubert Rößner	
Die Lärche	84
aus E.A.Rossmässler, Der Wald, 1863	
Kästen, Lyrisches zur Europäischen Lärche	17, 45, 54, 59, 64, 71, 75
Bäume des Jahres	85
Anschriften der Autoren	86

Die Europäische Lärche – Taxonomie, Verbreitung, Morphologie

Gregor Aas

Schlüsselwörter: *Larix decidua*, *Larix kaempferi*, Taxonomie, Ökologie, Sprossmorphologie, Kronenarchitektur

Zusammenfassung: Die Europäische Lärche (*Larix decidua*) ist disjunkt verbreitet. Das größte zusammenhängende Areal sind die Alpen (insbesondere die Zentralalpen), daneben gibt es isolierte Teilareale in Osteuropa. Die ausgeprägte Gliederung des Sprosssystems in Kurz- und Langtriebe ermöglicht Lärchen eine flexible Kronenarchitektur und eine hohe Fähigkeit zur Regeneration. Neben *Larix decidua* hat die Japanische Lärche (*Larix kaempferi*) in Mitteleuropa forstliche Bedeutung.

Die Gattung *Larix*

Zur Koniferen-Gattung *Larix* (Lärche) aus der Familie der Kieferngewächse (*Pinaceae*, Unterfamilie Lärchen-ähnliche, *Laricoideae*) gehören zehn Baumarten (Farjon 2010, Tabelle 1), die in der kalt-gemäßigten Zone der nördlichen Halbkugel, vorwiegend in Gebirgen, verbreitet sind. Drei *Larix*-Arten kommen in Nordamerika vor, sechs in Sibirien, Ostasien und dem Himalaja und eine, die Europäische Lärche (*Larix decidua*), in Eu-

ropa. Neben dieser hat in Mitteleuropa nur noch die Japanische Lärche (*Larix kaempferi*) forstliche Bedeutung, während von den anderen Arten nur selten Individuen in Parks oder botanischen Sammlungen zu finden sind. Lärchen sind sommergrün und morphologisch durch einen ausgeprägten Dimorphismus im Sprossystem gekennzeichnet (Abbildung 3 und Abbildung 4). Die weichen Nadeln stehen an Langtrieben spiralgig, an den mehrjährigen Kurztrieben in dichten Büscheln.

Verbreitung und Ökologie von *Larix decidua*

Die Europäische Lärche kommt von Natur aus in mehreren geografisch getrennten Teilarealen vor. Das größte zusammenhängende Verbreitungsgebiet sind die Alpen, wobei sie in den Westalpen nur in zentralalpinen Gebieten vorkommt (Abbildung 1), in den Ostalpen hingegen vermehrt auch in den niederschlagsreichen Randalpen bis in den Wienerwald. Isoliert vom Alpenraum gibt es im östlichen Europa Lärchenvorkommen in den West-, Ost- und Südkarpaten, in den Sudeten (Gesenke und Altvater) und in der Weichselniederung Polens.



Abbildung 1: Lärchenbestand im Herbst in Sils, Graubünden
(Foto: O. Holdenrieder)

Wissenschaftlicher Name	Trivialname	Verbreitung
<i>Larix occidentalis</i>	Westamerikanische Lärche, engl. Western Larch	nordwestliches Nordamerika
<i>Larix lyallii</i>	Rocky Mountains Lärche, engl. Subalpine Larch	nordwestliches Nordamerika
<i>Larix laricina</i>	Amerikanische Lärche, engl. Tamarack	boreales Nordamerika
<i>Larix kaempferi</i>	Japanische Lärche	Japan
<i>Larix gmelinii</i>	Dahurische Lärche	Ostasien
<i>Larix mastersiana</i>		China (Sichuan)
<i>Larix potaninii</i>	Chinesische Lärche	China, Nepal
<i>Larix griffithii</i>	Sikkim-Lärche	Ost-Himalaja, China
<i>Larix sibirica</i>	Sibirische Lärche	Sibirien, China
<i>Larix decidua</i>	Europäische Lärche, engl. European Larch	Europa

Tabelle 1: Die Arten der Gattung *Larix*
(verändert nach Farjon 2010)



Abbildung 2: Alte und mächtige, mehrstämmige Lärche in Lavin, Graubünden (Foto: O. Holdenrieder)



Abbildung 3: Ältere Kurztriebe von *Larix decidua*
(Foto: G. Aas)

Das stark disjunkte Areal hat zur Ausbildung geographischer Rassen geführt, die sich in morphologischen und ökophysiologischen Merkmalen unterscheiden (z. B. Wüchsigkeit, Wuchsform, Anfälligkeit gegenüber Krankheiten). Früher hat man diese Klimarassen als die Unterarten Alpenlärche (*L. decidua* ssp. *decidua*), Sudetenlärche (ssp. *sudetica*), Karpatenlärche (ssp. *carpatica*) und Polenlärche (ssp. *polonica*) unterschieden. Nach neuerer Auffassung (Farjon 2010) unterteilt man die Art nur noch in die drei Varietäten *L. decidua* var. *decidua*, var. *carpatica* und var. *polonica*.

Larix decidua ist eine sehr lichtbedürftige, aber extrem frostharte und in der Jugend raschwüchsige Pionierbaumart. In den Alpen ist sie Wald bildend nur im Bereich eines kontinental getönten Klimas. Hier bildet sie in der subalpinen Stufe bis an die Waldgrenze reine Bestände oder wächst zusammen mit *Pinus cembra* und *Picea abies*. Optimal gedeiht sie auf tiefgründigen frischen, gut durchlüfteten, basenreichen Lehm- und Tonböden; häufig besiedelt sie als Pionier flachgründige Standorte und Rohböden. Die Höhenverbreitung sinkt im Alpenraum von West nach Ost und von den Inner- zu den Randalpen. Im schweizerischen Wallis, im Engadin und den Tiroler Alpen kommt sie bis auf etwa 2.300 m (als Strauch auch höher), am Ostalpenrand hingegen nur bis etwa 1.600 m vor.



Abbildung 4: Kurz- und Langtriebe von *Larix decidua*; Langtriebe werden bevorzugt an der Spitze von Zweigen gebildet. (Foto: G. Aas)

Größere natürliche Lärchenbestände gibt es in Deutschland nur auf kleiner Fläche im hochsubalpinen Lärchen-Zirbenwald in den östlichen bayerischen Alpen (Berchtesgadener und Werdenfeller Land) (Ewald, WINALP). Außerhalb ihres Areals werden Lärchen aber in ganz Mitteleuropa forstlich angebaut. In Deutschland beträgt ihr Anteil (inklusive der Japanischen Lärche) an der gesamten Waldfläche 2,8% (Bundeswaldinventur 2002). In Bayern ist die waldbauliche Bedeutung der Lärche mit einem Flächenanteil von 2,0% geringer als in den meisten anderen Bundesländern (z. B. Schleswig-Holstein 7,6%, Hessen 4,8%, Niedersachsen 4,7%).

Steckbrief Europäische Lärche (*Larix decidua*)

Gestalt: Bis 30 m (max. bis 54 m) hoher Baum, Brusthöhendurchmesser (BHD) bis 2,4 m; Krone zunächst kegelförmig mit durchgehendem Stamm, Äste in unregelmäßigen Etagen, im Alter Krone oft unregelmäßig und mehrwipfelig; bei Alpenlärchen häufig der untere Stammteil gebogen (Säbelwuchs)

Triebe: Lang- und Kurztriebe; Langtriebe kahl, gelbbraun, durch die leistenartig herablaufenden Nadelkissen gerieft

Knospen: Halbkugelig, mit wenigen Schuppen, nur die Endknospe etwas harzig

Nadeln: Weich, hellgrün, im Herbst goldgelb, dann abfallend; 2–4 cm lang und 1–2 mm breit; an Langtrieben einzeln in spiraliger Anordnung, an Kurztrieben in Büscheln zu 20–40 (60)

Rinde: Bei jungen Bäumen glatt, frühe Bildung einer graubraunen, oft rötlich gefleckten, tief gefurchten, im Alter bis 10 cm dicken, schuppig abblätternden Borke

Blüten: April – Mai; einhäusig verteilt; windbestäubt; männliche und weibliche Blüten am gleichen Zweig aus vorjährigen oder älteren Kurztrieben; männliche Blüten gelblich, eiförmig-kugelig, 1–1,5 cm lang, nach unten gekrümmt; weibliche Blütenstände 1–1,5 cm lang, aufrecht, mit roten (selten grünlichen) Deckschuppen und kleineren Samenschuppen

Zapfen und Samen: Zapfen ± aufrecht, eiförmig, 2–4 cm lang, meist zimtbraun; Deckschuppen zwischen Samenschuppen hervorragend; Zapfen nach Samenfall oft jahrelang am Baum; Samenreife im Herbst des Blühjahres, Zapfen öffnen sich oft erst im folgenden Frühjahr; Samen klein, 3–5 mm lang, dreieckig, dickschalig, mit dem Flügel verwachsen; Windverbreitung

Höchstalter: Bis etwa 1.000 Jahre

Chromosomenzahl: $2n = 24$

Bewurzelung: Anfänglich Pfahlwurzel, später kräftiges und meist tief reichendes Herzwurzelsystem

Spross- und Blütenbildung

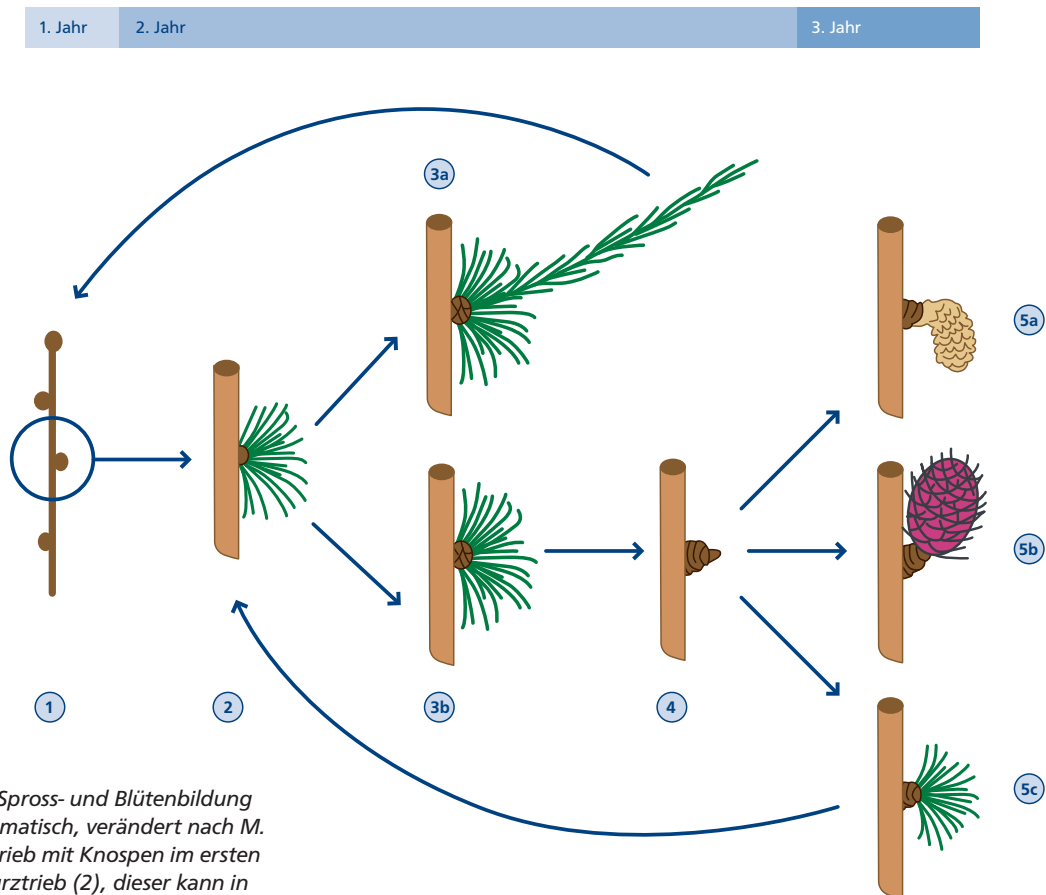


Abbildung 5: Spross- und Blütenbildung bei Larix (schematisch, verändert nach M. Sieber). Langtrieb mit Knospen im ersten Winter (1); Kurztrieb (2), dieser kann in der gleichen Vegetationszeit zum Langtrieb auswachsen (3a) oder Kurztrieb bleiben (3b); Kurztrieb im Winter des zweiten Jahres (4), der im kommenden Frühjahr eine männliche Blüte (5a), einen weiblichen Blütenstand (5b) oder wieder einen benadelten Kurztrieb bilden kann (5c); dieser kann sich dann wieder wie (2) verhalten.

Flexible Kronenmorphologie als Überlebensstrategie

Basierend auf der Differenzierung des Sprosssystems in Lang- und Kurztriebe haben Lärchen eine charakteristische Verzweigungs- und Kronenmorphologie, die es ihnen ermöglicht, rasch und flexibel auf Umweltbedingungen und Störungen zu reagieren. An den diesjährigen Langtrieben werden in der ersten Vegetationsperiode Knospen gebildet. Diese treiben im nächsten Frühjahr zunächst immer zu benadelten Kurztrieben aus (Abbildung 5), von denen ein Teil noch im gleichen Frühjahr, drei bis sechs Wochen nach dem Austrieb, zu benadelten Langtrieben (Abbildung 4) auswachsen kann, während die restlichen Kurztriebe die gesamte

Vegetationszeit im Kurztriebstadium verbleiben (Abbildung 3). Nach der Winterruhe treiben am mittlerweile zweijährigen Holz die meisten Kurztriebsknospen wieder zu Nadel-Kurztrieben aus, auch hier wieder mit der Option nach einer kurzen Pause Langtriebe zu bilden. Ein Teil der Kurztriebsknospen kann ab diesem Alter aber auch anstelle eines benadelten Kurzsprosses männliche Blüten oder weibliche Blütenstände hervorbringen (Abbildung 6). Männliche Blüten fallen nach dem Stäuben ab, die weiblichen Zapfen (Abbildung 7 und Abbildung 8) nach der Samenreife. In beiden Fällen ist aber der Kurztrieb durch die Blüte verbraucht und fällt für die weitere Bildung von Sprossen aus. Eine starke Blüte des Baumes geht somit zu Lasten photosynthetisch aktiver Nadelmasse. Dies kann die Lärche aber bis ins hohe Alter rasch kompensieren, indem sie vermehrt aus Kurztrieben frische Langtriebe bildet mit vielen Knospen als Voraussetzung für neue, dicht benadelte Kurztriebe.

Kurztriebe können bis zu 30 (max. 45) Jahre alt werden (Abbildung 3), schließen jedes Jahr mit einer End-



Abbildung 6: Weiblicher Blütenstand (links) und männliche Blüte von *Larix decidua* (Foto: G. Aas)

knospe ab und können daraus Jahr für Jahr einen Büschel Nadeln bilden. Die Langtriebbildung ist ausgeprägt akroton (spitzenwärts) gefördert, das heißt, je näher sich ein Kurztrieb zur jeweiligen Sprossspitze befindet, um so wahrscheinlicher wird er zum Langtrieb und desto stärker ist sein Längenwachstum. So werden die Endknospen an der Spitze eines Zweiges am häufigsten zu Langtrieben, während Triebe im mittleren und basalen Teil einer Sprossachse, insbesondere im Kroneninneren, am längsten im Kurztriebstadium verharren. Langtriebe bilden sich deshalb bevorzugt an der Peripherie der Krone und im Wipfelbereich, was zu einer raschen Vergrößerung der Krone und vor allem in der Jugend zu stärkerem Höhenwachstum führt.

Verliert eine Lärche Äste oder gar einen Teil der Krone, was insbesondere im Gebirge durch Sturm, Blitz und Steinschlag oft der Fall ist, so kann sie diesen Verlust viel schneller als eine Fichte oder Kiefer durch vermehrte Langtriebbildung kompensieren. Dabei kommt ihr zugute, dass Kurztriebe noch im hohen Alter zu Langtrieben auswachsen können, und dass aus schlafenden (proventiven) Knospen Ersatztriebe (Wasserreiser) an Stamm und Ästen gebildet werden können. Die Lärche verfügt dadurch über eine ungewöhnlich flexible Verzweigungsmorphologie und Kronenarchitektur, eine wesentliche Voraussetzung für das Überleben an Grenzstandorten des Baumwachstums im Hochgebirge. Nur so können Lärchen unter extremsten Wachstumsbedingungen ungewöhnlich alt werden (Abbildung 2). Nachgewiesen sind Höchstalter von 850 Jahren („Ultnern Urlärchen“ in Südtirol, Löscher und Oberhuber 2005) und von 980 Jahren (The Gymnosperm Database), nicht aber Angaben, wonach Lärchen bis 2.000 Jahre alt werden können.

Häufiger Fremdländer: Japanische Lärche

Neben der Europäischen Lärche wird in Mittel- und vor allem in Westeuropa häufig die Japanische Lärche (*Larix kaempeferi*, syn. *L. leptolepis*, Abbildung 9 und Abbildung 10) angebaut, die 1861 nach Europa eingeführt wurde. Von Natur aus ist die Japan-Lärche ein wichtiger Waldbaum in höheren Gebirgslagen (1.100–2.700 m)



Abbildung 7: Zapfen von *Larix decidua* vor der Samenreife (Foto: G. Aas)



Abbildung 8: Zapfen sind Sprosse, was man daran erkennen kann, dass sie gelegentlich an ihre Spitze als benadelte Triebe weiter wachsen. In der Regel sterben diese bei der Samenreife ab. (Foto: G. Aas)



Abbildung 9: Spross mit Kurztrieben der Japanischen Lärche; die junge Rinde ist im Unterschied zur Europäischen Lärche rotbraun. (Foto: G. Aas)



Abbildung 10: Zapfen der Japanischen Lärche; die Samenschuppen sind im Unterschied zur Europäischen Lärche nach außen umgebogen. (Foto: G. Aas)

Merkmal	<i>Larix decidua</i>	<i>Larix kaempferi</i>
Habitus	Seitenzweige ± schlaff von den Ästen hängend	Seitenzweige von den Ästen ± abstehend
Rinde junger Triebe	gelbbraun	rotbraun, oft mit bläulichem Wachsbelag
Nadeln	hellgrün	bläulich grün
Zapfenschuppen	Rand nicht umgebogen	Rand nach außen umgebogen
Samen	dickschalig	dünnschalig (mit Daumnagel zerdrückbar)

Tabelle 2: Morphologische Unterschiede zwischen der Europäischen (*Larix decidua*) und der Japanischen Lärche (*Larix kaempferi*)

der Insel Hondo mit atlantisch geprägtem Klima und daher für den forstlichen Anbau in Europa nur in ausreichend humiden, vor allem küstennahen Gebieten geeignet. Hybride der Europäischen und Japanischen Lärche (Unterscheidungsmerkmale in Tabelle 2) (*Larix x eurolepis*) werden bei uns gezielt angebaut oder treten, dort wo beide miteinander wachsen, spontan auf.

Literatur

Ewald, J.: mündliche Mitteilung

Farjon, A. (2010): A Handbook of the World's Conifers. Vol. I. Brill, Leiden, Boston. 526 S.

Lösch, B.; Oberhuber, W. (2005): Das Alter der „Ultner Urlärchen“ und der Lärchen oberhalb der Pichl-Alm am Klapfberg. Der Schlern 79, S. 26–37

Sieber, M.: (unveröffentlicht)

The Gymnosperm Database: www.conifers.org/pi/Larix_decidua.php

WINALP: <http://arccgisserver.hswt.de/winalp>

Zoller, H. (1981): *Larix*. In Hegi, G.: Illustrierte Flora von Mitteleuropa. Band I, Teil 2, 3. Auflage, S. 63–71

Keywords: *Larix decidua*, *Larix kaempferi*, taxonomy, ecology, shoot morphology, crown architecture

Summary: The genus *Larix* comprises ten deciduous tree species in the northern hemisphere. The autochthonous *Larix decidua* (European Larch) is found throughout the Alps (mainly in central parts) and in disjunct areas in several regions of Eastern Europe. Shoots of larch are clearly separated into short and long shoots, allowing a flexible crown architecture and a high ability for regeneration. Japanese Larch (*Larix kaempferi*) is an introduced forestry species in Central Europe.

Eine Lärche kommt selten allein – Lärchen-Zirbenwälder der Alpen

Kristine Koch und Helge Walentowski

Schlüsselwörter: Lärche, Zirbe, Waldgrenze, Waldgesellschaft, Alpen, NATURA2000

Zusammenfassung: Die Lärche (*Larix decidua* subsp. *decidua*) ist ein Charakterbaum der Alpen. Am häufigsten begegnet sie uns in der subalpinen Stufe der kontinentalen Zentralalpen. Dort bildet sie mit der Zirbe (*Pinus cembra*) den Silikat-Lärchen-Zirbenwald. Gemeinsam trotzen sie dem extremen Klima an der Waldgrenze. Bei ähnlichen klimatischen Bedingungen kommt dieses Duo auch in den nördlichen Kalkalpen vor (Karbonat-Lärchen-Zirbenwald). Heutige Lärchen-Zirbenwälder sind meist stark durch Weide- und Holznutzung geprägt, teilweise sogar degradiert. Die Lärche ist selten in reinen Beständen zu finden, umso häufiger aber auf Flächen mit größeren Störungen. In fast allen Waldgesellschaften der Alpen dient sie als Pionierbaumart.

Sieht man in den Alpen eine Lärche, so handelt es sich um die Europäische Lärche (*Larix decidua* subsp. *decidua*). Sehr nahe verwandte Kleinarten wachsen zum Beispiel in der Tatra und in den Sudeten (siehe S. 72 „Die Sudetenlärche“). Nur die Europäische Lärche vermag es, reine Lärchenwälder zu bilden. Allerdings wächst sie am häufigsten in Gesellschaft der Zirbe (*Pinus cembra*). Gemeinsam trotzen sie den harschen klimatischen und edaphischen Bedingungen an der Waldgrenze. Beide Baumarten haben unterschiedliche Strategien gefunden, wie sie die frostigen Winter und die extreme Sonneneinstrahlung im Sommer überstehen (Ellenberg 1996).

Als Pionierbaumart kommt die licht- und raumbedürftige Lärche überall dort vor, wo größere Störungen den Mineralboden freigelegt haben und genügend Licht vorhanden ist. Junge Hochgebirge wie die Alpen zeichnen sich durch eine hohe Störungsfrequenz aus. Immer wieder kommt es zu größeren Bodenrutschungen, Sturmwürfen und Lawinenabgängen. Damit werden optimale Bedingungen für die Verjüngung der Lärche geschaffen und sie kann sich in allen Höhenstufen und Waldgesellschaften in der Pionierphase von Beständen einfinden.

Mit zunehmender Strahlungsintensität und Nähe zur Waldgrenze nimmt die natürliche Konkurrenzkraft der Lärche gegenüber anderen Baumarten zu. Ihr Hauptareal befindet sich in den Zentralalpen, wo sie hauptsächlich mit der Zirbe Silikat-Lärchen-Zirbenwälder bildet. In ihrem Arealrand wächst sie an schroffen, unwirtlichen Steilhängen der montanen und subalpinen Stufe sowie auf skelettreichen Humuskarbonatböden der subalpinen Stufe. Sie kommt daher auch in den Bayerischen Kalkalpen vor (Ozenda 1988).

Silikat-Lärchen-Zirbenwälder der Zentralalpen

Das kontinentale Extremklima der Zentralalpen mit sehr frostigen, schneearmen Wintern und warmen, strahlungsintensiven und trockenen Sommern behagt der Lärche mehr als anderen Baumarten, wodurch sie einen Konkurrenzvorsprung hat. Auf silikatischem Ausgangsgestein der hochsubalpinen Stufe vergesellschaftet sie sich mit der Zirbe, in tieferen Lagen kommt die Fichte hinzu (Klosterhuber et al. 2011) (Abbildung 1).



Abbildung 1: Pionierphase des tiefsubalpinen Fichten-Lärchen-Zirbenwaldes mit dominierender Lärche im Martelltal, Südtirol (Foto: K. Koch)

Als einzige Nadelbaumart, die ihre Nadeln im Winter verliert, toleriert die Lärche ohne schützende Schneedecke Minusgrade bis unter -30°C . Auch die Zirbe ist gegen das extreme Klima der kontinentalen Zentralalpen in der subalpinen Stufe gewappnet. Durch die Viskosität ihres Zellplasmas friert das Zellinnere der Nadeln nicht, sondern erstarrt. Die Frosthärte der Zirbe nimmt im Herbst mit abnehmender Temperatur zu und schützt die Zellen vor dem Erfrieren bei Temperaturen bis zu -40°C . Gegen Frosttrocknis hilft eine dicke Kutikula, die allzu starke Transpiration verhindert. Trotzdem verliert die Zirbe im Winter Wasser. Mit ihren langen Wurzeln, die bis in den nicht gefrorenen Unterboden reichen, kann sie diesen Verlust aber kompensieren (Ehlenberg 1996).

Allen Lärchen-Zirbenwäldern gemein ist eine Kleinstrauchschicht. Heidel-, Preisel- und Rauschbeere (*Vaccinium myrtillus*, *Vaccinium vitis-idaea*, *Vaccinium uliginosum*) gedeihen auf sauren Böden und in den relativ lichten Bestandsstrukturen besonders gut (Willner und Grabherr 2007). Die Lärchen-Zirbenwälder der Zentralalpen auf Silikatgestein beschreibt Oberdorfer (1994) als *Vaccinio-Pinetum cembrae typicum* (Silikat-Lärchen-Zirbenwälder). Er zieht damit in der Namensgebung die in der Schlusswaldgesellschaft herrschende, schattentolerantere Heidelbeere (*Vaccinium myrtillus*) den lichtbedürftigeren Alpenrosen (*Rhododendron spec.*) vor. Die Veränderung in der Bodenvegetation ist durch die zunehmende Beschattung vom Lärchen dominierten Initialwald zum Zirben dominierten Schlusswald verursacht.

Unterschiedliche Standortsbedingungen fördern abweichende Artenzusammensetzungen der Bodenvegetation und veranlassen Oberdorfer (1994), die Silikat-Lärchen-Zirbenwälder pflanzensoziologisch zu unterteilen. In schneereichen Lagen beschreibt er den *Vaccinio-Pinetum cembrae rhododendretosum ferruginei*, in dem vermehrt die Rostblättrige Alpenrose (*Rhododendron ferrugineum*) vorkommt. Hier liegt die Alpenrose im Winter unter einer Schneedecke, die sie vor der hohen Einstrahlung bei gefrorenem Boden schützt. An Steilhängen dominiert vermehrt das Wollige Reitgras (*Calamagrostis villosa*) die Bodenvegetation, da es hier von erhöhter Lichteinstrahlung profitiert. Diese Gesellschaft wird als *Vaccinio-Pinetum cembrae calamagrostietosum villosae* bezeichnet. An der Baumgrenze dominiert die Latsche die Strauchschicht (*Vaccinio-Pinetum cembrae mugetosum*). Zwergwacholder (*Juniperus communis var. saxatilis*) wiederum treten an nordseitigen Hängen hervor und bilden das *Vaccinio-Pinetum cembrae juniperetosum*.

Karbonat-Lärchen-Zirbenwälder der Randalpen

In den Bayerischen Alpen ist die Lärche selten als natürliche Schlusswaldbaumart vorzufinden. Nur an der Waldgrenze Alpen einwärts gelegener, kontinentaler getönter Bergketten dominiert sie gemeinsam mit der Zirbe. In Deutschland gibt es nennenswerte Vorkommen dieser als Karbonat-Lärchen-Zirbenwälder (*Vaccinio-Pinetum rhododendretosum hirsuti*, nach Mayer 1974) beschriebenen Waldgesellschaft (Walentowski et al. 2006) nur in den Berchtesgadener Alpen (Abbildung 2). Sehr kleinflächige und isolierte Vorkommen sind im Mangfallgebirge, in den Chiemgauer Alpen, in den Allgäuer Hochalpen, im Karwendel und im Wettersteinmassiv zu finden.



Abbildung 2: Der Karbonat-Lärchen-Zirbenwald stockt auf einem flachen Karstplateau in den Berchtesgadener Alpen. Die Zirbe ist dominierend; im Unterwuchs *Vaccinium*-Arten. (Foto: B. Reger)

Wie die Lärchen-Zirbenwälder der Inneralpen treten Karbonat-Lärchen-Zirbenwälder nur in Gebieten strahlungsreicher und warmer Sommer in Erscheinung. Diese Bedingungen finden sie vereinzelt auf Hochplateaus der Bayerischen Alpen zwischen 1.650 und 2.000 m ü. NN. Während der Großteil der Nordalpen im Sommer von Wolken bedeckt ist, sind die Gebiete der Lärchen-Zirbenwälder meist wolkenfrei.

Ein weiterer Grund für die Seltenheit beider Arten in den Randalpen ist ihre Anfälligkeit gegenüber Pilzen, die in ozeanisch geprägten Gebieten zu ihrem Ausfallen beiträgt. Die Lärche wird in Gebieten hoher Luftfeuchtigkeit verstärkt von Lärchenschütte (*Mycosphaerella laricina*) und Triebsschädlingen (*Meria laricis*) heimgesucht. Die Zirbe wird in schneereichen Lagen oder Mulden vom Schwarzen und Weißen Schnee-

schimmel (*Hepotrichia juniperi*, *Phacidium infestans*) befallen. Der Weiße Schneeschimmel ist vermutlich die Hauptursache für den Ausfall der Zirbe außerhalb der kontinentalen Alpen.

Im Gegensatz zu ihrem Hauptvorkommen in den inneralpinen Silikatalpen stocken die Lärchen-Zirbenwälder in Bayern auf Kalkgestein. Trotzdem ist der Oberboden relativ sauer. Die kurze Vegetationsperiode der hochsubalpinen Stufe verhindert den Humusabbau, wodurch sich mächtige Schichten aus saurem Tangelhumus bilden. Typische Böden sind Tangel-Rendzinen und Lehm-Rendzinen.

Eine Besonderheit des Karbonat-Lärchen-Zirbenwaldes ist, dass wegen der Tangelhumus-Akkumulation in der

Strauch- und Bodenvegetation Säurezeiger neben Kalkzeigern zu finden sind. Gemeinsam mit der säurezeigenden Rostblättrigen Alpenrose (Abbildung 3) kommen auch Kalkzeiger wie die Bewimperte Alpenrose (*Rhododendron hirsutum*), die Zwergalpenrose (*Rhodothamnus chamaecistus*) und das Blaugras (*Sesleria albicans*) vor. Außerdem ist eine stark entwickelte Moosschicht typisch für diese Waldgesellschaft. Walentowski et al. (2006) unterteilen für Bayern die Bodenvegetation nochmals anhand ihres unterschiedlichen Standortes. Auf mächtigen Tangelhumusböden kommen verstärkt die Säurezeiger der Rentierflechten-, Beerstrauch- und Rippenfarngruppe vor. Auf lehmreicheren Standorten sind vermehrt Grünerle (*Alnus viridis*), Schluchtweide (*Salix appendiculata*) und Arten der Pestwurzgruppe (*Petasites*) zu finden.



Abbildung 3: Rostblättrige Alpenrose in einem durch Weide geprägten hochsubalpinen Silikat-Lärchen-Zirbenwald im Unterengadin (Foto: B. Reger)

Auf Blockstandorten und Steilhängen der Kalkalpen (Abbildung 4) wächst die Lärche kleinflächig in Lärchen dominierten Beständen und bildet dort azonale Dauergesellschaften (*Laricetum asplenietosum* und *Laricetum rhodothamnetosum*). Die Lärche setzt sich auf diesen extrem steinigen Böden gegenüber Tanne, Fichte und Buche bis hinab in die montane Stufe durch. Sie kann die schneearmen Winter, die Flachgründigkeit, und das erhöhte Störungspotential besser tolerieren. Durch ihre dicke Borke ist sie nach Steinschlägen weniger anfällig gegenüber Pilzbefall und ihre Pfahlwurzel schützt sie in längeren Trockenperioden vor dem Austrocknen (Mayer 1974).



Abbildung 4: Die Lärchensteilhangbestockung an einem verkarsteten Steilhang in den Berchtesgadener Alpen hat den durch Schneegleiten typischen Säbelwuchs. (Foto: B. Reger)

Reine Lärchenwälder kommen ansonsten nur in den südlichen Kalkalpen der subalpinen Stufe vor (*Laricetum rhododendretosum hirsuti*). In den durch das mediterrane Winterregengebiet beeinflussten Südketten findet die Lärche optimale Bedingungen, da die Zirbe wegen ihrer Schneepilzanfälligkeit im feuchten Winterhalbjahr und die Fichte wegen der zu langen Sommer-trockenheit aus dem Bestand verschwinden (Mayer 1974).

Entwicklung von Lärchen-Zirbenwäldern

Die natürlichen Lärchen-Zirbenwälder der Nordalpen sind sehr locker aufgebaut, ihr Kronendach schließt sich nie ganz. Sie lassen viel Platz und Licht für Strauchwuchs. Mit zunehmendem Zirbenanteil schließt sich der Kronenraum immer mehr und die Anzahl an Sträu- chern nimmt ab.

Der lockere Aufbau der Bestände setzt sich aus Einzelbäumen und Rotten zusammen. In der hochsubalpinen Form reichen deren Kronen bis zum Boden. Mit zunehmendem Bestandsschluss der Lärchen-Zirbenwälder der tiefsubalpinen Stufe wandert der untere Kronenansatz nach oben, jedoch selten höher als auf die Hälfte der Baumlänge (Autonome Provinz Bozen-Südtirol 2010).

Auch wenn Lärche und Zirbe in der hochsubalpinen Höhenstufe als Hauptbaumarten vorkommen, sind sie dort nicht im Bereich ihres ökologischen Optimums. Lärche und Zirbe vermögen es, den widrigen Klima- bedingungen besser zu trotzen als andere Baumarten. Der lichte Kronenschluss und das langsame Wachstum, das an den kaum sichtbaren Jahrringen erkennbar ist, sind Beweis für ihr Darben. Mit einer Höhe von 10 m an der Waldgrenze der Nordalpen im Vergleich zu 40 m in den Buchenwäldern der submontanen Stufe ist auch das Höhenwachstum der Lärche ein Zeichen der schlechten Wuchsbedingungen (Mayer und Plochmann 1954). Ebenso stößt die Qualität des Holzes in diesen Höhen an ihre Grenzen: Blitzeinschläge, Schneebruch und geringes Wachstum sorgen für knorrige Gestalten mit viel faulem und totem Holz.

Als Pionier ist die Lärche in frühen Phasen des Bestandes dominierend. Die Lärche verjüngt sich optimal, wenn der Boden nur leicht bedeckt ist und sie viel Licht und Platz zum Wachsen hat. Auch eine ausgeglichene Bodenfeuchte trägt zum Gelingen der Verjüngung bei (Mayer und Ott 1991). Im Gegensatz zur Lärche kann die Zirbe mit ihren schweren Samen und ihrer längeren

Keimwurzel auf einer dickeren Humusschicht keimen und sich auch in späteren Bestandsaltern, bei angereicherter Humusaufgabe, verjüngen. Sämlinge der Lärche vertrocknen unter solchen Bedingungen, bevor sie den Mineralboden erreichen und haben es daher schwer, sich im späteren Bestandsalter zu verjüngen.

Trotz der widrigen Standortverhältnisse wird die Lärche im Schnitt zwischen 300 und 400 Jahre alt und wächst der Zirbe zunächst davon. Mit ihrem Höhenwachstum von 1–2 m in 50 Jahren holt die Zirbe die Lärche erst im späten Bestandsalter ein, um dann die Führung zu übernehmen. In der Schlusswaldphase erreicht sie ein Alter von bis zu 1.000 Jahren. Die Phasenfolge von einer Lärchen dominierten Initialphase zu einer von Zirbe beherrschten Schlussphase ist langsam, sie dauert zwischen 200 und 400 Jahre (Ellenberg 1996).

Nutzungsgeschichte der Lärchen-Zirbenwälder

Vor mindestens 2.350 Jahren begann der Mensch mit der Holz- und Weidenutzung in Lärchenwäldern der Zentralalpen. Ähnliches geschah in den Lärchen-Zirbenwäldern der Bayerischen Alpen. Die Lärche wurde als Bauholz geschätzt. Damit wurde sie weniger genutzt als die Zirbe, die als Brennholz diente (Mayer 1954). Besonders in Reichweite der Almen führte dies zu veränderten Vegetationsgesellschaften: Die Lärche wurde gefördert, Zirbe und Fichte wurden verdrängt.

Die Viehwirtschaft verstärkte diesen Trend. Man hob die Fichte in tiefsubalpinen Wäldern aus, weil diese auf Grund ihrer schattenspendenden Krone einer üppigen Grasschicht im Wege standen. Dadurch sorgte man nicht nur für reichlich Viehfutter, sondern auch für die ungehemmte Ausbreitung der Alpenrosenarten. Eigentlich vor allem an der Waldgrenze zu Hause, vermehrten sich diese durch die Auflichtung in der tiefsubalpinen Fichtenstufe. Als Zwischenwirt des Goldschleimes (*Chrysomyxa rhododendri*), der als Goldrost die Fichte schwächt, verursachten die Alpenrosen den Ausfall der Fichte auf den Weideflächen. Es entstanden die so genannten Lärchenwiesen, die sich gut für die Weidewirtschaft eigneten. Erst nach und nach wandert die Fichte wieder in ihr eigentliches Areal zurück.

Auch durch die Beweidung selbst wurde die Lärche gefördert. Das Weidevieh legte durch Trittschäden den Mineralboden frei und schuf somit optimale Keimungsbedingungen für die Pionierbaumart. Die früher für natürlich gehaltenen Lärchenwälder sind somit häufig ein Konstrukt jahrhundertelanger Nutzung der Hochalpen.

Die Menschen degradierten diese Wälder nicht nur, sie zerstörten sie auch. Der hohe Holzbedarf der Salinenwirtschaft wurde durch Kahlhiebe bis hinauf an die Waldgrenze gedeckt. Auf Kahlschlägen kam es zu Humusabbau und Bodenerosion und viele Flächen ehemaliger Lärchen-Zirbenwälder verkarsteten (Mayer 1954). Ein Beispiel hierfür ist das bekannte Karstplateau „Steinernes Meer“ in den Berchtesgadener Alpen, wo noch im Jahr 1930 Lärchen-Zirbenwälder stockten (Walentowski et al. 2006). Ebenso vermutet Rikli (1909), dass entlang der nördlichen Hochalpen ein Gürtel aus Lärchen-Zirbenwald bestand. Er gründet seine Vermutung auf Funde von Zirbenrelikten auf den kahlen Hochplateaus.

Dennoch verursachte der Mensch nicht alleine den Rückgang des Lärchen-Zirben-Gürtels der Nordalpen. Klimaschwankungen veränderten und verändern die Höhe der Waldgrenze und damit die Vorkommen von Lärchen-Zirbenwäldern.

Heutige Nutzung von Lärchen-Zirbenwäldern

Heute dienen Lärchen-Zirbenwälder fast in ihrem gesamten Vorkommen der Alpen als Schutzwald. Auf den Plateaus sind sie ein natürlicher Schutz gegen Humusabbau, Bodenerosion und Verkarstung. An Steilhängen schützen sie vor Steinschlag, Erosion und Lawinenanrissen (Autonome Provinz Bozen-Südtirol 2010). Deshalb werden die Lärchenwälder vielerorts schon längere Zeit geschont.

In Teilen der Zentralalpen haben sich die Zirben so stark regeneriert, dass man versucht, sie wieder zurückzudrängen. Aus Sicht der Forstwirtschaft wird nämlich die Lärche gegenüber der Zirbe bevorzugt. Man versucht die Lärche zu fördern, indem man die betreffenden Bestände mit größeren Hieben verjüngt.



Foto: U. Conrad

Das Lied der Lärche

*Im Traum sah einst ich eine Fichte,
die, mit Schwung die Flügel schlagend,
die Lebenslast geduldig tragend,
mit vergnüglichem Gesichte
dem Wald zum Abschied winkte, flog,
in Kreisen neue Bahnen zog.*

*Im Traum lauscht' ich dem Lied der Lärche.
Es wurzelte in Sehnsucht tief.
Wie es wohl wäre, wenn sie lief,
heraus aus engem Baumgepfirche
ins Weit der saftig grünen Wiesen,
weitab vom Schatten alter Riesen.*

*Im Traum, da können Silberpappeln springen
und Weiden lauschig sanfte Weisen singen.
Die Eichen schunkeln
vertraut im Dunkeln.
Doch atmen muß ein jeder Baum
und leben auch, nicht nur im Traum.*

Arne Bister

In Deutschland zählen subalpine Lärchen-Zirbenwälder zu jenen Biotopen, die nach § 30 BNatSchG geschützt sind. Es ist verboten, sie zu beseitigen oder in irgendeiner Weise zu beeinträchtigen. Außerdem liegen einige Vorkommen im Naturschutzgebiet Allgäuer Hochalpen und im Nationalpark Berchtesgaden, sie genießen daher einen Sonderschutz (Kölling et al. 2002).

Alle in Europa vorkommenden Lärchen-Zirbenwälder fallen unter den im Anhang I der Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie (FFH-Richtlinie) gelisteten Lebensraumtyp 9420 „Alpine Lärchen-Arvenwälder“. Ihre wichtigsten Kernvorkommen sind im europäischen NATURA2000-Schutzgebietsnetz enthalten. Insbesondere in jenen FFH-Gebieten, in denen sie als Schutzgut im Standard-Datenbogen angeführt und in die gebietsweise konkretisierten Erhaltungsziele einbezogen sind, unterliegen sie dem Verschlechterungsverbot. Das heißt, sie dürfen bewirtschaftet werden, ihr Erhaltungszustand in dem jeweiligen FFH-Gebiet darf sich jedoch nicht verschlechtern.

Trotz dieser umfassenden Schutzmaßnahmen werden aber einzelne Lärchen-Zirbenwälder immer wieder beeinträchtigt. Der zunehmende Skitourismus besonders im Bereich der Waldgrenze verringert z. B. den Verjüngungserfolg (Bundesamt für Naturschutz 2012).

Literatur

Autonome Provinz Bozen-Südtirol (2010): Waldtypisierung Südtirol. Band 2: Waldgruppen, Naturräume, Glossar. Abteilung Forstwirtschaft, Amt für Forstplanung.

Bundesamt für Naturschutz (2012): Floraweb. Im Internet unter http://www.floraweb.de/vegetation/pnv/c_index.html.

Ellenberg, H. (1996): Die Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen. 5. Aufl., Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, 1096 S.

Klosterhuber, R.; Hinterer, Ch.; Ellecosta, I. (2011): Exkursion A „Von der Flaumeiche zur Zirbe ins Martelltal“. In: Ewald, J. (Hrsg. 2011): Waldtypen, Vegetation und Klimawandel im Vinschgau, einem inneralpinen Trockental. Exkursionsführer des AFSV.

Kölling, C.; Müller-Kroehling, S.; Walentowski, H. (2002): Gesetzlich geschützte Waldbiotope. Sonderheft des DLV, 40 S.

Mayer, H.; Ott, E. (1991): Gebirgswaldbau. Schutzwaldpflege. 2. Aufl., Elsevier GmbH, München.

Mayer, H.; Plochmann, R. (1954): Natürliche Vorkommen und künstlicher Anbau der Lärche in zwei bemerkenswerten Waldgebieten Südbayerns. Berchtesgadener Land und Frankenjura. Verlag Paul Parey, Hamburg und Berlin, 68 S.

Mayer, H. (1974): Wälder des Ostalpenraums. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, 691 S.

Oberdorfer, E. (1994): Pflanzensoziologische Exkursionsflora, 7. Aufl., Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, 1050 S.

Odenda, P. (1988): Die Vegetation der Alpen. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, 353 S.

Rikli M. (1909): Die Arve in der Schweiz. Neue Denkschrift der schweizerischer Naturfreunde Gesellschaft 44, 455 S.

Tschermak, L. (1935): Die natürliche Verbreitung der Lärche in den Ostalpen. Verlag Julius Springer, Wien, 361 S.

Walentowski, H.; Ewald, J.; Fischer, A.; Kölling, C.; Türk, W. (2006): Handbuch der natürlichen Waldgesellschaften Bayerns. 2. Aufl., Geobotanica Verlag, Freising, 441 S.

Willner, W.; Grabherr, G. (Hrsg., 2007): Die Wälder und Gebüsche Österreichs. Ein Bestimmungswerk mit Tabellen. 1. Textband. Elsevier GmbH, München.

Keywords: European larch, Swiss stone pine, climatic timber line, the Alps, NATURA2000

Summary: European larch appears most often within the subalpine zone of the continental Central Alps. There it forms forest communities with Swiss stone pine. Together they brave the harsh conditions of the timber line zone. When similar climate conditions occur in the calcareous Alps, the two tree species mingle together in the so-called Calcareous-Larch-Stone-pine community. Forest communities with larch only are seldom. They mainly grow in the southeastern Alps. As a pioneer, larch regenerates after disturbances in nearly every forest community in the Alps. Today, most Larch-Stone-pine communities are somehow influenced by former human activities.

Die Europäische Lärche im Klimawandel

Wolfgang Falk, Ute Bachmann-Gigl und Christian Kölling

Schlüsselwörter: Artverbreitungsmodelle, Ökologische Nische, Anbauschwellenwerte

Zusammenfassung: Als typische Gebirgsbaumart mit einem weit in die mitteleuropäischen Mittelgebirge ausgreifenden Anbau gerät die Europäische Lärche durch Klimawandel in erhebliche Bedrängnis. Die erhöhte Anfälligkeit ergibt sich für die gesamte Art, auch Herkünfte aus wärmeren Regionen werden vom Klimawandel betroffen sein. Unsicherheiten der Prognose ergeben sich vor allem aus dem unbekanntem Ausmaß des Klimawandels. Nur bei einer sehr gering ausfallenden Temperaturerhöhung wird der Anbau der Europäischen Lärche außerhalb der Hochgebirge zukünftig erfolgreich sein.

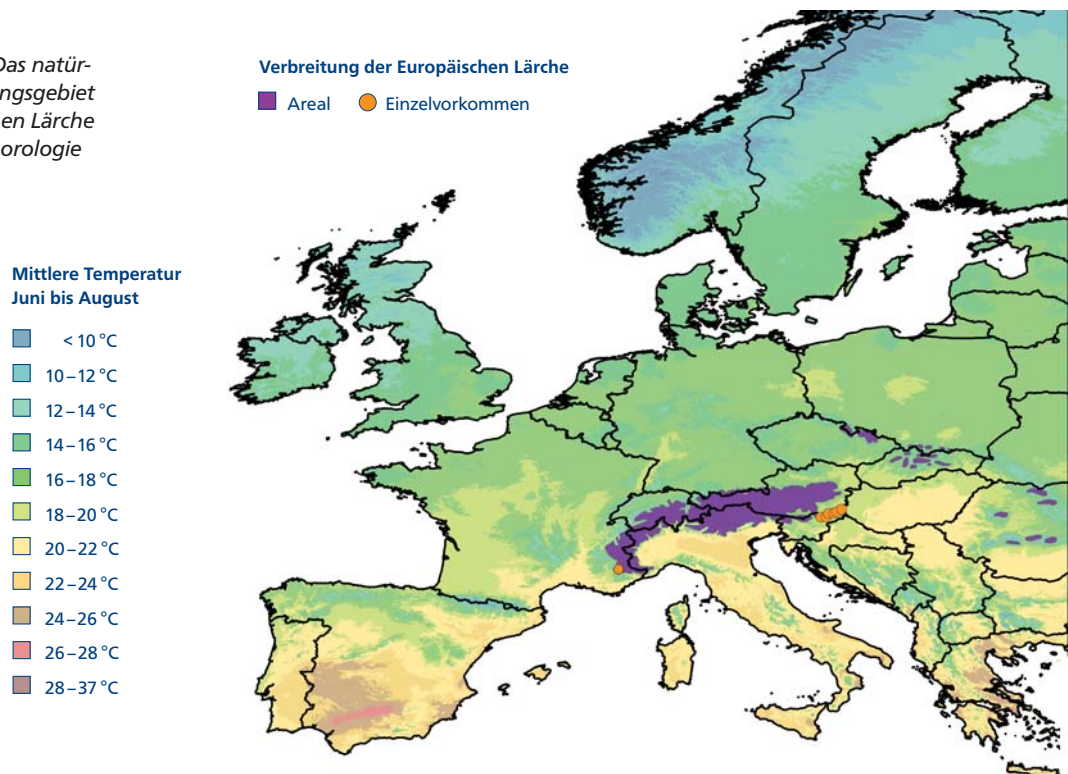
Das natürliche Verbreitungsgebiet der Europäischen Lärche (*Larix decidua* Mill.) ist relativ klein (Geburek 2003, Mayer 1992). Es ist hauptsächlich auf die Alpen und einige isolierte Vorkommen in den Gebirgsstöcken der Karpaten beschränkt (Abbildung 1). Ein weiteres Vorkommen liegt im mährisch-schlesischen Gesenke

im Grenzgebiet zwischen Tschechien und Polen („Sudetendlärche“). Das sehr kleine und fragmentierte, aber angeblich natürliche Vorkommen im polnischen Tiefland zwischen Weichsel und Oder ist in der Arealkarte in Abbildung 1 nicht abgebildet.

Der Anbau der Lärche geht weit über das natürliche Areal hinaus

Aus einer wirtschaftlichen Motivation heraus wird die Europäische Lärche seit Jahrhunderten weit außerhalb des Areals und damit, im Vergleich zu ihren natürlichen Herkünften, in wesentlich wärmeren Regionen angebaut. Die geografische Ausdehnung dieser Anbauten kann aus Abbildung 2 abgelesen werden. Vor allem im mitteleuropäischen Mittelgebirgsraum wurde der Anbau der Baumart ähnlich wie der von Fichte und Kiefer vorangetrieben, wenn auch in geringerem Umfang. Hier wurde die Lärche als wertsteigerndes Mischungselement in Buchenbeständen (Schober 1985) und als Bestandteil von Nadelbaummischbeständen, z. B. in

Abbildung 1: Das natürliche Verbreitungsgebiet der Europäischen Lärche (Quelle: AG Chorologie 2010)

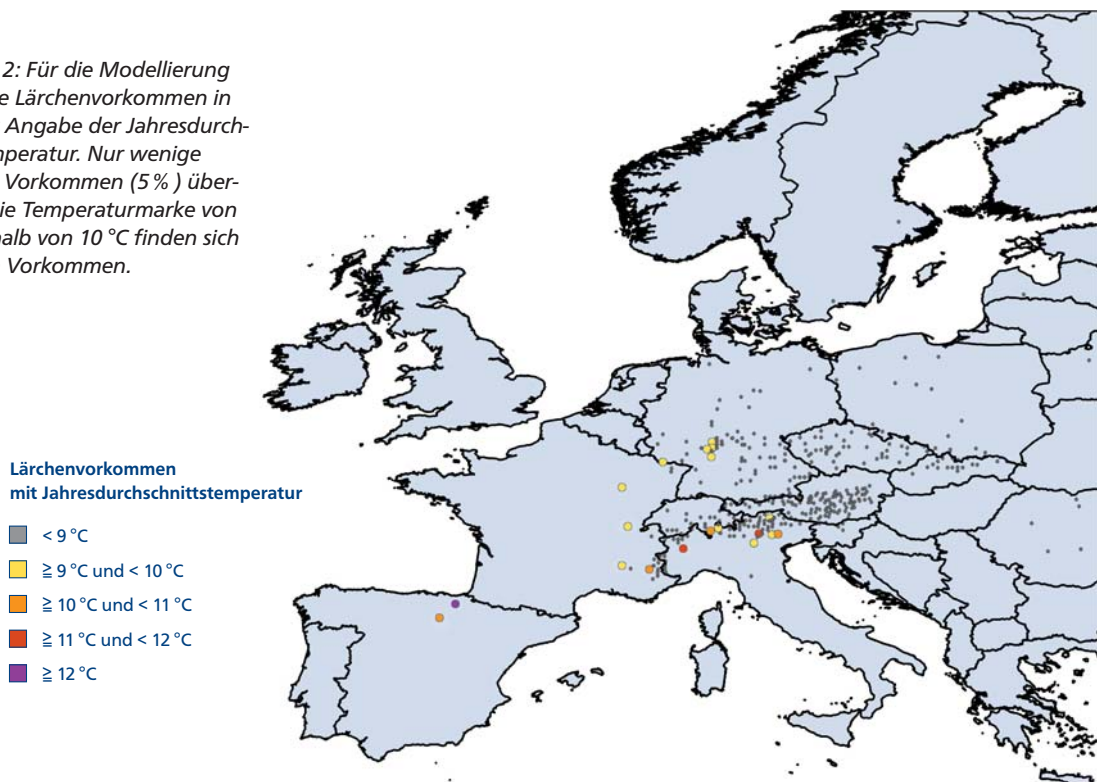


der „Odenwälder Mischsaat“ aus Fichte, Kiefer und Lärche, angebaut. Reinbestände aus Europäischer Lärche wurden extrem selten begründet. Nach der Bundeswaldinventur (BMELV 2007) besitzt die Lärche in Deutschland einen Anteil von nur 2,8% und in Bayern von 2%. Bis auf einige wenige natürliche Vorkommen in den Alpen sind die meisten Europäischen Lärchen in Deutschland künstliche Anbauten. Bei keiner anderen angebaute Wirtschaftsbaumart klaffen das Temperaturspektrum der natürlichen Vorkommen und das der Anbauten so stark auseinander wie bei der Europäischen Lärche. So ist der Anteil der natürlichen Vorkommen zwischen 3 und 4 °C Jahresdurchschnittstemperatur am größten, bei den Anbauten wird das Maximum zwischen 7 und 8 °C erreicht. Wie nur wenige andere Baumarten ist die Europäische Lärche eine typische (Hoch-)gebirgsbaumart, die an eine kurze Vegetationsperiode sowie an lange und schneereiche Winter angepasst ist. Als nadelabwerfende Art erträgt die Europäische Lärche Schnee und ist nicht, wie die nadelerhaltenden Nadelbaumarten, durch Frosttrocknis gefährdet. Die Lärche ist eine typische Pionierbaumart, die aufgelichtete Stellen mit frisch gestörtem Boden besiedelt. Auf Grund der Lichtbedürftigkeit ist die Europäische Lärche relativ konkurrenzschwach und bildet dauerhafte und geschlossene Bestände nur dort, wo die klimatischen Bedingungen Konkurrenten eliminieren.

In den Alpen wächst die Europäische Lärche am besten zwischen 1.400 und 1.500 m, die stärksten Konkurrenten sind dort Fichte und Tanne (Matras und Pâques 2008). Die Europäische Lärche hat eine weite ökologische Amplitude, sie wächst auf unterschiedlichsten Böden und hat geringe Ansprüche an Nährstoff- und Basenversorgung (Englisch et al. 2011). Die besten Wuchsleistungen sind auf tiefgründigen und gut belüfteten Böden zu erwarten, die Lärche wächst aber auch auf flachgründigen, steinigten Böden inklusive kalkreicher Substrate mit einem mittleren Grundwasserniveau (Matras und Pâques 2008). Sie meidet staunasse Böden und nährstoffarme Sande, flachgründige Hanglagen gehören nicht zu ihren bevorzugten Standorten (Karopka und Töpfer 2012). Oberdorfer (1994) nennt noch die Bevorzugung von lufttrockenen Klimlagen. Englisch (2011) bestätigt dies und spricht von einer hohen Anzahl von Strahlungstagen (> 100) bei gleichzeitigem Fehlen von längeren Perioden mit hoher Luftfeuchtigkeit. Diese Vorliebe spricht für eine gewisse Kontinentalität und damit für eine klimatisch bedingte Verbreitungsgrenze. Die Grenzen des Lärchenanbaus sind also insgesamt eher klimatisch verursacht und durch Konkurrenzschwäche als edaphisch bedingt.

Trotz der großen Diskrepanz zwischen der natürlichen Temperaturnische der Baumart und dem Temperaturspektrum der realisierten Anbauten sind Vorkommen

Abbildung 2: Für die Modellierung verwendete Lärchenvorkommen in Europa mit Angabe der Jahresdurchschnittstemperatur. Nur wenige angebaute Vorkommen (5%) überschreiten die Temperaturmarke von 9 °C, oberhalb von 10 °C finden sich kaum noch Vorkommen.



über 9 °C sehr selten. Von den in unseren Untersuchungen einbezogenen 390 aktuellen und potentiellen Vorkommen des Level I-Datensatzes und der Europäischen Vegetationskarte liegen nur 21 (5%) in Klimaregionen mit 9 °C Jahresdurchschnittstemperatur und höher (Abbildung 2). Ab 10 °C finden sich dann nur noch extrem wenige Vorkommen. Die warmen Regionen Europas werden demnach sowohl von den natürlichen Vorkommen als auch von den Lärchenanbauten systematisch gemieden. Tatsächlich treten in den warm-trockenen Teilen des Anbaugebiets vermehrt Schäden z. B. durch Lärchen-Borkenkäfer und Lärchen-Bockkäfer auf. In den wärmeren Regionen ist daneben mit Dürreschäden und bei gleichzeitiger Spätfrostneigung auch mit Pilzerkrankungen wie dem Lärchenkrebs zu rechnen. Obwohl bei der Europäischen Lärche eine sehr starke genetische Differenzierung nach Herkunftsgebieten berichtet wird (Schober 1985, Geburek 2003) ändert dies wenig an der Tatsache, dass die Nische der Art als Ganzes durch hohe Temperaturen begrenzt wird. Selbst die Provenienzen mit dem wärmsten Klima (Polenlärche, Sudetenlärche, Wienerwaldlärche, Tieflagenherkünfte der Alpen) befinden sich unterhalb der genannten Temperaturschwelle. Einige der Herkünfte aus wärmeren Regionen zeichnen sich darüber hinaus durch ausgesprochene Krümmwüchsigkeit aus (Schober 1985).

Das Klima bestimmt Verbreitung und Anbaumöglichkeiten der Europäischen Lärche

Man braucht nur wenig Fantasie, um vom Schicksal der ausgeprägten Gebirgsbaumart Europäischer Lärche im Klimawandel eine Vorstellung zu erhalten. Unter den gegenwärtigen Verhältnissen weisen nur 1 % der Waldfläche Bayerns Temperaturen über 9 °C auf. Nach dem „milden“ Emissionsszenario B1 (Regionales Klimamodell WETTREG, Spek et al. 2007) und einer Erwärmung um durchschnittlich 1,8 °C steigt dieser Anteil auf 72 % an. Aus der Untersuchung der natürlichen und angebauten Lärchenvorkommen Europas (Abbildung 2) wissen wir, dass der Temperaturbereich über 9 °C von der Lärche nur sehr wenig besiedelt wird. Diese allgemeine Erkenntnis erscheint auf den ersten Blick plausibel und intuitiv richtig. Sie muss jedoch durch eine präzisere Bestimmung der für Lärche zuträglichen Klimabedingungen ergänzt werden. Die Jahresdurchschnittstemperatur ist eine relativ grobe und einengende Zusammenfassung des Klimas. Eine bessere Beschreibung gelingt mit den für sich genommenen Sommer- und Wintertemperaturen und dem Sommer-niederschlag. Diese Größen weisen eine enge Verbindung zum Vorkommen der Lärche auf. In Artverbreitungsmodellen wird diese Korrelation modellhaft beschrieben (Franklin 2009, Falk und Mellert 2011, Mellert et al. 2011). Abbildung 3 zeigt die Arbeitsweise eines sol-

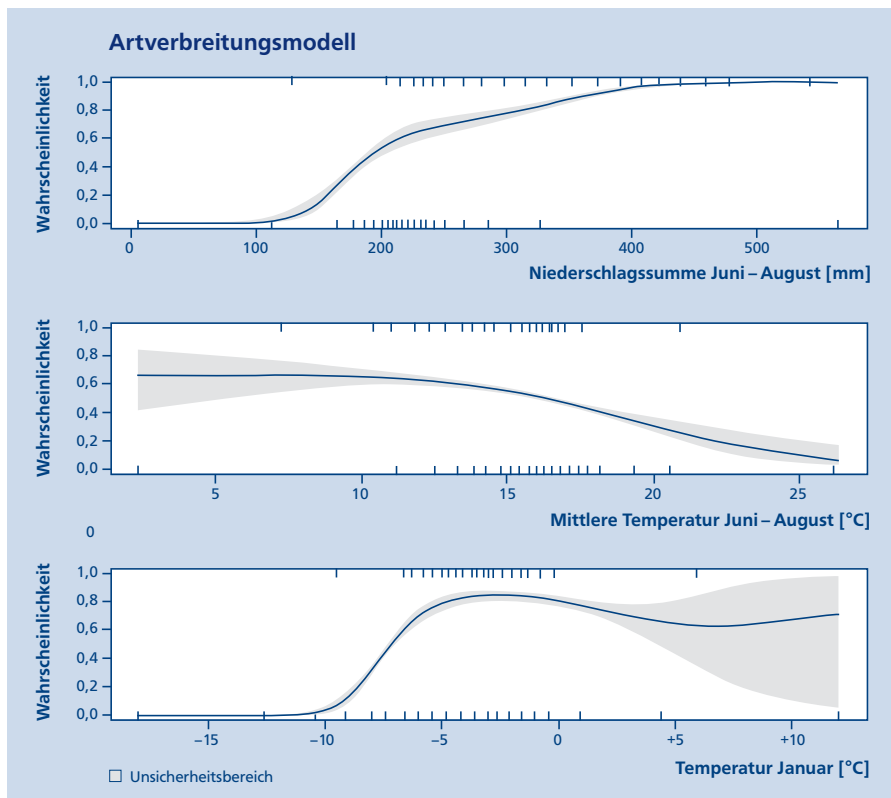


Abbildung 3: Der Einfluss der drei Klimagrößen auf die Vorkommenswahrscheinlichkeit der Europäischen Lärche (single responses des GAM¹); die kleinen Striche am oberen und unteren Rand stellen die Verteilung der Vorkommen und Nichtvorkommen dar.

¹ Generalisiertes Additives Modell

chen Modells. Längs eines klimatischen Gradienten werden Vorkommen (oberer Rand der Grafik) und Nicht-Vorkommen (unterer Rand der Grafik) aufgereiht. Mit der Ausgleichskurve im Zentrum der Grafik wird eine optimale Anpassung an das charakteristische Wechselspiel von Vorkommen und Nicht-Vorkommen in Abhängigkeit von den Klimagrößen erreicht. Die Kurve gibt in einer generalisierten Form die Antwort der Lärchenvorkommen auf definierte Umweltbedingungen wieder. Eine „magische“ Schwelle ist dabei der Punkt der Antwortkurve, bei dem die Vorkommenswahrscheinlichkeit unter den Wert von 0,5 sinkt. Ab dieser Schwelle übersteigt die Wahrscheinlichkeit, dass die Art nicht mehr vorkommt, die Wahrscheinlichkeit, dass sie vorkommt. Für den Anbau der Art bedeutet der Rückgang der Vorkommenswahrscheinlichkeit eine Zunahme des mit dem Anbau verbundenen Risikos. Unterhalb einer bestimmten Schwelle wird es dann sehr unwahrscheinlich, einen Anbau erfolgreich zu Ende zu führen. Dies schließt das Modell aus der Tatsache, dass es unter solch extremen Bedingungen nur noch sehr wenige „Belegexemplare“ für erfolgreiche Anbauten gibt.

Die Quintessenz aus den Modellkurven in Abbildung 3 lautet:

- Je höher die Sommerniederschläge desto höher ist die Vorkommenswahrscheinlichkeit.
- Je höher die Sommertemperatur desto geringer ist die Vorkommenswahrscheinlichkeit.
- Bei Januartemperaturen unter -7°C sinkt die Vorkommenswahrscheinlichkeit stark.

Diese drei einzelnen Beziehungen werden im endgültigen Modell zusammen betrachtet. Das Ergebnis ist eine dreidimensionale Rechenvorschrift, die allen Kombinationen der drei einzelnen Einflussgrößen einen Wahrscheinlichkeitswert zuweist. Die Rechenvorschrift des Modells kann man nun auf Karten mit den drei Klimagrößen Sommertemperaturen, Sommerniederschläge und Januartemperaturen, so wie sie gegenwärtig in Europa verbreitet sind, anwenden. In Abbildung 4 ist dies geschehen. Im Unterschied zu der Arealkarte in Abbildung 1 weist die Karte der modellierten Anbaueignung in Abbildung 4 über das eigentliche Areal hinaus auch denjenigen Flächen eine hohe Anbaueignung zu, die ein ähnliches Klima wie das Areal aufweisen oder deren Klima den Gebieten ähnlich ist, in denen die Lärche mit gutem Erfolg angebaut wurde. Nach Abbildung 4 kann die Lärche nicht nur erfolgreich im Alpenraum angebaut werden, auch in den Mittelgebirgen, ja

Abbildung 4: Modellierte klimatische Anbaueignung der Europäischen Lärche unter den Klimabedingungen 1971–2000. Regionalisierung des Modells in Abbildung 3

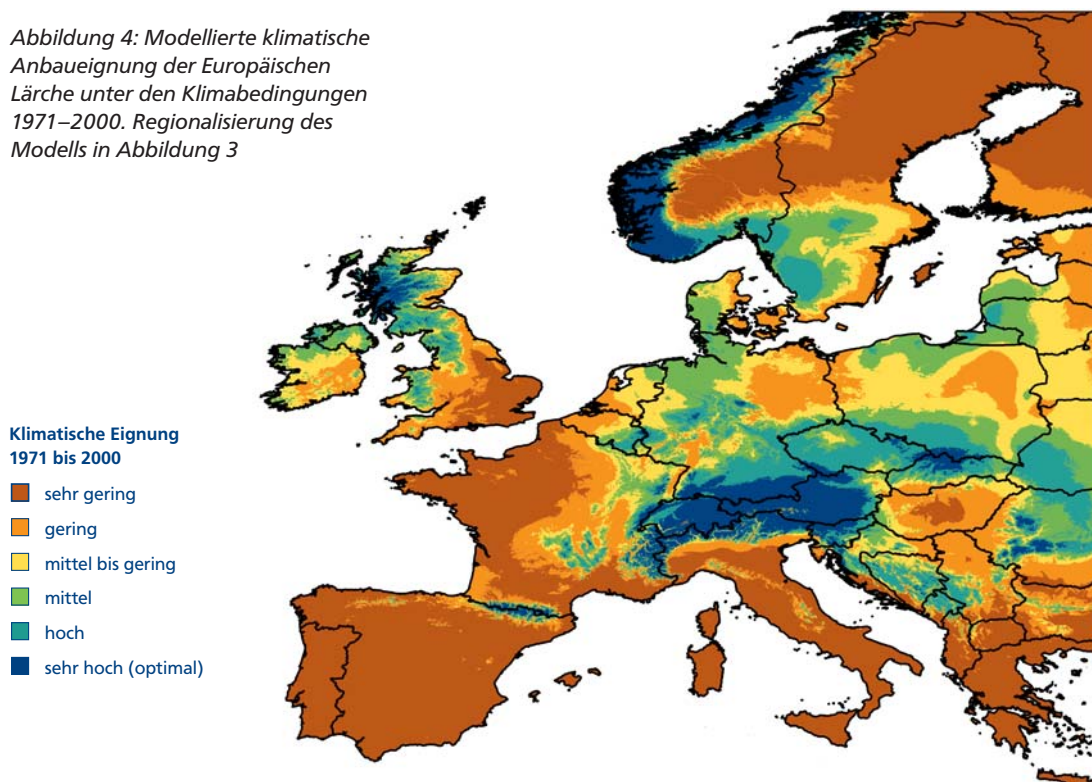
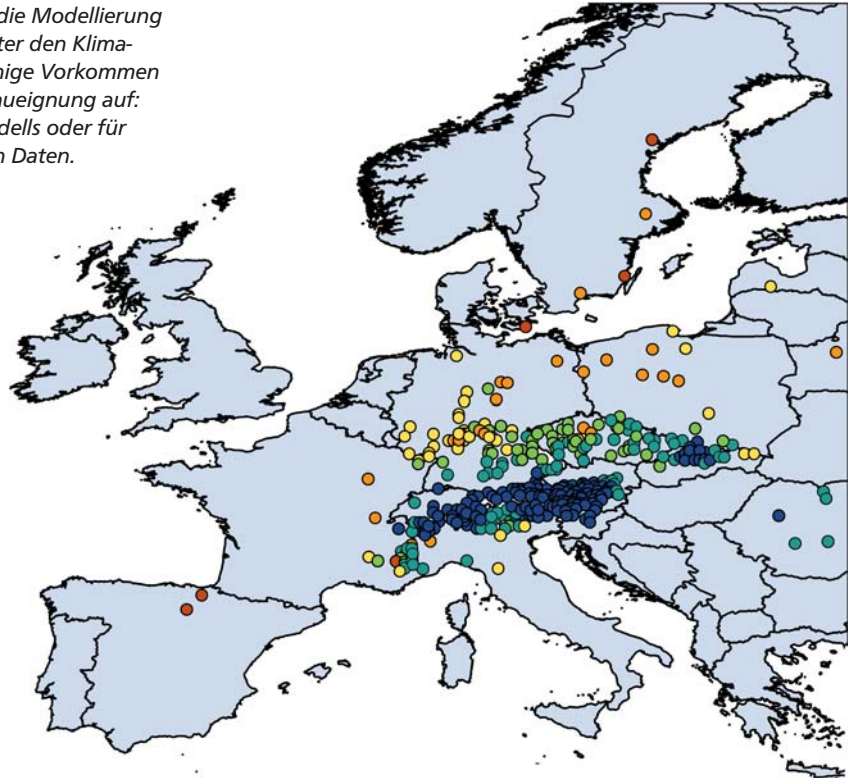


Abbildung 5: Anbaueignung der für die Modellierung verwendeten Lärchenvorkommen unter den Klimabedingungen 1971–2000; einige wenige Vorkommen weisen schon jetzt eine geringe Anbaueignung auf: ein Beispiel für die Unschärfe des Modells oder für Ungenauigkeiten in den verwendeten Daten.

Anbaueignung der Vorkommen

- sehr gering
- gering
- mittel bis gering
- mittel
- hoch
- sehr hoch (optimal)



sogar in Schottland und in Norwegen wäre ein Anbau unter der einschränkenden Voraussetzung möglich, dass dort nicht weitere, im Modell nicht enthaltene Faktoren den Anbauerfolg vereiteln. Man könnte dabei zum Beispiel an einen ungünstigen Boden oder den ständig wehenden Küstenwind oder auch an eine gleichbleibend hohe Luftfeuchtigkeit denken. Umgekehrt ist aber auch der Schluss möglich, dass in den südlichen und nordöstlichen Regionen Europas der Lärchenanbau aus klimatischen Gründen von vornherein mit hoher Sicherheit zum Scheitern verurteilt ist. Tatsächlich finden sich in diesen Regionen Europas zumindest in dem von uns verwendeten, über 7.000 Inventurpunkte umfassenden Datensatz kaum Vorkommen. Die wenigen Datenpunkte mit geringer und sehr geringer Anbaueignung in Abbildung 5 zeigen zum einen eine mögliche Unschärfe des Modells, sie können jedoch auch auf Ungenauigkeiten im Datensatz wie falsche Koordinaten oder eine falsche Artbestimmung zurückgehen. Immerhin gibt es neben der Europäischen Lärche weitere angebaute Lärchenarten, die bei ähnlicher Morphologie deutlich verschiedene ökologische Nischen besetzen. Im Großen und Ganzen ergibt das Artverbreitungsmodell der Lärche indes ein zutreffendes Bild der natürlichen Vorkommen und der klimatischen Anbaumöglichkeiten außerhalb des Areals.

Im Klimawandel gelten alte Gesetze unter neuen Bedingungen

Wenn das für Abbildung 4 verwendete Modell eine genügend große Allgemeingültigkeit oder Generalität aufweist, dann kann man es nicht nur in Europa, sondern auch in jedem beliebigen anderen Erdteil mit Erfolg anwenden. Unter der genannten Voraussetzung ist es dann auch sinnvoll und weiterführend, das Modell mit den Daten einer unbekanntem Klimazukunft zu betreiben. Sofern das Modell nicht nur zufällige, sondern durch Naturgesetze veranlasste Beziehungen und damit die ökologische, „fundamentale“ Nische der Art wiedergibt, lassen sich so die Auswirkungen des Klimawandels auf die Anbaueignung der Lärche recht zutreffend schätzen. In Abbildung 6 haben wir das im vorigen Abschnitt dargestellte und an den Klimadaten der Gegenwart entwickelte Modell für die Anbaueignung der Europäischen Lärche mit den Daten eines globalen Klimamodells gefüttert. Das Modell geht vom Emissionszenario A1B aus und führt, auf das betrachtete Gebiet Europa zu einer Erwärmung im Januar zwischen 3,7 bis 6,4 °C, im Sommer zwischen 2,8 und 4,9 °C. Damit liegt dieses Klimamodell im Mittelfeld der momentan kursierenden Annahmen. Die Regionalisierung zeigt das Schrumpfen des Anbaugebiets auf die höchsten Lagen der Alpen und einige Höheninseln der Karpaten, insbesondere da für den Winter eine starke Erwärmung

vorhergesagt wird. Erst in Schottland oder Norwegen finden sich in einer vom Klimawandel stark geprägten neuen klimatischen Umwelt wieder Regionen, in denen auch in Zukunft ein Anbau der Europäischen Lärche aus klimatischer Sicht Erfolg versprechend ist. Dieses ernüchternde Bild ist von zwei Faktoren verursacht: zum einen durch den eindeutigen Zusammenhang zwischen Klimagrößen und Anbaueignung und zum zweiten durch einen zwar angenommenen, jedoch nicht unrealistischen kräftigen Klimawandel hin zu wärmeren und trockeneren Bedingungen in ganz Europa. Da das verwendete Modell nicht nur auf die Jahresmitteltemperatur setzt, sondern auch die Temperaturunterschiede zwischen Sommer und Winter sowie die Sommerniederschläge berücksichtigt, bildet es die vorhergesagten teils dramatischen Erwärmungen und die Verschiebungen der Niederschläge der jeweiligen Jahreszeiten ab.

Die Abbildung 7 und Abbildung 8 zeigen zum einen das Bild für die Regionen Bayerns in einem größeren Maßstab. Zum anderen wird in Abbildung 8 das sehr milde Szenario B1 verwendet, das für Bayern von einer Erhöhung der Jahrestemperatur von nur 1,8 °C ausgeht. Auch bei der Annahme dieses sehr günstigen Verlaufs der Klimaerwärmung wird die hohe Verwundbarkeit der Hochgebirgsbaumart Lärche außerhalb der hohen Gebirge sichtbar. Die Verwendung verschiedener Szenarien ist eine der Stärken von Artverbreitungsmodellen. Sind die Regeln, nach denen die Art klimatisch begrenzt wird, einmal bekannt, lassen sie sich auf alle denkbaren Klimaprojektionen anwenden. Wichtig ist dabei nur, dass der Wertebereich des Modells nicht verlassen wird.

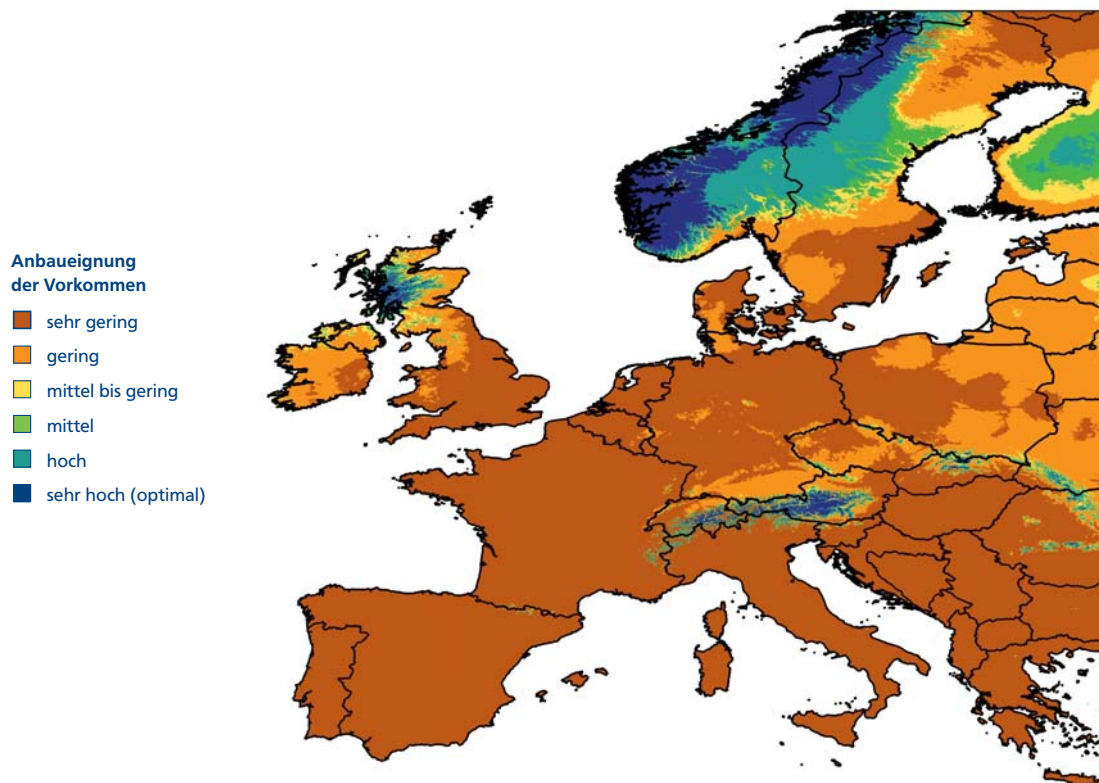


Abbildung 6: Modellerte klimatische Anbaueignung der Europäischen Lärche unter den Klimabedingungen 2071–2100 (Szenario A1B). Regionalisierung des Modells in Abbildung 3

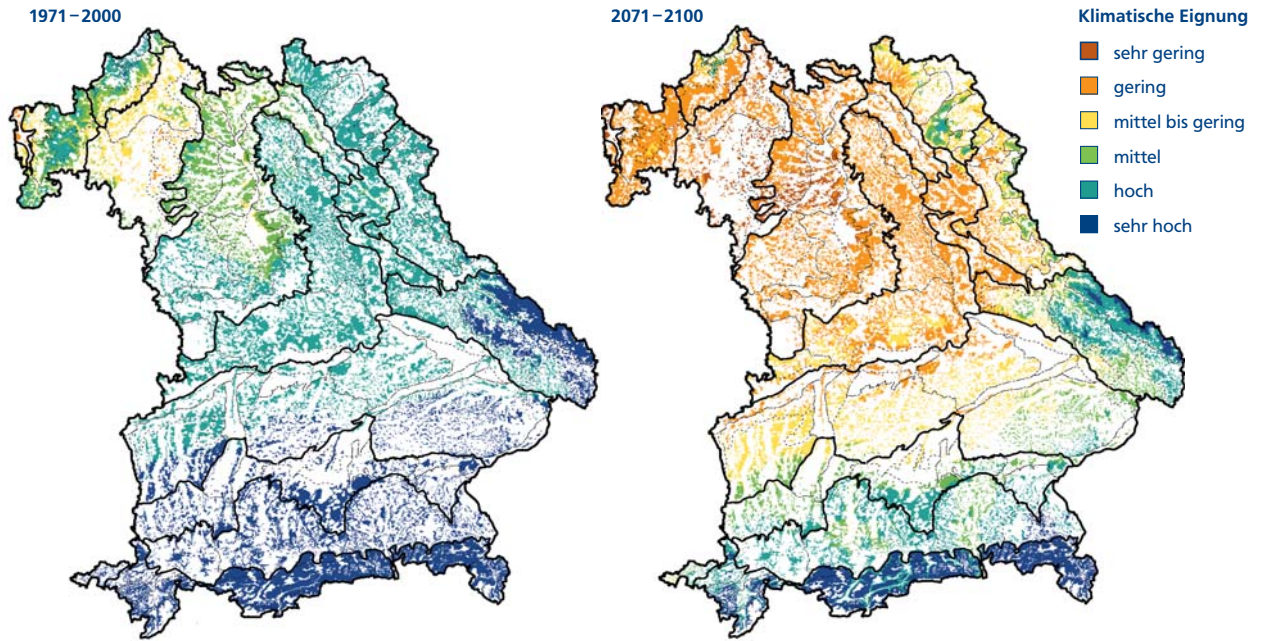


Abbildung 7: Modellerte klimatische Anbaueignung der Europäischen Lärche unter den Klimabedingungen 1971–2000. Regionalisierung des Modells in Abbildung 3 für die Wuchsgebiete Bayerns.

Abbildung 8: Modellerte klimatische Anbaueignung der Europäischen Lärche unter den Klimabedingungen 2071–2100 (Szenario B1). Regionalisierung des Modells in Abbildung 3 für die Wuchsgebiete Bayerns

Es bleiben Unsicherheiten

Würde sich die in Abbildung 6 und Abbildung 8 dargestellte Verschlechterung der Anbaueignung der Europäischen Lärche in Mitteleuropa allgemein und im Besonderen auch in Bayern als zutreffend erweisen, so sollte man sich mehr oder weniger rasch vom weiteren Anbau dieser Baumart außerhalb der Hochgebirge verabschieden. Ein solcher Schritt mit ökonomischen Auswirkungen verlangt jedoch nach Sicherheiten. Unsere Regionalisierung des Artverbreitungsmodells der Lärche in Abbildung 6 beruht auf Annahmen, die sämtlich

erfüllt sein müssen, damit die Anwendung des Modells zutreffende Ergebnisse liefert. In Tabelle 1 sind die wichtigsten dieser Annahmen aufgeführt.

Ein erster Punkt ist die unterstellte starke Abhängigkeit des Baumvorkommens und damit auch der Anbaueignung vom Klima. Viele Beobachtungen und Untersuchungen zeigen, dass auf überregionaler Ebene das Klima einen starken Einfluss auf das Vorkommen der Arten hat. Daneben gibt es noch andere Faktoren, wie Beschränkungen in der Ausbreitung, die Konkurrenzsituation oder die Bodenqualität. Das Auswandern und

Annahme	Auswirkung	Reaktionsmöglichkeit
Abhängigkeit der Vorkommen vom Klima	Kernaussage des Modells wird ungültig	Überprüfung an unabhängigen Datensätzen, Versuchsanbauten
Nischenkonstanz, Nischenkonservatismus	Kernaussage des Modells wird ungültig	Beobachtung von und Experimente mit Europäischer Lärche in extremen Klimasituationen
Ausmaß des Klimawandels	Auswirkung auf Vorkommenswahrscheinlichkeit und Anbaueignung	Verwendung von realistischen Szenarien, Begrenzung des Klimawandels durch Klimaschutz
Art des Klimawandels	Auswirkung auf Vorkommenswahrscheinlichkeit und Anbaueignung	Verwendung von verbesserten Klimamodellen

Tabelle 1: Modellannahmen, Auswirkungen bei Verletzung der Annahmen und mögliche Reaktionsmöglichkeiten zur Reduktion der Unsicherheit

Wiedereinwandern der Baumarten in den Eiszeiten und Zwischeneiszeiten zeigt hingegen sehr deutlich den arealprägenden Einfluss des Klimas. Inwieweit wir das gesamte ökologische (klimatische) Potential einer eher seltenen Art (nur 390 Vorkommen im Datensatz) mit unserer Methode erfasst haben, ist unklar. Die Lärche ist auf guten Standorten außerhalb des Gebirges als Lichtbaumart sicher nicht besonders konkurrenzstark und damit unterrepräsentiert. Insofern könnten unsere Modelle das Potential der Lärche auch etwas unterschätzen. Was bezüglich der Konkurrenzverhältnisse in einem geänderten, nicht-analogen Klima gilt, ist bisher nicht erforscht. Vielleicht hilft der Europäischen Lärche die Besonderheit, dass sie gleichzeitig an winterliche Kälte und eine gewisse Trockenheit angepasst ist.

Ein zweiter Punkt betrifft die angenommene Konstanz der ökologischen Nische der Art. Können sich die Arten nicht unter dem Einfluss eines klimatischen Reizes so verändern, dass sie gewissermaßen lernen, auch andere als die gewohnten Klimabedingungen auszuhalten? Gerade die Erfahrungen aus der eiszeitlichen Vegetationsgeschichte zeigen, dass derartige, unter Anpassungsdruck entstehende Anpassungsvorgänge eher selten sind. Unter den drei möglichen Alternativen Anpassung, Wanderung oder Aussterben wurden in der Vegetationsgeschichte häufig die beiden letztgenannten verwirklicht, zumindest dann, wenn es sich, wie im Fall des gegenwärtigen Klimawandels, um sehr schnelle Klimaveränderungen einerseits und langsam reagierende Organismen mit langen Generationszeiträumen andererseits handelt. Durch die fortgesetzte Beobachtung von Lärchen in extremen Randsituationen könnte man das gegenwärtige ökologische Potential dieser Baumart und seine mögliche Entwicklung bei einer Verschärfung der Situation noch besser abschätzen.

Die dritte Annahme betrifft das Ausmaß des Klimawandels. Keiner weiß, wie groß der Betrag der Erwärmung am Ende des Jahrhunderts tatsächlich ausfällt. Daher hilft es ungemein, verschiedene Möglichkeiten der zukünftigen Entwicklung parallel zu betrachten, wie wir das mit Abbildung 6 und Abbildung 8 verdeutlicht haben. Auch mit noch so ausgefeilten Klimaprojektionen lässt sich das Problem der Auswirkungen des Klimawandels auf das Anbaurisiko der Baumarten jedoch nicht wegrechnen. Immerhin besteht noch eine gewisse Hoffnung, dass verstärkter Klimaschutz den Klimawandel geringer als befürchtet ausfallen lässt.

Eine letzte Unsicherheit besteht in der Festlegung auf die Art des Klimawandels. Wird es wärmer und trockener, oder vielmehr wärmer und feuchter? Betreffen die Änderungen den Sommer und den Winter gleichmäßig oder gegenläufig? In diesen Fragen sind wir darauf angewiesen, dass die Klimamodelle ständig verbessert werden, denn falsche Eingangsdaten führen auch bei den allerbesten Modellen zu falschen Ergebnissen. Ein großes Problem stellen nicht-analoge Klimatypen dar. Das sind durch den Klimawandel bescherte völlig neuartige Kombinationen von Klimaparametern, die es bislang in Europa gar nicht gibt. Hier ist die Erfahrungswissenschaft am Ende angelangt und man wird sich auf allerlei ökologische Überraschungen (Williams und Jackson 2007) gefasst machen müssen.

Die Schlussfolgerungen sind eindeutig

Wie man es dreht und wendet, zu welchen Unsicherheiten und möglichen Überraschungen man Zuflucht nimmt: die Zukunft für den Anbau der Lärche in den mitteleuropäischen Mittelgebirgen sieht ausgesprochen düster aus. Auch in den Hochgebirgen wird es für diese Baumart zunehmend schwierig werden, weil die Höhenwanderung zwangsläufig zu einem immer kleineren und stärker fragmentierten Areal führen muss, ganz abgesehen davon, dass oberhalb der jetzigen Waldgrenze nicht immer besiedelbare Flächen für die Expansion vorhanden sind. Zum Glück ist die Europäische Lärche insgesamt eine selten angebaute Baumart, sowohl was ihr Vorkommen auf regionaler Ebene, als auch ihr Vorkommen in den Beständen angeht. In der Vergangenheit hat man beim Lärchenanbau das Prinzip der Risikostreuung (z. B. Kölling et al. 2010) durch den Anbau in Mischbeständen und durch die insgesamt sparsame Verwendung dieser Baumart bewusst oder unbewusst ziemlich konsequent angewendet. Im Klimawandel nun sind wir dazu gezwungen, diese Vorsicht noch weiter zu treiben. Die bestehenden Lärchenanbauten wird man indes nicht vorzeitig aufgeben müssen. Es spricht nichts dagegen, die als Mischungselement in unseren Wäldern vorhandenen Lärchen solange zu belassen, bis ihr Erntezeitpunkt erreicht ist. Es ist auch gegen eine spontane Beteiligung der Lärche an Naturverjüngungen in geringem Umfang nichts einzuwenden. Die aktive Ausweitung des Lärchenanbaus durch Pflanzung und aktive Unterstützungsmaßnahmen zu Lasten anderer Baumarten sollten hingegen bei hohem künftigen Anbaurisiko besser unterbleiben. Es stehen in diesen Fällen auch Investitionen und damit ökonomische Werte zur Diskussion. Im klimagerech-

ten Waldumbau ist die Europäische Lärche in den meisten Regionen Bayerns keine risikoarme Alternative. Sowohl in den Klima-Risikokarten der Bayerischen Forstverwaltung (Kölling et al. 2009, 2010) als auch in den Nachfolgeprodukten des Projekts „Bäume für die Zukunft“ (Beck et al. 2012) wird diesem Umstand Rechnung getragen und das Anbaurisiko für die Europäische Lärche entsprechend realistisch eingeschätzt.

Literatur

AG Chorologie und Makroökologie (2010): Forschungsprojekt „Klimatische Modellierung von Pflanzenarealen“. www2.biologie.uni-halle.de/bot/ag_chorologie/areale/index.php?sprache=D, aufgerufen am 11.1.2010

Beck, J.; Dietz, E.; Falk, W. (2012): Digitales Standortinformationssystem für Bayern. LWF aktuell 87, S. 20–23

Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV) (2007): Bundeswaldinventur2: Alle Ergebnisse und Berichte. Ergebnisdatenbank. www.bundeswaldinventur.de, aufgerufen am 2.12.2007

Englisch, M.; Starlinger, F.; Lin, H. (2011): Die Lärche – ein Baum für alle Fälle? BFW-Praxisinformation 25, S. 3–4

Falk, W.; Mellert, K.H. (2011): Species distribution models as a tool for forest management planning under climate change: risk evaluation of *Abies alba* in Bavaria. *Journal of Vegetation Science* 22 (4), S. 621–634

Franklin, J. (2009) : Mapping Species Distributions. Spatial Inference and Prediction. Cambridge etc.: Cambridge University Press, 320 S.

Geburek, T. (2003): *Larix decidua* Miller, 1768. Europäische Lärche. In: P. Schütt, H.J. Schuck, U.J.M. Lang, A. Roloff (Hrsg.): Enzyklopädie der Holzgewächse: Handbuch und Atlas der Dendrologie, Ecomed Verlagsgesellschaft, Landsberg/Lech, III-1: 20 S.

Karopka, M.; Töpfner, K. (2012): Baum des Jahres 2012: die Europäische Lärche. FVA-einblick 1/2012, S. 7–9

Kölling, C.; Bachmann, M.; Falk, W.; Grünert, S.; Schaller, R.; Tretter, S.; Wilhelm, G. (2009): Klima-Risikokarten für heute und morgen. Der klimagerechte Waldumbau bekommt vorläufige Planungsunterlagen. AFZ/DerWald 64, S. 806–810

Kölling, C.; Beinhofer, B.; Hahn, A.; Knoke, T. (2010): „Wer streut, rutscht nicht“ –Wie soll die Forstwirtschaft auf neue Risiken im Klimawandel reagieren? AFZ/DerWald, Jahrgang 65 (5), S. 18–22

Matras, J.; Pâques, L. (2008): EUFORGEN Technical Guidelines for genetic conservation and use for European larch (*Larix decidua*). Biodiversity International, Rome, Italy, 6 pages. http://www.euforgen.org/fileadmin/biodiversity/publications/pdfs/1324_European_larch__Larix_decidua_.pdf, aufgerufen am 28.06.2012

Mayer, H. (1992): Waldbau auf soziologisch-ökologischer Grundlage, 4. teilweise neu bearbeitete Auflage. G. Fischer, Stuttgart–Jena–New York, 522 S.

Mellert, K. H.; Fensterer, V.; Küchenhoff, H.; Reger, B.; Kölling, C.; Klemmt, H. J.; Ewald, J. (2011): Hypothesis-driven species distribution models for tree species in the Bavarian Alps. *Journal of Vegetation Science* 22 (4), S. 635–646

Oberdorfer, E. (1994): Pflanzensoziologische Exkursionsflora, 7. Auflage, Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, 1050 S.

Schober, R. (1985): Neue Ergebnisse des II. Internationalen Lärchenprovenienzversuches von 1958/59 nach Aufnahmen von Teilversuchen in 11 europäischen Ländern und den USA. Schriften aus der Forstlichen Fakultät der Universität Göttingen und der Niedersächsischen Forstlichen Versuchsanstalt, Band 83. Frankfurt am Main 1985, 164 S.

Spekat, A.; Enke, W.; Kreienkamp, F. (2007): Neuentwicklung von regional hoch aufgelösten Wetterlagen für Deutschland und Bereitstellung regionaler Klimaszenarien mit dem Regionalisierungsmodell WETTREG 2005 auf der Basis von globalen Klimasimulationen mit ECHAM5/MPI – OM T63L31 2010 bis 2100 für die SRES – Szenarien B1, A1B und A2. Projektbericht im Rahmen des F+E-Vorhabens 204 41 138 „Klimaauswirkungen und Anpassung in Deutschland – Phase 1: Erstellung regionaler Klimaszenarien für Deutschland“, Mitteilungen des Umweltbundesamtes, 149 S.

Williams, J.W.; Jackson, S. T. (2007): Novel climates, no-analog communities, and ecological surprises. *Front Ecol Environ* 5, S. 475–482

Keywords: species distribution models, ecological niche, thresholds for cultivation

Summary: Even though European larch is a typical mountainous species it has also been cultivated in the lower mountain ranges and as a result will face increasing pressure from climate change. As a result the entire species is vulnerable and even trees from warmer provenances will also be affected by an increase in temperature. The uncertainties in our species distribution predictions arise from the unknown magnitude of climate change. Nevertheless, the cultivation of European larch beyond its natural range in the future will only succeed if the predicted warming is very moderate.

Forstliches Vermehrungsgut und Genetik der Europäischen Lärche

Monika Konnert, Ralph Jenner und Alexander Nickl

Schlüsselwörter: Europäische Lärche, Samengewinnung, Pflanzenanzucht, genetische Variation.

Zusammenfassung: Die Rahmenbedingungen für die Samengewinnung und Pflanzenanzucht bei der Europäischen Lärche (*Larix decidua*) werden erläutert. So gibt es in Deutschland über 1.250 Ernteeinheiten in fünf Herkunftsgebieten. Das natürliche Vorkommen in den Alpen ist durch die Ausweisung als eigenständige Herkunft berücksichtigt. Eine ausreichende Versorgung mit Hochlagen-saatgut ist hier nur durch unterstützende Maßnahmen, wie Samenplantagen, zu erreichen. Die Aufbereitung des Saatgutes der Lärche ist aufwendig, die Ausbeute meist geringer als bei anderen Nadelbaumarten. Vorratshaltung ist möglich, da das Saatgut weit über zehn Jahre lagerfähig ist. Die genetische Variation der Alpenlärche ist im Vergleich zu anderen Baumarten gering, erhält sich aber über die Generationen. Die nachgewiesenen höheren Wuchsleistungen der aus der Hybridisierung von Europäischer Lärche und Japanischer Lärche entstandenen Hybridlärche werden in der forstlichen Praxis in Deutschland nur wenig genutzt.

Das natürliche Verbreitungsgebiet der Lärche ist in mehrere Teilareale untergliedert, den Klimarassen, die sich in ihren Eigenschaften teils deutlich unterscheiden. Die bei uns natürlich vorkommende Alpenlärche ist an die spezifischen Bedingungen im Gebirge gut angepasst. Außerhalb des natürlichen Areals hängt der Anbauerfolg der Europäischen Lärche stark von der Wahl des passenden Standorts und der Herkunft ab. Fragen zum forstlichen Vermehrungsgut kommen daher bei dieser Baumart eine besondere Bedeutung zu.

Samengewinnung

Herkunftsgebiete für forstliches Vermehrungsgut

Für die Europäische Lärche wurden in Deutschland sieben Herkunftsgebiete ausgewiesen. Davon liegen fünf auch in Bayern. Das natürliche Vorkommen in den Alpen wurde durch die Ausweisung als eigenständige Herkunft berücksichtigt. Wegen der großen vertikalen Verbreitung in den Bayerischen Alpen (bis 1.900 m. ü. NN) und der Anpassung an das jeweilige herrschende Klima wurden hier drei nach der Höhenlage abgegrenzte Herkunftsgebiete ausgewiesen:

- 837 05 – Alpen – submontane Stufe bis 900 m
- 837 06 – Alpen – hochmontane Stufe 900–1.300 m
- 837 07 – Alpen – subalpine Stufe über 1.300 m



Abbildung 1: Herkunftgebiete der Europäischen Lärche in Deutschland (Quelle: AID-Heft, Forstliches Vermehrungsgut)

Da nicht auszuschließen ist, dass durch die lange Anbaugeschichte bereits eine gewisse Differenzierung auch außerhalb der Alpen stattgefunden hat, wurden in Deutschland noch vier weitere Herkunftsgebiete ausgewiesen, die jeweils Regionen mit stark unterschiedlichen klimatischen Bedingungen umfassen (Abbildung 1). Davon liegen die Herkunftsgebiete 837 03 (West- und Süddeutsches Hügel- und Bergland) und 837 04 (Südostdeutsches Hügel- und Bergland) teilweise auch auf dem Gebiet Bayerns.

Ernteeinheiten

In Deutschland sind über alle Herkunftsgebiete etwa 1.250 Ernteeinheiten ausgewiesen (BLE). Die exakte Zahl ändert sich laufend durch Neuzulassungen und Widerufungen von Beständen. In Bayern ist die Situation für die einzelnen Herkunftsgebiete stark unterschiedlich (Tabelle 1). Während z. B. im Herkunftsgebiet 837 03 (West- und Süddeutsches Hügel- und Bergland) 473 Bestände zugelassen sind, sind es in allen anderen vier Herkunftsgebieten weniger als 20. Neben den 524 Erntebeständen, darunter nur ein Bestand in der Kategorie „geprüft“ (Stand Juli 2012), gibt es in Bayern noch drei Plantagen, die unter der Kategorie „qualifiziert“ zugelassen sind. Davon wird vor allem die Plantage im Herkunftsgebiet 837 06 regelmäßig beerntet.

In den letzten Jahren wurde die Anzahl der Erntebestände in den Alpen deutlich reduziert. Schwer zugängliche oder schwer beerntbare Bestände (Bäume mit langen Schäften und kleinen Kronen), in denen Saatguternten nicht wirtschaftlich sind oder technisch nicht durchgeführt werden können, wurden aus der Zulassung genommen, neue gut beerntbare Bestände in das Ernteregister aufgenommen (Zollner und Nickl 2012). Dies war eine von mehreren Maßnahmen zur Verbesserung der Versorgungssituation mit Saatgut der Alpenlärche.

Erntesituation

Lärchenzapfen werden ausschließlich gepflückt. Sie sind im Vergleich zu Tanne oder Fichte sehr klein, daher ist die Ausbeute an Samen nur gering. Hinzu kommt, dass die Zapfen von den Vorjahren noch am Baum hängen. Dies erschwert sowohl die Ernte als auch die Ernteerkundung erheblich. Damit sich eine Beerntung lohnt, müssen die Kronen einen möglichst vollen Zapfenbehang aufweisen. Dazu benötigt man Erntebäume mit einem Kronenanteil von mindestens 30% der Baumlänge. Erntebestände mit hoher Bestandsdichte und kleinen Kronen sind nicht wirtschaftlich zu beernten. Bei der Lärche werden, anders als bei den anderen Baumarten, die Erntemöglichkeiten mit zunehmender Höhe besser, da die Erntebäume vor allem im subalpinen Lärchenwald sehr licht stehen und dadurch tief bekront sind. Ernten können daher in höheren Lagen durchaus rentabel sein, sofern die Witterung (Schnee) dies zulässt (Abbildung 2).

Da man bei der Zapfenernte in den höheren Gebirgslagen sehr wetterabhängig ist, können häufig keine Ernten durchgeführt werden und es wird oft auf Samenplantagen ausgewichen. Da die Sudetenlärche sich durch ein schnelles Wachstum und eine hohe Anpassungsfähigkeit auszeichnet, wurden außerhalb des na-



Abbildung 2: Lärchenerntebestand bei Berchtesgaden (Foto: A. Nickl, ASP)

Herkunftsgebiet	Anzahl Ernteeinheiten nach Kategorien		
	"ausgewählt"	"qualifiziert"	"geprüft"
837 03 West - und Süddeutsches Hügel- und Bergland	473	1	
837 04 Südostdeutsches Hügel- und Bergland	16		
837 05 Alpen submontan bis 900 m	10		1
837 06 Alpen hochmontan 900 –1.300 m	13	1	
837 07 Alpen subalpin >1.300 m	11	1	

Tabelle 1: Anzahl der Ernteeinheiten der Europäischen Lärche in Bayern nach Herkunftsgebieten

türlichen Verbreitungsgebietes die meisten Samenplantagen mit dieser Lärche angelegt, die vorrangig beerntet werden. Viele sind bereits in der Kategorie geprüft zugelassen. Insgesamt unterliegen die Ernteergebnisse starken jährlichen Schwankungen, nicht nur bei der Europäischen Lärche sondern auch bei der Japanischen Lärche und der Hybridlärche (Abbildung 3). Das mit Abstand beste Erntejahr war, wie auch bei anderen Baumarten das Jahr 2009.

Bei der Untersuchung des Erntegeschehens für die Europäische Lärche im Alpenraum während der letzten Jahre wurde festgestellt, dass in den Lärchenbeständen bis 900 m Meereshöhe zwischen 1997 und 2007 keine Saatguternten stattgefunden haben und auch in den höheren Lagen kaum Ernten stattfanden, sondern das Saatgut aus nur einer Plantage stammte. Daher hat die Bayerische Forstverwaltung im Rahmen der Bergwaldoffensive die Gewinnung von Saatgut in diesen Regio-

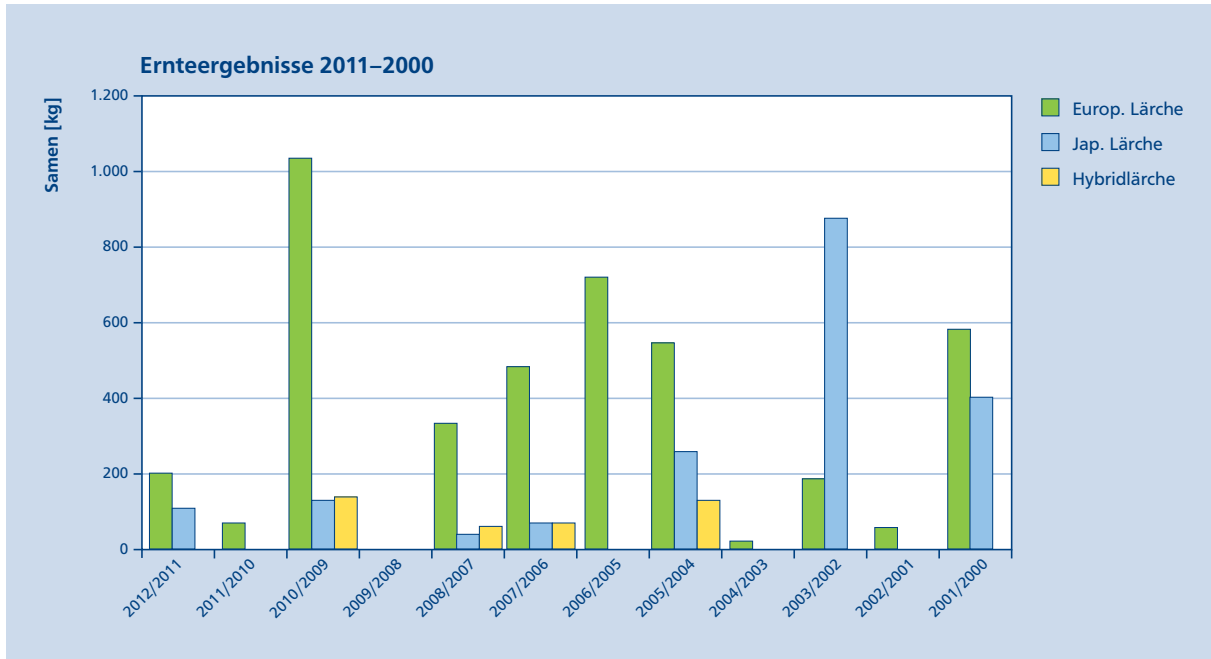


Abbildung 3: Ernteergebnisse bei den drei Lärchenarten in Deutschland ab 2000

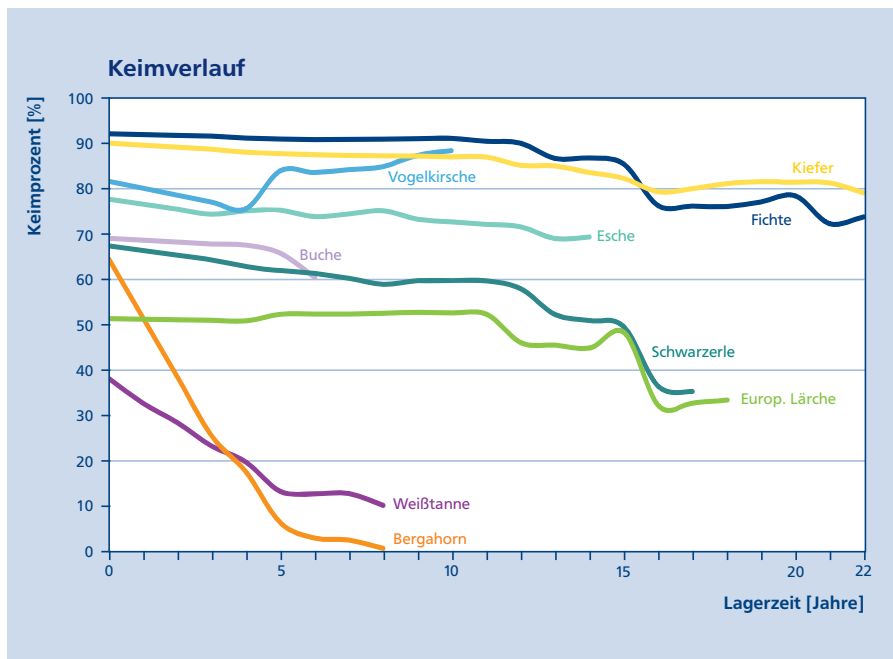


Abbildung 4: Keimverlauf bei langfristig eingelagertem Saatgut verschiedener Baumarten

nen durch gezielte Erntemaßnahmen unterstützt, so dass jetzt mittelfristig genügend Lärchensaatgut für den Alpenraum zur Verfügung steht (Zollner und Nickl 2012, Zollner 2012). Zudem wurde mit dem Aufbau einer neuen Hochlagenlärchen-Plantage für den Alpenraum begonnen, um auch langfristig geeignetes Saatgut ernten zu können.

Eigenschaften des Saatgutes

Die Klengung der Lärchenzapfen ist arbeitsaufwendiger als bei anderen Nadelbaumarten, wie z. B. Fichte, Kiefer oder Douglasie. Da die Zapfen sich nicht vollständig öffnen, werden sie zusätzlich bearbeitet (gemahlen, geraspelt), um möglichst alle Samen zu entnehmen. Die Reinheit und Ausbeute hängt dabei stark von der Art der Aufbereitung ab. Deshalb ist es schwierig, vergleichbare Werte oder Standardwerte anzugeben. Rohmeder (1956) gibt die Samenausbeute bei Lärche mit 2–10 %, im langjährigen Mittel mit 6 % an¹. Bei der Aufbereitung kleinerer Zapfenmengen von ZüF-Proben (ZüF – Zertifizierungsring für überprüfbare forstliche Herkunft) hat das Bayerische Amt für forstliche Saat- und Pflanzenzucht (ASP) für die Samenausbeute Werte von 3,7–16,6 % ermittelt. Zudem unterliegt auch der Hohlkornanteil großen Schwankungen, da der Gewichtsunterschied zwischen vollen und hohlen Körnern weniger ausgeprägt ist als beispielsweise bei Fichte und Kiefer und daher die Entfernung der Hohlkörner z. B. durch Ausblasen nicht immer den gewünschten Erfolg zeigt. Das Tausendkorngewicht von Lärchensaatgut lag bei der Saatgutprüfung am ASP zwischen 4 g und 7 g, die Keimfähigkeit schwankte zwischen 6 % und 67 %.

In einer detaillierten Studie zum Keimverhalten von Europäischer Lärche (*Larix decidua*) und Japanischer Lärche (*Larix kaempferi*) hat Rohmeder (1953) deutliche Unterschiede festgestellt. Bei der Europäischen Lärche haben bereits nach sieben Tagen 30–50 % der Samen gekeimt, nach 21 Tagen der überwiegende Teil. Die Samen der Japanischen Lärche beginnen mit der Keimung deutlich später (circa 10 % nach sieben Tagen), die Keimung zieht sich über sieben Wochen hin. Rohmeder führt diesen Keimverzug vorwiegend auf physiologische Faktoren zurück. In seinen Untersuchungen hat er festgestellt, dass bei der Europäischen Lärche das Wurzelwachstum im geschlossenen Samen wesentlich rascher und kräftiger einsetzt als bei der Japanischen Lärche.

¹ Samenausbeute ist der Vollkornanteil je 50 kg lufttrockener Zapfen

Das Saatgut der Lärche kann sehr lange gelagert werden. In der Genbank des ASP ist Lärchensaatgut, rückgetrocknet auf 6 % Wassergehalt bei –10 °C seit fast 20 Jahren eingelagert. Ein erster größerer Rückgang der Keimfähigkeit wurde nach 16 Jahren beobachtet, als die Keimfähigkeit der eingelagerten Partie von circa 50 % auf circa 35 % zurückging (Abbildung 4).

Pflanzenanzucht

Das Saatgut der Lärche wird in Baumschulen in Süddeutschland von Anfang bis Mitte Mai im Freiland (Abbildung 5) oder in Containern (Abbildung 6) ausgebracht. Bei der Saat werden die Samen nur ganz dünn überdeckt, so dass sie noch sichtbar bleiben. Die Keimlinge sind vor dem Verholzen sehr empfindlich: Umfallkrankheiten, Schütteinfektionen und Sonnenbrand können sie schädigen. Ein weiteres Problem stellt der Spätfrost dar. Anhaltende Frühjahrstrockenheit kann ebenfalls zu hohen Ausfällen führen. Um diesem Phänomen entgegenzuwirken, verlagern manche Baum-



Abbildung 5: Verschulte Lärchenpflanzen
(Foto: M. Lucas, ASP)



Abbildung 6: Lärchenanzucht in Containern
(Foto: M. Lucas, ASP)

schulen die Anzucht in Container und produzieren vor allem Kleinballenpflanzen.

Die Pflanzen werden als Sämlinge (2+0, Größe 30–50 cm und 50–80 cm) oder als verschulte Pflanze (1+1, Größe 50–80 cm) oder 1+2, Größe 50–80 cm und 80–120 cm) verkauft.

Genetische Aspekte

Zur genetischen Variation der Lärche in den Teilarealen ihrer natürlichen Verbreitung – Polen, Sudeten, Tatra und Alpen – gibt es mehrere Untersuchungen vor allem auf der Basis von Isoenzymen (z. B. Lewandowski et al. 1990, Lewandowski und Mejnartowicz 1991, Maier 1992, Beletti et al. 1996, Müller-Starck und Felber 2010). Die meisten Untersuchungen beziehen sich allerdings nur auf ein bestimmtes Teilareal, Vergleiche zwischen den Arealen sind rar. So hat Maier (1991) berichtet, dass der östliche Teil (Polen, Sudeten, Tatra) in sich genetisch homogen ist, sich aber deutlich von dem Alpenareal unterscheidet. Allerdings wurden von ihm nur sieben Bestände untersucht. In Provenienzversuchen wurden diese Unterschiede durch das unterschiedliche Wuchsverhalten bestätigt. So zeichnen sich Lärchen aus den Sudeten und aus Zentralpolen durch schnelles Wachstum und eine hohe Anpassungsfähigkeit an unterschiedliche Standorte aus. Allerdings lassen die Stammformen zu wünschen übrig. Die Lärchen aus den Alpen sind langsamwüchsig, aber an die Hochgebirgslagen bestens angepasst. Populationen aus den Ostalpen sind resistenter gegen den Lärchenkrebs (*Lachnellula willkommii*) als solche aus den Südalpen.

Bei der Analyse von 26 Lärchenpopulationen in den montanen bis subalpinen Höhenstufen der Alpen haben Müller-Starck und Felber (2010) festgestellt, dass diese Baumart im Vergleich zu anderen Nadelbaumarten in diesem Vegetationsbereich eine geringe genetische Variation hat. Allerdings ist die genetische Variation bei der Tanne noch geringer als bei der Lärche (Tabelle 2).

In der Naturverjüngung ist diese genetische Variation aber weitestgehend erhalten (Abbildung 7). Der Vergleich dieser Daten mit der genetischen Variation von Pflanzgut, ermittelt durch das ASP im Rahmen eines EU-Projektes zur genetischen Diversität von Baumarten im Alpenraum (BAFE) zeigt eine vergleichsweise hohe genetische Diversität in den drei Pflanzenpartien.

Partie	Diversität	Heterozygotie
Lärche		
P1	57,4	13,9
P2	46,6	14,2
P3	51,7	13,3
Fichte		
P1	140,5	21,9
P2	114,4	21,2
Latsche		
P1	505,3	20,3
P2	616,8	23,1
Tanne		
P1	17,3	15,2
P2	19,2	15,7

Tabelle 2: Genetische Variation in Pflanzmaterial von Europäischer Lärche, Fichte, Latsche (Müller-Starck et al.) und Tanne (ASP)

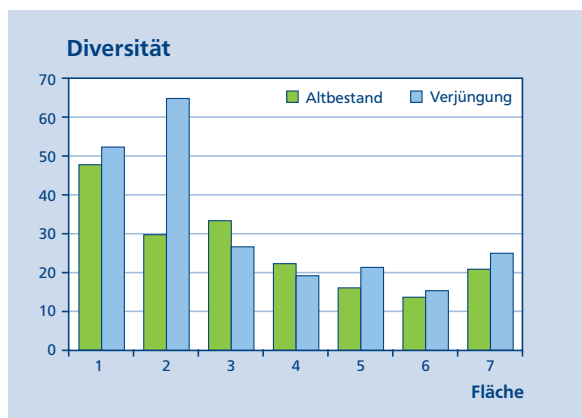


Abbildung 7: Genetische Diversität in Altbeständen und Naturverjüngung von Europäischer Lärche in sieben Beständen der Alpen

Hybridlärche (*Larix x Eurolepis Henry*) – (zu) wenig nachgefragt?

Die aus Kreuzungen der Europäischen Lärche mit der Japanischen Lärche hervorgegangenen Hybridlärchen (*Larix x Eurolepis Henry*) (F1-Generation) sind den reinen Arten in der Wüchsigkeit und Vitalität deutlich überlegen. Auch auf bayerischen Prüfflächen in Unter- und Oberfranken hat sich diese Überlegenheit gezeigt (Palbuchta und Schirmer 2009).

Das Hybridlärchensaatgut darf nur aus geprüften Plantagen kommen. In diesen wurden Klone der Europäischen Lärche und der Japanischen Lärche zu einer Bestäubungseinheit zusammengefasst und die Nachkommen in Feldversuchen getestet. In Deutschland sind zurzeit zwei Plantagen in Sachsen und eine Plantage in Niedersachsen zugelassen.

Der Hybridanteil im Saatgut solcher Plantagen unterliegt allerdings hohen jährlichen Schwankungen, je nach den Bestäubungsverhältnissen (z. B. Häcker und Bergmann 1991, Tröber und Haasemann 2000). Dieser Anteil kann mit genetischen Methoden der Isoenzymanalyse (Bergmann und Ruetz 1987) oder der DNA-Analyse (Acheré et al. 2004) bestimmt werden. Zudem kann man durch strenge Größensortierung in der Baumschule (entfernen der kleinwüchsigen Pflanzen) in den Pflanzenpartien den Anteil an Hybridlärche deutlich erhöhen (ASP Jahresbericht). Trotz der nachgewiesenen hohen individuellen Wuchsleistung ist die Nachfrage und Verwendung von Vermehrungsgut der Hybridlärche in Deutschland gering. Ein großer Teil des geernteten Saatgutes geht ins europäische Ausland (BLE).

Literatur

Acheré, V.; Faivre Rampant, P.; Pâques, L.E.; Prat, D. (2004): Chloroplast and mitochondrial molecular tests identify European-Japanese larch hybrids. *Theor. Appl. Genet.* 108, S. 1643–1649

Beletti, P.; Lanteri, S.; Leonardi, S. (1996): Genetic Variability among European larch (*Larix decidua* Mill.) populations in Piedmont, North-West Italy. *Forest Genetics* 4(3), S. 113–121

Bergmann, F.; Ruetz, W. (1987): Short Note: Identifizierung von Hybridlärchensaatgut aus Samenplantagen mit Hilfe eines Isoenzym-Markers. *Silvae Genetica* 36, S. 102–105

BLE (Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung) (2007): Statistische Daten zu Ernte und Handel mit forstlichem Vermehrungsgut

Häcker, M.; Bergmann, F. (1991): The proportion of hybrids in seed from a seed orchard composed of two larch species (*L. europaea* and *L. leptolepis*).

Lewandowski, L.; Burzyk, J.; Mejnartowicz, L. (1990): Genetic structure and the Mating System in an Old Stand of Polish Larch. *Silvae Genetica* 40, 2, S. 75–79

Lewandowski, L.; Mejnartowicz, L. (1991): Levels and patterns of allozyme variation in some European larch (*Larix decidua*) populations. *Hereditas* 114, S. 107–109

Maier, J. (1992): Genetic variation in European larch (*Larix decidua*). *Ann. Sci. For.* 49, S. 39–47

Müller-Starck, G.; Felber, F. (2010): Genetische Variation in Altbeständen der Lärche (*Larix europaea*) und ihrer natürlichen Verjüngung im Alpenraum. *Schweiz. Z. Forstwes.* 161 (2010) 6, S. 223–230

Müller-Starck, G.; Konnert, M.; Ziehe, M.; Klumpp, R. (2012): Das Translokationsexperiment Koralm: Untersuchungen über den Einfluss der Höhenlage auf die genetischen Strukturen von Lärche, Latsche und Fichte. *Forstarchiv* 83, S. 126–135

Palbuchta, M.; Schirmer, R. (2009): Nachkommenschaftsprüfungen der Hybridlärche „Schnappenhammer“. *AFZ-Der Wald* 5, S. 222–223

Rohmeder, E. (1953): Der unterschiedliche Keimverlauf von Samen der Europäischen und Japanischen Lärche. *Forstw. Cbl.* 72, 7/8, S. 210–220

Rohmeder, E. (1956): Untersuchungen über Samenausbeute aus Lärchenzapfen. In: Fortschritte des forstlichen Saatgutwesens. Sauerländer Verlag, S. 33–42

Tröber, U.; Haasemann, W. (2000): Pollination Effects in a Larch Hybrid Seed Orchard. *Forest Genetics* 7, S. 77–82

Zollner, A.; Nickl, A. (2012): Forstliches Vermehrungsgut im Bergwald. *AFZ* 5, S. 16–18

Zollner, A. (2012): Verbesserte Saatgutversorgung im Bergwald. LWF-aktuell Nr. 88, Beilage ASP

Keywords: European larch, seed collection, plant breeding, genetic variation.

Summary: This article explains the general conditions for the collection of seeds and breeding of the European larch (*Larix decidua*). In Germany there are more than 1.250 harvesting sites in five areas of provenance. By designating the Alps as an area of provenance in its own right, natural occurrence in the Alps is taken into consideration. An adequate supply of high altitude seed can only be attained in this area using support measures such as seed orchards. The growing and extraction of larch seed is relatively complex, and the yield is usually lower than with other coniferous tree species. It is possible to keep stocks, as the seed can be stored for well over ten years. Genetic variation in the Alpine larch is low in comparison with other tree species, but it is maintained over the generations. The higher levels of growth shown in hybrid larch trees hybridised from European larch and Japanese larch are exploited only to a limited extent in practical forestry in Germany.

Die Lärche im Bayerischen Staatswald

Walter Faltl und Stephan Breit

Schlüsselwörter: Hochgebirge, Lichtbaumart, Mischbaumart, Naturverjüngung, Überhalt, Wertholz, Astung

Zusammenfassung: Die Lärche ist eine kontinental getönte Baumart, deren natürliche Verbreitung in Bayern mit einem eher östlichen Schwerpunkt auf das Alpengebiet beschränkt ist. Hier kommt die Lärche als Mischbaumart im Bergmischwald vor und ist in höheren Lagen teilweise auch bestandsbildend. Sie gehört zu den wichtigen Baumarten in der Schutzwaldsanierung, insbesondere, wenn es um die Wiederbestockung von Kalamitätsflächen geht. Außerhalb ihres natürlichen Verbreitungsgebietes kommt der Lärche die Rolle einer wertanreichernden Mischbaumart zu. Im Hinblick auf die Auswirkungen des prognostizierten Klimawandels rückt die Lärche als eine Option für den Ersatz wegfallender Fichtenanteile in den forstlichen Fokus. Auf Grund ihrer leuchtend gelben Herbstfärbung, ihres häufig exponierten Standorts auf Kuppen und als markanter Überhälter prägt sie vielerorts das Landschaftsbild.

Die Lärche im Bayerischen Staatswald

Im Bayerischen Staatswald ist die Lärche derzeit mit einem Flächenanteil von rund 3,5% vertreten. Nach Fichte und Kiefer ist sie damit – hinsichtlich Vorrat und Fläche – neben der Tanne die dritt wichtigste Nadelbaumart. Aktuell liegt die ideelle Lärchenfläche im Bayerischen Staatswald bei etwa 25.000 ha (Hektar), der Lärchenvorrat bei rund 5,6 Millionen Efm o. R. (Erntefestmeter ohne Rinde). Langfristiges Ziel ist es, den Lärchenanteil in dieser Größenordnung zu halten.

Die Altersklassenverteilung der Lärche ist in Abbildung 1 dargestellt: Heute hat die Lärche mit gut der Hälfte der Bestandsfläche ihren Schwerpunkt in den Altersklassen III und IV, die I. Altersklasse ist mit einem Anteil von etwa 3% stark unterrepräsentiert.

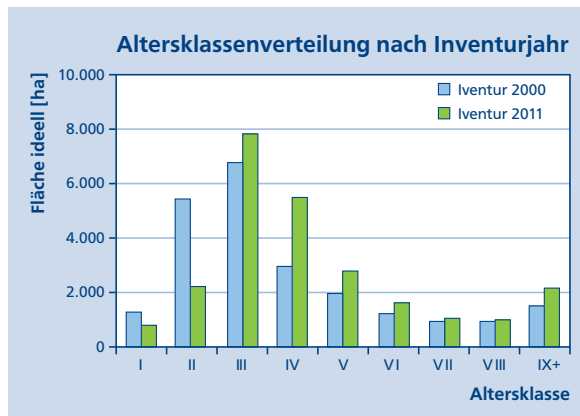


Abbildung 1: Altersklassenverteilung der Lärche im Bayerischen Staatswald, angegeben in Hektar ideeller Teilfläche; Vergleich der Inventurjahre 2000 und 2011 (Inventurdatenbank der Bayerischen Staatsforsten)

In der Rückschau der letzten 15 Jahre blieben sowohl ihre Fläche als auch ihr Vorrat in etwa konstant bzw. zeigen einen leichten Anstieg. Ausgehend von einer „Lärchenwelle“ Mitte des vorigen Jahrhunderts ebte diese in den Folgejahren wieder ab. Speziell in den letzten 30 Jahren wurde die Lärcheneinbringung im Rahmen des naturnahen Waldbaus und der damit einhergehenden kleinflächigen Verjüngungsverfahren unter Schirm eher vernachlässigt. Der Vergleich der aktuellen Inventurwerte mit dem Inventurstand des Jahres 2000 bestätigt dies eindrucksvoll: Bedingt durch das Hineinwachsen in die jeweils nächsthöhere Altersklasse kam es in den Altersklassen III bis VI zu starken Zunahmen, in den Altersklassen I und II zu teils deutlichen Flächenrückgängen.

Europäische Lärche und Japanlärche

Ist von der Lärche die Rede, sprechen wir im Wesentlichen von zwei Baumarten: Neben der Europäischen Lärche (*Larix decidua*) kommt vor allem in Beständen der III. und IV. Altersklasse die Japanlärche (*Larix kaempferi*) lokal auf größerer Fläche vor. Ihr Anteil an der Lärchengesamtfläche der III. Altersklasse liegt im Bayerischen Staatswald bei 20% und in der IV. Altersklasse bei 15%. In den übrigen Altersklassen spielt die

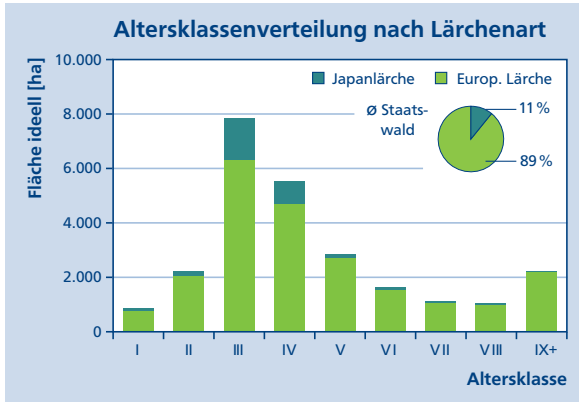


Abbildung 2: Altersklassenverteilung Lärche und Japanlärche im Bayerischen Staatswald 2011, angegeben in Hektar ideeller Teilfläche (Inventurdatenbank der Bayerischen Staatsforsten)

Japanlärche praktisch keine Rolle (siehe Abbildung 2). Hybridlärchen oder andere fremdländische Lärchenarten wurden im Bayerischen Staatswald kaum angebaut.

Der Forstbetrieb Zusmarshausen ist unter anderem durch einen besonders hohen Anteil an Japanlärche gekennzeichnet. Die Japanlärche kommt hier auf einer ideellen Fläche von etwa 600 ha vor, die Europäische Lärche dagegen nur auf rund 160 ha. Schwerpunktmäßig fällt die Einbringung der gemeinhin als wuchskräftig angesehenen Japanlärche in die Zeit kurz nach dem Zweiten Weltkrieg, als es galt, die großen durch Borkenkäfer und Reparationshiebe entstandenen Kahlfelder wieder in Bestockung zu bringen.

Natürliche und anthropogen begründete Vorkommen

In Abbildung 3 ist die geografische Verteilung der Lärchenfläche für die einzelnen Forstbetriebe der Bayerischen Staatsforsten dargestellt: Den höchsten Anteil an den Beständen mit gut 1.200 ha oder knapp 11 % hält die Lärche am Forstbetrieb St. Martin (Bayerische Saalforste) im österreichischen Pinzgau. Auf deutscher Seite grenzen die Forstbetriebe Berchtesgaden und Ruhpolding an, welche ebenfalls durch einen relativ hohen Lärchenanteil gekennzeichnet sind. In diesen südöstlichsten Forstbetrieben der Bayerischen Staatsforsten kommt die Lärche natürlich als Mischbaumart im Bergmischwald vor und bestimmt an der Waldgrenze zusammen mit Fichte oder zum Teil der Zirbe das Waldbild.

Etwa 400 km weiter nordwestlich – im Spessart und in der Rhön – liegt der zweite Lärchenschwerpunkt. Im Gegensatz zum Alpenraum kommt die Lärche hier nicht natürlich vor, sondern wurde anthropogen begründet. Bereits in der Mitte des 19. Jahrhunderts wurde hier die Lärche im Wege der sogenannten Odenwälder Mischsaat als wertanreichernde Nadelholzart in die buchendominierten Bestände künstlich eingebracht. Ein gängiges waldbauliches Standardverfahren war z. B. das Durchgittern und Überstellen von Buchenaturverjüngungen mit Lärche.

Weitere Lärchenvorkommen größeren Umfangs sind in Mittelschwaben, im Fichtelgebirge sowie im Oberpfälzer Wald zu finden.

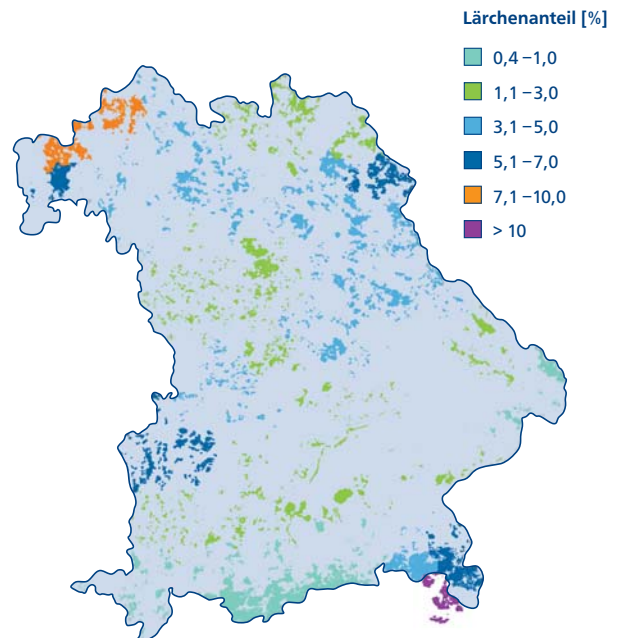


Abbildung 3: Lärchenanteil an den Forstbetrieben der Bayerischen Staatsforsten



Abbildung 4: Natürlicher Lärchenbestand im Forstbetrieb Berchtesgaden (Foto: S. Breit)

Ökologische Ansprüche der Lärche

Die Lärche ist eine extreme Lichtbaumart, die wie kaum eine andere Baumart äußerst empfindlich auf Einschränkungen im Lichtgenuss reagiert. Als Pionierbaumart charakterisiert sie ein sehr rasches Jugendwachstum, das bereits in mittleren Jahren deutlich zurückgeht. Die Lärche ist eine Nadelbaumart mit sehr hohem Wasserverbrauch. Sie benötigt für optimale Wachstumsleistung frische Böden mit hoher Wasserkapazität, kommt jedoch auf flachgründigen Standorten oder mit Trockenheit noch zurecht. Bei ausreichender Bodendurchlüftung bildet sie ein ausgeprägtes Herzwurzelsystem, das auf lockerem Substrat bis zu 2,5 m in die Tiefe reichen kann. Auf staunassen Böden ist sie hingegen ein Flachwurzler und ähnlich windwurfgefährdet wie die Fichte.

Die Lärche kann beeindruckende Dimensionen und ein sehr hohes Alter erreichen: Die höchsten von der Inventur gemessenen Werte liegen für den Brusthöhendurchmesser bei 104 cm sowie bei einer Höhe von 46,5 m. Am Forstbetrieb Bad Tölz wurde bei der Inventur im Jahr 1996 eine Lärche mit einem Alter von 915 Jahren aufgenommen, am Forstbetrieb Oberammergau wurde im Jahr 2005 das Alter einer Lärche auf 720 Jahre datiert (jeweils Alterszählung am Bohrkern).

Waldbauliche Behandlung der Lärche

Waldbaugrundsätze

Die Waldbaugrundsätze der Bayerischen Staatsforsten orientieren sich an den Prinzipien der naturnahen Waldwirtschaft mit dem erklärten Ziel einer Abkehr vom Altersklassenwald. Die Waldbestände sollen nach Möglichkeit als Dauerbestockung ständig in hochproduktiven Wachstumsphasen gehalten werden und stetigen Derbholzzuwachs liefern: Holz soll an Holz wachsen, die Nutzung ist weitgehend am laufenden Zuwachs ausgerichtet und die natürlichen Steuerungskräfte werden gezielt zur rationellen Gestaltung der angestrebten Waldaufbauformen genutzt. Die Verjüngung der Bestände erfolgt auf kleiner Fläche femelschlagartig über einen viele Jahrzehnte umfassenden Zeitraum. Unbestockte Flächen oder größerflächige Jungbestände entstehen dabei nicht, allenfalls ungeplant nach Schadereignissen. Genetisch geeignete Altbestände aus standortgemäßen Baumarten werden vorzugsweise natürlich verjüngt. Erwünschte, im Altbestand jedoch nicht vorhandene Mischbaumarten werden meist unter Schirm gepflanzt oder als Saat begründet.

Produktionsziel und Zielstärken

Auf Standorten mit mittlerem und gutem Wuchspotential wird für die Lärche in Abhängigkeit vom Pflegezustand entweder Standardware (Zieldurchmesser mindestens 45 cm) oder Wertholz (Zieldurchmesser mindestens 60 cm) angestrebt. Als klassische Baumart für den Überhaltbetrieb sollen die qualitativ hochwer-

tigsten Stämme in ihrer Dimension noch deutlich über den angegebenen Zieldurchmesser hinaus ausreifen. Auf Grund ihrer Eigenschaft als Totasterhalter ist die Astung der Lärche zumindest auf den untersten 6 m zur Produktion von Lärchenwertholz von großer Bedeutung.

Prinzipien der waldbaulichen Behandlung

Aktuell liegt für die Lärche noch keine spezielle Pflege-richtlinie oder eigenes Behandlungskonzept vor. In den folgenden Abschnitten wird jedoch beschrieben, nach welchen Kriterien die Lärche derzeit bewirtschaftet wird.

Unter unseren Wirtschaftsbaumarten ist die Lärche wohl die extremste Lichtbaumart und als solche ist sie auch konsequent so zu behandeln: Alle Maßnahmen müssen darauf abzielen, die Kronenfreiheit der Lärche zu gewährleisten sowie den raschen Ausbau ihrer Krone zu ermöglichen. Auf Grund ihrer Konkurrenzschwäche und ihres sehr früh kulminierenden Höhenwachstums muss dies von frühester Jugend an sichergestellt werden. Hier liegt der Schlüssel zur Wertholzproduktion: Nur Bäume mit entsprechend gut ausgebildeten Kronen können in vertretbarer Zeit in für Wertholz interessante Dimensionen gebracht werden.

Jungwuchs- und Jungbestandspflege

In der Jungwuchsphase sind bei entsprechender Ausformung der Lärche zu Trupps oder Gruppen in der Regel keine Eingriffe erforderlich. Wird die Lärche von eingeflogenem Weichlaubholz oder bei einzelstammweiser Mischung von Mischbaumarten bedrängt, muss durch eine Pflegemaßnahme der Wuchsvorsprung der Lärche gesichert werden. Im Zuge der Mischwuchsregulierung ist die Lärche wo immer möglich trupp- bzw. gruppenweise auszuformen.

In der anschließenden Jungbestandsphase gilt es, den Wuchsvorsprung der Lärche gegenüber anderen Mischbaumarten stetig weiter zu sichern. In Ausnahmefällen, z. B. in sehr dicht begründeten Lärchenbeständen, kann es erforderlich sein, bereits einzelne Zielbäume vorsichtig zu begünstigen. Am Übergang von der Jungbestandspflege zur Jungdurchforstung muss grundsätzlich die Astung erfolgen, sofern Wertholz produziert werden soll.

Durchforstung

Die Durchforstung der Lärche erfolgt ähnlich dem 100-Baum-Konzept der Fichte mit der Maßgabe, dass die Eingriffe in der frühen Durchforstungsphase stärker zu führen sind und mit zunehmendem Bestandsalter stetig schwächer werden. Alle Maßnahmen müssen darauf

abzielen, dass die positiv geförderten Zielbäume in ihren Kronen stets ausreichend umlichtet sind. Es darf auf keinen Fall zu Kronenberührungen oder gar Kronendruck auftritt.

Verjüngung der Lärche

Im naturnahen Waldbau ist die Verjüngung der stark lichtbedürftigen Lärche alles andere als ein Selbstläufer. Soll die Lärche als Mischbaumart an der zukünftigen Waldgeneration beteiligt werden, so sind aktive Maßnahmen erforderlich, die die bereits geschilderte spezielle Ökologie der Lärche berücksichtigen. Dazu werden bei den Bayerischen Staatsforsten verschiedene Ansätze verfolgt:

- In der Nähe von Altlärchen werden – entsprechende Bestandsstabilität vorausgesetzt – zur Erzeugung von Naturverjüngung größere, lichte Femelstellungen geschaffen. Durch die mit der Hiebsmaßnahme verbundene Bodenverwundung läuft in der Regel bald die Lärchennaturverjüngung auf.
- In Beständen ohne Altlärchen wird die Lärche in Trupp- bis Gruppengröße in größeren Femelstellungen oder unter lichtem Schirm eingebracht, der zügig nachgelichtet wird. Der Durchmesser dieser Femelstellungen kann je nach Sonnenexposition zwischen 1 und 2 Altbaumlängen variieren.
- Durch zufällige Ereignisse (z. B. Sturmwurf, Borkenkäfer) entstandene Kahlflächen werden bei geeigneten Rahmenbedingungen konsequent zur Einbringung von Lichtbaumarten wie der Lärche genutzt.
- Natürlich vorkommende Lärchenbestände im Hochgebirge verjüngen sich in der Regel natürlich.



Abbildung 5: Zur Pflanzung vorgesehene Lärchen auf einer Kyrrill-Fläche im Forstbetrieb Ruhpolding (Foto: S. Breit)

Schwierigkeiten im Lärchenanbau

An erster Stelle ist hier sicherlich der Lärchenkrebs zu nennen, der auf unpassendem Kleinstandort Probleme beim Anbau der Europäischen Lärche verursacht. Die Japanlärche ist gegenüber dem Lärchenkrebserreger sehr viel resistenter. Diese Eigenschaft war – neben ihrer ausgezeichneten Wuchsleistung – hauptsächlich für ihre zunehmende Verbreitung Mitte des vergangenen Jahrhunderts. Schon allein auf Grund ihrer Seltenheit bietet die Lärche dem Schalenwild beliebte Äsung und hat deshalb sehr stark unter Wildverbiss und Fegeschäden zu leiden. Letztere sind meist die Hauptursache für Ausfälle. Weitere tierische Schädlinge sind die Lärchenminiermotte und der Lärchenblasenfuß. Beide rufen erhebliche Blattverluste hervor.

Die Lärche als Wirtschaftsbaumart

Die Bayerische Staatsforsten schlug im Geschäftsjahr 2011 circa 77.000 Efm Lärchenholz ein. Das entspricht einem Anteil von etwa 1,5 % am Gesamteinschlag (5,14 Millionen Efm). Der Verkauf des Lärchenholzes erbrachte 2011 bei einem Durchschnittspreis von rund 75 €/Efm inkl. Frachten über alle Sortimente etwa 4,82 Millionen € und damit etwa 1,5 % des Gesamtumsatzes. Von den etwa 55.000 Efm Lärchenstammholz entfielen knapp 300 Efm auf die Güteklasse A, etwa 27.500 Efm erfüllten die Kriterien für die Güteklasse B.

Lärchenwertholz

Durchschnittlich erlöste der Festmeter Lärchenwertholz bei der Nadelwertholzversteigerung 2012 in Litzendorf stattliche 315 €; und der Trend geht weiter deutlich nach oben, wie die Zeitreihen der beiden wichtigsten Verkaufstermine für Nadelwertholz in Litzendorf und Himmelkron zeigen.

Dass die Lärche beeindruckende Dimensionen erreichen kann und für qualitativ hervorragende Einzelstämme viel Geld zu erzielen ist, demonstrierte 2012 der Forstbetrieb Zusmarshausen: Das Erdstammstück eines 240-jährigen Lärchenüberhällers erlöste bei einem Stockdurchmesser von 1 m und 15 m Länge insgesamt knapp 7.000 € bzw. 1.233 € je Festmeter (Abbildung 6). Im Anschluss konnte sogar noch ein Gipfel-C-Stück von 6 m Länge und 54 cm Mittendurchmesser ausgehalten werden.

Jedoch nicht nur Lärchenwertholz erzielt beachtliche Erlöse: Bei aktuellen Verkäufen von Lärchenstammholz erzielen die Bayerischen Staatsforsten durchschnittlich 5–10 € pro Festmeter mehr als beim Verkauf von Fichtenstammholz.



Abbildung 6: Wertholzlarche im Forstbetrieb Zusmarshausen (Foto: H. Droste)

Keywords: High mountains, shade intolerant species, mixed stands, natural regeneration, hold over, high grade wood, tree pruning.

Summary European larch is a species with continental character. Natural stands in Bavaria are delimited to the Alps with a main growth range in the eastern region. There larch is mixed to spruce, beech and fir and dominates the stands in higher altitude. Especially in protection forests larch is one of the most important species if to recreate over aged or damaged stands. Outside its natural growth range the value of mixed stands could be increased by larch. In regard to climate change larch gets more important to substitute spruce. With its bright autumn colors, the often exposed growth site on mountain tops or ridges and as a prominent hold over larch forms in many places our landscape.

Literatur

Bayerische Staatsforsten AöR (2008): Waldbaugrundsätze der Bayerischen Staatsforsten

Schütt, P.; Schuck, H.J.; Stimm, B. (1997): Lexikon der Forstbotanik. Hüthig Jehle Rehm

Wachstum der Lärche in Bayern

Hans-Joachim Klemmt, Michael Neubert und Wolfgang Falk

Schlüsselwörter: Wachstum, Lärche, *Larix decidua*, Bayern, Bundeswaldinventur, BWI

Zusammenfassung: Mit den Daten der Bundeswaldinventur (BWI) liegt eine wichtige, flächen- und standortrepräsentative Datenquelle vor, die eine Vielzahl von praxisrelevanten Informationen enthält. Die Auswertung der Daten zur Baumart Europäische Lärche zeigt die Verbreitungsschwerpunkte und Zuwachsverhältnisse in Bayern auf. Auf Einzelbaumebene kann gezeigt werden, dass sich das Wachstum der Europäischen Lärche in den letzten Jahrzehnten verändert hat und dass über klassische Planungshilfsmittel wie Ertragstabellen die Wachstumsgänge für diese Baumart nur unzureichend zu beschreiben sind. Aus den BWI-Daten werden bekannte Erkenntnisse in Hinblick auf die ökologischen Eigenheiten der Europäischen Lärche wie ihre Lichtbedürftigkeit bestätigt. Ebenso wird gezeigt, dass die Lärche häufig als Mischbaumart und selten als Reinbestandsbaumart in bayerischen Wäldern zu finden ist, am häufigsten ist sie derzeit gemischt mit Fichte, Kiefer und Buche. Weiterhin wird ein erster Ansatz zur Herleitung des Standort-Leistungspotentials für diese Baumart aufgezeigt: Wüchsige Lärchen stocken in Bayern u.a. auf tiefgründigen Böden bei gleichzeitig gutem Wärmeangebot. Auf flachgründigen Standorten müssen höhere Niederschläge die geringere Speicherkapazität der Böden ausgleichen.

Die Bundeswaldinventur (BWI) erfasst die großräumigen Waldverhältnisse und forstlichen Produktionsmöglichkeiten in Deutschland in allen Bundesländern und Eigentumsarten nach dem gleichen Verfahren. Die erste Bundeswaldinventur wurde in den Jahren 1986 bis 1988 (Stichjahr 1987) durchgeführt. Die zweite Bundeswaldinventur wurde 15 Jahre nach der ersten BWI zum Stichjahr 2002 vorgenommen. Aktuell laufen die Außenaufnahmen zur dritten Bundeswaldinventur. Die im Rahmen der Feldaufnahmen erhobenen Daten sind insbesondere auf Grund ihrer Flächen- und Standortrepräsentativität für die forstwirtschaftliche Praxis bundesweit sehr wertvoll. Sie ermöglichen Aussagen zum Zustand und zu Veränderungen der Wälder in Bayern in verschiedener regionaler Auflösung (Hochrech-

nung), sie ermöglichen aber auch die Analyse von Wachstumsgängen auf Einzelbaumbasis. Folgender Beitrag widmet sich daher der numerischen Beschreibung verschiedener, praxisrelevanter Ergebnisse zum Wachstum der Europäischen Lärche (*Larix decidua* L.) in Bayern, abgeleitet aus Daten der Bundeswaldinventur.

Beschreibung des Datenmaterials

Bei der Bundeswaldinventur 1 (BWI 1, 1986-1988) wurden in Bayern an 582 Traktecken (Inventurpunkte) insgesamt 1.355 Europäische Lärchen durch die Winkelzählprobe mit Zählfaktor 4 (WZP4) als Probestämme ausgewählt. Bei der Bundeswaldinventur 2 (BWI2, 2001-2002) fanden sich mit dem gleichen Auswahlverfahren an 493 Traktecken 1.157 Europäische Lärchen. Der Rückgang zwischen BWI 1 und BWI2 ist insbesondere auf eine Rücknahme der Verdichtung in Mittelfranken von einem 2*2 km-Raster (ein Trakt pro 4 km²) auf

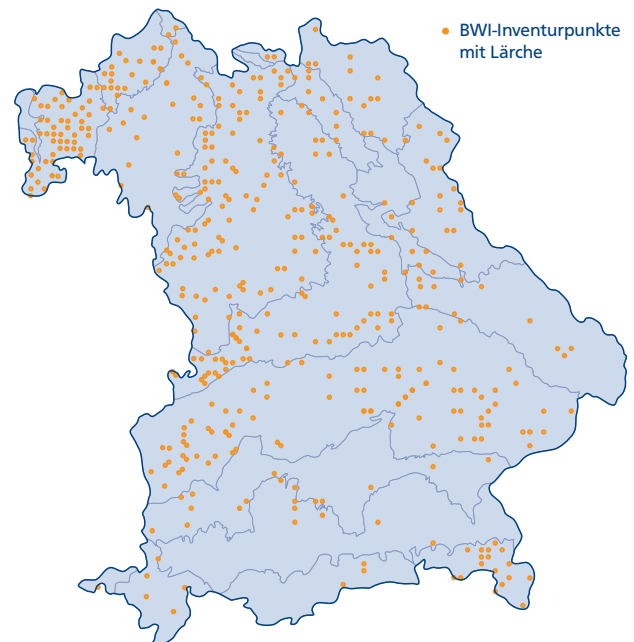


Abbildung 1: Lage der BWI-Trakte in den Wuchsgebieten Bayerns, an denen bei der Bundeswaldinventur 1 oder 2 Europäische Lärchen aufgenommen wurden

ein 2,83*2,83 km-Raster (ein Trakt pro 8 km²) zurückzuführen. Bei der Zwischeninventur des Bundes im Jahr 2008 (Inventurstudie 08, Treibhausgasinventur) wurden an 58 Traktecken 193 Europäische Lärchen über die WZP4 ausgewählt und vermessen. Die geringe Anzahl ist Ergebnis der Aufnahmen lediglich im 8*8 km-Grundraster.

Abbildung 1 vermittelt einen Eindruck von der Lage der Trakte der BWI1 und BWI2, an denen Europäische Lärchen aufgenommen wurden, nach Wuchsgebieten in Bayern. Auffällig ist, dass bisher im Inneren Bayerischen Wald (Wuchsbezirk 11.3) keine Inventurpunkte mit Europäischen Lärchen vorliegen und dass im Wuchsgebiet 15 (Alpen) lediglich im östlichen Bereich nennenswerte Anzahlen an BWI-Inventurpunkten mit Europäischen Lärchen aufgenommen wurden.

Insgesamt wurden 715 Europäische Lärchen bei der BWI2 erneut vermessen, die auch schon Probebäume der BWI1 waren. Drei Aufnahmen liegen derzeit für 108 Europäische Lärchen in Bayern vor. Folgende Ausführungen beziehen sich ausschließlich auf die Daten der BWI1 und BWI2.

Die WZP4-Lärchen der Bundeswaldinventur 1 in Bayern waren im Mittel 58 Jahre alt, wobei sich das Altersspektrum von 9 bis 160 Jahre erstreckte. Das Höhenpektrum erstreckte sich über den Bereich von 6,10 m bis 40,9 m bei einem Mittel von 22,5 m. Die höchste Europäische Lärche der BWI1 wurde im Bereich des AELF Krumbach, Regierungsbezirk Schwaben, vermessen. Das Durchmesserpektrum erstreckte sich von 10 cm bis 83,8 cm bei einem Mittel von 30,5 cm. Die dickste Europäische Lärche der BWI1 wurde ebenso im Bereich des AELF Krumbach vermessen, sie ist allerdings nicht identisch mit dem am höchsten gemessenen Baum.

Die WZP4-Lärchen der Bundeswaldinventur 2 in Bayern waren im Mittel 65 Jahre alt, das Altersspektrum lag zwischen 6 und 179 Jahren. Die gemessenen Höhen lagen zwischen 4,8 m und 44,1 m bei einem Mittelwert von 25,5 m. Die höchste Europäische Lärche der BWI2 wurde im Bereich des AELF Augsburg gemessen. Die Durchmesser der BWI2-Lärchen erstreckten sich zwischen 7 cm und 92,9 cm, die dickste Europäische Lärche wurde dabei im Bereich des AELF Karlstadt in Unterfranken gemessen.

Hochrechnungsergebnisse für Bayern

Aktuelles Vorkommen der Europäischen Lärche in Bayern

Bei den Aufnahmen zur Bundeswaldinventur wird zwischen den Baumarten Europäische Lärche (*Larix decidua*) und Japanische Lärche (*Larix kaempferi*) unterschieden. Auf Grund jeweils geringer Stichprobenumfänge werden für Hochrechnungszwecke beide Baumarten zur Baumartengruppe Lärche zusammengefasst. Bezieht man die ideellen Flächenanteile¹ der Baumartengruppe Lärche auf die Gesamtwaldfläche Bayerns (Holzboden, nur begehbarer Wald) so zeigt sich, dass circa 2% der Waldfläche Bayerns mit Lärchen bestockt sind.

Nach Regierungsbezirken variieren die Werte zwischen 4,6 % in Unterfranken und 1,2 % in Oberbayern. Bei diesen Angaben gilt es allerdings die vergleichsweise großen Fehlerrahmen zu berücksichtigen, die lediglich die Aussagen erlauben, dass die Flächenanteile der „Lärche“ in Unterfranken signifikant höher sind als in den übrigen Regierungsbezirken.

Nach Wuchsgebieten variieren die Flächenanteilswerte zwischen 8,6 % für den Odenwald bzw. 7,2 % für den Spessart bis hin zu Werten kleiner 1 % für die Schwäbisch-Bayerische Jungmoräne und Molassevorberge sowie die Bayerischen Alpen. Aufgrund der großen Fehlerrahmen kann auch hier nur generell die Aussagen getroffen werden, dass die ideellen Flächenanteile der Lärchen in den Wuchsbezirken Odenwald und Spessart signifikant höher sind als in den übrigen Wuchsbezirken.

Vorräte und mittlere Zuwächse der Europäischen Lärche in Bayern

In Tabelle 1 sind die absoluten Vorräte der Lärchen in Bayern nach den Baumaltersklassen aufgeführt. In Tabelle 2 sind die ideellen Hektarwerte der Baumartengruppe Lärche nach Altersklassen dargestellt. In Tabelle 3 sind die ermittelten Zuwächse für die Baumartengruppe Lärche nach Altersklassen angegeben. Der Bezug erfolgt dabei jeweils nur auf den begehbaren Wald in Bayern, schließt den produktiven Wald ein-

¹ ideale Flächenanteile: Bei der Auswertung der Bundeswaldinventur werden Aufnahmeeinheiten rechnerisch weiter unterteilt. Zum Beispiel werden Mischbestände (gleiche Altersklasse, gleiche Baumart) nach Standflächenanteilen, Grundflächenanteilen oder Deckungsgrad aufgeteilt. Die Flächen dieser ideellen Reinbestände werden als ideale Waldflächen bezeichnet.

Baumaltersklasse [Jahre]	1–20	21–40	41–60	61–80	81–100	101–120	121–140	141–160	>160
Vorrat [1000 m ³]	224	2.015	6.641	2.797	3.220	2.041	741	280	87
Fehlerprozent +/-	n.v.	n. v.	n. v.	n. v.	n. v.	n. v.	n. v.	n. v.	n. v.

Tabelle 1: Vorrat [1000 m³] nach Baumaltersklassen für die Baumartengruppe Lärche in Bayern zum Stichjahr 2002 gemäß Hochrechnung

n. v. = nicht vorhanden

Baumaltersklasse [Jahre]	1–20	21–40	41–60	61–80	81–100	101–120	121–140	141–160	>160
Vorrat [m ³ /ha]	47	235	379	449	568	498	449	331	47
Fehlerprozent +/-	n.v.	n.v.	n.v.	n.v.	n.v.	n.v.	n.v.	n.v.	n.v.

Tabelle 2: Vorrat [m³/ha ideell] nach Baumaltersklassen für die Baumartengruppe Lärche in Bayern zum Stichjahr 2002 gemäß Hochrechnung

n. v. = nicht vorhanden

Baumaltersklasse [Jahre]	1–20	21–40	41–60	61–80	81–100	101–120	121–140	141–160	>160
Zuwachs [m ³ /ha*a]	3,22	9,87	19,53	13,38	15,36	11,70	9,77	6,63	6,26
Fehlerprozent +/-	21,5	8,1	6,8	9,9	10,1	11,5	14,9	14,2	27,9

Tabelle 3: Zuwachs des Vorrates nach Baumaltersklassen für die Baumartengruppe Lärche in Bayern gemäß Hochrechnung

schließlich Blößen beider Inventuren sowie Lücken im Bestand mit ein und wurde auf Basis der Bäume des Hauptbestandes oder des Plenterwaldes mit BHD über 7 cm ermittelt (Hochrechnungsergebnisse BWI2; Flächenbezug: ideell).

Bei der Interpretation der Werte in den jeweiligen Tabellen gilt es die jeweils relativ großen Fehlerprozentage in Verbindung mit der Verteilung der Stichprobepunkte über Bayern zu beachten. Nach den Werten der Bundesauswertung erfolgt die Kulmination des Zuwachses (Tabelle 3) bei der Baumartengruppe Lärche in Bayern im Alter zwischen 41 und 60 Jahren. Der un stetige Verlauf über den Altersklassen sowie die relativ späte Kulmination des Zuwachses resultiert insbesondere aus der ungleichen Verteilung der Probepunkte über Bayern. Insgesamt sind lediglich summarisch auf Bayernebene gesicherte Hochrechnungsergebnisse für die Baumartengruppe Lärche in Bayern zu erwarten (Klemmt und Neubert 2012)

Ergebnisse von Einzelbaumbetrachtungen

Nachfolgend erfolgen Auswertungen auf Einzelbaum-basis, wobei ausschließlich die Baumart Europäische Lärche Berücksichtigung findet.

Höhenentwicklung über dem Alter

In Abbildung 2 dargestellt ist das Höhenspektrum der Europäischen Lärchen in Bayern nach 5-Jahres-Altersklassen. Im Hintergrund hinterlegt sind die Höhenwachstumsgänge nach der Ertragstafel Schober von 1946 bzw. 1949 sowie für die Schweizerische Lärchen-Ertragstafel von 1983. Aus dieser Abbildung gehen drei Dinge hervor. Zum ersten wird deutlich, dass die Höhenwachstumsgänge sowohl für die Oberhöhen- als auch für die Mittelhöhenentwicklung der Ertragstafel Schober denen der Schweizerischen Ertragstafel für die dargestellten Bonitäten stark ähneln. Zum zweiten wird ersichtlich, dass sowohl für die BWI1 als auch für die BWI2 sich die Höhenspektren über den gesamten Bonitätsfächer strecken. In den jungen Altersgruppen liegen dabei die mittleren Höhenwerte jeweils im Bereich der ersten Bonität nach Schober während die Mittelwerte mit zunehmendem Alter in den Bereich der dritten Bonität abfallen. Gründe hierfür dürften sowohl die zunehmende Standortverbesserung als auch die Betrachtung von Querschnittsdaten (unechte Zeitreihen) sein. Weiterhin wird aus Abbildung 2 beim Vergleich der Höhenspektren BWI1 – BWI2 für vergleichbare Altersgruppen ganz besonders ersichtlich, dass die Mittelwerte

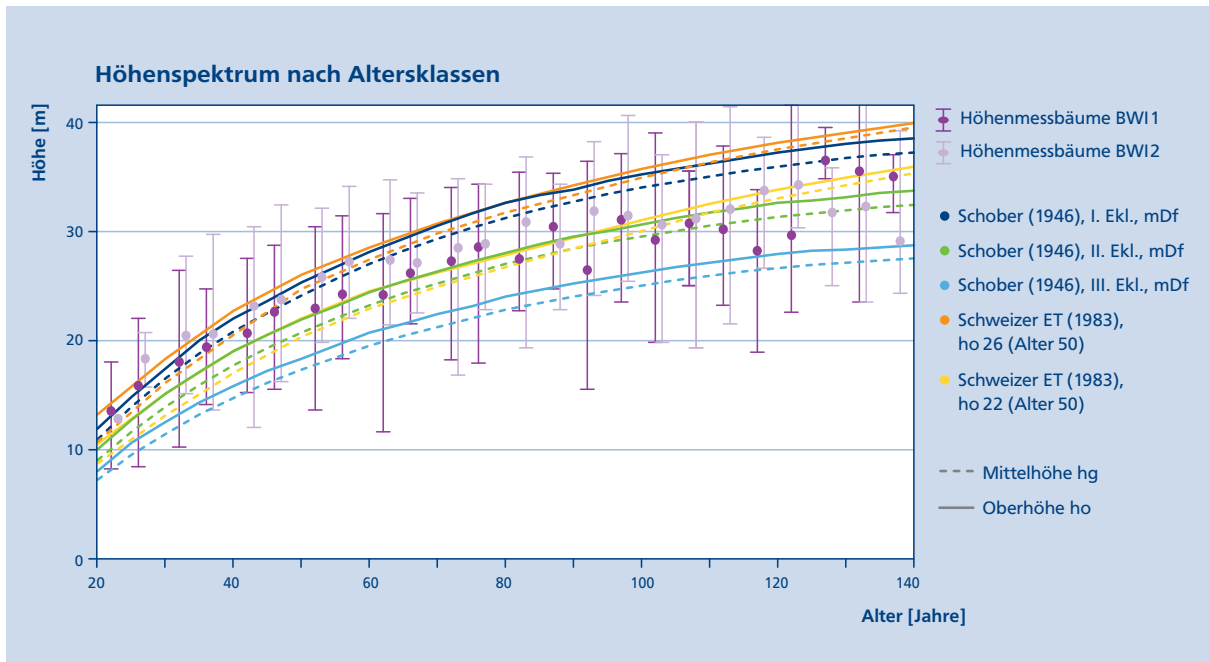


Abbildung 2: Höhenspektrum der Europäischen Lärchen, die im Rahmen der Bundeswaldinventur 1 oder 2 aufgenommen wurden nach 5-Jahres-Altersklassen.

der BWI2 insbesondere in den jüngeren Altersgruppen jeweils für die BWI 2-Daten höher sind als für die BWI 1-Daten. Eliminiert man die wiederholungsgemessenen Lärchen aus beiden Datensätzen und prüft die Unterschiede der Mittelwerte für ungepaarte Stichproben so zeigt sich, dass die Europäischen Lärchen der BWI2 in den jüngeren Altersklassen signifikant höhere mittlere Höhenmesswerte gezeigt haben als bei der BWI 1. Hierfür kommen vier Erklärungsansätze in Betracht. Zum einen könnte eine systematisch unterschiedliche Altersbestimmung bei BWI 1 und BWI2 das Ergebnis herbeiführen. Weiterhin könnte eine regionale Verschiebung der aufgenommenen Einwuchs-Lärchen das Ergebnis bewirken. Zum dritten könnten gerichtete inventurtechnische Probleme (z.B. gerichtete, fehlerhafte Höhenmessungen einzelner Messtrupps oder ein Messgerätewechsel von BWI1 zu BWI2) das Ergebnis herbeiführen. Vorstehende Möglichkeiten wurden anhand des Datenmaterials geprüft, eindeutige Hinweise für diese beiden Erklärungsansätze konnten allerdings nicht gefunden werden. Ein weiterer, sehr wahrscheinlicher Erklärungsansatz besteht darin, dass die allseits anerkannte Standortveränderung bzw. -verbesserung in den letzten Jahrzehnten im Speziellen das Höhenwachstum der Lärche bzw. das Wachstum der Lärche im Allgemeinen in Bayern begünstigt hat. Die Höhenwuchsleistung der Europäischen Lärche hat also im Zeitraum zwischen 1987 und 2002 zugenommen.

Lichtbaumart Europäische Lärche

Die Europäische Lärche wird allgemein als konkurrenzschwache, lichtbedürftige Pionierbaumart angesehen (Mayer 1984, Kramer 1988). Eine Untersuchung sollte zeigen, ob sich insbesondere die lichtökologischen Ansprüche am BWI-Zahlenmaterial erkennen lassen. Tabelle 4 enthält hierzu die absoluten und relativen Anzahlen der WZP4-Probeebäume der BWI2 nach Kraft'schen Klassen. Untersucht man die Nullhypothese, dass die relativen Häufigkeiten der herrschenden Bäume (Baumklasse 1 und 2) bzw. der beherrschten Bäume (Baumklasse 3 und 4) in der Grundgesamtheit, aus der die Stichproben stammen, für die Lichtbaumart Lärche und die Schattbaumart Tanne gleich sind (Signifikanzniveau 5%), so kann diese auf Grund des ermittelten p-Wertes ($p < 2.2e-16$) abgelehnt werden. Daraus wird gefolgert, dass über BWI-Daten quantitative Rückschlüsse auf unterschiedliche lichtökologische Ansprüche zwischen den Baumarten Lärche und Tanne möglich sind. Bei der konkurrenzschwachen und lichtbedürftigen Baumart Europäische Lärche sind die relativen Häufigkeiten der gefundenen aufgezeichneten Bäume in den vorherrschenden bzw. beherrschten Baumklassen signifikant unterschiedlich zu denen der schattentoleranten und vergleichsweise konkurrenzstarken Baumart Tanne. Detailliertere Berechnungen (Berücksichtigung der Altersstruktur, Berechnungen für weitere Baumarten) stehen noch aus.

Kraft'sche Klasse	Lärche BWI2		Tanne BWI2	
	Absolut	Relativ	Absolut	Relativ
1	400	35%	339	29%
2	580	50%	550	46%
3	88	8%	184	16%
4	40	3%	113	10%
Summe	1157	100%	1186	100%

Tabelle 4: Absolute und relative Häufigkeiten der Europäischen Lärchen bzw. Weißtannen nach Kraft'schen Baumklassen in Bayern; Differenzen zwischen der Gesamtsumme und einzelnen Summenwerten gehen auf Fehlzuordnungen bzw. Zuordnungen zu anderen Bestandesschichten (z. B. Verjüngung) zurück. (Datengrundlage: BWI2)

Die Europäische Lärche – Rein- oder Mischbestandsbaumart?

Zur Überprüfung, ob die Lärche in Bayern eher in Reinbeständen oder in Mischbeständen vorkommt, ist in Abbildung 3 der relative Grundflächenanteil der Europäischen Lärchen an der Gesamtgrundfläche der bayerischen BWI2-Inventurpunkte dargestellt, an denen bei der Feldaufnahme vor zehn Jahren diese Baumart verzeichnet wurde. Berücksichtigt wurde dabei nur der Bestandesteil, in dem auch der Mittelpunkt des Inventurpunktes zu liegen kam. Im Mittel lag dabei der Grundflächenanteil der Europäischen Lärche bei 0,37, der mittelste Wert der Verteilung lag bei 0,3. Die obere bzw. untere Quartilgrenze lag zwischen 0,55 und 0,16. Aus diesen Werten lässt sich schließen, dass die Europäische Lärche in Bayern trotz ihrer vergleichsweise geringen Konkurrenzkraft sehr häufig als Mischbaumart und eher seltener in Reinbestandsform auftritt. Eine eindeutige Aussage bezüglich der am häufigsten auftre-

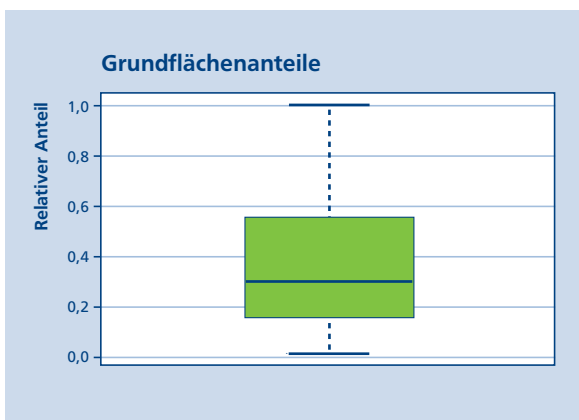


Abbildung 3: Relative Grundflächenanteile der Europäischen Lärche an BWI2-Inventurpunkten in Bayern

tenden Mischungsform ist auf Grund der unvollständigen Umgebungsinformationen an den Aufnahme- punkten der BWI schwierig. Eine Untersuchung der häufigsten Mischbaumarten an den Inventurpunkten mit Lärchenanteilen an der Gesamtgrundfläche des Probepunktes (WZP4) zwischen 16% und 55% hat gezeigt, dass die Europäische Lärche in Bayern am häufigsten in der Mischung mit Fichte oder Kiefer bzw. mit der Baumart Buche auftritt.

Günstige und ungünstige Standorte

In Abbildung 4 sind die Höhenmesswerte der Europäischen Lärchen an bayerischen BWI2-Punkten über den Inventuraltersangaben aufgetragen. Berücksichtigt wurden dabei die Inventurpunkte, für die ein vollständiger Satz an physiographischen Grunddaten zu Standort bzw. zu den klimatischen Wuchsbedingungen (Ergebnisse der Projekte KLIP 3, KLIP 4 und ST 192 (Beck et al. 2012, Hera et al. 2012) vorlag. Nachfolgenden Arbeitsschritten lag die Annahme zu Grunde, dass die Höhenwuchsleistung eines Baumes neben seinem Alter im Wesentlichen durch standörtliche und klimatische Wuchsbedingungen bestimmt wird. Die generierte Punktewolke wurde mit Hilfe der dreiparametrischen Chapman-Richards-Höhenwachstumsfunktion ausgeglichen und durch Variation des Koeffizienten des Parameters A in drei zahlenmäßig gleich große Einheiten unterteilt. Man erhält damit ein Kollektiv mit überdurchschnittlich hohen (grün), durchschnittlich hohen (blau) und unterdurchschnittlich hohen (orange) hohen Lärchen.

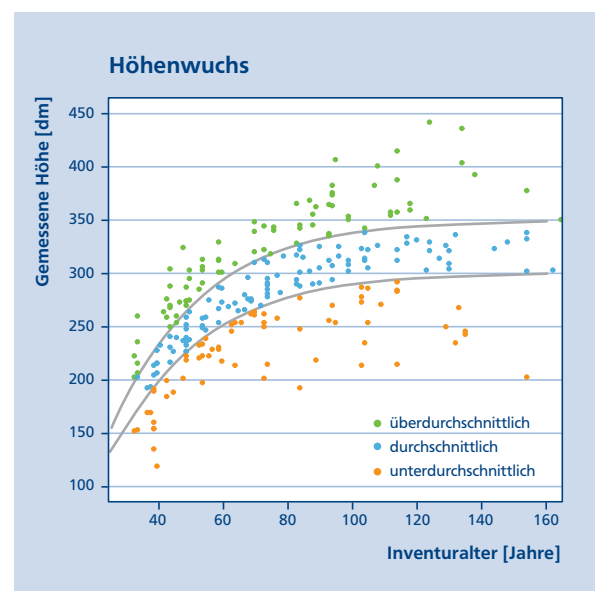


Abbildung 4: Gemessene Höhen der Europäischen Lärchen an BWI2-Inventurpunkten über den Inventuraltersangaben. Das gesamte Kollektiv wurde in drei Alters-Höhenklassen eingeteilt.

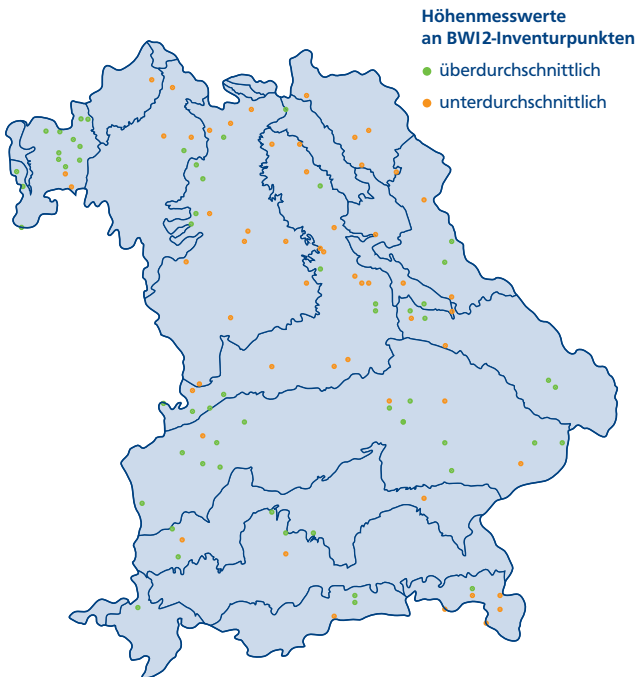


Abbildung 5: Lage der BWI2-Inventurpunkte mit Europäischen Lärchen mit überdurchschnittlichen Höhenmesswerten (grün) über dem Alter bzw. mit unterdurchschnittlichen Höhenmesswerten (orange).

Die räumliche Lage der Probepunkte des überdurchschnittlichen Kollektivs bzw. des unterdurchschnittlichen Kollektivs in Bayern ist in Abbildung 5 dargestellt. Zu erkennen ist eine Häufung der unterdurchschnittlich hohen Europäischen Lärchen in Nordostbayern bzw. eine Häufung überdurchschnittlich hoher Europäischer Lärchen in Mittelschwaben bzw. im Tertiären Hügelland sowie des Hoch- und Nordspessarts.

Mit Hilfe eines Klassifikationsbaumverfahrens (Breiman et al. 1984) wurde versucht, die maßgeblichen standörtlichen und klimatologischen Triebkraftdaten bzw. Schwellenwerte, die für das Wachstum der Europäischen Lärche in Bayern wichtig sind, abzuleiten. Demnach erreichen die Europäischen Lärchen auf zwei Standortgruppen überdurchschnittliche Höhen: Zum einen sind dies Standorte mit einer relativ hohen Wasserhaltekapazität in der Schicht bis 1 m in tieferen Lagen bzw. auf hängigen, weniger wasserhaltefähigen Standorten verschiedener Bodenarten (Ausnahme Sande und sandige Lehme) bei gleichzeitig guter Niederschlagsversorgung in der Vegetationsperiode. Als ungünstig erwiesen sich dagegen Sande und sandige Lehme mit geringer Wasserhaltekapazität.

Die Ergebnisse bestätigen größtenteils die Angaben aus der Literatur (Falk et al. 2012 in diesem Band). Interessant wird es aber beispielsweise, die wüchsigsten Hangstandorte näher zu untersuchen. Derzeit müssen die Ergebnisse der Klassifikationen allerdings noch als vorläufig angesehen werden, da sich die Überarbeitung der physiographischen Daten (insbesondere standörtliche Größen wie Basensättigung o. ä.) im Abschluss befindet und noch nicht alle potentiellen Triebkraftdaten für die Untersuchung vorlagen.

Einwertung der Ergebnisse für die forstliche Praxis

Anlässlich der Wahl der Europäischen Lärche (*Larix decidua* L.) zum Baum des Jahres 2012 hat das BWI3-Team der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft (LWF) bereits jetzt einen Auswertungsschwerpunkt auf diese Baumart gelegt und während der Feldaufnahmen zur BWI3 historische Daten zur Bundeswaldinventur in Bayern für diese Baumart ausgewertet. Es hat sich gezeigt, dass die Anzahl im Feld über ganz Bayern aufgenommenen Bäume lediglich sichere Aussagen für bestimmte Parameter auf großräumiger Ebene zulässt. Verbreitungsschwerpunkte der Baumart Europäische Lärche können für Regierungsbezirke oder für einzelne Wuchsgebiete festgemacht werden.

Fasst man die Inventurpunkte der Bundeswaldinventur als kleine waldbauliche Beobachtungsflächen auf, werden auch auf Basis der Bundeswaldinventurdaten Aussagen auf Einzelbaumebene bzw. Kleinbestandsebene möglich. Es konnte am vorhandenen Zahlenmaterial gezeigt werden, dass sich die Europäische Lärche in Bayern in Hinblick auf ihre Lichtökologie signifikant von der Schattbaumart Weißtanne unterscheidet. Weiterhin konnte gezeigt werden, dass in Bayern die Europäische Lärche selten in Reinbestandsform sondern häufiger in Mischung und hier insbesondere mit Fichte, Kiefer und Buche vorkommt. Vergleiche der BWI-Messdaten mit historischen Planungshilfsmitteln wie Ertragstafeln zeigen, dass die wenigen existierenden Ertragstafeln auch für die Baumart Europäische Lärche nur einen sehr eingeschränkten Wert zur Vorhersage von Waldentwicklung haben. Vergleiche zwischen den BWI1 und BWI2-Daten in diesem Zusammenhang lassen auf veränderte Wuchsbedingungen in Bayern für die Baumart Europäische Lärche schließen. Hiermit

können auch in den BWI-Daten für Bayern für diese Baumart die Phänomene bestätigt werden, die zusammenfassend bei Spiecker et al. 1996 formuliert sind.

Aktuell wird an der LWF praxisorientiert an der Ermittlung des Standort-Leistungsbezuges für verschiedene Baumarten in Bayern gearbeitet. Die Europäische Lärche erhält hierbei eine Art Pilotfunktion, da an ihr exemplarisch und vorab die Wachstumsreaktionen (Wirkung) anhand sehr guter, hochaufgelöster physiographischer Daten (Ursache) analysiert werden sollen. Ziel ist die klimasensitive Modellierung verschiedener Wachstumsprozesse für diese Baumart.

Die Daten der Bundeswaldinventur haben sich bereits in der jetzigen Auswertungsphase als wertvolle Datengrundlage erwiesen, die sowohl auf großräumiger Betrachtungsebene bis hinunter zur Einzelbaumebene einen erheblichen Wert für die praktische Forstwirtschaft in Bayern besitzen. Für die Zukunft gilt es diesen Datensatz zur Beantwortung verschiedenster Fragestellungen verstärkt zu nutzen.

Literatur

Breiman, L.; Friedman, J.; Stone, C.; Ohlsen, R.A. (1984): Classification and Regression Trees. CRC Press, 368 S.

Beck, J.; Dietz, E.; Falk, W. (2012): Digitales Standortinformationssystem für Bayern. LWF aktuell 87, S. 20–23

Eidgenössische Anstalt für das forstliche Versuchswesen (1983): Europäische Lärche: Ertragstafel für hochdurchforstete, gleichförmige Reinbestände,

Hera, U.; Rötzer, T.; Zimmermann, L.; Schulz, C.; Maier, H.; Weber, H.; Kölling, C. (2012): Klima en detail in hochaufgelösten forstlichen Klimakarten. LWF Aktuell 86, S 34–37

Klemmt, H.J.; Neubert, M. (2012): Möglichkeiten und Grenzen der Auswertbarkeit der BWI3 für Bayern. LWF aktuell 85,

Kramer, H. (1988): Waldwachstumslehre. Parey, 374 S.

Mayer, H (1984): Waldbau auf soziologisch-ökologischer Grundlage. 3. Auflage, Gustav Fischer Verlag, 513 S.

Schober, R. (1949): Die Lärche, eine ertragskundlich-biologische Untersuchung. Hannover. 116 S.

Spiecker, H.; Mielikainen, K.; Köhl, M.; Skovsgard, J.P. (1996): Growth trends in European Forests. Springer, 1. Auflage, 372 S.

Keywords: growth, European Larch, *Larix decidua*, Bavaria, National Forest Inventory, Bundeswaldinventur

Summary: National Forest inventories are a rich data source for several purposes. Data from this source is representative for edaphic and climatic site conditions. Analysis of Bavarian National Forest Inventory data for tree species „European Larch“ (*Larix decidua*) has shown distribution pattern as well as growth and increment of growth pattern across Bavaria independent of property situation of the forests. In comparison with yield tables, we found different growth pattern, which is an evidence for the limited usability of existing yield tables for this tree species. Also we could mathematically confirm existing knowledge on light ecologically demands of European larch. In Bavarian forests European larch is a tree species of mixed stands (most time together with Norway spruce, Scots pine or Common beech), in a lower number of cases European larch grows in pure stand situations. A first analysis of site-growth relationship has isolated several site conditions which facilitate growth of European larch in Bavaria. Also we found growth conditions which affect growth of European larch in Bavaria adversely.

Lerche oder Lärche?

*Vom Fliegen müd' macht eine Lerche
Zwischenstopp auf einer Lärche.
"Bist du der Vogel mit dem E?",
versucht's die Lärch' mit Wiener Schmäh.
Der Vogel grinst: Na, freilich, ja.
Du bist der Baum mit Umlaut A!"*

Ingo Baumgartner

Fraßschäden durch Insekten an der Lärche

Martina Weber, Manuela Wolf, Julia Zeitler und Ralf Petercord

Schlüsselwörter: Europäische Lärche, *Larix decidua*, Lärchenminiermotte, *Coleophora laricella*, Lärchenborkenkäfer, *Ips cembrae*, Lärchenbock, *Tetropium gabrieli*

Zusammenfassung Die Insektenfauna der Lärche ist hinreichend bekannt. Im natürlichen Verbreitungsgebiet gibt es nur wenige Arten, die nennenswerte Schäden verursachen. Anders ist die Waldschutzsituation der Lärche dagegen in den künstlichen Anbaugebieten zu bewerten. Massenvermehrungen können hier zum Ausfall dieser wertvollen Mischbaumart führen. Auffällige und forstwirtschaftlich spürbare Schäden werden durch die Lärchenminiermotte (*Coleophora laricella*), den Großen Lärchenborkenkäfer (*Ips cembrae*) und den Lärchenbock (*Tetropium gabrieli*) verursacht.

Die Lärchenminiermotte

Schadgeschehen und Bedeutung

Schäden durch die Lärchenminiermotte (*Coleophora laricella* Hbn.) treten in Bayerns Wäldern regelmäßig auf. Zeitweilig gemeinsam mit Schäden durch die Lärchennadelknicklaus (*Adelges geniculatus*) mit welcher sie auch bei oberflächlicher Betrachtung verwechselt werden kann. Beide Schadinsekten führen zum Abknicken und Verbraunen der Nadeln.

Der auffällige Frassschaden durch die Lärchenminiermotte, der ganze Bestände braun färben kann, führt nicht zum Absterben der Bäume, da die Langtriebe in der Regel nicht betroffen sind. Er hat aber erhebliche Zuwachsverluste und damit auch eine Vitalitätsschwächung zur Folge. Mehrjährige Massenvermehrungen disponieren die betroffenen Lärchen damit für den Befall sekundärer Schaderreger. Das Schadgeschehen durch die Lärchenminiermotte wird daher auf Revier-ebene in den Waldschutzmeldungen erfasst, die die Ämter für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten und die Forstbetriebe der Bayerischen Staatsforsten zweimal im Jahr an die Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft weiter geben. Die Auswertung dieser Meldungen verdeutlicht die Bedeutung der Lärchenminiermotte im künstlichen Anbaugbiet der Lärche. In den Jahren 2002 bis 2004 wurden in Bayern erhöh-

te Populationsdichten dokumentiert. In den darauf folgenden Jahren 2005 bis 2008 wurden dagegen keine Schäden gemeldet. Im Jahr 2009 kam es dann erneut zu Schadflächenmeldungen. Im Alpenraum, dem natürlichen Verbreitungsgebiet der Lärche, spielt die Lärchenminiermotte dagegen eine untergeordnete Rolle.

Verbreitung

Die Lärchenminiermotte kommt sowohl im natürlichen als auch im künstlichen Verbreitungsgebiet der Europäischen Lärche vor.

Im Alpenraum ist die Motte bis zur Baumgrenze bei etwa 1.700 m ü. NN zu finden (Schwenke 1978).

Sie hat sich in ganz Europa inklusive dem europäischen Teil der ehemaligen UDSSR, den Britischen Inseln, West-Sibirien und Japan ausgebreitet. Im Norden sind ihr Kältengrenzen gesetzt. So kommt sie in Schweden lediglich in den Küstenregionen und nicht im Landesinneren vor. Im Norden von Finnland und in Norwegen ist sie nicht vertreten (Eidmann 1965).

Im Jahr 1886 wurde die Art mit Pflanzmaterial nach Nordamerika (Massachusetts) verschleppt und hat sich bis in die nordwestlichen USA und die Provinz British Kolumbien in Kanada ausgebreitet. Sie befällt auch dort bevorzugt die einheimischen Lärchenarten. Die Lärchenminiermotte hat sich auf Fraßpflanzen der Gattung *Larix* spezialisiert. Allerdings gibt es Meldungen zum Befall von Douglasien (Forster 2009) und in Nordamerika von *Abies balsamea* und *Pinus strobus*.

Morphologie und Biologie

Die Lärchenminiermotte gehört zur Familie der Sackträgermotten. Ihre Larven minieren zunächst von der Nadelspitze aus in einer einzelnen Lärchennadel, deren ausgehöhlte Hülle sie später als Ummantelung (Sack) nutzen um sich vor Fraßfeinden zu verbergen. Mit zunehmender Größe erweitern sie diesen Sack mit neuen ausgehöhlten Nadeln, die zusammengesponnen werden. Diesem Verhalten verdankt die Familie ihren deutschen Namen.

Der ausgewachsene Schmetterling selbst ist unscheinbar grau mit einer Flügelspannweite von 9 mm. Charakteristisch für ihn sind die typischen Fransen an Vorder- und Hinterflügeln. Die Vorderflügel sind bräunlich grau und schwach glänzend. Die Hinterflü-



Abbildung 1: Lärchenminiermotte mit den markanten fransenbesetzten Flügeln. (Foto: I. Altmann)



Abbildung 2: Minierende Raupe der Lärchenminiermotte an Lärchennadeln. (Foto: Natural Resources Canada, Canadian Forest Service)

gel sind eher dunkelgrau gefärbt, schmal lanzettlich und mit längeren Fransen versehen, als die Vorderflügel (Abbildung 1).

Die Lärchenminiermotte durchläuft lediglich eine Generation im Jahr. Die tagaktiven Schmetterlinge fliegen im Mai und Juni. Die Weibchen legen die Eier einzeln an der unteren Nadelseite in der Nähe der Nadelspitzen ab, bevorzugt an Nadeln der Kurztriebe. Ein Weibchen legt im Durchschnitt 50 Eier (Eidmann 1965).

Das erst gelbe, später schmutziggraue Ei (0,3 mm Durchmesser, 0,2 mm hoch) ähnelt einem kleinen Napfkuchen mit regelmäßigen Rillen.

Die Eiraupe ist erst von gelber, dann von gelblich-brauner Farbe (L2-Stadium). Spätere Stadien (L3 bis L4) sind rotbraun eingefärbt. Die Kopfkapsel und weitere chitinisierte Körperteile werden mit dem Alter der Larven immer dunkler, von blassbraun bis schwarz. Sind die Larven nach dem Schlupf gerade mal 0,6 mm groß, so erreichen sie im letzten L4-Stadium eine Körperlänge von 4 mm (Schwenke 1978).

Die Larven in den verschiedenen Stadien fressen ab beginnendem Nadelaustrieb im Frühjahr bis zum Nadelfall im Herbst. Der Frühjahrsfraß der schlüpfenden L4-Raupen im März/April ist dabei am intensivsten. Der sogenannte Herbstfraß, verursacht durch L1- bis L3-Stadien, zieht sich über die gesamte Vegetationsperiode hin und ist weniger gravierend. Die Eiraupen (L1-Stadium) schlüpfen 8 bis 14 Tage nach der Eiablage und dringen direkt in die Nadeln ein um in dieser zu minieren. Nach der ersten Häutung setzt das zweite Larvenstadium den Fraß in der Nadel fort. Durch die Minierfähigkeit der ersten beiden Larvenstadien vertrocknet die Nadel von der Spitze her, verfärbt sich braun und knickt zusätzlich leicht ein, verbleibt aber am Baum. So entsteht das für den Herbstfraß typische Schadbild.

Etwa Mitte September, wenn sich die Larve im dritten Entwicklungsstadium befindet, baut sich die Raupe aus der Nadel dann einen nach beiden Seiten offenen Sack, der zunächst aus einer, später aus zwei, ausgehöhlten Nadeln besteht. In diesem Schutzmantel bewegt sich die Raupe frei am Baum, setzt ihre Fraßtätigkeit fort und sucht bei beginnendem Nadelfall die Überwinterungsplätze auf. Die bevorzugten Orte hierfür sind die Knospen der Kurztriebe und die Triebspitzen (Eidmann 1965, Habermann 1994, Schwertfeger 1981). Man findet die Säckchen aber auch an anderen Stellen am Baum, wie unter Rinden- und Zapfenschuppen. Die Raupe im L3-Stadium geht zu Beginn der Überwinterung zunächst in eine kurze Diapause, die noch im Herbst beendet wird. Im zeitigen Frühjahr (März/April) häutet sich die Raupe ein letztes Mal zum L4-Stadium und beginnt dann mit dem Fraß an austreibenden Nadeln und Blüten. Die Koinzidenz zwischen der Häutung zum L4-Stadium und dem Nadelaustrieb ist dabei von entscheidender Bedeutung. Fallen diese Entwicklungsphasen zeitlich auseinander, so ist dies der bestimmende Mortalitätsfaktor für die Lärchenminiermotte (Eidmann 1965, Jagsch 1973). Der Frühjahrsfraß beginnt in der ersten Aprilhälfte (Schwenke 1978) und dauert vier bis fünf Wochen. Er ist gravierender als der Herbstfraß. Zwischen Ende April und Mitte bis Ende Mai verpuppt sich die Raupe in ihrem Sack, den sie in der Mitte eines Kurztriebes festgesponnen hat. Die Puppenruhe dauert circa drei Wochen, so dass der Zyklus Ende Mai/Anfang Juni mit dem Schlupf des Schmetterlings beendet wird bzw. neu beginnen kann (Eidmann 1965, Schwertfeger 1981).

Für den Alpenraum hat Jagsch (1973) die räuberische Tätigkeit der Vögel im Winter, die intraspezifische Konkurrenz der minierenden Junglarven, die mangelhafte Synchronisation der Häutung zum L4-Stadium nach

der Überwinterung mit dem Austreiben der Lärche im Frühjahr sowie ungünstige Witterungsverläufe, speziell das Vertrocknen der Larven, als Mortalitätsfaktoren identifiziert. Eidmann (1965) betont den Einfluss der Luftfeuchtigkeit, die einerseits Pilzkrankheiten bei hoher Luftfeuchte und die Austrocknung der Larven bei niedriger Luftfeuchte begünstigen kann. Die Parasitoide der Lärchenminiermotte stammen mehrheitlich aus der Familie der Hymenopteren. In Nordamerika sollen sie zu einer fühlbaren Reduzierung der Populationsdichten beigetragen haben (Schwenke 1978). Krankheiten, die durch Viren, Rickettsien und Bakterien verursacht werden, sind bisher nicht bekannt (Eidmann 1965).

Populationsdynamik

Exakte Aussagen über den Zeitraum zwischen einzelnen Gradationen sind schwierig, da es wenige Langzeitbeobachtungen gibt. Es fehlen kritische Werte bei der Populationsentwicklung zur Abgrenzung von Latenz- und Gradationsphasen (Eidmann 1965, Schwenke 1978). Im künstlichen Anbaugebiet in Nordwestdeutschland wurden Massenwechsel alle zwölf Jahre (Schindler 1968) bzw. alle sechs Jahre (Altenkirch et al. 2005) dokumentiert. In Schweden trat im Durchschnitt alle drei Jahre eine Gradation auf (Schwenke 1978).

Habermann (1994) weist aus vorangegangenen Untersuchungen (Altenkirch et al. 1990, Eidmann 1978, Schindler 1968, Jagsch 1973) auf einen zyklischen Fluktuations-typen mit einem Maximum alle fünf bis zehn Jahre hin.

Untersuchungen von Altenkirch et al. (2005), Eidmann (1965), Jagsch (1972) und Habermann (2000) lassen darauf schließen, dass der Massenwechsel der Lärchenminiermotte durch physiologische Abwehrmechanismen des Baumes verursacht wird. Die Populationsdynamik des Schädling wird damit über eine zeitlich befristete, fraßinduzierte Resistenz und weniger durch äußere Einflußfaktoren gesteuert (Habermann 1994).

Untersuchungen in künstlichen Anbaugebieten der Europäischen Lärche in Nordwestdeutschland und Serbien zeigen, dass Antagonisten zur Reduktion aller Entwicklungsstadien beitragen (Altenkirch et al. 2005, Tabakovic et al. 2011). Allerdings haben diese keinen Einfluss auf den regelmäßigen Massenwechsel der Schmetterlingsart. Räuber und Parasiten sind nicht in der Lage, eine Massenvermehrung durch Reduktion der Population abzufangen (Habermann 2000, Jagsch 1973).

In Serbien wurden 1981 die Europäische und Japanische Lärche für Rekultivierungsmaßnahmen von Tagebauhalden künstlich, zum Großteil in Reinbeständen, angebaut (Tabakovic et al. 2011). Elf Jahre nach der Bestandesbegründung setzte eine Massenvermehrung der Lärchenminiermotte ein, die über 15 Jahre andauerte.

Eine einmalige Bekämpfung der Raupen aus der Luft mit Pflanzenschutzmitteln brachte keinen nachhaltigen Erfolg. Die Population konnte sich danach, durch die Wiederbesiedlung der Flächen mit geringeren Dichten umso schneller wieder aufbauen.

Waldschutzmaßnahmen

Die Miniermotte ist immer in einer gewissen Populationsdichte in Beständen vertreten (Schwenke 1978, Schwertfeger 1981). Vor allem in künstlichen Anbaugebieten kann sie zum Dauerschädling für mehrere Jahre werden.

In der Vergangenheit wurden bei Massenvermehrungen der Miniermotte Bekämpfungsversuche mit chemischen Pflanzenschutzmitteln (zum Teil DDT) durchgeführt (Schindler 1970, Schwertfeger 1957). Untersuchungen ergaben, dass diese nur einen kurzzeitigen Effekt hatten und die Selbstregulationsmechanismen ausschalteten (Altenkirch et al. 2002). Neuere Untersuchungen bestätigen dies (Tabakovic et al. 2011). In Bayern werden bei einem Populationsanstieg keine Gegenmaßnahmen getroffen. Eine hohe Besiedlungsdichte geht nach einigen Jahren von selbst zurück. Die Lärche ist in der Lage, auf einen starken Nadelverlust durch Fraß mit einer geänderten Zusammensetzung der Nadelinhaltsstoffe zu reagieren, was deren Nahrungsqualität für die Lärchenminiermotte verschlechtert und so zum natürlichen Rückgang der Populationsdichte führt (Habermann 1994, Habermann und Ott 1995, Perny 2004). Diese induzierte Resistenz der Lärche ist damit der wichtigste Faktor für die zyklische Schwankung der Populationsdichte der Lärchenminiermotte.

Darüber hinaus sind durch das Fraßverhalten (kein Kahlfraß) und die gute Regenerationsfähigkeit der Lärche keine Gegenmaßnahmen erforderlich. Hinzu kommt, dass die Lärche kleinflächig oder einzelbaumweise eingemischt in unseren Wäldern vorkommt und eine Bekämpfung damit auch technisch nicht möglich ist (Lobinger 2012).

Der Große Lärchenborkenkäfer

Schadgeschehen

Der Große Lärchenborkenkäfer (*Ips cembrae* Heer) entwickelte sich innerhalb der letzten 120 Jahre in Mitteleuropa zu dem bedeutendsten Forstschädling an der Lärche. Normalerweise befällt er nur geschwächte oder frisch abgestorbene Bäume ohne ein bestandesbedrohliches Potential zu erreichen. Nach Witterungsextremen wie Sturm und Trockenjahren findet der Lärchenborkenkäfer jedoch ein hohes Brutstättenangebot und

kann epidemisch in allen Altersklassen in Erscheinung treten. Neben den abiotischen Einflüssen spielen Fehler bei der Bestandesbehandlung eine entscheidende Rolle für die Entstehung einer Massenvermehrung. Falsch gewählte Durchforstungszeitpunkte im Frühjahr und Sommer führen zu einem erhöhten Aufkommen von Durchforstungsresten (Stamm-, Kronen- und Astmaterial) in den Beständen und bieten dem Käfer zusätzlichen Brutraum. Des Weiteren geht eine nicht zu unterschätzende Gefahr von den im Wald gelagerten Holzpoltern aus. Die liegenden Lärchenstämme werden von den paarungsbereiten Käfern im Frühjahr bevorzugt angefliegen und sind, bei idealen Entwicklungsbedingungen für den Borkenkäfer, noch im gleichen Jahr Ausgangspunkt für Stehendbefall in angrenzenden trockengestressten Beständen. So kann eine Vernachlässigung der „sauberen Waldwirtschaft“ gerade nach klimatischen Extremereignissen einen erheblichen Schadholzanfall verursachen. Zusätzliche wirtschaftliche Einbußen entstehen bei der Vermarktung von verblautem Käferholz. Der Lärchenborkenkäfer ist mit Bläuepilzen vergesellschaftet, die ihm helfen, die Abwehrmechanismen gesunder Bäume zu überwinden und teilweise hoch pathogen wirken (Kirisits 2004).

Die Schadholzbilanz der Baumart Lärche für die letzten zehn Jahre in Bayern zeigt deutlich, wie rasant sich der Lärchenborkenkäfer innerhalb eines Sommers, der durch hohe Mitteltemperaturen und geringe Niederschlagsmengen in den Monaten Mai bis September gekennzeichnet ist, vermehren kann (Abbildung 3). Die trockene, heiße Witterung des Jahres 2003 bewirkte bei den Bäumen Trockenstress und Abwehrschwäche. Der Schädling fand ausreichend Brutraum und durchlief vielerorts zwei Generationen. Die Käferholzmengen stiegen im Vergleich zu den Vorjahresmengen expo-

sionsartig an. Punktuell trat erheblicher Stehendbefall unabhängig von Struktur, Alter und Höhenlage der Lärchenbestände auf. Obwohl sich im Folgejahr 2004 aus klimatischer Sicht für die Lärche die Situation entspannte, wurden aus den Revieren nochmals höhere Schadholzmengen (rund 18.000 Festmeter) gemeldet. Ein Grund für die weiterhin lokal erhöhten Käferpopulationen war die nicht termingerechte Abfuhr der befallenen Holzpolter aus dem Wald vor Beginn des Schwärmfluges im Frühjahr. In den Jahren 2006 und 2008 kam es erneut zu leichten Anstiegen der Schadholzmengen. Auch hier begünstigten warme, niederschlagsarme Phasen im Sommer die Brutentwicklung des Lärchenborkenkäfers und erhöhten die Befallsdisposition der Lärchenbestände. Nach Wenk (2010) zeichneten sich in den vergangenen zwei Jahrzehnten Massenvermehrungen meist dann ab, wenn die maximale Tagestemperatur von Mai bis September an mindestens 110 Tagen mehr als 20 °C betrug sowie 60 Niederschlagstage nicht überschritten wurden.

Morphologie und Biologie

Der Lärchenborkenkäfer ist im gesamten natürlichen Verbreitungsgebiet der Lärche vertreten. Er kommt in West- und Mitteleuropa, im Süden bis Norditalien und im Osten bis Sibirien und Japan in Höhen von 400 m bis 2000 m vor (Schwenke 1974). Da dieser Borkenkäfer polyphag lebt und verschiedene Nadelholzarten als Brutraum nutzen kann, ist er in der Lage, sich in Regionen mit isoliertem Lärchenvorkommen sowie in künstlichen Anbaugebieten der Lärche einzufinden. Auf diese Weise wurde der Große Lärchenborkenkäfer selbst nach England und Schottland eingeschleppt (Freude et al. 1981).

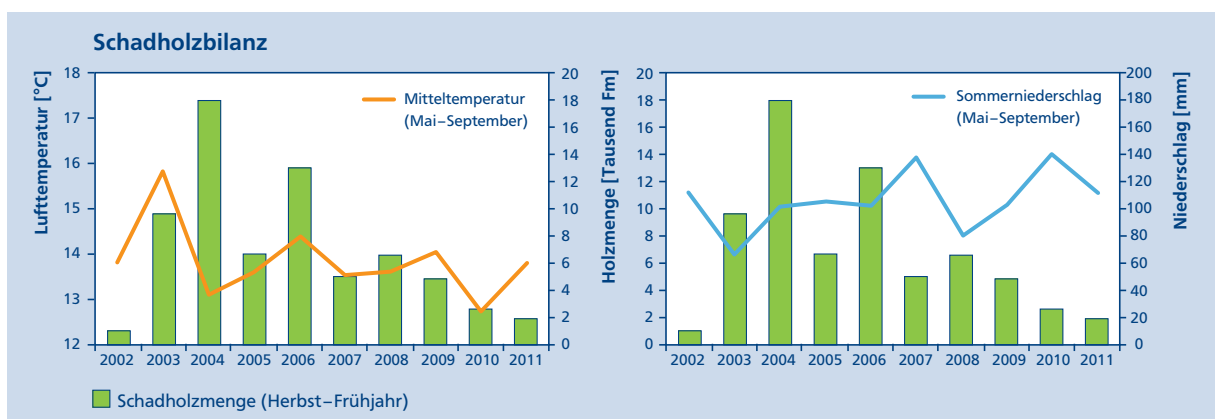


Abbildung 3: Auf Lärchenborkenkäferbefall zurückzuführende Schadholzbilanz in Bayern unter Berücksichtigung der Sommermitteltemperaturen (links) bzw. des Sommerniederschlags (rechts) gemessen an den Waldklimastationen in den Jahren 2002 bis 2011.



Abbildung 4: Morphologische Merkmale des Lärchenborkenkäfers; links: typische Absturzbezahnung, Mitte: lackglänzende Absturzfläche mit behaarter Flügeldeckennaht in der oberen Hälfte, rechts: Fühlerkeule mit stark bogigen Quernähten. (Fotos: M. Weber, LWF)

Trat der Schädling Ende des 19. Jahrhunderts noch mehrheitlich als Besiedler der Zirbelkiefer (*Pinus cembra*) und der Europäischen Lärche (*Larix decidua*) in Hochtälern der Alpen in Erscheinung, so befällt er heute die Zirbelkiefer nur noch selten. Derzeit gilt die Lärche in Mitteleuropa als Hauptwirt (Wenk 2010). Als eher seltene Brutbaumarten werden in der Literatur die Gemeine Kiefer (*Pinus silvestris*), Bergkiefer (*Pinus montana*), Gemeine Fichte (*Picea abies*), Weißtanne (*Abies alba*) und Japanische Lärche (*Larix kaempferi*) aufgeführt (Schwenke 1974, Nierhaus-Wunderwald 1995). Freude et al. (1981) nennt zudem die Douglasie (*Pseudotsuga douglasii*) als mögliche Wirtsart und Pfeffer (1995) die Dahurische sowie Sibirische Lärche.

Der dunkelbraune, gelblich behaarte etwa 4,9–6 mm lange Käfer ähnelt in seinem Aussehen, seiner Absturz-Bezahnung und seiner Verhaltensweise zwei weiteren achtzähligen Vertretern der Gattung *Ips*, dem Buchdrucker (*Ips typographus* L.) und dem Kleinen Fichtenborkenkäfer (*Ips amitinus* Eichh.). Von diesen Verwandten unterscheidet er sich morphologisch lediglich in seiner größeren Körperlänge, einer lackglänzenden Absturzfläche (im Gegensatz zur matten Ausbildung beim Buchdrucker), einer Reihe langer abstehender gelblicher Haare entlang der Flügeldeckennaht (fehlt bei den beiden anderen Arten) und durch zwei stark vorgebogene Fühlerkeulenquernähte (Abbildung 4).

Der Lärchenborkenkäfer ist ein polygamer Rindenbrüter. Von der Rammelkammer ausgehend verlaufen meist 3 bis zu 20 cm lange Muttergänge erst quer dann längs zur Stammachse. Nach der Anlage der ersten Generation führen die geschwächten Weibchen einen Regenerationsfraß im Brutbild durch. Diese „sterilen“ Gänge ohne Einischen, sogenannte Witwengänge, sind



Abbildung 5: Das typische Brutbild des Lärchenborkenkäfers mit 3 Muttergängen, Larvenfraß und Puppenwiegen ist in dünnborkigen Stammereichen sowohl in der Rinde (oben) als auch im Splint (unten) zu sehen. (Fotos: M. Weber, LWF)

entweder neue Abzweigungen von der Rammelkammer aus oder Verlängerungen der Muttergänge. Nach dem Regenerationsfraß beginnen die Weibchen am gleichen Brutort in den verlängerten oder in neuen Muttergängen mit der Eiablage der Geschwisterbruten. Auf diese Weise entstehen zahlreiche Brutbildvarianten.

Von sehr regelmäßig angeordneten Einischen gehen dichte und geradlinige Larvengänge aus, die in relativ großen, längsovalen Puppenwiegen enden. Je nach

Rindenstärke liegt das gesamte Fraßbild in der Rinde und der Splint wird dabei nicht oder nur schwach gefurcht. In dünnborkigen Stammbereichen ist es in der Rinde und im Splint zu sehen (Abbildung 5).

Die Jungkäfer vollziehen ihren Reifungsfraß am Brutort neben den Puppenwiegen. Sie legen bei diesem sekundären Reifungsfraß Plätze oder unregelmäßig verlaufende Gänge an, welche den Splint schwach furchen (Abbildung 6). Das ursprüngliche Brutbild kann dabei völlig zermulmt werden. Bei hoher Besiedlungsdichte und zu schnellem Austrocknen des Brutraumes suchen die Jungkäfer zum Reifungsfraß wie auch Altkäfer zum



Abbildung 6: Jungkäfer des Lärchenborkenkäfers beginnt mit dem sekundären Reifungsfraß am Brutort. (Foto: M. Weber, LWF)

Regenerationsfraß die Triebe und Zweige vitaler Lärchen auf (Schremmer 1955). Dieser primäre Reifungsfraß an Trieben wurde erstmals 1925 von Prell beschrieben und tritt innerhalb der Unterfamilie *Ipinae* nur bei dem Großen Lärchenborkenkäfer auf. Die Triebe werden bis zum Splint befallen oder ähnlich dem Reifungsfraß der Waldgärtner-Arten tunnelartig ausgehöhlt. Die beschädigten Äste werden vom Wind leichter gebrochen und die so geschwächten Lärchen sind im Folgejahr anfälliger für den Brutfraß (Nierhaus-Wunderwald 1995). Je nach Höhenlage und Witterungsbedingungen kann der zu den Spätschwärmern zählende Borkenkäfer ein bis zwei Generationen sowie Geschwisterbruten im Jahr mit den Hauptflugzeiten Ende April/Anfang Mai und Ende Juli/Anfang August entwickeln (Schwenke 1974). Von der Eiablage bis zum Schwärmflug der Jungkäfer vergehen im Durchschnitt neun Wochen (Abbildung 7). Alle Entwicklungsstadien überwintern in der Regel im Brutbild, fertige flugbereite Käfer gehen auch in die Bodentreu.



Abbildung 7: Seitlich vom Muttergang abgelegtes Ei in einer Einische (links); Der Lärchenborkenkäfer entwickelt sich in etwa neun Wochen vom Ei zum Jungkäfer (rechts). (Fotos: M. Weber, LWF)

Waldschutzmaßnahmen

Über die gesamte Schwärmphase von Ende April bis September hinweg sind potentiell gefährdete Bestände wiederkehrend etwa alle zwei Wochen nach akutem Lärchenborkenkäferbefall abzusuchen. Dabei handelt es sich um Lärchenbestände mit Vorjahresbefall und jene, die auf Grund von Ereignissen wie Sturm beziehungsweise Trockenheit befallsdisponiert sind. Insbesondere müssen bei den Befallskontrollen sonnenseitige Bestandesränder und in Hauptwindrichtung exponierte Bestände abgegangen werden. Es besteht hier die Gefahr, dass der Lärchenborkenkäfer gerade diese Bereiche auch aus größeren Entfernungen anfliegt. Die wesentlichen Symptome für einen Befall der Lärchen durch den Lärchenborkenkäfer sind:

- Braunes Bohrmehl, welches bei der Anlage von Rammelkammer und Brutgängen entsteht, jedoch unter den Rindenschuppen nur aus nächster Nähe und oft zu spät erkennbar ist (Abbildung 8)
- Sogenannte Rindenspiegel (von Spechten über dem Einbohrloch abgeschlagene Borkenschuppen), die als helle Flecken am Stamm aus weiter Entfernung sichtbar sind
- Starker Harzfluss und aufgesprungene Rinde an Ästen nach Regenerations- und Triebfraß der Käfer
- Triebabbrüche am Boden oder vom Wind geknickte Lärchentriebe
- Rot oder gelbbraun gefärbte Kronen
- Spechtabschläge (von Spechten abgeschlagene Rindenstücke) sobald Käferbrut sich im Larven- und Puppenstadium befindet



Abbildung 8: Einbohrloch des Lärchenborkenkäfers mit Bohrmehlauswurf. (Foto: M. Weber, LWF)



Abbildung 9: Der Große Lärchenborkenkäfer und der Lärchenbock können gleichzeitig in dickborkigen Lärchenstämmen brüten. (Foto: M. Weber, LWF)

Oftmals ist in den dickborkigen Teilen des Stammes neben dem Borkenkäfer gleichzeitig auch der Lärchenbock (*Tetropium gabrieli* Weise) zu finden (Abbildung 9). Durch den intensiven Larvenfraß dieser Käferart können gerade geschwächte Lärchen frühzeitig absterben.

Eine Überwachung der Flugaktivität des Lärchenborkenkäfers mit Hilfe von Lockstofffallen ist grundsätzlich möglich. Im Handel werden synthetische Lockstoffe auf Basis der bereits 1978 von Stoakley et al. beschriebenen Analyse des Aggregationspheromons männlicher Käfer angeboten. Jedoch stellte sich im Rahmen einer Projektarbeit an der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft nach dem Trockenjahr 2003 heraus, dass diese käuflichen Pheromonvarianten eine geringe Fangleistung besitzen. Ihre Güte

ist nicht vergleichbar mit jenen Pheromonködern für das Buchdrucker-Monitoring. Die Höhe der Fänge fiel in den Rahmen von Zufallsanflügen obwohl optimale Schwärmbedingungen vorherrschten und ausflugfähige Käfer vorhanden waren (Weber 2008). Fallenfänge können demnach Aufschluss über den Zeitpunkt des Schwärmbeginns und den damit einhergehenden notwendigen Start der Bohrmehlkontrolle geben. Anhaltspunkte zur Ausgangsdichte einer Käferpopulation und zum zahlenmäßigen Verlauf der Schwärmaktivität der Generationen im Ablauf eines Käferjahres lässt eine pheromon-gestützte Überwachung derzeit nicht zu.

Bei den präventiven Maßnahmen sowie bei Bekämpfungsmaßnahmen zur Eindämmung einer Massenvermehrung ist im Sinne der „Sauberer Waldwirtschaft“ Brutraum zu reduzieren. Da der Lärchenborkenkäfer in weniger als 2 cm dicken Astmaterial seinen Reifungsfraß durchführen kann und Kronenholz ab einer Stärke von 5 cm zur Eiablage nutzt (Wenk 2010), sollten Durchforstungsreste vor Beginn des Käferanfluges konsequent beseitigt werden. Alles potentiell fängische Material bis hin zu Gipfelpartien und bereits befallene Stämme müssen noch während der Schwärmphase oder spätestens vor Beginn des Käferausfluges bis Mitte April des nächsten Jahres abgefahren, entrindet, gehäckselt oder verbrannt werden. Je nach Entwicklungsphase des Borkenkäfers sollten Stämme mit Larven unter der Rinde geschält, bei der Existenz von Puppen und Käfern ebenfalls entrindet werden. Auf die vollständige termingerechte Abfuhr im Wald lagernden Holzes ist zu achten.

Da lang anhaltende hohe Temperaturen den Generationszyklus des Lärchenborkenkäfers verkürzen, ist die Überwachung der Brutentwicklung in ausgelegten Lärchenstämmen im Sommer gerade in Extremjahren unerlässlich. Nur so ist gewährleistet, dass rechtzeitig Waldschutzmaßnahmen geplant und ausgeführt werden. Eine Prognose für die weitere Befallsentwicklung des Schädling hängt von der zukünftigen klimatischen Entwicklung, den sorgfältig ausgeführten vorbeugenden Maßnahmen sowie dem zeitigen Einleiten von Bekämpfungsmaßnahmen bei Entstehen einer Käfergradation ab.

Der Lärchenbock

Verbreitung

Das Verbreitungsgebiet des Lärchenbocks (*Tetropium gabrieli* Weise) deckt sich mit dem künstlichen Anbau-gebiet der Lärche und den Grenzlagen des natürlichen Verbreitungsgebietes in Mitteleuropa.

Morphologie und Biologie

Der Käfer aus der Familie der Bockkäfer erreicht eine Länge von 8–18 mm und befällt fast ausschließlich Bäume der Gattung *Larix* (hauptsächlich *Larix decidua*), sehr selten auch andere Nadelbaumarten. Er hat ein dunkles Halsschild, das auf der Oberseite fein und dicht punktiert ist. Im Gegensatz zu den Fichtenbockkäfern (*Tetropium castaneum* und *Tetropium fuscum*), bei denen die Längsgrube in der Mitte des Halsschildes matt ist, ist sie beim Lärchenbock lackglänzend. Zudem weist die Stirnseite des Kopfes beim Lärchenbockkäfer keine Einbuchtung auf.

Die Flügeldecken sind rot-braun bis schwarz und die Beine rötlich gefärbt, wobei die Körperfärbung stark variieren kann. Der Käfer ist dicht mit gelben Haaren besetzt. Wie für die Gattung *Tetropium* typisch, sind auch die Fühler des Lärchenbockes im Vergleich zu anderen Bockkäferarten vergleichsweise kurz und erreichen nur etwa die Hälfte der Körperlänge (Abbildung 10).

Zwischen Mai und Juli werden unter den Knospenschuppen im unteren Stammbereich in meist dichtem Besatz kleine Gelege von drei bis zehn Eiern abgelegt. Ein Weibchen legt dabei bis zu 100 Eier. Nach dem Schlupf verteilen sich die Larven zunächst auf der Rinde und bohren sich erst dann in diese ein. Auf diese Weise wird das Risiko einer intraspezifischen Nahrungskonkurrenz reduziert. Die Fraßgänge der Larven liegen im Bereich des Kambiums und schürfen den Splint, so werden Phloem- und Xylemleitgefäße zerstört. Diese Fraßgänge verlaufen in mehr oder weniger geschwungenen Windungen quer zur Stammachse und haben einen ovalen Querschnitt, der wolzig mit festgepressten weißen und braunen, relativ groben Nagespänen gefüllt ist. Am Ende ihrer Entwicklung dringen die Larven ins Holz ein und verpuppen sich nach Anlage des für Bockkäfer typischen nach unten zeigenden Hakenanges. Im Gegensatz zum Fichtenbock liegt die Puppenwiege meist näher an der Rinde. Es ist jedoch nicht ausgeschlossen, dass die Larve bis ins Kernholz vordringt. Nach etwa 14-tägiger Puppenruhe nagt sich der Käfer durch ein flachovales Bohrloch nach außen.

Der Lärchenbock tritt oft vergesellschaftet mit dem Großen Lärchenborkenkäfer (*Ips cembrae*) auf. Dabei tritt der Lärchenbock nicht später hinzu, sondern kann gleichzeitig mit oder sogar bereits vor dem Borkenkäfer geschwächte Bäume befallen. Der Lärchenbock zeigt also einen für einen Bockkäfer vergleichsweise primären Charakter.

Beide Arten übertragen Bläuepilze. Einige Bläuepilze sind sogar speziell mit dem Lärchenbock vergesellschaftet. Während die Bläuepilze des Lärchenborkenkäfers den Absterbeprozess der befallenen Bäume beschleunigen können, ist dies bei der mit dem Lärchenbock assoziierten Art *Ophiostoma kryptum* nicht zu vermuten. Der Pilz verursacht nur eine geringe Verfärbung des Lärchenholzes und lebt wahrscheinlich rein saprophytisch.

Schadgeschehen und Abwehrmechanismen

Das Schadbild ähnelt dem der Fichtenbockarten. Neben vitalitätsgeschwächten Lärchen (physiologischer Schaden) befällt der Lärchenbock auch liegendes Stammholz (technischer Schaden).

Der physiologische Schaden durch den Larvenfraß führt zum Absterben der Bäume. Je nachdem, wie tief die Larve zur Verpuppung ins Holz vordringt, verursacht sie eine technische Schädigung von bis zu 50% des Holzkörpers. Nach Kalamitäten (z. B. Sturm) kann der Befall bei hoher Populationsdichte auch primären Charakter annehmen.

Befallene Bäume – meist Altbäume – erkennt man zu Beginn an Harz- und Bohrmehlaustritt sowie an trichterförmigen Spechtabschlägen. Später deutet eine schütterere Benadelung auf einen fortgeschrittenen Befall hin. Das erwähnte Ausharzen ist ein Abwehrmechanismus der Lärche, der durch das Einbohren der Larven angeregt wird. Vitale Bäume sind so in der Lage, den Befall erfolgreich abzuwehren.



Abbildung 10: Imago des Lärchenbocks (*Tetropium gabrieli*) (Foto: U. Schmidt, flickr.com)

Vogel und Baum

*Man sieht die Lerchen mit Gesang
Hoch in die Lüfte steigen
Nur die mit „e“! Die mit dem „ä“,
die stehen da – und schweigen.*

Heinz Ehrhardt

Waldschutzmaßnahmen

Die Bekämpfung des Lärchenbocks gelingt durch saubere Waldwirtschaft. Befallene Bäume sind vor dem Ausflug der Jungkäfer zu entnehmen und zeitnah abzufahren, damit kann die Populationsdichte der Käfer effektiv gesenkt und der Stehendbefall benachbarter Lärchen verhindert werden. Beim Fällen muss auf eine möglichst tiefe Schnittführung geachtet werden, da die Larven sich auch im Bereich der Wurzelanläufe befinden. Eine Entrindung der verbleibenden Stöcke wird daher bei hoher Populationsdichte empfohlen.

Fazit

Massenvermehrungen von Insekten haben ihren Ursprung häufig in einer Schwächung oder Vorschädigung, die zu einer physiologischen Disposition der Wirtspflanzen für den Befall führt. Die Wirtspflanze ist dann leichter als Nahrungsquelle erschließbar und/oder bietet günstigere Ernährungsbedingungen, was dann über eine Fertilitätssteigerung den Anstieg der Populationsdichten bei den Insekten begünstigt.

Am Beispiel der Lärche kann diese Befallskaskade ausgehend von Fraßschäden an den Nadeln durch die Lärchenminiermotte über den Befall der Rinde durch den Lärchenborken- bzw. den Lärchenbockkäfer und letztlich auch des Holzes, das durch die Puppenwiegen des Lärchenbockkäfers technisch entwertet wird, gezeigt werden. Die drei Arten sind nicht aufeinander angewiesen, es bestehen keine symbiotischen Verbindungen zwischen ihnen. Lärchenborken- und Lärchenbockkäfer können aber durch die Vorschädigung durch die Lärchenminiermotte und den erfolgreichen Befall der jeweils anderen Art profitieren.

Der Waldschutz kann in einer akuten Befallssituation nur eingeschränkt reagieren. Aktive Bekämpfungsmaßnahmen gegen die Lärchenminiermotte sind nicht möglich und auch gegen die beiden rindenbrütenden Arten hilft nur die „Saubere Waldwirtschaft“, also die konsequente Entnahme befallener Bäume und der Entzug potentiellen Brutmaterials, um Massenvermehrungen einzudämmen.

Waldschutzmaßnahmen, die eine erfolgreiche, risikoarme Bewirtschaftung der Lärche ermöglichen, setzen daher bereits im Vorfeld des Schadens ein. Sie haben präventiven Charakter. Der Waldschutz der Lärche beginnt bei der Herkunfts- und Standortwahl, setzt sich über das richtige Pflanz- bzw. Verjüngungsverfahren, als Garant einer ungestörten Wurzel- und Jugendentwicklung, fort und mündet in eine rechtzeitig zu beginnende Pflege, die den Kronenausbau ermöglicht und die Einzelbaumvitalität fördert.

Auf diese Weise können Schäden durch die drei genannten Arten nicht vollständig ausgeschlossen, das Risiko ihres Auftretens aber deutlich verringert werden.

Literatur

Altenkirch, W.; Winkel, W. (1990): Versuche zur Bekämpfung der Lärchenminiermotte (*Coleophora laricella* Hbn.) mit Hilfe Insekten fressender Vögel. *Waldhygiene* 18, S. 233–255

Altenkirch, W.; Winkel, D.; Winkel, W. (2005): Lärchenminiermotte (*Coleophora laricella*) und Vogelschutz/Vogelschutzforschung im Emsland. Bilanz eines Langzeit-Freilandversuches. *Forst und Holz* 60, S. 279–283

Brauns, A. (1991): Taschenbuch der Waldinsekten. 4. Auflage, Verlag Gustav Fischer, Stuttgart, 860 S.

Eidmann, H. (1965): Ökologische und physiologische Studien über die Lärchenminiermotte, *Coleophora laricella* HBN. *Studia Forestalia Suecia*, Nr.32, S. 81–226.

Escherich, K. (1923): Die Forstinsekten Mitteleuropas. Ein Lehr- und Handbuch, Verlag Paul Parey Band 3. 825 S.

Forster, B. (2009): Lärchenminiermotte – WSL Waldschutz. <http://www.wsl.ch/forest/wus/diag>

Freude, H.; Harde, K.; Lohse, G. (1981): Die Käfer Mitteleuropas. Band 10. Goecke & Evers Verlag, Krefeld

Gorius, U. (1956): Untersuchungen über den Lärchenbock (*Tetropium gabrieli* Weise) mit besonderer Berücksichtigung seines Massenwechsels. *Zeitschrift für Angewandte Entomologie*, S. 160–161, 182–183, 194–203.

- Grüne, S. (1979): Handbuch zur Bestimmung der europäischen Borkenkäfer. Verlag Schaper, Hannover
- Habermann, M. (1994): Untersuchungen zur Nadelphysiologie von Lärchen (*Larix* ssp.) bei Befall durch die Lärchenminiermotte *Coleophora laricella* Hbn. (Lepidoptera, Coleophoridae). Cuvillier-Verlag, Göttingen, 191 S.
- Habermann, M.; Ott, A. (1995): Feeding patterns of the larch casebearer *Coleophora laricella* Hbn. (Lep., Coleophoridae) on European larch. *Journal of Applied Entomology* 119: S.581–584.
- Habermann, M. (2000): The larch casebearer and its host tree:: I. Population dynamics of the larch casebearer (*Coleophora laricella* Hbn.) from latent to outbreak density in the field. *Forest Ecology and Management* Volume 136, Issues 1–3, 1 October 2000, S. 11–22
- Jagsch, A. (1973): Populationsdynamik und Parasitenkomplex der Lärchenminiermotte, *Coleophora laricella* Hbn. im natürlichen Verbreitungsgebiet der Europäischen Lärche, *Larix decidua* Mill. *Zeitschrift für Angewandte Entomologie*: Volume 73, Issue 1–4 S. 1–42
- Kirisits, T. (2004): Der Große Lärchenborkenkäfer (*Ips cembrae*) als Überträger von Bläuepilzen. *Forstschutz Aktuell* 32, S. 19–20
- Kirisits, T. (2004): Untersuchungen über die Assoziierung von Bläuepilzen mit dem Lärchenbock (*Tetropium gabrieli*). *Forstschutz Aktuell* 32, S. 24–27
- Lackner, C.; Geburek; T. (2011): Lärche. BFW-Praxisinformation Nr. 25-2011, Wien, 24 S.
- Nierhaus-Wunderwald, D. (1995): Der Große Lärchenborkenkäfer. *Wald und Holz* 76, Nr. 11 Sonderdruck, S. 8–13
- Perny, B. (2004): Schädlinge an Lärchennadeln. *Forstschutz Aktuell* 32, S. 14–18.
- Pfeffer, A. (1995): Zentral- und westpaläarktische Borken- und Kernkäfer (Coleoptera: Scolytidae, Platypodidae). *Pro Entomologia, c/o Naturhistorisches Museum Basel*
- Postner M. (1963): Insektenschäden an der Lärche außerhalb ihres natürlichen Verbreitungsgebietes. *Forstwissenschaftliches Centralblatt* 82, S. 27–33
- Schindler, U. (1968): Massenwechsel eines typischen forstlichen Dauerschädlings, der Lärchenminiermotte *Coleophora laricella*. *Zeitschrift für Angewandte Entomologie*, Nr. 61: 380–386
- Schremmer, F. (1955): Beobachtungen über den Triebfraß des achtzähligen Lärchenborkenkäfers (*Ips cembrae* Heer) im Wienerwald. *Zeitschrift für Angewandte Entomologie*, Bd. 38, Heft 2, Sonderdruck, S. 217–223
- Schwerdtfeger, F. (1981): *Die Waldkrankheiten*. Verlag Paul Parey, Hamburg-Berlin, 4. Auflage, 486 S.
- Schwerdtfeger, F.; Schneider, G. (1957): Über den Einfluss von Lärchenminiermottenfraß auf Benadelung und Zuwachs der Lärche. *Forstarchiv* 28 (Heft 6), S. 113–117
- Schwenke, W. (1978): *Die Forstschädlinge Europa*. Dritter Band. Verlag Paul Parey, Hamburg und Berlin. 468 S.
- Schwenke, W. (1974): *Die Forstschädlinge Europas*. Zweiter Band. Verlag Paul Parey, Hamburg und Berlin. 500 S.
- Tabakovic-Tosic, M.; Tosic, D.; Rajkovic, S.; Golubovic-Curguz, V.; Rakonjac, L. (2011): Invasion species *Coleophora laricella* – One of the main limiting factor of *Larix decidua* during the afforestation and recultivation. *African Journal of Agricultural Research* Vol. 6 (4), S. 866–872
- Tomiczek, C., Steyrer, G. (2011): Aktuelle Forstschutzprobleme bei Lärche. *BFW-Praxisinformation* 25-2011: S. 20–22
- Stoakley, J.T.; Bakke, A.; Renwick, J.A.; Vité, J.P. (1978): The aggregation pheromone system of the larch bark beetle, *Ips cembrae* Heer. *Zeitschrift für Angewandte Entomologie*, Bd. 86, S. 174–177
- Weber, M. (2008): Untersuchungen zur aktuellen Entwicklung von Buchen-, Lärchen- und Tannenborkenkäfer – Befallsverhalten, Vermehrungspotential und Möglichkeiten der Überwachung und Vorbeugung. Interne Abschlussdokumentation, Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft, Freising
- Wenk, M. (2010): Lärchenborkenkäfer. *Waldschutz-Merkblatt* 54, LFE Brandenburg
- www.stadtbaum.de: aufgerufen am 24.07.2012
- www.bugwood.org: aufgerufen am 24.07.2012
- www.arbofux.de: aufgerufen am 24.07.2012
- www.coleo.de: aufgerufen am 24.07.2012
- www.waldwissen.net: aufgerufen am 24.07.2012

Keywords: European larch, insect pests, *Larix decidua*, larch casebearer, larch bark beetle, larch longicorn beetle

Summary: The European larch is of great value for mixed forest stands in Bavaria. It is proved, that numerous insect species live on the European larch. In her natural distribution area the larch can deal easily with forest pests and diseases. In artificial ranges diseases can cause severe problems. Eye-catching and financial related damages are caused by the larch casebearer, the larch bark beetle and the larch longicorn beetle.

Der Lärchenkrebs – die schwerwiegendste Erkrankung der Lärche

Ralf Petercord und Ludwig Straßer

Schlüsselwörter: *Lachnellula willkommii*, Anfälligkeit, Herkünfte, klimatische Bedingungen, Resistenz, Waldschutz

Zusammenfassung: Der Lärchenkrebs hat den Anbau der Europäischen Lärche außerhalb ihres natürlichen Verbreitungsgebietes stark eingeschränkt und gilt heute europaweit als wichtigste Erkrankung dieser Baumart. Die unterschiedliche Anfälligkeit der Lärchenherkünfte in Abhängigkeit von lokalklimatischen Bedingungen verdeutlicht, dass keine absolute Resistenz gegen den Erreger besteht. Präventive Waldschutzmaßnahmen sind daher zur Vermeidung von Schäden erforderlich.

Erstes Auftreten und taxonomische Einordnung

In Europa trat der Lärchenkrebs ab Mitte des 19. Jahrhunderts in den künstlichen Anbaugebieten der Europäischen Lärche erstmals als Krankheit in Erscheinung (Willkomm 1867, Schober 1949). Hatte man zu Beginn des 19. Jahrhunderts noch geglaubt mit der Europäischen Lärche eine weitere, schnellwüchsige und gegenüber Schadorganismen relativ unempfindliche Nadelbaumart für den Wiederaufbau der devastierten Wälder gefunden zu haben, wurde diese Erwartung nun enttäuscht.

Der spätere Münchner Professor für Forstbotanik und Mitbegründer der forstlichen Phytopathologie Robert Hartig identifizierte den Erreger der Krankheit, ordnete ihn der Gattung der Echten Becherlinge (*Peziza*) zu und benannte die Art 1874 zu Ehren seines Kollegen dem deutschen Botaniker Heinrich Moritz Willkomm *Peziza willkommii* (Hartig 1874). Dieser hatte die Erkrankung bereits 1867 unter der Bezeichnung Rindenkrebs der Lärche sehr ausführlich beschrieben, allerdings hatte er sich bei der Benennung des Erregers als *Corticium amorphum*, nach einer fehlerhaften Determination durch den Botaniker Gottlob Ludwig Rabenhorst, geirrt (Hartig 1874).

Seit 1962 wird der Pilz der Gattung der Nadelholz-Haarbecherchen (*Lachnellula*) zugeordnet (Dennis 1962). Der Erreger des Lärchenkrebses, das Lärchen-Krebsbecherchen, trägt daher heute den wissenschaftlichen Namen *Lachnellula willkommii* [R. Hartig] Dennis.

Morphologie

Die Nadelholz-Haarbecherchen besiedeln ausschließlich Nadelhölzer und leben in der Regel saprobiontisch auf abgestorbenen Rindenstücken und berindeten Dürrästen. Als parasitisch lebende Art stellt das Lärchen-Krebsbecherchen eine Ausnahme dar. Die Haarbecherchen, die zu den Echten Schlauchpilzen (*Ascomyceten*) gehören, bilden als Fruchtkörper kurzgestielte, becherförmige, später schüssel- oder flachtellerförmige Apothecien auf abgestorbener Rinde oder auf Holz ihres Wirtes aus. Außenseite und Rand der Fruchtkörper sind dicht mit weißen oder seltener mit braunen Haaren besetzt. Die eigentliche Fruchtscheibe (*Hymenium*) im Inneren des „Becherchens“ ist dotterbis orangegelb. Beim Lärchen-Krebsbecherchen (*Lachnellula willkommii*) sind die weißbehaarten Fruchtkörper 2 bis 4 mm hoch und 3 bis 4 (max. 6) mm breit (CABI 2010). Sie können leicht mit den Fruchtkörpern des Lärchen-Nadelholzhaarbecherchens (*Lachnellula occidentalis*) verwechselt werden, das in Mitteleuropa in allen Lärchenwäldern häufig vorkommt aber ausschließlich saprobiontisch auf toten, berindeten Zweigen der Lärche lebt (Baral 1984, Butin 2011). Zur Unterscheidung im Gelände dienen die Rindenveränderungen, die das Lärchen-Krebsbecherchen hervorruft (Baral 1984).

Verbreitung

Das Lärchen-Krebsbecherchen ist in Europa weitverbreitet und ist von Finnland bis Portugal und von Island bis Serbien zu finden (EPP0 2009). Es tritt dabei sowohl im natürlichen Verbreitungsgebiet der Europäischen Lärche als auch in dessen künstlichen Anbaugebieten auf. Ursprünglich ist die Art in Japan beheimatet und wurde vermutlich im 19. Jahrhundert mit Pflanzgut der Japanischen Lärche (*Larix kämpferi*) nach Europa ver-



Abbildung 1: Fruchtkörper des Lärchenkrebses; Deutlich erkennbar ist der weiße Haarkranz am Rand und die orange-gelbe Fruchtscheibe (Foto: LWF).



Abbildung 2: Charakteristische Stammdeformation in Folge der Pilzinfektion ((Foto: A. Kunca, National Forest Centre – Slovakia, Bugwood.org)

schleppt. Die weitere Verbreitung in Europa erfolgte dann über den Pflanzenhandel, den Handel mit Lärchenholz in Rinde sowie schlicht über die Ascosporen, die mit dem Wind verdriftet werden. In den USA trat der Lärchenkrebs erstmalig in den 1920er Jahren in Massachusetts auf (Hahn et al. 1936). Der Pilz war 1904 mit Pflanzgut aus Großbritannien eingeschleppt worden. Allerdings konnte die Art durch konsequente Quarantänemaßnahmen in diesem Befallsgebiet bis 1965 wieder ausgerottet werden (Tegetthoff 1965). Einen erneuten Ausbruch des Lärchenkrebses gab es in den USA in den 1980er Jahren im Bundesstaat Maine (Miller-Weeks et al. 1983). In Kanada kam es bereits vor 1958 zu Schäden durch das Lärchensterben in der Provinz New Brunswick (Ostaf 1985), gefolgt von Schäden in den Nachbarprovinzen Nova Scotia in den 1980er Jahren (Magasi et al. 1982) und Prince Edward Island in den 1990er Jahren (Simpson et al. 1993). Ausgangspunkt des

Befalls in Kanada und des Befalls in Maine dürfte der Hafen von Saint John in New Brunswick sein, von wo aus sich der Erreger im Laufe der Zeit auf natürlichem Wege in die benachbarten Regionen ausdehnte. Heute findet sich die Art darüber hinaus auch in China in der Provinz Heilongjiang und den benachbarten Regionen Ostsibiriens (Chen 2002).

Das Lärchen-Krebsbecherchen tritt in Japan in Beständen der Japanische Lärche auf den Inseln Honshu und Hokkaido in Höhenlagen zwischen 1.400 und 1.700 m ü. NN auf (Ito et al. 1963, Kobayashi 2007). In Europa betrifft der Befall vornehmlich Bestände der Europäischen Lärche in deren künstlichen Anbaugeländen (Schober 1949), in Amerika sind die Westamerikanische Lärche (*Larix occidentalis*) und die Ostamerikanische Lärche (*Larix laricina*) anfällig für den Befall und im Amurgebiet werden die Dahurische Lärche (*Larix gmelinii*) sowie die Sibirische Lärche (*Larix sibirica*) befallen (Butin 2011, Chen 2002).

Infektionsverlauf

Zunächst galt *Lachnellula willkommii* als Wundparasit, der insbesondere Frostschäden, aber auch andere Wunden, wie z. B. Hagelwunden, Fegeschäden, zur Infektion nutzt. In diesem Zusammenhang wurde auch vermutet, dass *Lachnellula willkommii* ein Perthophyt sei, welche Toxine oder Enzyme ausscheiden um Gewebe abzutöten oder zu schwächen, da sie nur in abgestorbene Gewebe erfolgreich eindringen können. Im Falle von *Lachnellula willkommii* vermutete man die Abgabe eines Enzyms, das die Frosthärte des Rindengewebes herabsetzen sollte (Langner 1936).

Tatsächlich kann die Infektion über Kambiumläsionen nach Früh- oder Spätfrostereignissen erfolgen, wesentlich häufiger ist jedoch die Infektion über Nadelnarben an den Kurztrieben. Nach der Sporenceimung wächst das Mycel über den Kurztrieb in Richtung auf die Stammachse. Die Schädigung des Kambiums an der Infektionsstelle führt zum Absterben des Triebes und dünnerer Zweige, an stärkeren Ästen und am Stamm entstehen die typischen offenen Krebse. Die Bildung von Stammkrebsen setzt dabei die Infektion in Stammnähe voraus, so dass der Pilz in diesen einwachsen kann. Der Lärchenkrebs kann so zum Absterben von Kronenbereichen ebenso wie zu einer massiven, technischen Holzentwertung des Stammes führen.

Der Pilz breitet sich im infizierten Gewebe in der Vegetationsruhe am effektivsten aus. In dieser Ruhephase des Baumes kann das Mycel sekundäre Periderme (Wundkallus), die zur Eingrenzung des Befalls gebildet wurden, überwinden und weitere Bereiche besiedeln. Diese Entwicklung wird durch milde Winter begünstigt (Krehan et al. 2004), in denen die Temperaturen für das Mycelwachstum bereits ausreichen, die Bäume aber noch in der physiologischen Winterruhe verharren. Die erwartete Zunahme der Häufigkeit milder Winter in Folge des Klimawandels dürfte sich daher positiv für den Pilz auswirken. Stammschäden würden sich damit deutlich schneller vergrößern. Das Wechselspiel zwischen baumeigener Abwehr in der Vegetationszeit durch die Bildung neuer Periderme und dem Angriff des Pilzes in der Vegetationsruhe durch Besiedlung dieser Periderme ist typisch für alle Baumkrebe. Letztlich entstehen durch die wiederholten, in der Regel erfolglosen Überwallungsversuche mehr oder weniger symmetrische Krebswulste, in deren Zentrum der offenen Holzkörper erkennbar ist (Abbildung 2). An den Rändern dieser Krebswulste treten dann die Fruchtkörper zutage und entlassen die Ascosporen über die dann die Neuinfektion erfolgt.

Prädisposition und Disposition

Herkünfte der Europäischen Lärche und andere Lärchenarten sind unterschiedlich anfällig für eine Infektion mit *Lachnellula willkommii*. Als besonders anfällig gelten die westalpinen Hochlagenherkünfte der Europäischen Lärche, während die alpinen Tieflagenherkünfte sowie die Sudeten-, Polen- und Tatraherkünfte als unempfindlich gelten (Schütt 1994). Dabei scheinen die Terpenegehalte im Harz eine entscheidende Rolle zu spielen (Krehan et al. 2004). Allerdings sind auch die westalpinen Hochlagenherkünfte in ihrem ursprünglichen Verbreitungsgebiet weniger anfällig als in den künstlichen Anbaugebieten. Genau gegensätzlich stellt sich die Befallssituation der japanischen Lärche dar, sie ist in ihrem natürlichen Verbreitungsgebiet anfällig während sie in den europäischen Anbaugebieten als weitgehend resistent gilt (Schütt 1994). Offensichtlich sind die klimatischen Bedingungen in den europäischen, künstlichen Anbaugebieten für die westalpinen Hochlagenherkünfte der Europäischen Lärche weniger zuträglich als für die Herkünfte der Art aus anderen Regionen bzw. die Japanische Lärche. Die Hybrid-Lärche aus Europäischer und Japanischer Lärche *Larix x eurolepis* und die reziproke Form *Larix x lepteuropaea* zeigt sich ebenfalls als relativ unempfindlich gegenüber dem Lärchenkrebserreger (Schütt et al. 1992).

Überlagert wird diese Prädisposition von der Disposition durch lokalklimatische Bedingungen. Die Gefahr einer Infektion ist in Frostlagen und auf Standorten mit permanent hoher Luftfeuchtigkeit (beispielsweise Muldenlagen, Nebellagen, überdichte Bestände, etc.) unabhängig von Herkunft oder Art deutlich erhöht.

Präventive Waldschutzmaßnahmen

Für den Anbau der Europäischen Lärche in Mitteleuropa außerhalb ihres natürlichen Verbreitungsgebietes lassen sich daher folgende präventive Waldschutzmaßnahmen zur Verringerung des Infektionsrisikos mit *Lachnellula willkommii* ableiten:

- Konsequente Herkunftsauswahl entsprechend den Vorgaben der Forstvermehrungsgut-Herkunftsverordnung (StMELF 2010) beim Anbau außerhalb des natürlichen Verbreitungsgebiets (kein Anbau der westalpinen Hochlagenherkünfte)
- Kein Anbau der Lärche in besonders frostgefährdeten Lagen
- Kein Anbau der Lärche auf Standorten mit hoher Luftfeuchtigkeit (Muldenlagen)
- Keine Mischbestände aus Fichte und Lärche (Beschattung der Lärche und hohe Luftfeuchtigkeit)
- Konsequente Vermeidung von Überbestockung in Lärchenbeständen durch frühzeitige Pflegeeingriffe
- Ausmähen vergraster Lärchenjungbestände

Literatur

Baral, H. O. (1984): Taxonomische und ökologische Studien über die Koniferen bewohnenden europäischen Arten der Gattung *Lachnellula* Karsten. Beiträge zur Kenntnis der Pilze Mitteleuropas 1, S. 143–156.

Butin, H. (2011): Krankheiten der Wald- und Parkbäume. 4. neubearb. Aufl., Eugen Ulmer, Stuttgart-Hohenheim, 318 S.

CABI (Hrsg.) (2010): Invasive Species Compendium. www.cabi.org

Chen, M. M. (2002): Forest fungi phytogeography: Forest fungi phytogeography of China, North America, and Siberia and international quarantine of tree pathogens. Sacramento, USA: Pacific Mushroom Research and Education Center, 469 S.

Dennis, R. W. G. (1962): A reassessment of *Belonidium* Mont. & Dur. *Persoonia*, 2, S. 171–191

Eppo, (2009): PQR database. Paris, France: European and Mediterranean Plant Protection Organization. www.eppo.org

Hahn, G. G.; Ayres, T. T. (1936): The European Larch canker and its relation to certain other cankers of conifers in the United States. *Journal of Forestry*, 34 (10)m, S. 898–908

Hartig, R. (1874): Wichtige Krankheiten der Waldbäume. Beiträge z. Mycologie u. Phytopathologie f. Botaniker u. Forstmänner. Springer, Berlin, 127 S.

Ito, K.; Zinno, Y.; Kobayashi, T. (1963): Larch canker in Japan. *Bull. For. Exp. Stn., Meguro, Tokyo*, No. 155, S. 23–47

Kobayashi, T. (2007): Index of Fungi Inhabiting Woody Plants in Japan. Host, Distribution and Literature., Japan: Zenkoku-Nozon-Kyiku Kyokai Publishing Co., 1227 S.

Krehan, H.; Cech, Th. L. (2004): Lärchenschäden in der Obersteiermark – Ein Fallbeispiel für komplexe Einwirkungen von Schadursachen. *Forstschutz Aktuell* 32, S. 4–8

Langner, W. (1936): Untersuchungen über Lärchen-, Apfel- und Buchenkrebs, *Phytopathologische Zeitschrift* 9, S. 111–145

Magasi, L. P.; Pond, S.E. (1982): European larch canker: a new disease in Canada and a new North American host record. *Plant Disease*, 66 (4), S. 339

Miller-Weeks, M.; Stark, D. (1983): European larch canker in Maine. *Plant Disease*, 67 (4); S. 448

Ostaff, D. P. (1985): Age distribution of European larch canker in New Brunswick. *Plant Disease*, 69 (9), S. 796–798.

Schober, R. (1949): Die Lärche – Eine ertragskundlich-biologische Untersuchung. Verlag M. u. H. Schaper, Hannover, 285 S.

Schütt, P. (Hrsg.) (1994): *Larix decidua*. In: Enzyklopädie der Holzgewächse – 29. Erg.-Lfg. 9/02

Schütt, P.; Schuck, H. J.; Stimm, B. (1992): Lexikon der Forstbotanik. Morphologie, Pathologie, Ökologie und Systematik wichtiger Baum- und Straucharten. ecomed, Landsberg/Lech, 581 S.

Simpson, R. A.; Harrison, K. J. (1993): First report of European larch canker on Prince Edward Island, Canada. *Plant Disease*, 77 (12), 1264 S.

Bayerisches Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (StMELF) (Hrsg.) (2010): Herkunftsempfehlungen für forstliches Vermehrungsgut in Bayern, 166 S.

Tegethoff, A. C. (1965): Resurvey for European larch canker in Essex County, Massachusetts, 1965. *Plant Disease Reporter*, 49, S. 834–835

Willkomm, H. M. (1867): Die mikroskopischen Feinde des Waldes. 2. Heft, G. Schönfeld's Buchhandlung, Dresden, 228 S

Yde-Andersen, A. (1980): Infection process and the influence of frost damage in *Lachnellula willkommii*. *Eur. J. For. Path.* 10, S. 28–36

Keywords: European larch canker, *Lachnellula willkommii*, susceptibility, provenances, climate conditions, resistance, Forest protection measures

Summary: The European larch canker (*Lachnellula willkommii*) has restricted the cultivation of European larch strong outside their natural range and is now regarded as the most important disease of this species in Europe. The different susceptibility of larch provenances depending on local climatic conditions makes it clear that there is no absolute resistance to the pathogen. Preventive forest protection measures are therefore required to prevent damage.

Lärchenwickler als Bioindikator für den Klimawandel

Massenvermehrungen des Lärchenwicklers (*Zeiraphera diniana*) traten in den Alpen in einer Höhenlage von 1.600–2.000 m ü. NN seit Jahrhunderten sehr regelmäßig auf. Die durch den Fraß des Lärchenwicklers entadelten Lärchen besitzen dann charakteristisch veränderte Jahrringe, die dendrochronologisch erfasst und ausgewertet werden können. Auf diese Weise konnte das Gradationsgeschehen der letzten 1.200 Jahre nachvollzogen und mit Witterungsverläufen verglichen werden. Demnach fanden sich in der Vergangenheit alle 8–10 Jahre (Ø 9,3 Jahre) Zuwachseinbrüche durch Fraßschäden des Lärchenwicklers. Die Fraßbeziehung zwischen Lärche und Lärchenwickler erklären diese sehr regelmäßigen Zyklen. Die Lärche reagiert auf den Kahlfraß des Lärchenwicklers mit kleineren und physiologisch veränderten Nadeln. Diese Veränderungen führen zum Zusammenbruch der Schmetterlingspopulation, die sich erst wieder aufbauen kann wenn sich die Lärche von dem Kahlfraß erholt hat. So ist ein coevolutionäres, sehr stabiles Gleichgewicht entstanden, auf das die Witterungsbedingungen in den vergangenen 1.200 Jahren nur geringen Einfluss hatten. Durch die Temperaturerhöhung im Alpenraum in Folge des Klimawandels scheint dieses Gleichgewicht nun gestört zu sein. Seit 1981 treten Massenvermehrungen des Lärchenwicklers nicht mehr auf. Das System hat sich zugunsten der Lärche verändert. Der Klimawandel ist spürbar und verändert ehemals stabile Ökosysteme tiefgreifend, wie das Beispiel des Lärchenwicklers eindrucksvoll zeigt.

Ralf Petercord

Pilze und Insekten an der Lärche

Markus Blaschke, Alexandra Nannig und Heinz Bußler

Schlüsselwörter: Europäische Lärche, Pilze, Insekten, xylobionte Käfer

Zusammenfassung: Das heutige natürliche Areal der Europäischen Lärche ist das Relikt einer ehemals weiten Verbreitung. Dies ist der Grund, dass Lärchenwälder pilzartenreich sind und eine reiche Insektenfauna beherbergen. In luftfeuchten Lagen sind immer wieder die Verfärbungen der Nadeln durch die Schüttepilze zu beobachten. Die Mykorrhizabegleiter der Lärche unterscheiden sich noch recht deutlich von denen anderer Nadelbäume. Dagegen entspricht die Artenzusammensetzung der holzzersetzenden Pilze weitgehend denen von Kiefer und Fichte. Über 150 holzbesiedelnde Käfer, darunter 18 Borkenkäferarten und 24 Bockkäfer leben an der Lärche. Etliche dieser Arten sind jedoch auf Grund ihrer klimatischen Breite in ihren Vorkommen auf boreomontane Standorte beschränkt und folgen ihr nicht in die künstlichen Anbauflächen. Keine Art ist monophag an die Lärche gebunden, alle Arten entwickeln sich auch in verschiedenen weiteren Nadelholzgatungen.

Obwohl die Europäische Lärche nur etwa 1 % der deutschen Waldfläche einnimmt, sind Lärchenwälder pilzartenreich und beherbergen eine vielfältige Insektenfauna. Ursache dafür ist, dass das heutige natürliche Areal den Rest einer ehemals weiten und zusammenhängenden Verbreitung in der frühpostglazialen Kiefern-Zeit darstellt. Deshalb ist der reliktsche Charakter, vor allem der Randvorkommen, stark ausgeprägt. Die ungemein weite ökologische Amplitude der Klimarassen der Lärche umfasst sowohl feucht bis mäßig trockene-subkontinentale, als auch lokal subatlantische-niederschlagsreiche Gebiete. Besiedelt werden auch Grenzstandorte im hochsubalpinen kaltfeuchten Waldgrenzklima, im feuchtwarmen Randalpenklima, im trockenwarmen Weinbergklima und im inneralpinen trocken-kontinentalen „Waldsteppenklima“ (Mayer 1977). Diese große Heterogenität im Areal erklärt die hohe Biodiversität von Pilzen und Insekten an der Lärche und die reliktsche Verbreitung etlicher Arten.

Nicht nur rein optisch und physiologisch grenzt sich die Lärche durch einige Merkmale von den anderen heimischen Nadelbaumarten ab. Auch die pilzlichen Begleiter der Lärche weisen einige Unterschiede zu den übrigen Nadelbäumen auf. Durch den forstlichen Anbau der Lärche im Flach- und Hügelland wurde auch für einige auffällige Mykorrhizapilzarten der Verbreitungsraum in Mitteleuropa deutlich erweitert.

Pilzkrankheiten der Lärche

Begleitet wird die Lärche von Pilzen vom Zeitpunkt der Samenkeimung über alle Wachstumsphasen bis zur Zersetzung der letzten Holzstücke. Sichtbar werden viele dieser Pilzarten aber nur auf den zweiten Blick. Insbesondere die Arten, die als Schwächepathogene in der Jugendphase vielen Keimlingen und Jungpflanzen das Leben schwer machen, werden kaum wahrgenommen. Hierzu zählen viele bodenbürtige Pilze der Gattung *Fusarium* und *Cylindrocarpon* sowie *Rhizoctonia solani*, deren weißes Geflecht manches Mal sichtbar wird, wenn man die abgestorbenen Keimlinge aus dem Boden entnimmt und sich die verfaulten Wurzeln einmal genauer betrachtet. Die Folge eines Befalls der Keimlinge wird landläufig auch als „Umfallkrankheit“ bezeichnet, da die noch unverholzten Keimlinge praktisch von einem Tag auf den anderen an der Faulstelle unmittelbar über dem Boden abknicken.

Insbesondere in der Baumschul- und Kulturphase machen sich einige spezifische Nadelpilze bemerkbar. Die Meria-Lärchenschütte *Meria laricis* verfärbt die Nadeln der Lärche bereits im Frühjahr von der Spitze her gelb bis bräunlich und ein Teil der Nadeln fällt schon kurze Zeit später wieder ab. Der Befall breitet sich an den Bäumen meist von den unteren Zweigen nach oben aus. Bei feuchter Witterung erscheinen aus den Spaltöffnungen die mit einer Lupe erkennbaren Sporenträger mit ihren Sporen.

Die „Braunfleckigkeit der Lärche“ oder Lärchenschütte *Mycosphaerella laricina* äußert sich zunächst durch kleine, braune Flecken auf den Nadeln. Auf diesen Flecken bilden sich im Laufe des Sommers kleine, schwarze Konidienpolster. Die Fruchtkörper der Hauptfrucht-



Abbildung 1: Lärchenschütte (*Mycosphaerella laricina*)
(Foto: M. Blaschke)

form erscheinen zum Zeitpunkt des Neuaustriebs der Nadeln an den vorjährigen Nadeln auf dem Boden. Neben der Vermeidung eines Anbaus der Lärche in luftfeuchten Senken hat es sich bewährt, die Lärche nur in Mischung mit anderen Baumarten anzubauen. Vor allem in Mischung mit der Buche spielt der Erreger fast keine Rolle (Altenkirch et al. 2002). Im Alpen- und Voralpengebiet tritt mit *Hyphodermella laricis* noch ein weiterer Erreger einer Nadelschütte an der Lärche auf.

Sehr empfindlich gegenüber der Grauschimmelfäule sind in warmfeuchten Frühjahren die noch nicht verholzten Triebe der Lärchen. Neben Schäden in jungen Kulturen kann dieser Pilz insbesondere bei Pflanzen im Einschlag wirtschaftlich bedeutsame Schäden verursachen. Weitere Triebsschäden können vereinzelt durch einen Verwandten der Scleroderris-Krankheit der Koniferen, *Gremmeniella laricina*, in Hochlagenaufforstungen verursacht werden. Auch der Erreger des Sirococcus Triebsterbens *Sirococcus conigenus* (Fichtentriebkrankheit) vermag es, bei hohem Befallsdruck auf die Lärche überzuspringen.

An Zweigen und vereinzelt auch am Stamm verursacht der zu den Schlauchpilzen gehörende Erreger des Lärchenkrebses *Lachnellula willkommii* Nekrosen, die sich über Jahre entwickeln können und die wegen ihrer jährlich entwickelten Rindenwülste an die Form von Schießscheiben erinnern. Dieser Pilz bildet kleine gelbe Becherchen mit einem Durchmesser von wenigen Millimetern als Fruchtkörper.

Für viele wirtswechselnde Rostpilzarten sind Lärchen einer der obligaten Wirte. Dabei findet beim Pappelrost *Melampsora larici-populina* der Wirtswechsel mit der Schwarzpappel und ihren Hybriden statt, bei *Melampsora larici-tremulae* mit der Weißpappel und der Aspe. Beim Weidenrost *Melampsora capraearum* wird die Hauptfruchtform auf der Salweide ausgebildet.

Mykorrhizapilze

Unter den streng an die Lärche gebundenen Mykorrhizabegleitern ist vor allem der Goldröhrling *Suillus grevillei* bekannt. Der mit seiner feucht-schleimigen Hutoberfläche zu den Schmierröhrlingen gehörende Pilz ist an seiner in allen Teilen goldgelben bisweilen orangegelben Farbe und dem flüchtigen Ring leicht zu erkennen. Während der Pilzsaison im Sommer und Herbst ist er in praktisch allen Lärchenbeständen zu beobachten.



Abbildung 2: Goldröhrling (*Suillus grevillei*)
(Foto: M. Blaschke)

Im Gegensatz zum Goldröhrling ist der Graue Lärchenröhrling *Suillus viscidus* mit seinem braungrauen Hut und den schmutzig hellbraunen Poren ein wesentlich unauffälligerer Schmierröhrling, der nicht so häufig anzutreffen ist.

Sehr viel seltener und vor allem auf den Alpenraum beschränkt ist ein weiterer Schmierröhrling, der Rostrote Lärchen-Röhrling *Suillus tridentinus*. Neben seiner kräftigen Farbe sind bei diesem Pilz die oft lang am Stiel herunterreichenden Röhren ein auffälliges Merkmal (Laux 2001).



Abbildung 3: Hohlfußröhrling (*Boletinus cavipes*)
(Foto: M. Blaschke)

Ein weiterer leicht erkennbarer Begleiter der Lärche ist der Hohlfußröhrling *Boletinus cavipes*, der wie der Name schon sagt, insbesondere durch seinen röhrenartig aufgebauten Stiel und die oft filzig wirkende Hutoberseite auffällt. Zudem sind seine Poren meist länglich gestreckt und ungleichmäßig, wabenartig aufgebaut. Wenn man den Pilz in der Hand hält, spürt man am Gewicht die Leichtbauweise dieser Art. Von dem Pilz treten verschiedene Farbvarianten mit gelbgoldfarbenen oder rostbraunen Hüten auf. Während der Hohlfußröhrling nur vereinzelt mit der Lärche den Sprung ins Flachland geschafft hat, ist er im Hochgebirge häufig und in großer Zahl zu beobachten.

Aus der Gattung der Milchlinge ist der Lärchen-Milchling *Lactarius porninsis* ebenfalls streng an die Lärche gebunden. Der Pilz erinnert mit seiner gelben bis orangenen und zuweilen rötlichen, bei Feuchtigkeit etwas schmierigen Hutoberseite manchmal an einen Reizker. Doch die fließende, weiße Milch klärt die La-



Abbildung 4: Lärchen-Milchling (*Lactarius porninsis*)
(Foto: M. Blaschke)

ge schließlich eindeutig. Auch dieser Pilz, der sich in den Alpen regelmäßig in den Lärchenbeständen findet, ist im Flachland deutlich seltener.

Unter der Lärche finden sich mit dem Lärchenschneckling *Hygrophorus lucorum* und dem Orangegelben Lärchenschneckling *Hygrophorus speciosus* auch zwei Pilze aus der Gattung der Schnecklinge. Die Fruchtkörper dieser Pilze mit ihren weit auseinanderstehenden, am Stiel herablaufenden Lamellen und der wachsartigen Oberfläche sind oft erst nach den ersten Frösten im Lärchenwald anzutreffen.

Holzpilze

Zwar gilt das Lärchenholz sobald es verkernt ist als relativ dauerhaft, doch beginnt auch hier irgendwann die Zeit der Holzersetzer. Unter den Holzfäulepilzen dürfte wohl keiner so eng mit der Lärche verknüpft sein wie der Lärchenschwamm *Laricifomes officinalis*. Der Pilz, der wegen seines hohen Anteils an Agaricinsäure insbesondere als Grundlage für die Herstellung von Arzneimitteln bekannt ist, tritt vor allem in der Stufe der subalpinen Fichten-Lärchenwälder nahe der Waldgrenze in den Alpen auf (Jahn 1990). Die Pilzfruchtkörper sind extrem ausdauernd und können über 50 Jahre alt werden. Man kann das Alter dieser Pilze ähnlich wie bei Bäumen von der Zahl der jährlich neu gebildeten Röhrenschichten ableiten. Daher lässt sich auch vermuten, dass die durch den Pilz hervorgerufene Braunfäule in den Bäumen nur sehr langsam fortschreitet.

Ebenfalls eine Braunfäule kann auch der Schwefelporling *Laetiporus sulphureus* an Lärchenholz verursachen. Im Flachland kennt man die auffälligen, großen, gelben bis orangenen Fruchtkörper sonst eher von der Weide und der Pappel im Auwald sowie von der Eiche.

Keineswegs so eng an die Kiefer gebunden, wie der Name es suggerieren mag, ist der Kiefern-Braunporling *Phaeolus schweinitzii*. Er ist regelmäßig als ein potentieller Stammfäuleerreger auch an der Lärche zu beobachten.

Weitere bekannte Holzfäulen an der Lärche werden durch den Rotrandigen Baumschwamm *Fomitopsis pinicola*, den Gemeinen Violettporling *Trichaptum abietinum*, den Flachen Lackporling *Ganoderma lipsiense*, den Braunschwarzen Lackporling *Ganoderma carnosum* und den Walliser Lackporling *Ganoderma vale-siacum* verursacht. Selten treten mit dem Zunderschwamm *Fomes fomentarius* und der Schmetterlings-tramete *Trametes versicolor* an der Lärche zwei Weißfäuleerreger auf, die vorwiegend von Laubbäumen bekannt sind.

Keineswegs gefeit ist die Lärche gegenüber den beiden häufigsten Rotfäuleerregern, dem Wurzelschwamm *Heterobasidium annosum* und dem Hallimasch *Armillaria sp.*

Artenreiche Insektenfauna

An der Lärche leben über 150 holzbesiedelnde Käferarten, darunter 18 Borkenkäfer- und 24 Bockkäferarten. Etliche dieser Arten sind jedoch auf Grund ihrer Klimatischenbreite in ihren Vorkommen auf boreomontane Standorte beschränkt und folgen der Lärche nicht in die künstlichen Anbauflächen.

Keine Art ist monophag an die Lärche gebunden, alle entwickeln sich auch in weiteren Nadelholzgattungen (*Pinus*, *Picea*, *Abies* und *Pseudotsuga*). Erst die Nutzung anderer Nadelhölzer als „Trittsteine“ ermöglicht es dem Lärchenborkenkäfer *Ips cembrae* und dem Lärchenbock *Tetropium gabrieli* der Lärche auch weit außerhalb ihrer natürlichen Areale in Gebiete mit kleinflächigen und isolierten Lärchenvorkommen zu folgen. Der Lärchenborkenkäfer ist makroskopisch dem Buchdrucker sehr ähnlich. Während der Flügeldeckenabsturz beim Buchdrucker jedoch seifenglänzend matt ist, ist er beim Lärchenborkenkäfer lackglänzend. Das Brutbild des Buchdruckers besteht aus meist zwei- bis dreiar-migen geraden Längsgängen, beim Lärchenborkenkäfer aus drei oder mehr sternartig angeordneten Muttergängen, die oftmals bogenförmig verlaufen. Der Lärchenbock verursacht technische Holzschäden, da er wie der Fichtenbock zur Verpuppung einen Haken-gang im Splintholz anlegt. Zwei xylobionte Käferarten an Lärche gelten in Bayern als „ausgestorben oder verschollen“. Der Baumschwammkäfer *Ennearthron larinum* ist eng an den Lärchenschwamm *Laricifomes of-*

ficinalis gebunden und wurde wahrscheinlich durch das Absammeln des Pilzes zu medizinischen Zwecken ausgerottet. Der Prachtkäfer *Buprestis splendens* ist eine FFH-Anhang-Art und bereits seit dem 19. Jahrhundert in Bayern verschollen.

Zwölf Großschmetterlingsarten nutzen die Lärche als Raupenfutterpflanzen (Hacker 1998), darunter der Kiefern-schwärmer *Hyloicus pinastri*, der Zweibindige Nadelwaldspanner *Hylaea fasciaria*, die Nonne *Lymantria monacha* und der Schwammspinner *Lymantria dispar*. Im subbaikalischen Grenzgebirge im Norden der Mongolei kommt es zu zyklischen Gradationen des Schwammspinners, Hauptfraßpflanze ist hier die Sibirische Lärche *Larix sibirica*. Von den Kleinschmetterlingen an der Lärche sind am bekanntesten die Lärchenminiermotte *Coleophora laricella*, die Lärchen-triebmotte *Blastotere laevigatella*, der Lärchengallen-wickler *Grapholita zebeana* und der Graue Lärchen-wickler *Zeiraphera griseana*. Letzterer tritt im Wallis und Engadin mit ihren überdurchschnittlichen Lärchenan-teilen periodisch alle sechs bis sieben Jahre auf, wobei die Gradationen starke Zuwachsverluste verursachen.

Der seit 1935 stärker in Erscheinung tretende Lärchen-blaßenfuß *Thaeniothrips laricivorus* ist insbesondere in Mischkulturen mit Fichte von Belang, er verursacht in 10 - 30 jährigen Beständen ein Absterben der Wipfelbe-reiche. Durch erhöhte Frostempfindlichkeit der befallenen Triebe wird auch die Entwicklung des Lärchen-krebses *Lachnellula willkommii* begünstigt (Mayer 1977). Schäden an Nadeln und Knospen verursachen auch die Lärchennadel-Knicklaus *Adelges geniculatum*, die Lärchenknospen-Gallmücke *Dasineura laricis*, die Lärchengespinstblattwespe *Cephaleia alpina* und die Kleine und Große Lärchenblattwespe *Pristiphora lari-cis* und *Pristiphora erichsoni*.

Die Lärche scheint durch ihre lichte Krone in Wäldern besonders heliophile Insektenarten anzulocken. So beherbergen Lärchenkronen deutlich mehr Arten aus der Gruppe der Netzflügler (*Neuropteroidea*) als beispiels-weise die Kronen von Buche oder Fichte (Schubert 1998).

Literatur

Altenkirch, W.; Majunke, C.; Ohnesorge, B. (2002): Waldschutz auf ökologischer Grundlage, Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, 436 S.

Butin, H. (2011): Krankheiten der Wald- und Parkbäume, 4. Auflage, Ulmer Verlag, Stuttgart 320 S.

Hacker, H. (1998): Schmetterlinge und Sträucher. In: Bayerischer Forstverein (Hrsg.). Sträucher in Wald und Flur, ecomed-Verlag, Landsberg, S. 510–520.

Jahn, H. (1990): Pilze an Bäumen, 2. Auflage, Patzer Verlag, Berlin, 272 S.

Laux, H.E. (2001): Der große Kosmos Pilzfürer, Franckh-Kosmos-Verlag, Stuttgart, 720 S.

Mayer, H. (1977): Waldbau auf soziologisch-ökologischer Grundlage, Gustav Fischer Verlag, Stuttgart & New York, S. 24–27.

Schubert, H. (1998): Untersuchungen zur Arthropodenfauna in Baumkronen – Ein Vergleich von Natur- und Wirtschaftswäldern, W&T-Verlag, Berlin, 154 S.

Keywords: European larch, fungi, insects, saproxylic beetle

Summary: Today's natural area of the European larch is a relic of a once widespread region. This is the reason that larch forests are rich in fungi species and house a rich insect fauna. In humid locations again and again, the discoloration of the needles can be observed through the chute fungi. The mycorrhiza of larch differs quite significantly from those of other conifers. On the other hand corresponds the species composition of wood rotting fungi largely of pine and spruce. Over 150 saproxylic beetles, including 18 species of bark beetles and 24 longhorn beetles live on the larch. Many of these species are limited due to their environmental niche breadth in their occurrence on boreomontane sites and do not follow them into the artificial cultivation. No species is bound monophagous to the larch, all species are also developing on various other coniferous.

Durch den Lärchenwald kommend

*Durch den Lärchenwald kommend –
diese Lärchen, die mich so wehmütig machen,
diese Lärchen, die so traurig sind,
diese Reise, die so traurig ist.*

*Am Ende des Lärchenwaldes
sehe ich den Weg, den wir hätten nehmen sollen,
den Weg, auf dem es nieselt
und der Bergwind weht.*

*Durch den Lärchenwald kommend -
diese Lärchen, die so wehmütig sind.
Nicht grundlos verlangsamt sich mein Schritt,
diese Lärchen
wispern in meinem
Herzen.*

Kitahara Hakushu

Das Holz der Lärche – Eigenschaften und Verwendung

Dietger Grosser und Gabriele Ehmcke

Schlüsselwörter: Lärche, Europäische Lärche (*Larix decidua* Miller), Holzbeschreibung, Holzeigenschaften, Holzverwendung

Zusammenfassung: Beschrieben werden das Holzbild sowie die Eigenschaften und Verwendungsbereiche der Lärche (*Larix decidua* Miller). Als Kernholzbaum liefert die Lärche einen schönfarbigen rötlich braunen, an der Luft bis dunkelrot braun nachdunkelnden Farbkern. Mit einer mittleren Rohdichte (r_N) von $0,60 \text{ g/cm}^3$ liefert sie das schwerste und zugleich härteste einheimische Nadelholz (mit Ausnahme der Eibe). Ihrer hohen Rohdichte entsprechend weist Lärchenholz gute elasto-mechanische Eigenschaften auf. Zu ihrer hohen Tragfähigkeit gesellt sich eine hohe Witterungsbeständigkeit. Zudem ist sie in hohem Maße resistent gegenüber Chemikalien. Auf Grund ihre guten Festigkeitseigenschaften und hohen Witterungsfestigkeit einerseits sowie ihres dekorativen Aussehens andererseits liefert Lärche sowohl ein hervorragendes, vielseitig einsetzbares Bau- und Konstruktionsholz für den Außen- und Innenbereich als auch ein geschätztes Ausstattungsholz. Zu den speziellen Verwendungsbereichen der Lärche gehören unter anderen die Herstellung von Schindeln, von Geräten für Kinderspielplätze, von Fässern und Bottichen zur Lagerung und zum Transport von festen Chemikalien und chemischen Lösungen sowie der Bau von Kühltürmen und Silos.



Abbildung 1: Stamm einer Lärche mit relativ schmalen hellfarbigem Splintholz und deutlich abgesetztem Farbkern (Foto: Richter Spielgeräte GmbH)

Holzbeschreibung

Mit ihrem ausgeprägten Farbunterschied zwischen Splint- und Kernholz gehört die Lärche wie die Kiefer und Douglasie zu den Kernholzbäumen (Abbildung 1). Der Splint ist von hellgelblicher bis rötlich gelber Farbe. Das Kernholz weist frisch eine leuchtend rote bis rötlich braune Farbe auf. Unter Lichteinfluss dunkelt es zu einem intensiven rot braunen bis dunkelrot braunen Farbton nach (Abbildung 2). Da die Lärche bereits sehr früh – bereits nach acht bis zehn Jahren – verkernt, zeichnet sie sich durch einen zumeist ausgesprochen schmalen Splint aus, der vielfach kaum über 2 cm breit ist, bei alten Bäumen aus Hochlagen oft unter 1 cm misst. Bei der Lärche ist somit eine ungleich größere Fläche des Stammquerschnitts verkernt als bei der Kiefer. Als arttypisches Merkmal besitzt Lärchenholz zahlreiche kleine bis bleistiftstarke, schwarze Äste auf. Sie rühren von Zwischenquirlästchen des Stammes her, die als lange so genannte „Nageläste“ in das Holz einwachsen.

Das gegenüber dem hellfarbigen Frühholz wesentlich dunklere bis tiefbraune Spätholz ist sowohl an der Jahrringgrenze als auch innerhalb der Jahrringe – und somit beidseitig – scharf vom Frühholz abgesetzt (Abbildungen 3 und 4). Der innerhalb der Jahrringe abrupte Übergang vom Früh- zum Spätholz stellt ein weiteres kennzeichnendes Merkmal des Lärchenholzes dar. Der ausgeprägte Farbunterschied zwischen Früh- und Spät-



Abbildung 2: Holz der Lärche (Fladerschnitt) (Foto: R. Rosin, D. Grosser)



Abbildung 3: Lärche, Querschnitt; Lupenbild im Maßstab 6:1 (Foto: R. Rosin, D. Grosser)



Abbildung 4: Lärche, Querschnitt; Mikrobild im Maßstab 25:1 (Foto: D. Grosser)

holz bewirkt auf den Längsflächen eine ausdrucksvolle Fladerung (Tangentialschnitt, Abbildung 2) bzw. Streifung (Radialschnitt).

Wie die meisten einheimischen Nadelhölzer aus der Familie der *Pinaceae* besitzt auch die Lärche Harzkanäle (Abbildung 4). Sie sind allerdings wenig auffällig und makroskopisch, d.h. mit bloßem Auge nur auf sauber geglätteten Hirnflächen im Spätholz als kleine helle Punkte erkennbar (Abbildung 3). Auf den Längsflächen können sie durch austretendes Harz in Erscheinung treten. Die Holzstrahlen sind wie bei allen Nadelhölzern sehr fein und auf den Längsflächen lediglich als niedrige Spiegel sichtbar, ohne aber das Holzbild in irgendeiner Weise zu beeinflussen. Lärchenholz weist einen starken aromatischen harzigen Geruch auf, der selbst länger abgetrocknetem Holz eigen ist.

Gesamtcharakter

Schmalsplintiges Nadelholz mit rötlich brauner bis dunkelrot brauner Kernfärbung sowie ausgeprägtem Frühholz-Spätholz-Kontrast und damit deutlicher Jahrringstruktur. Dekorativ.

Eigenschaften

Mit einer mittleren Rohdichte von 0.60 g/cm³ bezogen auf 12 bis 15% Holzfeuchte liefert Lärche das schwerste und zugleich härteste Holz unter den einheimischen Nadelhölzern (Tabelle 1). Lediglich das Holz der als

Holzarten	Rohdichte (r_N) [g/cm ³]	
	Mittelwert	Grenzwerte
Nadelhölzer		
Lärche	0,60	0,44–0,85
Kiefer	0,52	0,33–0,89
Douglasie	0,51	0,35–0,77 ¹⁾
Fichte	0,46	0,33–0,68
Tanne	0,46	0,35–0,75
Laubhölzer		
Eiche	0,71	0,43–0,96
Buche	0,71	0,54–0,91

¹⁾ Für amerikanische Herkünfte

Tabelle 1: Rohdichte der Lärche im Vergleich zu ausgewählten einheimischen Bauhölzern; Werte nach DIN 68364 (Ausgabe 05.2003); Grosser und Teetz 1998; Grosser und Zimmer 1998

Waldbaum nur äußerst seltenen und unter Naturschutz stehenden Eibe ist noch schwerer. Zu berücksichtigen ist jedoch, dass das Gewicht in Abhängigkeit von Standort und Wuchsbedingungen erheblich variiert. Das schwerste Holz wird bei Jahrringen zwischen 1 und 2mm ausgebildet, da in diesem Breitenbereich der prozentuale Anteil an dickwandigem Spätholz am größten ist. Mit Zunahme der Jahrringbreite über 2 mm bzw. Abnahme der Jahrringbreite unter 1 mm nehmen die prozentuale Spätholzanteile und damit die Rohdichte ab.

Der vergleichsweise hohen Rohdichte entsprechend besitzt Lärche ausgesprochen gute Elastizitäts- und Festigkeitswerte, die für fehlerfreie Kleinproben über den Kennwerten der anderen einheimischen Nadelhölzer liegen (Tabelle 2). Zudem ist Lärchenholz von hoher Zähigkeit. Die in DIN 1052 für die Verwendung im Bauwesen festgelegten Rechenwerte für die Steifigkeits-

und Festigkeitswerte sind in Tabelle 3 wiedergegeben. Bei einem durchschnittlichen Volumenschwindmaß zwischen 11,4 bis 11,8 % gehört Lärche zu den nur mäßig schwindenden Holzarten (Tabelle 4). Nach der Trocknung zeigt Lärche bei geradfaserigem Wuchs und nicht zu breiten Jahrringen ein gutes bis befriedigendes Stehvermögen. Allerdings neigt die Lärche stärker als Fichte oder Kiefer zu einem das Formverhalten negativ beeinflussenden Drehwuchs. Auch bedarf Lärchenholz einer sorgfältigen Trocknung, da es stärker als Fichte und Kiefer zu End- und Seitenrissen wie auch zum Verwerfen neigt. Wird Lärchenholz natürlich getrocknet, ist zu berücksichtigen, dass es verhältnismäßig langsam abtrocknet, und die Trocknungszeit länger als bei anderen Nadelhölzern dauert.

Lärche lässt sich außer bei stärkerem Drehwuchs, Grobringigkeit und Grobastigkeit mit allen handwerklichen

Holzarten	Elastizitätsmodul aus Biegeversuch E [N/mm ²]	Zugfestigkeit längs σ ZB [N/mm ²]	Druckfestigkeit längs σ DB [N/mm ²]	Biegefestigkeit σ BB [N/mm ²]	Bruchschlagarbeit ω [kJ/m ²]	Härte nach Brinell [N/mm ²] längs/quer
Nadelhölzer						
Lärche	13.800	107	55	99	60–70	53/19
Kiefer	11.000	100	47	85	40–70	40/19
Douglasie	13.000	105	54	100	38–60 ¹⁾	50 ¹⁾ /20 ¹⁾
Fichte	11.000	95	45	80	46–50	32/12
Tanne	11.000	95	45	80	42–60	30/16
Laubhölzer						
Eiche	13.000	110	52	95	60–75	64–66/34–41
Buche	14.000	135	60	120	100	72/34

¹⁾ Für amerikanische Herkünfte

Tabelle 2: Elastizität, Festigkeit und Härte der Lärche im Vergleich zu ausgewählten einheimischen Bauhölzern
Werte nach DIN 68364 (Ausgabe 05.2003); Grosser und Teetz 1998; Grosser und Zimmer 1998

Festigkeitsklasse (nach DIN 1052) (Sortierklassen nach DIN 4074-1, 4074-5)	Nadelhölzer (KI, FI, TA, LÄ, DG)				Laubhölzer (EI, BU)		
	C16 (S7/C16M)	C24 (S10/C24M)	C30 (S13/C30M)	C35 (C35M)	D30 (LS10 [EI])	D35 (LS10 [BU])	D40 (LS10 [BU])
Steifigkeits- und Festigkeitswerte [N/mm²]							
Elastizitätsmodul parallel	8.000	11.000	12.000	13.000	11.500	14.000	16 000
Biegung parallel	16	24	30	35	30	35	40
Zug parallel	10	14	18	21	18	21	24
Druck parallel	17	21	23	25	23	25	26

Tabelle 3: Rechenwerte für charakteristische Steifigkeits- und Festigkeitswerte für Nadel- und Laubhölzer
Werte nach DIN 1052: (Ausgabe 08.2004)

Holzarten	Schwindmaß vom frischen bis zum gedarrten Zustand bezogen auf die Abmessungen im frischen Zustand [%]				Differentialles Schwind-/Quellmaß [% / 1% Holzfeuchteänderung]		
	β_l	β_r	β_t	β_v	radial	tangential	t/r
Nadelhölzer							
Lärche	0,3	3,3	7,8	11,4–11,8	0,14–0,18	0,28–0,36	2,1
Kiefer	0,4	4,0	7,7	12,1–12,4	0,15–0,19	0,25–0,36	1,9
Douglasie ¹⁾	0,3	4,2–4,5	7,4–7,5	11,9	0,15–0,19	0,24–0,31	1,8
Fichte	0,3	3,6	7,8	11,9–12,0	0,15–0,19	0,27–0,36	2,1
Tanne	0,1	3,8	7,6	11,5–11,7	0,12–0,16	0,28–0,35	2,0
Laubhölzer							
Eiche	0,4	4,0–4,6	7,8–10,0	12,6–15,6	0,15–0,22	0,28–0,35	2,2
Buche	0,3	5,8	11,8	17,5–17,9	0,19–0,22	0,38–0,44	2,1

Tabelle 4: Schwindmaße von Lärche im Vergleich zu ausgewählten einheimischen Bauhölzern

¹⁾ Für amerikanische Herkünfte

Werte nach DIN 68100 (Ausgabe 7/2010); Grosser und Teetz 1998; Grosser und Zimmer 1998

und maschinellen Werkzeugen gleichermaßen gut bearbeiten. Der relativ hohe Harzgehalt des Holzes führt allerdings leicht zum Verschmieren der Werkzeuge und Maschinen. Insbesondere beim Sägen kann das Harz ein Heißwerden und Verlaufen der Sägeblätter verursachen. Ansonsten ist Lärche sauber zu hobeln, gut zu profilieren und zu bohren. Auch lässt es sich leicht spalten sowie problemlos messern. Nagel- und Schraubverbindungen sind ohne nennenswerte Schwierigkeiten zu bewerkstelligen. Bei starken Nägeln und Schrauben empfiehlt sich ein Vorbohren, um ein Aufplatzen zu vermeiden. Ebenso bereiten Klebungen allgemein keine Probleme.

Lärche ist ein sehr guter Anstrichträger und lässt sich gleichermaßen gut lackieren, lasieren, mattieren und wachsen, aber weniger gut beizen. Allerdings können Harzgallen und stark verkernte Äste Schwierigkeiten bei der Filmbildung von Lacken hervorrufen wie auch bei Polyestern die Filmbildung teilweise gestört sein kann. Für sehr harzreiche Hölzer empfiehlt sich ein Aussortieren oder eine Vorbehandlung mit harzlösenden Mitteln, um nach der maltechnischen Behandlung Anstrich- und Lackschäden durch austretendes Harz zu vermeiden. Dies gilt insbesondere für Holz, das einer stärkeren Wärmeeinwirkung ausgesetzt wird. Desgleichen sollte dem Beizen ein Entharzen vorgeschaltet werden. Lärchenholz ist schwach sauer (pH-Wert: 4,7). Mit einem mittleren Extraktstoffgehalt von 4,5% ist es teilweise chemisch reaktiv. Eisenmetalle werden zwar nur schwach korrodiert, verursachen jedoch umgekehrt in Verbindung mit Feuchtigkeit infolge einer

Eisen-Gerbstoff-Reaktion graue bis blauschwarze Holzverfärbungen. Insbesondere in der Außenverwendung kann es auf den Oberflächen zu derartigen störenden Reaktionen in Form fleckiger Verfärbungen kommen. Wird Lärche unter Wasser verwendet, wie z. B. als Roste in Schwimmbädern, treten stark wassererfärbende Kernstoffe aus. Lärchenholz ist in hohem Maße beständig gegen Alkalien, insbesondere aber gegen Säuren und ebenso äußerst resistent gegenüber aggressiven Medien.

Bezüglich seiner natürlichen Dauerhaftigkeit bzw. Witterungsfestigkeit ist das Kernholz der Lärche allen anderen einheimischen Nadelhölzern überlegen, auch wenn es normativ gleich Kiefer und Douglasie der Dauerhaftigkeitsklasse 3 bis 4 zugeordnet und damit bei Erdkontakt (Gebrauchsklasse 4) als mäßig bis wenig dauerhaft (Dauerhaftigkeitsklasse 4) eingestuft ist (DIN EN 350-2). Unabhängig hiervon kann das Farbkernholz der Lärche entsprechend Holzschutznorm DIN 68800-1, Ausgabe Oktober 2011, in den Gebrauchsklassen 2 und 3.1 ohne vorbeugenden chemischen Holzschutz eingesetzt werden. Unter Wasser ist Lärche von sehr langer Haltbarkeit und diesbezüglich dem Eichenholz durchaus vergleichbar. Sehr resistent ist das Kernholz auch gegen Holz zerstörende Insekten. Das Splintholz ist wie bei allen Nadelhölzern sowohl stark pilzanfällig (Dauerhaftigkeitsklasse 5) als auch insektenanfällig. Das Splintholz ist mäßig tränkbar (Tränkbarkeitsklasse 2 nach DIN EN 350-2), das Kernholz nur schwer tränkbar (Tränkbarkeitsklasse 4).

Verwendungsbereiche

Auf Grund seiner guten Festigkeitseigenschaften und hohen Witterungsfestigkeit einerseits sowie seines dekorativen Aussehens andererseits lässt sich Lärchenholz gleichermaßen sowohl als Konstruktions- als auch Ausstattungsholz sehr vielseitig verwenden. Zudem ist es wegen seiner großen Zähigkeit und Elastizität sowie hohen Resistenz gegen Chemikalien für eine Reihe von Sonderverwendungen besonders geeignet. Deshalb wird die Lärche auch gerne als „Eiche unter den Nadelhölzern“ bezeichnet.

Als Bau- und Konstruktionsholz bietet sich Lärche vor allem für hochbeanspruchte Konstruktionen an – im Außenbereich für den Erd-, Brücken- und Wasserbau (Abbildung 5), im Innenbereich für Dachtragwerke,



Abbildung 5: In Ingenieurbauweise ausgeführte Holzbrücke in einem Naturschutzgebiet; im Brückenbau gehört die Lärche auf Grund ihrer großen Tragfähigkeit und hohen natürlichen Dauerhaftigkeit zu den bevorzugten Holzarten. (Foto: W. Teetz)



Abbildung 6: Im voralpinen und alpinen Raum mit seinen natürlichen Lärchenvorkommen kennt man seit eh und je die hervorragende Eignung des Lärchenholzes als Bauholz für Außenwände, Dachkonstruktionen, Bekleidungen, Balkone und dergleichen. (Foto: Archiv Holzforschung München).



Abbildung 7a und b: Wohnhäuser aus Holz unter vielfältiger Verwendung der dauerhaften Lärche unter anderem für die Außenbekleidungen, Balkone, Türen und Tore (Fotos: Robel)

Wand- und Deckenkonstruktionen. Im Haus- und Wohnungsbau lässt sich Lärche im Außenbereich vorteilhaft für Rahmenkonstruktionen, Fassadenelemente, Brüstungen, flächendeckende Bekleidungen von Wänden, Balkonen, Dachüberständen und Giebeln sowie für Haustüren, Garagentore und Fenster verwenden (Abbildungen 6 bis 8). Darüber hinaus gehört Lärche zu den bevorzugten Holzarten für die Herstellung von Dachschindeln (Abbildung 9). Ein Sprichwort in der Schweiz sagt: „Lärchenschindeln haben keinen Tod“. Im Innenbereich findet sie als Bautischlerholz bzw. dekoratives Ausbau- und Ausstattungsholz Verwendung unter anderen für Treppen, Parkett- und Dielenböden, Decken- und Wandbekleidungen sowie Einbauten. Desweiteren kommt Lärchenholz als Vollholz und Furnier im Möbelbau zum Einsatz. Insbesondere werden gerne Küchenmöbel, Bauernmöbel bzw. Möbel im alpenländischen Stil, Eckbänke mit zugehörigen Tischen und dergleichen daraus hergestellt.



Abbildung 8: Ständer- und Skelettbauweise in Lärchenholz (Foto: Archiv Holzforschung München)



Abbildung 9: Dauerhaft, landschaftsprägend und von hoher Ästhetik: Schindeln aus Lärchenholz (Foto: D. Grosser)



Abbildung 10: Kletterstruktur auf einem Kinderspielplatz aus dem dauerhaften Holz der Lärche – Holzschutzmittel überflüssig. Wer mag hier nicht spielen? (Foto: Richter Spielgeräte GmbH)

Zu den speziellen Verwendungsbereichen des Lärchenholzes gehört auf Grund seiner hohen Resistenz gegen Chemikalien die Herstellung von Fässern, Bottichen und sonstigen Behältern für chemische Lösungen. Des-

gleichen eignet es sich hervorragend für den Bau von Kühltürmen und im landwirtschaftlichen Bereich von Silos und Stallungen. Wegen seiner hohen Zähigkeit und Elastizität wurden früher die Hauptbalken der Windmühlenflügel vornehmlich aus ausgesuchtem Lärchenholz hergestellt, wie diese Holzart überhaupt häufig im Mühlenbau zum Einsatz kam.

Hervorragend geeignet ist Lärchenholz zur Herstellung von Kinderspielanlagen und -geräten, da bei Verwendung des Farbkernholzes keine chemischen Holzschutzmaßnahmen erforderlich sind, sofern kein Erdkontakt besteht (Abbildung 10). Zu den zahlreichen weiteren Verwendungsbereichen von Lärchenholz zählen unter anderem Rammpfähle, Masten, Stangen, Eisenbahnschwellen sowie der Waggon-, Boots- und Schiffbau. In der Garten-, Park- und Landschaftsgestaltung bietet es sich unter anderem für Lärmschutzwände, Palisaden und Zäune, für Pergolen und Pflanzenbehälter sowie als Bodenbelag von Terrassen und Wegen in Form von Rosten, Decks und Holzpflaster an. Letztlich sei erwähnt, dass aus Lärchenholz Drechslerwaren, Haushaltsgegenstände und ähnliches hergestellt werden.

Literatur

Grosser, D.; Teetz, W. (1998): Loseblattsammlung: Einheimische Nutzhölzer – Vorkommen, Baum- und Stammform, Holzbeschreibung, Eigenschaften, Verwendung. Blatt 3: Lärche. Herausgeber: Holzabsatzfonds – Absatzförderungsfonds der deutschen Forstwirtschaft, Bonn

Grosser, D.; Zimmer, B. (1998): Einheimische Nutzhölzer und ihre Verwendungsmöglichkeiten. Informationsdienst Holz, Schriftenreihe „holzbau handbuch“, Reihe 4, Teil 2. Arbeitsgemeinschaft Holz e.V., Düsseldorf; Bund Deutscher Zimmermeister, Bonn; Entwicklungsgemeinschaft Holzbau in der Deutschen Gesellschaft für Holzforschung e.V., München

DIN 1052: Entwurf, Berechnung und Bemessung von Holzbauwerken. Ausgabe August 2004

DIN 68100: Toleranzsystem für Holzbe- und -verarbeitung – Begriffe, Toleranzreihen, Schwind- und Quellmaße. Ausgabe Juli 2010

DIN 68364: Kennwerte von Holzarten. Rohdichte, Elastizitätsmodul und Festigkeiten. Ausgabe Mai 2003

DIN 68800-1: Holzschutz . Teil 1: Allgemeines. Ausgabe Oktober 2011

DIN EN 350-2: Dauerhaftigkeit von Holz und Holzprodukten – Natürliche Dauerhaftigkeit von Vollholz – Teil 2: Leitfaden für die natürliche Dauerhaftigkeit und Tränkbarkeit von ausgewählten Holzarten von besonderer Bedeutung in Europa. Ausgabe Oktober 1994



Der höchste Holzturm der Welt

Von weitem sichtbar ragt der Sender Gleiwitz 118 Meter im polnischen Gliwice empor. Aus wetterbeständigem Lärchenholz errichtet ist er einer der wenigen verbliebenen Sendetürme aus Holz und gilt seit 1990 sogar als der höchste Holzturm der Welt (der Holzsendeturm Zorawina war mit 140 Metern sogar noch etwas höher, wurde aber 1990 abgerissen). Von 1935 an diente er als Rundfunk-Sendeanlage und wird bis heute für verschiedene Kommunikationssysteme, beispielsweise für den Mobilfunk, verwendet.

1939 inszenierten Angehörige der SS einen Überfall auf den Sender durch vorgeblich polnische Soldaten, der neben anderen Ereignissen den Nationalsozialisten als vermeintliche Rechtfertigung für den Polenfeldzug diente. Den folgenden 2. Weltkrieg überstand der Sender unbeschadet. Heute befindet sich in den Gebäuden des Sendeturms ein Museum für Rundfunkgeschichte und eine Dokumentation über den vorgetäuschten Überfall.

(Quelle: www.wikipedia.de, www.radiostacjagliwicka.republika.pl)

Keywords: Wood of larch, European larch (*Larix decidua* Miller), description of its wood, properties of its wood, utilisation of its wood

Summary: A description is given of the wood texture as well as the properties and uses of larch (*Larix decidua* Miller). Characterized as a heartwood tree, larch forms coloured heartwood in lovely reddish brown hues which on exposure to air, may turn an even darker reddish brown. With an average density (r_N) of 0.60 g/cm³ larch provides the heaviest and at the same time hardest indigenous coniferous wood except for yew. In accordance with its high density larch wood possesses good elasto-mechanical properties. Its high load-bearing capability is accompanied by high weathering resistance. Larch is also, to a high degree, resistant against chemicals. Based, on the one hand, on its good strength characteristics and high weathering resistance and its decorative appearance on the other, larch yields excellent construction and structural timber for exterior and interior uses and is known to be a prized wood for furnishings. Special uses for larch include, inter alia, the manufacture of shingles, equipment for children's playgrounds, barrels and drums for the storage and transport of solid chemicals and chemical solutions as well as the construction of cooling towers and silos.

Die Sudetenlärche

Otto Bauer

Schlüsselwörter: Altvatergebirge, Gesenke, Lärchenkrebs, Mähren, Mährisch-Schlesisches Gesenke, Nideres Gesenke, Schlesien, Sudeten, Sudetenlärche, Tschechische Republik

Zusammenfassung: Die Sudetenlärche gilt neben der Alpen-, der Tatra- und der Polenlärche als viertes natürliches Vorkommen der Europäischen Lärche (*Larix decidua* Mill.). Ihre Heimat ist das Bergland des Niederen Gesenkes im Nordosten der Tschechischen Republik. Wegen der geringen Niederschläge und der trockenen Sommer konnte sich die Lärche hier gegenüber der Fichte behaupten. Es entstand eine schmalkronige, geradschaftige und nicht nach Höhenlagen differenzierte Lärchenrasse, die gegen den Lärchenkrebs weitgehend immun ist. Die Verjüngung der Lärche mit Saatgut aus den Alpen führte häufig zu Misserfolgen, vor allem wegen starken Befalls durch den Lärchenkrebs. Das besondere Interesse der Forstwirtschaft wandte sich deshalb der Sudetenlärche zu. Sie wird heute in geeigneten Gebieten und Höhenlagen weit über ihr natürliches Verbreitungsgebiet hinaus kultiviert.

Das natürliche Verbreitungsgebiet der Europäischen Lärche (*Larix decidua* Mill.) besteht aus mehreren voneinander getrennten Wuchsgebieten mit unterschiedlichen ökologischen Bedingungen. Diese regionalen Herkünfte zeigen erhebliche Unterschiede hinsichtlich der Wuchsleistung, der Stammform und vor allem der Resistenz gegenüber dem Lärchenkrebs. Deshalb hat man das Lärchenggebiet in vier voneinander getrennte Teilareale gegliedert (Abbildung 1):

- Alpenlärche: Sie besiedelt ein weites Gebiet von den französischen Seealpen über den ganzen Alpenbogen bis zum Wienerwald. Ihr Vorkommen ist zudem von erheblichen Höhenunterschieden gekennzeichnet. Deshalb hat sich hier eine größere Zahl von Lokalrassen entwickelt.
- Tatalärche: Ihr im Wesentlichen geschlossenes Areal umfasst die Hohe und Niedere Tatra, die Große und die Kleine Fatra und die Liptauer Tatra.
- Polenlärche: Hier kommt die Lärche in einem größeren Gebiet zwischen Weichsel und Oder vor, meist in tiefen Lagen (150–600 m).
- Sudetenlärche: Das kleinste natürliche Vorkommen der Europäischen Lärche liegt im Mährisch-Schlesischen Gesenke, im Nordosten der Tschechischen Republik.

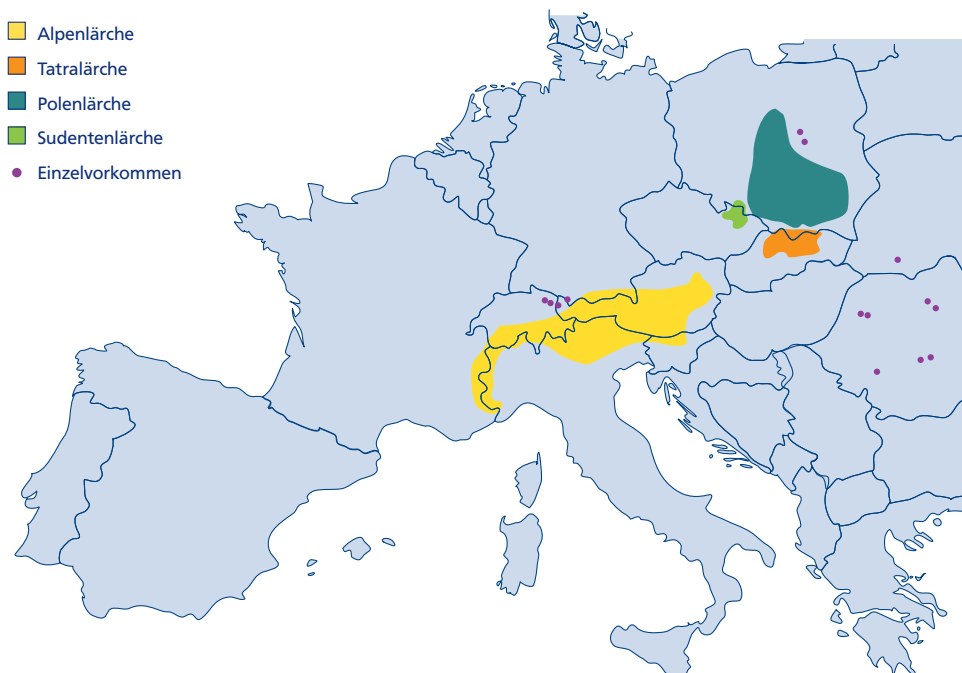


Abbildung 1:
Die natürlichen Verbreitungsgebiete der europäischen Lärche

Geographische Verbreitung

Das Gebiet der ursprünglichen Verbreitung der Sudetenlärche ist das Mährisch-Schlesische Gesenke, der östliche Teil des Gebirgszuges der Sudeten. Es liegt in der nordöstlichen Ecke der Tschechischen Republik, an der Grenze zu Polen und nahe der Grenze zur Slowakischen Republik. Sein nördlicher Teil, das Altvatergebirge, wird als Hohes Gesenke bezeichnet. Dessen mächtiger Gebirgsstock (bis 1.490 m) fällt nach Südosten in eine Hochfläche von 400 bis 700 m ab: Das Niedere Gesenke, die Heimat der Sudetenlärche (Abbildung 2). Dieses Gebiet besteht aus Hügeln, Kuppen und tief eingeschnittenen Tälern. Im Nordwesten steigt der Altvaterstock steil an, nach allen anderen Seiten senkt sich die Hochfläche. Im Osten, Nordosten und Norden grenzt das waldarme Übergangsgebiet zur Schlesischen Tiefebene an, im Südwesten liegen die trockene Olmützer Niederung und im Südosten die ebenfalls trockene Mährische Pforte.

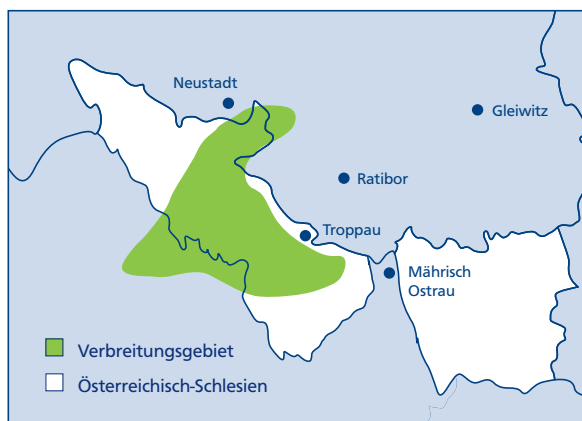


Abb. 2: Das Heimatgebiet der Sudetenlärche (Kartengrundlage: Österreichisch-Schlesien 1880)

Standort

Die Lärche kommt autochthon vor allem auf der nach Südwesten, Südosten und Nordosten freiliegenden Hochfläche vor. Die Böden sind überwiegend durch Verwitterung von Gesteinen des Kulms (Unterkarbon) entstanden, im Oberboden zum Teil vermischt mit einer dünnen Lößlehmdecke. Das Klima ist durch raue Winter, späte und kalte Frühjahre sowie trocken-warme Sommer gekennzeichnet, der Herbst ist ziemlich mild. Die jährlichen Niederschläge liegen bei 700 bis 800 mm.

Wuchsverhältnisse

Die Lärche tritt in der Regel in Einzelmischung mit Fichte, Tanne und Buche auf. Wegen der verhältnismäßig geringen Niederschläge (der Altvaterstock erzeugt Regenschatten), der trockenen Sommer und der lebhaften Winde findet die Fichte, vor allem in den tieferen Lagen, keine optimalen Wuchsbedingungen. Sie ist der lichtbedürftigen Lärche deshalb keine gefährliche Konkurrentin. Vielmehr ist die Lärche ihr gegenüber auf den meisten Standorten vorwüchsig, besonders in der Jugend. Durch jahrtausendelange Auslese hat sich eine schmalkronige Lärchenrasse mit sehr schlanken Schaftformen herausgebildet.

In höheren Lagen, gegen den Altvater zu, wird die Fichte der Lärche immer stärker überlegen. Die Sudetenlärche erreicht deshalb kaum Höhenlagen über 800 m. Sie bildet im Gegensatz zur Alpenlärche keine Höhenrasse aus.

Lärchenkrebs

Dem am meisten gefürchteten Schädling der Lärche, dem Lärchenkrebs, wurde in der forstlichen Forschung besondere Aufmerksamkeit gewidmet. Dabei hat sich gezeigt, dass die verschiedenen Lärchenherkünfte, auch hinsichtlich der Krebserkrankung, ganz unterschiedliche Veranlagungen besitzen. Im ursprünglichen Verbreitungsgebiet der Sudetenlärche tritt der Lärchenkrebs sehr selten auf. „Ich habe an der Sudetenlärche nur in zwei Fällen jeweils an wenigen etwa 30jährigen Lärchenstangen Krebs gefunden; in beiden Fällen handelte es sich um eng aufgewachsene reine Lärchenhorste, deren Bestandsglieder miteinander in Bedrängnis gekommen waren“, berichtet Rubner.

Bodenständigkeit

Zahlreiche Unterlagen beweisen, dass die Lärche in Schlesien schon in früherer Zeit verbreitet war. In einer Urkunde von 1531 wird von „großen und nutzbaren ... Wäldern mit Tannen und Rotlerche“ berichtet (Rubner). Dieser Nachweis und eine ganze Reihe weiterer Unterlagen über das Vorkommen von Lärchen im 17. und 18. Jahrhundert veranlassen Rubner zu der Feststellung: „Schon hieraus ergibt sich die zwingende Notwendigkeit, dass die Lärche in erheblichem Umfang in Schlesien bodenständig ist, zumal ... um 1542 bereits alte Lärchen vorhanden gewesen sein müssen, die dann

mindestens auf das Jahr 1400 zurückgehen, also auf eine Zeit, in der kein Mensch auf den Gedanken gekommen sein kann, gerade nach Schlesien Lärchen etwa aus den Alpen einzuführen.“ Auch die Angaben bei Carlowitz aus dem Jahr 1713 in seiner *Sylvicultura oeconomica*: „In Schlesien wachsen die Lärchen im Jägerndorffischen Distrikt“, deuten auf Bodenständigkeit.

Auswahl von geeignetem Vermehrungsgut

Die günstigen Wuchsleistungen der Sudetenlärche und die wertvollen Eigenschaften ihres Holzes wurden schon früh geschätzt. So wurden beispielsweise zu Beginn des 18. Jahrhunderts in der Uckermark Lärchen gepflanzt, für die das Saatgut nachweislich aus den Sudeten bezogen worden war. Es entwickelte sich ein ausgedehnter Anbau der Sudetenlärche, auch außerhalb ihres natürlichen Verbreitungsgebietes. Sie hat sich dabei auf vielen Standorten, insbesondere in Mittel- und Norddeutschland, als leistungs- und widerstandsfähig erwiesen (vor allem gegen den Lärchenkrebs). Andererseits entstanden auch im Gebiet der autochthonen Sudetenlärche fremdrassige Bestände. Man hat sich bemüht, fremde Herkünfte anhand bestimmter Merkma-

le der heimischen Lärche – vor allem Länge des Höhentriebes, Kronenform, Stammform, Zapfenform und geringe Anfälligkeit gegen Lärchenkrebs – auszuscheiden (Rubner). Durch künstliche Ausbringung ist die Europäische Lärche heute über ganz Mitteleuropa und bis nach Norwegen und Schottland verbreitet. Vor allem seit dem ausgehenden 18. Jahrhundert hatte sich in Europa ein blühender privater Handel mit forstlichem Saat- und Pflanzgut entwickelt. Dabei wurde das Saatgut zum großen Teil ohne Rücksicht auf die Herkunft und den vorgesehenen Anbauort bezogen. Noch fehlten wesentliche Kenntnisse über genetische Zusammenhänge und natürliche Rassen. Man erntete den Samen vielmehr dort, wo das am billigsten möglich war. Das Ergebnis waren ungleiche Wuchs- und Wertleistungen und gesundheitliche Schäden (vor allem Lärchenkrebs) der künstlich verjüngten Bestände.

Die zunehmende Neigung zur künstlichen Verjüngung der Wälder und die Misserfolge bei der Einbringung örtlich ungeeigneten Vermehrungsgutes haben seit dem Ende des 18. Jahrhunderts immer dringender zu der Frage geführt, welche Herkünfte sich für welches Waldgebiet und für welche Höhenlage eignen. Zur Klärung dieses für die Begründung gesunder, betriebs-

Abb. 3: Reproduktion eines handkolorierten Kupferstiches der Lärche (I. D. Reitter und G. F. Abel, Stuttgart 1790)



cherer und leistungsfähiger Wälder entscheidenden Problems wurden zahlreiche Provenienzversuche angelegt und genetische Untersuchungen durchgeführt. Dabei hat sich gezeigt, dass zur Sicherung von geeignetem forstlichem Vermehrungsgut die Ausscheidung verschiedener Herkunftsgebiete notwendig ist. Heute regelt das Forstvermehrungsgesetz (FoVG) den Handel mit Samen und Pflanzen; die Forstverwaltungen bieten den Waldbesitzern Empfehlungen für die Verwendung geeigneter Herkünfte in bestimmten Regionen. Für den weiten Bereich „West- und süddeutsches Berg- und Hügelland“ wird dabei die Sudetenlärche vorgeschlagen.

Große Teile des ursprünglichen Verbreitungsgebietes der Sudetenlärche werden von zusammenhängenden Waldflächen geprägt. Die Wälder sind (trotz der starken Mechanisierung der Waldnutzung in den letzten Jahrzehnten) ein wichtiger Arbeitsplatz und eine unentbehrliche Einkommensquelle. Zahlreiche Märchen und Sagen, in denen der Wald eine entscheidende Rolle spielt, zeugen von der engen emotionalen Bindung der Bevölkerung an die heimatlichen Wälder.

Literatur

Bürgi, F. K. A. (1987): Untersuchung zur Wahl der geeigneten Provenienzen und Standorte für den Anbau der Lärche außerhalb des natürlichen Verbreitungsgebietes in der Schweiz. Dissertation. Zürich

Carlowitz, H. C. v. (1713): Sylvicultura oeconomica. Anweisung zur wilden Baum-Zucht

Krauß, G.; Riedel, F. (1936): Beitrag zur Kenntnis des Heimatgebietes der Sudetenlärche. Mit großformatiger Karte: Holzartenübersicht des Heimatgebietes der Sudetenlärche. Sudetendeutsche Forst- und Jagdzeitung, Nr. 5

Mayer, J. (1989): Taxometrisch-genetische Untersuchungen zur Differenzierung der europäischen Lärche (*Larix decidua* Mill.). Dissertation. München

Polle, A. (2012): Botanischer Garten und Pflanzengeographisches Arboretum der Universität Göttingen. www.uni-goettingen.de, aufgerufen am 12.07.2012

Rubner, K. (1943): Das Areal der Sudetenlärche. Tharandter Forstliches Jahrbuch, 94. Band, S. 1–99. Berlin

Rubner, K.; Svoboda, P. (1944): Untersuchungen an Lärchenzapfen verschiedener Herkunft. Intersilva, IV. Jahrgang, Nr. 2, S. 121–146. München

Keywords: Hrubý Jeseník/Altvatergebirge mountains, lowlands, larch canker (*Lachnellula willkommii*), Moravia, Moravian-Silesian lowlands, Jeseníky lowlands, Silesia, the Sudeten region, Sudeten larch, Czech Republic.

Summary: The Sudeten larch is considered to be the fourth distinct provenance of European larch (*Larix decidua* Mill.), along with the Alpine larch, Tatra Mountains larch and Polish larch. They originate in the mountain landscape of the Jeseníky lowlands, in the north-east of the Czech Republic. Because of low precipitation and the dry summers here, the larch has been able to assert itself, holding ground against the spruce. The larch race that has emerged here is straight-stemmed with a small crown, not differentiated according to altitude, and largely immune to larch canker. Larch regeneration using seed from the Alps has often been unsuccessful, mainly because of their susceptibility to larch canker. The forestry industry has thus turned its interest to the Sudeten larch. Today it is cultivated in suitable areas and altitudes far beyond its natural dissemination area.

Lerche hin – Lärche her

*Auf einem Baum nah bei der Lichtung,
da wohnte einst ein Lerchenpaar,
und ganz egal, aus welcher Richtung
man dort von ihrem Baum aus sah:*

*Allüberall ringsum nur Lärchen
in ihrem schönsten Nadelkleid.
Es schien fast wie ein Wintermärchen,
denn gerade hatte es geschneit.*

*Jetzt wollt Ihr sicher von mir wissen,
wer auf den andren Lärchen war?
Die Antwort sollt Ihr hier nicht missen:
Auf jedem Baum ein Lerchenpaar!*

Lizzy Tewordt

Von zartgrün bis goldfarben

Walter Schulz

Die Europäische Lärche ist der Baum des Jahres 2012. Forstlich spielt sie in Deutschland eine sehr untergeordnete Rolle, doch es gibt gute Gründe, sie in Parks und größeren Gärten mit anzupflanzen. Ihre weichen, hellgrünen Nadeln im Frühjahr, ihr strahlendes Grün im Sommer und das strahlende Goldgelb im Herbst sorgen für einen besonderen Reiz.

Wenn im Sommer und Herbst die Skilifte auf der Tiroler Seite des Arlbergs ruhen und sich das im Winter dröhnende St. Anton in einen ruhigen Tourismusort für Wanderer verwandelt hat, führen Wanderwege auf den Hängen nördlich des ostwärts in Richtung Inn fließenden Trisanna-Baches durch Fichtenwälder und Latschenfelder hinauf auf Almen zu den Gipfeln von Galzig und Valluga in die Lechtaler Alpen. Klare Bergluft, Fichten, die sich mit ihren Wurzeln um riesige Felsvorsprünge im Steilhang klammern, am sonnigen Frühsommernorgen ein Gezwitscher von Vögeln im dampfenden alpinen Bergwald.

Der zentralalpine Lärchen-Zirben-Mischwald ist der Lebensraum von über 30 Vogelarten, z. B. dem Birkenzeisig. (Foto: A. Murphy, birdimagery.com)



Pause, ein Blick über das sonnendurchflutete Tal nach Süden und wieder zurück nach oben, Richtung Ziel: Hier fehlt doch was, denkt sich da der aufmerksame Wanderer. Richtig: Hier stehen nur Fichten, keine einzige Zirbe, keine einzige Lärche. Und auf der anderen Seite der Trisanna, am Gegenhang kaum zwei Kilometer Luftlinie entfernt, werden die Fichten nach oben von Zirben und Lärchen abgelöst.

Tatsächlich ist der Trisanna-Bach hier mehr als ein rauschender Gebirgsbach, er markiert eine ganz wesentliche natürliche Grenze: Nach Norden hin türmen sich die aus Kalkstein bestehenden Lechtaler Alpen, nach Süden die aus Granit und Gneis bestehenden Zentralalpen. Und mehr noch: Hier verläuft auch eine klimatische Grenze. Die nördlichen Kalkalpen sind durch ein feucht-kaltes Klima gekennzeichnet, in den Zentralalpen herrscht ein weit trockeneres Klima, die obere Waldgrenze liegt hier mehrere 100 Meter höher als in den Nordalpen. Und die Baumartenzusammensetzung an der Waldgrenze ist hier sichtbar anders. Sie wird nicht von der Fichte wie im Norden, sondern von der Zirbe und dem Baum des Jahres 2012, der Europäischen Lärche, gebildet. Das Kuratorium Baum des Jahres hat diesem Nadelbaum für das Jahr 2012 diesen Titel verliehen.

Die Region der oberen Waldgrenze der Zentralalpen ist die Heimat der Lärche. Hier gehört sie, umgangssprachlich ausgedrückt, hin. In den Nordalpen wird sie gelegentlich angepflanzt, leidet aber unter den hier meist weit höheren Schneelasten, die zu häufigem Wipfelbruch führen.

Vogelarten im Lärchenwald

Die Lärchenwälder der Zentralalpen sind bei vielen Vogelarten beliebt. Dieser Wald beherbergt etwa gleich viele Arten wie der Tannen-Buchenwald – circa 32 – die Lärchenwälder werden von Vögeln also dichter besiedelt als andere Nadelwälder. Häufigste Art ist der Buchfink mit rund zwölf Brutpaaren je zehn Hektar, manchmal auch mehr. Besonders charakteristische Arten sind der Baumpieper mit vier bis sechs Paaren je zehn Hek-

tar, der Zitronenzeisig mit zwei bis acht Brutpaaren je zehn Hektar, der Birkenzeisig mit ebenfalls zwei bis acht Brutpaaren je zehn Hektar, die Ringdrossel mit circa zwei Brutpaaren je zehn Hektar, der Berglaubsänger mit ein bis zwei Brutpaaren je zehn Hektar und der Fichtenkreuzschnabel.

Regelmäßig vorkommende Brutvögel sind Buntspecht, Zaunkönig, Heckenbraunelle, Rotkehlchen, Misteldrossel, Singdrossel, Weidenmeise, Haubenmeise, Tannenmeise, Kleiber und Waldbaumläufer. Bemerkenswert ist, dass der Gartenrotschwanz in Lärchenwäldern noch etwa die gleiche Dichte erreicht wie vor 50 bis 60 Jahren, während er im Kulturland der Niederungen sehr stark zurückgegangen ist. Das gilt auch für den Kuckuck.

Da Lärchenwälder vor allem an südexponierten Hängen vorkommen (an Nordhängen sind Fichte und Arve beigemischt oder dominierend), erreicht der Wendehals hier seine obere vertikale Verbreitungsgrenze.

Wenn die Kraut- und Strauchschicht hier oben schneebedeckt sind, bilden Lärchentriebe die Hauptnahrung des Birkhuhns. Sie nehmen sie lieber auf als Kiefern- und Fichtennadeln, die erst beim Fehlen der Lärche im Winter zur Hauptnahrung werden.

Zeitweise sind Lärchen wegen ihrer Läuse beliebte Nahrungslieferanten. Die Sitkafichtenlaus und andere Lausarten, stellen für die Lärche keine ernsthafte Bedrohung dar. Lärchenblasenfuß, Lärchenminiermotten, Schmierläuse, Wollläuse treten auf, bedrohen vitale Lärchen aber kaum. Sie sind jedoch beliebte Nahrungslieferanten etwa für den Stieglitz oder auch den Fichtenkreuzschnabel.

Im Bergwald brüten zudem Sperber und Habicht. Der Habicht nutzt gerne die sehr biegsamen jungen Zweige der Lärche mit ihren knotenartigen Verdickungen als Baumaterial für seinen Horst.

Wissenswertes über die Lärche

Die Europäische Lärche kann bei besonders günstigen Standortbedingungen bis zu 45 Meter hoch werden und einen Stammdurchmesser von bis zu 1,5 Meter erreichen. Die in der Jugend regelmäßig schlank-kegelförmige Krone wird im Alter breit bis abgeflacht. Vom üblicherweise geraden, durchgehenden Stamm sind die waagrecht abstehenden Äste locker und fast quirlig angeordnet.



*Der von Lärchen dominierte Bergwald beherbergt deutlich mehr Vogelarten als sonstige Nadelwälder, unter anderem den Baum-
pieper. (Foto: C. Romeiks, birdimagery.com)*

Temperaturen von minus 40 Grad Celsius können der Lärche ebenso wenig anhaben wie hochsommerliche Hitze und Trockenperioden. Die Lärche liebt viel Luftbewegung und Bedingungen, die eine hohe Transpiration erlauben. Talnahe Lagen mit wenig Windbewegung, relativ hoher Luftfeuchtigkeit und häufigen Nebeltagen sagen ihr nicht zu.

Bemerkenswert an der Lärche ist, dass sie im Gegensatz zu Fichte, Tanne und den Kiefernarten im Herbst ihre Nadeln abwirft. Während der Wochen vor dem Abwurf verleihen die Lärchen den Bergwäldern mit der dann goldenen Färbung ihrer Nadeln ihren unverwechselbaren Reiz.

Die Lärche ist einhäusig. Das bedeutet, dass ein Baum sowohl weibliche als auch männliche Blüten – und zwar getrennt voneinander – trägt. Die eingeschlechtlichen Blüten erscheinen noch vor den Nadeln an den mindestens zweijährigen Kurz- oder an dreijährigen Langtrieben. Blütezeit ist zwischen März und Mai. Die männlichen Blüten sind eiförmig, fünf bis zehn Millimeter lang, schwefelgelb. Sie wachsen an unbenadelten Kurztrieben. Die weiblichen Blüten, die meist an dreijährigen benadelten Kurztrieben aufrecht stehen, sind etwa 10 bis 20 Millimeter lang, rosa- bis dunkelrot gefärbt, grün im Herbst.

Aufrecht stehend, hellbraun, eiförmig 1,5 bis 6 Zentimeter lang und 1,5 bis 2 Zentimeter breit präsentieren sich die Früchte der Lärche. Die rundlich, locker liegenden Samenschuppen weisen feine Streifenmuster auf und besitzen eine bräunliche Behaarung. Die Samen reifen im Jahr nach der Zapfenbildung. Sie sind dreieckig, vier Millimeter lang und mit Flügeln verwachsen. Zwar verblässen die Zapfen nach dem Ausfliegen der Samen, sie fallen jedoch erst nach etwa zehn Jahren mit dem Zweig zu Boden.

Die Borke der Lärche ist in ihrem Jugendalter glatt und wird dick, tief rot gefurcht und grau-braun. Das Lärchenholz ist ein wertvoller Werkstoff. Die Eigenschaften hängen mit vom Wuchsort ab. Das spezifische Gewicht schwankt zwischen 0,45 bis 0,65 Tonnen pro Kubikmeter. Das liegt an den je nach Wuchsgebiet teilweise sehr unterschiedlichen Jahrringbreiten. Wegen der unterschiedlichen Holzeigenschaften in Abhängigkeit vom Standort, bietet das Lärchenholz verschiedenste Verwendungsmöglichkeiten. Lärchenholz alpiner Herkunft ist relativ leicht und weich. Es eignet sich besonders gut für Holzverkleidungen und Schreinerware. Benutzt wird es zudem im Innenausbau für die Herstellung von Treppen, Geländern, Balkonen, Decken, Türen und

Fenstern. Lärchenholz mit Herkunft in tieferen Lagen ist schwerer und härter. Es wird etwa im Boots-, Wasser-, Brücken-, Haus-, Gruben- und Erdbau eingesetzt. Bestimmte Inhaltsstoffe der Lärchenborke, sogenannte Tannine, eignen sich dafür, um Leder sehr dunkel zu färben. Andere Lärchenextrakte lassen sich als pflanzliche Heilmittel für die Bekämpfung von Hautleiden oder Verdauungsproblemen einsetzen.

Wanderung empfohlen

Eine Wanderung bei erwachendem Tag durch den zentralalpinen Bergwald im Frühling durch die Vegetationszonen hoch zur von der Zirbe und Lärche gebildeten Waldgrenze ist für Vogelbeobachter sehr reizvoll. Vielleicht zeigt sich dort sogar die vor allem durch ihren „herben“ Gesang bekannte, aber nicht leicht zu beobachtende Ringdrossel. Mit Sicherheit wird dieser Wald vor schroffen Gipfeln alle Sinne berühren.

Nachdruck: Vögel, Heft 03/2012 Ausgabe 26,
Walter Schulz, dwj Verlag, Blaufelden



Abbildung 3: Zitronengirlitz (Foto: R. Martin, birdimagency.com)

Vom Lärchenharz zum Terpentin bis Lärchenöl

Norbert Lagoni

Schlüsselwörter: *Larix decidua* Mill., Harzung, Bohrverfahren, Terpentin, Lärchenöl, Inhaltsstoffe, Volksheilkunde, *Terebinthina medicinale*

Zusammenfassung: Vorranging in den Alpen (Österreich, Schweiz, Norditalien) wird Harz von der Lärche gewonnen. Venedig war das Zentrum des Harzhandels. Traditionell wurde Terpentin in der Volks- und Tiermedizin angewendet. Hochgereinigtes Lärchenöl wird heute in Lacken und Klebstoffen eingesetzt. Kolofonium dient als Geigenbogenharz. Hautsalben und Lotionen mit Lärchenöl sind bei Hauterkrankungen anwendbar.

Die zur Familie der Kieferngewächse (*Pinaceae*) gehörige Gemeine Lärche (*Larix decidua* Mill.) genießt als wertvoller Waldbaum wegen seiner besonderen Holzqualität aber auch als Harz spendender Baum hohe Wertschätzung. Dieser besonders winterharte Baum ist in Gebirgen und subarktischen Gebieten der nördlichen Hemisphäre weit verbreitet. Europäische Lärchen (*Larix europaea*) sind in den Höhenlagen der Alpen, Sudeten und Karpaten oft bis hinauf zur Baumgrenze häufig vertreten. Die einhäusige Lärche wird vorwiegend in der Steiermark, Tirol, in Norditalien (Südtirol) und in Teilen der Schweiz (Wallis) sowie in den französischen Alpen angepflanzt.

Tradition der Harzung

Neben dem besonders geschätzten Lärchenstammholz, das traditionell wegen seiner Witterungsbeständigkeit, seiner gefälligen Maserung und der typisch braunroten Farbe seit Jahrhunderten vielfältig verwendet wird, hat sich mit der Harzung eine Nebennutzungsform entwickelt. Die Gewinnung des Lärchenharzes in den Harzungsgebieten Kärntens, Südtirols und dem Südwesten der Schweiz hat lange Tradition. Mittelalterliche Dokumente (Klosterrezepturen) zeugen von der Bedeutung dieses Baumbalsams sowie der vielfältigen Verwendung in der Volksmedizin und Tierheil-

kunde. Dickflüssige Harze dienten auch zur Abdichtung von Holzfässern und zum Kalfatern im Boots- und Schiffsbau. Venedig war bis zum späten 19. Jahrhundert wichtigster Handelsort für Lärchenbalsam. Von dort wurden große Teile des Mittelmeerraumes mit Lärchenharz versorgt.

Lärchenharzgewinnung heute

Ideal für eine wirtschaftliche Harzgewinnung sind geschlossene Lärchenbestände. Als optimale Höhenlage haben sich 800 bis 1.200 m ü.NN. erwiesen. Ertragreiche Spenderbäume zeichnen sich durch Wuchsfreudigkeit und eine starke Bekronung aus. Bei Bäumen im Alter von 80–120 Jahren ist die Harzgewinnung am ergiebigsten. Etwa 10–15 Jahre nach Anbohrung versiegt der Harzfluss allmählich. Im Gegensatz zur Har-



Abbildung 1: Entnahme des Lärchenharzes (Foto: Schusser)

zung anderer Koniferen (Kiefer) werden am Lärchenstamm keine Flächenschnitte in das Splintholz eingebracht. Das sogenannte „Pechen“ erfolgt bei Lärchen heute nach dem „Tiroler Bohrverfahren“. Mittels einer 10 kg schweren Motorbohrgarnitur bringt der Harzer („Pechzieher“) im Frühjahr die Bohrung, möglichst südseitig, am Fuß des Stammes an. Optimal erfolgt diese in die äußerlich am Stamm befindlichen verharzten Rindenrisse. Die Bohrung verläuft schräg abwärts durch den Stammmittelpunkt in Richtung Hauptwurzel. So entsteht ein etwa 50–80 cm langer Bohrkanal mit einem Durchmesser von etwa 30 mm. Unter günstigen Bedingungen kann ein versierter Harzer bis zu 200 Stämme pro Tag anbohren. Der Bohrkanal dient als Sammelraum für das sezernierte Harz. Die Bohröffnung wird mit einem vorbereiteten Stopfen aus Lärchenholz sorgfältig verschlossen, dieser wird erst vor der Harzentnahme entfernt. Die Entnahme aus dem angefüllten Bohrkanal erfolgt mit einem rinnenförmigen, abgerundeten, metallischen „Harzlöffel“ durch mehrmaliges Drehen und Überführung des Erntegutes in den mitgeführten Sammeleimer. Da der Bohrkanal regulär nicht verstopft (geringe Kristallisierung der Harzsäuren), kann dieser während der gesamten Harzungsperiode genutzt werden. Von einem Spenderbaum können, je nach Region, etwa 200–370 g Harz pro Erntejahr (Mai bis September) gewonnen werden. Die Harzausbeute ist in den ersten Jahren nach Bohrung am ertragreichsten. In Südtirol wird bei planmäßiger und sorgfältiger Durchführung der Harzungsarbeiten etwa 10–15 Jahre, ohne nachteilige Folgen für den Baum, geerntet.



Abbildung 2: Lärchen-Rohharz (Foto: Schusser)

Vom Lärchenharz zum Terpentin

Terebinthina laricina (syn. *Terebinthinae laricis*, *Terebinthina veneta*), auch als Venetianer Terpentin bezeichnet, wird aus frischem Harzbalsam der Stamm-pflanze *Larix decidua* Mill. gewonnen. Lärchenharz ist ein Vielstoffgemisch mit besonderen Eigenschaften, die Kristallisierung der Harzsäuren unter Sauerstoffeinfluss ist im Vergleich mit Harzen anderer Koniferen (Kiefer u. a.) gering. Die Farbechtheit ist stabil.

Das natürliche Lärchenharz wird gereinigt, mehrfach filtriert, leicht erwärmt und durch Dekantieren in Lärchenterpentin überführt. Terpentin ist eine klare, gelblichgrüne, schwach viskose Flüssigkeit mit feinem aromatischen Geruch. Der Geschmack ist balsamisch. Die Nutzbarmachung und Verwendung des Terpentins beruht auf der Vielfalt seiner Inhaltsstoffe. Natives Lärchenterpentin enthält 15–20% ätherische Öle, etwa 50–65% unterschiedliche Harzsäuren (Diterpensäuren), Bitter- und Farbstoffe sowie Wasser. Die Lagerung des Terpentins erfolgt gut verschlossen und vor Licht geschützt. Durch Weiterverarbeitung mittels Wasserdampfdestillation kann Terpentin in 17–25% gereinigtes Terpentinöl (*Oleum Terebinthinae*) sowie etwa 75–83% Kolofonium getrennt werden. Kolofonium, benannt nach der altgriechischen Stadt *Kolophon*, findet Einsatz in der chemischen Industrie sowie weltweit in halbfester Form als Geigenbogenharz.

Terebinthina laricina in Industrie, Technik, Handwerk und Malerei

Hochwertige Terpentinöle (*Oleum Terebinthinae*) dienen der Lack- und Klebstoffindustrie zur Herstellung elastischer Schutzlacke. In der Optikindustrie werden hochtransparente Terpentinöle unter anderem zum Kitzen und Verkleben von Linsen verwendet. Kosmetik- und Riechstoffhersteller bedienen sich gern hocharomatischer Terpentinöle. Das Malerhandwerk setzt traditionell die farblosen, schnell trocknenden Öle vielfach ein. Seit Jahrhunderten reichern Künstler ihre Firnisse (Deck-, Siegellacke) individuell mit Terpentinölen an.

Lärchenterpentinöl in der Volksheilkunde

In der Volksheilkunde wurden Terpentinöle erfahrungsgemäß heilkundlich angewendet. Das gelbliche, klare, leicht zähflüssige Öl diente äußerlich zur Behandlung von Abszessen, Furunkeln, Ekzemen und Geschwüren. Als Heilmittel wurden Öle wegen ihrer schmerzlindernden und harntreibenden Eigenschaften bei Nervenschmerzen (Hexenschuss), Podagra (Gicht), Mund- und Zahnfleischentzündungen sowie bei Erkrankungen der Luftwege (Bronchitis, Katarrh) eingenommen. Die äußere Drogenanwendung beruht auf einer antiseptischen sowie stark durchblutungsfördernden Wirkung im Bereich der behandelten Körperregion. Mit erheblicher lokaler Reizwirkung und Auslösung allergischer Hautreaktionen war allerdings stets zu rechnen.

Terebinthina medicinale heute

Die traditionelle innerliche Heilanwendung von Terpentinölen ist in heutiger Zeit wegen der häufig auftretenden unerwünschten Wirkungen obsolet. Hochgereinigtes Terpentinöl wird heute ausschließlich zu Präparaten für die äußerliche Anwendung wie Hautsalben, Gele, Lotionen, Terpentinpflaster, Badezusätze (Lärchenölbäder) und „Pechseifen“ verarbeitet. Sie dienen der Schmerzlinderung und Anregung der lokalen Wundheilung. Einreibungen mit Lärchenölsalben, Gelen oder Emulsionen können bei Furunkeln, Ekzemen, Abszessen, Schuppenflechte (Psoriasis) und bei rheumatischen sowie neuralgischen Beschwerden zur Stimulation der Abwehrkräfte sinnvoll sein. Unterschiedliche Mengenanteile an Lärchenölen befinden sich auch in Massage- und Duftlampenölen.

Lärchenharz und Terpentinöl in der Tierheilkunde

Traditionell haben Bauern und Schäfer in abgelegenen Alpenregionen angetrocknetes Lärchenharz vom Stamm gesammelt und nach leichter Erwärmung lokal auf die entzündeten, eitrigen Klauen ihrer Schafe und Ziegen aufgetragen. In der heutigen Veterinärmedizin ist der Einsatz terpentinhaltiger Salben und Öle zur Desinfektion und Durchblutungsförderung bei oberflächlichen Schrunden und Hautrissen sowie in der Huf- und Klauenpflege nicht selten.

Literatur

- Berger, F. (1964): Handbuch der Drogenkunde. W. Maudrich Verlag, Wien, Bd. VI, S. 50–54
- Hager et al. (1994): Hagers Enzyklopädie der Arzneistoffe und Drogen. 6. Auflage, Bd. 9, Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft mbH, Stuttgart, S. 521–526
- Fischer-Rizzi, S. (2007): Blätter von Bäumen. 8. Auflage, AT-Verlag Baden und München, S. 117–120
- Strassmann, R. A. (2001): Baumkunde. AT-Verlag Aron/CH., 3. Auflage, S. 171–177
- Meyers großes Konversations-Lexikon (1908), Bibliographisches Institut (Hrsg.): Bd. 13/19, S. 194–196
- Plischke, R. (2002): Heilkraft der Bäume. 1. Auflage, Fachbuchverlag Dr. Framd GmbH, Mainz, S. 140–143
- Schütt et al. (1992): Lexikon der Baum und Straucharten. Nikol Verlagsgesellschaft mbH, Weinheim, S. 258–262

Keywords: *Larix decidua* Mill., resin extractions at larches, drilling machine, turpentine, turpentine oil, contents, traditional use, Terebinthina medicinal

Summary: In the alpine countries Austria, Switzerland and South Tyrol resin of larch will be extracted. Venice was the centre of the resin trade. Turpentine was traditional used in folk medicine and veterinary medicine. Highly purified larch oil will be used in production of varnish and glue products. Colophony is used worldwide as violin bow rosin. Modern ointments and lotions containing larch oil are used in treating skin diseases.

Urlärchen – aus der Römerzeit?

Hubert Rößner

Schlüsselwörter: Urlärchen, Südtirol, Ultental, Dendrochronologie, Altersbestimmung

Zusammenfassung: Im Südtiroler Ultental stehen einige besonders alte Lärchen. Vor 80 Jahren wollte ein Südtiroler Arzt an einer vom Sturm geworfenen Lärche über 2.000 Jahrringe gezählt haben. Stammen die heute noch stehenden Lärchen tatsächlich aus der Zeit um Christi Geburt? Auch wenn dendrochronologische Untersuchungen dieses imposante Alter nicht bestätigen konnten, so ergaben die Jahrringauswertungen dennoch, dass die Ultentaler Urlärchen durchaus als altehrwürdige Methusalems bezeichnet werden dürfen.

Methusalems aus der Römerzeit?

Der Südtiroler Arzt Dr. Padöller hat sie 1930 gezählt, die Jahrringe der vom Sturm gefällten alten Lärche bei St. Gertraud im hinteren Ultental, südwestlich von Meran. Pater (2007) nennt einen Umfang von 7,80 m, aber keine Höhe. Neun Brunnenröge habe man daraus geschnitten. Einem Mediziner muss man ja eigentlich zutrauen, dass er genau beobachtet und gewissenhaft berichtet: 2.015 Ringe habe er gefunden, die Lärche wäre also zur Zeit von Kaiser Augustus und Jesus von Nazareth als junges Bäumchen herangewachsen!



Abbildung 1: Eine der drei circa 850 Jahre alten Urlärchen im Ultental; besonders auffällig ist die gewaltige Wucherung, die sich in etwa 3 m Höhe als riesiger "Kropf" aus dem Stamm herauswölbt. (Foto: H. Rößner)

Heute stehen noch drei „Urlärchen“ am Hang gleich oberhalb der Außerlahnhöfe auf 1.450 m Höhe im Ultental. Noch um 1900 sollen es neun gewesen sein, als Lawenschutz von alters her streng gehütet. Warum so viele dann verschwanden, ist nicht geklärt. Die stärkste der Überlebenden hatte im Sommer 2011 einen Umfang von etwa 8,5 m und 34,5 m Höhe. Der Gipfel fehlt allerdings, sie war sicher früher noch um einiges höher. Ein riesiger "Kropf" wölbt sich in 2–4 m Höhe aus dem Stamm heraus.

2000 Jahre alte Lärchen?

Vertrauen ist gut – Kontrolle ist besser

Die Nachbarin gleich daneben mit 7 m Umfang erreicht eine Baumhöhe von 36,5 m. Der Gipfel fehlt auch bei ihr, und die obersten 12 m ragen kahl und dürr zum Himmel. An diesem Baum hat man 2002 in 6,5 m Höhe mit einem Zuwachsbohrer Bohrkerne entnommen und daraus durch Rückrechnung und Vergleich mit jüngeren benachbarten Lärchen das Alter möglichst gewissenhaft geschätzt (Lösch und Oberhuber 2005). Eine präzise Berechnung ist ja nicht möglich, da der Hohlbohrer nur etwa gut die Hälfte des Weges bis zum Kern des Baumes eindringen kann. Es ergab sich ein Alter von 750 bis 950, wahrscheinlich um die 850 Jahre – etwa die Zeit des Stauferkaisers Friedrich I. „Barbarossa“ (*1122; †1190). Die dritte Lärche ist wesentlich schwächer und schon vor langem gebrochen; ihr inzwischen nachgewachsener Ersatzgipfel hat gerade mal 22,5 m Höhe erreicht.

Nahebei zieht sich ein Seitental nach Süden zur Pichl-Alm „im Klapfberg“. Dort stehen hoch oben in 2.100 m Höhe zwei weitere sehr alte Lärchen mit einem Umfang von rund vier Metern und Höhen von 23 und 26 m. Auch hier sind beide Gipfel dürr und gebrochen. Der Stammdurchmesser beträgt etwa 1,2 m. An den 30 cm langen Bohrkernen konnten 526 bzw. 543 Jahrringe gezählt werden; der innere Stammbereich mit circa 25 cm bis zur Markröhre ist also auch hier nicht erfasst. Bedingt durch die Höhenlage und die ungünstigere Witterung sind diese Bäume langsamer gewachsen als

ihre Schwestern 600 m tiefer unten im Tal; ihr Alter wird mit 700 bis 1.000, also gemittelt ebenfalls etwa 850 Jahren, angenommen. Angesichts dieser Daten muss man allerdings die Angaben des Dr. Padöller aus dem Jahre 1930 doch mit großem Misstrauen betrachten.



Abbildung 2: Die stärkste der Ultentaler Urlärchen hat einen Umfang von etwa 8,5 m. Daraus ergibt sich ein Durchmesser von circa 2,7 Metern. (Foto: H. Rößner)

Die Ultentaler Urlärchen – immer einen Besuch wert

Vom Ort Lana bei Meran führt eine Bergstraße zunächst steil aufwärts, später eher gemütlich rund 30 km durch das freundliche Gebirgstal, vorbei an einem langgestreckten Stausee, bis kurz vor dem Dörfchen St. Gertraud. Überall in den weiten Berghängen sieht man reichlich Lärchen. Besonders im Frühjahr und im Herbst sind sie auf Grund ihrer auffallenden Färbung gut von den Fichten zu unterscheiden. Die drei gewaltigen Urlärchen erreicht man recht bequem mit dem Auto, nur gut 100 m geht es auf mäßig steilem Bergpfad vom zünftigen Brotzeit-Stüberl zu Fuß hinauf. Die imposanten Gestalten bieten einen unvergesslichen An-

blick; andächtig und ehrfürchtig werden wir angesichts ihrer Größe und ihres Alters. Ihr helles Maiengrün im Frühjahr entzückt ebenso wie ihr herbstlich brennendes, intensives Orangerot im Oktober. Jeder, der sich nur ein wenig für alte Bäume interessiert, sollte sie einmal im Leben gesehen und bewundert haben.

Wer die Ultner Urlärchen besuchen will, sollte bedenken, dass sie zwischen Ende Oktober und Februar immerzu voll im Schatten stehen – die vorgelagerten hohen Berge halten jeden Sonnenstrahl ab. Sie gehören schon zum Vorfeld des über 3.700 m hohen, vergletscherten Ortler-Massivs.

Nicht ganz so bequem zu erreichen sind die Lärchen hoch oben bei der Pichl-Alm. Sie erfordern einen gut zweistündigen Aufstieg. Die beiden Lärchen stehen im lockeren Fichten-Lärchen-Wald etwa 100 m über der Alm.

Literatur

Lobis, V. (2002): Die Urlärchen im Ultental. In „Der Schlern“ 76/12, S. 4–11

Lösch, B.; Oberhuber, W. (2005): Das Alter der "Ultner Urlärchen" und der Lärchen oberhalb der Pichl-Alm im Klapfberg. In „Der Schlern“ 79/3, S. 26–37

Pakenham, T. (2003): Bäume. Die 60 größten und ältesten Bäume der Welt. Christian-Verlag, München, 192 S.

Pater, J. (2007): Europas alte Bäume. Franckh-Kosmos-Verlag, Stuttgart, 192 S.

Keywords: Ancient larches, South Tyrol, Val d’Ultimo/Ultental valley, dendrochronology, age determination

Summary: The Val d’Ultimo/Ultental valley in South Tyrol is home to some particularly ancient larches. Eighty years ago, a South Tyrolean doctor claimed to have counted more than 2.000 annual rings on a larch tree that had fallen in a storm. Do these larches that still stand today really date back as far as the birth of Christ? Dendrochronological investigations may not have been able to confirm this majestic age, but the analysis of their annual rings certainly gives us grounds to describe the ancient Ultental valley larches as “vintage Methuselahs”.

Die Lärche, *Larix europaea* Decandolle

auf: L. A. Roßmäsler, *Der Wald*, 1863

... Obgleich die Lärche als Art zu der alten Linne'schen Gattung *Pinus* gehört, so zeigt sie doch in mehreren Punkten so auffallende Verschiedenheit, daß man sie als eine selbstständige Gattung unterscheiden darf.

Die männlichen Kätzchen und die weiblichen Blüthenzäpfchen, welche Ende April und Anfang Mai aufbrechen, stehen nicht auf verschiedenen Zweigen, sondern sein finden sich an denselben Trieben bunt durcheinander gemischt.

Nach erfolgter Bestäubung fallen die männlichen Blüthen bald ab, das weibliche Blüthenzäpfchen behält seine aufrechte Krümmung bei und verwandelt sich in den eiförmigen, selten über anderthalb Zoll langen Zapfen, an dem man unten die Spitzen der zurückbleibenden Deckschuppen meist noch etwas hervortreten sieht.

Die Gestalt der Nadeln schwankt gewissermaßen zwischen denen der Fichte und der Tanne, sie sind aber von beiden durch eine zarte, krautartige Beschaffenheit und ein helleres Grün verschieden. Ein größerer Unterschied zwischen der Lärche und den übrigen Nadelhölzern besteht aber darin, daß die letzteren sommergrün sind; daher nennt Plinius die Lärche einen im Winter trauernden Baum, *arbor hieme tristis*.

Der Stamm der Lärche ist zwar wie bei der Fichte und Tanne ein senkrechter einfacher Schaft, aber an seinem unteren Ende macht er von der Wurzel auf oft eine Biegung und steigt dann senkrecht empor. Dieser säbelförmige und außerdem auch oft noch knieartige Wuchs beeinträchtigt einigermaßen den Bauholzwerth. Alle freistehenden Lärchen haben einen sehr abholzigen sich stark zuspitzenden Stamm. Die Rinde ist rauh und rissig und so weite sie nicht, was meist der Fall ist, von Flechten verhüllt wird, braungrau.

Standort und Verbreitung sind bei der Lärche enger begrenzt. Sie liebt einen steinigen, frischen - jedoch nicht nassen - tiefgründigen Boden und der kalkige Felsboden scheint ihr am meisten zuzusagen. Die Lärche ist recht eigentlich ein Gebirgsbaum und erst in neuerer Zeit in die Ebene herab verpflanzt worden. Ihre eigentliche Heimath ist die Alpenwelt in einer Höhenlage zwischen 200 und 4500 bis 5000 Fuß Seehöhe.



Die zart aussehende feinbenadelte Lärche zeigt sich in ihrem Leben gleichwohl als hart und widerstandskräftig; denn sie fordert geradehin eine raube um ihre vollendete Schönheit und Majestät zu entfalten und verfällt in dem warmen Klima der Ebene einem frühen Tode.

Quelle

L. A. Roßmäsler, *Der Wald*, 1863, C. F. Winter'sche Verlagsbuchhandlung, Leipzig und Heidelberg

Bäume des Jahres

Jahr	Baum des Jahres	Tagung Deutschland	Tagung Bayern	LWF Wissen Nr.
1989	Stieleiche			
1990	Rotbuche			
1991	Sommerlinde			
1992	Bergulme	Hann. Münden		
1993	Speierling			
1994	Eibe		Ebermannstadt	10 (vergriffen)
1995	Spitzahorn			
1996	Hainbuche		Arnstein	12 (vergriffen)
1997	Eberesche	Tharandt	Hohenberg an der Eger	17 (vergriffen)
1998	Wildbirne	Göttingen	Ulsenheim	23 (vergriffen)
1999	Silberweide	Schwedt/Oder	Michelau/Oberfranken	24 (vergriffen)
2000	Sandbirke	Tharandt	Waldsassen	28
2001	Esche	Hann. Münden	Schernfeld (WEZ)	34
2002	Wacholder	(Schneverdingen, abgesagt)	Kloster Ettal	41
2003	Schwarzerle	Burg/Spreewald	Rott am Inn	42
2004	Weißtanne	Wolfach/Schwarzwald	Gunzenhausen	45
2005	Roskastanie	München		48
2006	Schwarzpappel	Eberswalde mit Oder und Rees am Rhein	Essenbach	52
2007	Waldkiefer	Gartow	Walderbach	57
2008	Walnuss	Bernkastel	Veitshöchheim	60
2009	Bergahorn	Garmisch-Partenkirchen		62
2010	Vogelkirsche		Veitshöchheim	65
2011	Elsbeere	Nettersheim	Haßfurt	67
2012	Europäische Lärche	Hünfeld	Kelheim	69

Anschriften der Autoren

Dr. Gregor Aas

Ökologisch-Botanischer Garten
Universität Bayreuth
Universitätsstraße 30
95440 Bayreuth
Gregor.Aas@uni-bayreuth.de

Ute Bachmann-Gigl

Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft
Hans-Carl-von-Carlowitz-Platz 1
85354 Freising
Ute.Bachmann-Gigl@lwf.bayern.de

Dr. Otto Bauer

Innweg 13
85521 Ottobrunn
dr.otto.bauer@t-online.de

Markus Blaschke

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

Stephan Breit

Bayerische Staatsforsten
Tillystr. 2
93053 Regensburg
Stephan.Breit@baysf.de

Dr. Heinz Bußler

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

Gabriele Ehmcke

Institut für Holzforschung
der Technischen Universität München
Winzererstraße 45
80797 München
ehmcke@wzw.tum.de

Wolfgang Falk

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

Walter Faltl

Bayerische Staatsforsten
Tillystr. 2
93053 Regensburg
Werner.Faltl@baysf.de

Dr. Dietger Grosser

Institut für Holzforschung
der Technischen Universität München
Winzererstraße 45
80797 München
grosser@holz.forst.tu-muenchen.de

Ralph Jenner

Bayerisches Amt für forstliche Saat- und Pflanzenzucht
Forstamtsplatz 1
83317 Teisendorf
Ralph.Jenner@asp.bayern.de

Dr. Hans-Joachim Klemmt

Lehrstuhl für Waldwachstumskunde
der Technischen Universität München
Hans-Carl-von-Carlowitz-Platz 2
85354 Freising
h-j.klemmt@lrz.tu-muenchen.de

Kristine Koch

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

Dr. Christian Kölling

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

Dr. Monika Konnert

Bayerisches Amt für forstliche Saat- und Pflanzenzucht
Forstamtsplatz 1
83317 Teisendorf
Monika.Konnert@asp.bayern.de

Dr. Norbert Lagoni

Falkenhorstweg 4
81476 München
n.lagoni@t-online.de

Alexandra Nannig

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

Michael Neubert

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

Alexander Nickl

Bayerisches Amt für forstliche Saat- und Pflanzenzucht
Forstamtsplatz 1
83317 Teisendorf
Alexander.Nickl@asp.bayern.de

Dr. Ralf Petercord

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

Hubert Rößner

Am Letten 12
87448 Niedersonthofen

Walter Schulz

dwj Verlags-GmbH
Rudolf-Diesel-Straße 46
74572 Blaufelden
info@voegel-magazin.de

Ludwig Straßer

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

Dr. Helge Walentowski

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

Martina Weber

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

Manuela Wolf

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

Julia Zeitler

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