© Jahrbuch des Vereins zum Schutz der Bergwelt (München), 85. Jahrgang 2020, S. 123–142

Die Naturnähe von Lärchenvorkommen (*Larix decidua*) im Ammer- und Estergebirge

von Verena Styrnik, Eva Cremer, Jörg Ewald

Keywords: *Lärche, Naturnähe, Ammergebirge, Estergebirge*

Die Europäische Lärche (*Larix decidua*) befindet sich in den Bayerischen Alpen an der Nordgrenze ihrer natürlichen Verbreitung. Aufgrund ihrer ökologischen Eigenschaften wird sie als Pionierbaumart im Schutzwald eingebracht, was in FFH-Gebieten die Frage aufwirft, ob sie standortsheimisch ist. Deshalb wurde die Naturnähe von Lärchenvorkommen im Ammer- und Estergebirge an Hand eines Bewertungsschlüssels beurteilt. Im Ammergebirge wurden 53 % als bedingt naturnah bis naturnah bewertet, im Estergebirge 100 % als bedingt naturnah bis annähernd naturnah. Ein Vergleich mit einer autochthonen Referenzpopulation im Wettersteingebirge legt einen genetischen Austausch zwischen den drei Populationen nahe.

Einleitung

Die Europäische Lärche (*Larix decidua*) ist die einzige in Europa heimische Vertreterin der Gattung Larix (GEBUREK 2003). Es handelt sich um eine einhäusige, sommergrüne Baumart der Hochgebirge mit ausgeprägtem Pionierbaumcharakter (frosthart, lichtbedürftig, in der Jugend raschwüchsig, AAS 2012). Während sie auf basenreichen, gut durchlüfteten Lehm- und Tonböden optimal gedeiht, ist sie mit ihrem Herzwurzelsystem in der Lage auf skelettreichen, flachgründigen Böden zu wachsen und ein hohes Alter zu erreichen. Durch die Frostresistenz konnten die Eiszeiten überdauert werden, so dass die Lärche zu den alteinheimischen Arten in den Hochgebirgsregionen zählt (WALENTOWSKI et al. 2006). Nacheiszeitlich wurde sie durch konkurrenzstärkere Baumarten wie Buche und Fichte zurückgedrängt und nimmt in der heutigen potentiellen natürlichen Vegetation nur noch sehr geringen Flächenanteile ein (WALENTOWSKI et al. 2006). In Europa kommt die Lärche in isolierten Teilarealen vor. Neben den kontinentalen Zentralalpen (Abb. 1a-b), wo sie bei geringer Luftfeuchtigkeit, wenig Nebelbildung und hoher Strahlungsintensität ihr größtes Verbreitungsgebiet hat, gibt es Vorkommen in den Sudeten, Karpaten und in den Weichselniederungen Polens (GEBUREK 2003) (Abb. 2). Die bayerischen Verbreitungsgebiete sind hochsubalpine Lagen (meist über 1600 m ü. NN) der Berchtesgadener Hochalpen (TSCHERMAK 1935) sowie des Karwendel und Wettersteinmassivs (WALENTOWSKI et al. 2006), wo sie, fast stets begleitet von Latsche (*Pinus mugo*, WAGNER et al. 2015), zusammen mit der Zirbe (*Pinus cembra*) die Baumgrenze bildet (KOCH & WALENTOWSKI 2012). Anders als in den Zentralalpen spielt die Lärche im tiefsubalpinen Fichtenwald der Randalpen eine untergeordnete Rolle (EWALD 1999). In den Kalk-Vorbergen des Werdenfelser Landes wie in anderen Teilen der Bayerischen Alpen sind nur vereinzelte Kleinstvorkommen zu finden, die als Relikte der nacheiszeitlichen Wiederbewaldung zu erklären sind.

Abb. 1a-b: Lärchen-Zirbenwald im Schweizerischen Nationalpark. (Fotos Schweizerischer Nationalpark/Hans Lozza).

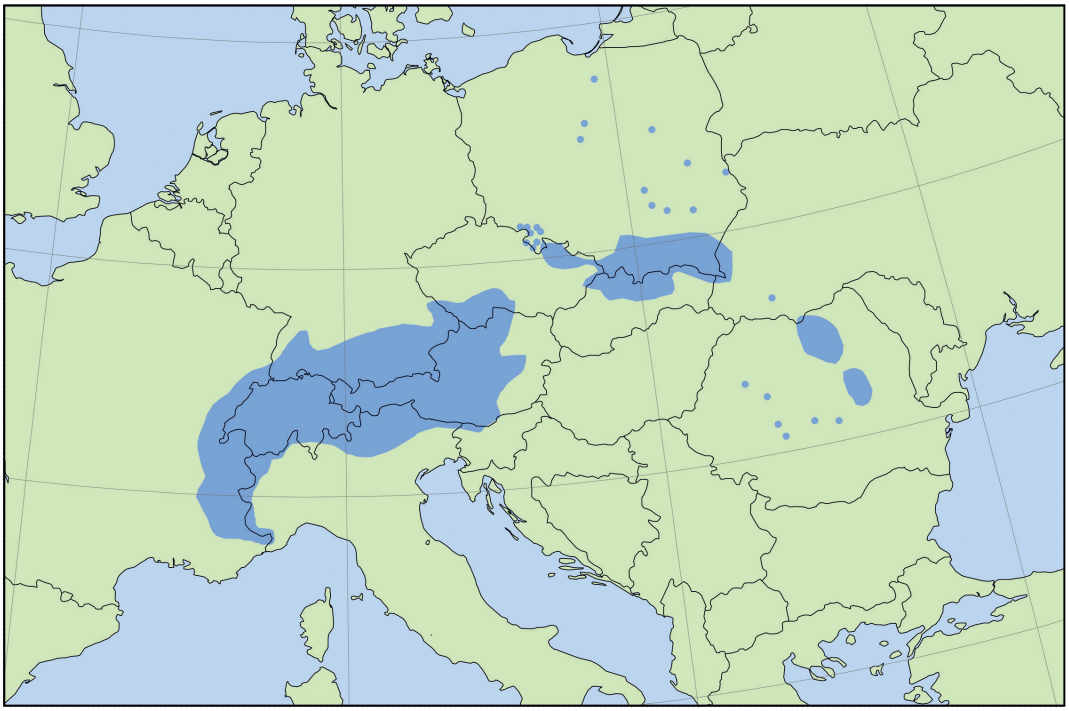

Abb. 2: Verbreitung der Europäischen Lärche (*Larix decidua*). (Quelle: EUFORGEN 2009, www.euforgen.org.)

Im Schlusswald von Fichten- und Buchenwaldgesellschaften ist die Lärche allenfalls als Mischbaumart eingesprengt, da sie aufgrund von Lichtmangel nicht mehr konkurrenzfähig ist (GEBUREK 2003). Als Pionierbaumart profitiert die Lärche von Störungen wie Bodenrutschungen, Murenabgängen oder auch Waldweide, wobei der Mineralboden freigelegt wird und die Verjüngung sich ansamen kann (KOCH & WALENTOWSKI 2012). Daher ist es wahrscheinlich, dass Lärchenvorkommen außerhalb des natürlichen Verbreitungsgebietes durch vorangegangene anthropogene Störungen begünstigt wurden.

Bei der Sanierung lichter Schutzwälder der Bayerischen Kalkalpen werden regelmäßig Lärchen gepflanzt (MAYER & OTT 1991). Außerhalb der Wuchsbezirke 15.8 und 15.9 (EWALD 2001) (Abb. 3) könnte das Einbringen nicht-standortsheimischer Lärchen den Erhaltungszustand von FFH-Lebensräumen beeinträchtigen (MÜLLER-KROEHLING et al. 2004). Bei standortsheimischen (autochthonen) Gehölzen handelt es sich um Pflanzen, die ein Gebiet ohne anthropogenen Einfluss besiedeln und dort eine langfristige Konkurrenzkraft bewiesen haben (AK STANDORTSKARTIERUNG 2016). Durch die Vermehrung über Generationen hinweg sind sie an die räumlichen und klimatischen Gegebenheiten in diesem Gebiet in besonderem Maße angepasst und werden auch als gebietsheimisch oder indigen bezeichnet (ZAHLHEIMER 2014). Besonders im Schutzwald stellt die Angepasstheit an den Standort ein wichtiges Anbaukriterium dar, um eine stabile Entwicklung der Bäume zu gewährleisten. Die Verwendung von autochthonem Vermehrungsgut aus geeigneten Herkünften spielt dabei eine essentielle Rolle. Vor dem Hintergrund sich ändernder Umweltbedingungen ist zudem die Anpassungsfähigkeit von entscheidender Bedeutung, die durch eine möglichst hohe genetische/biologische Vielfalt erreicht wird (BMU 2012).

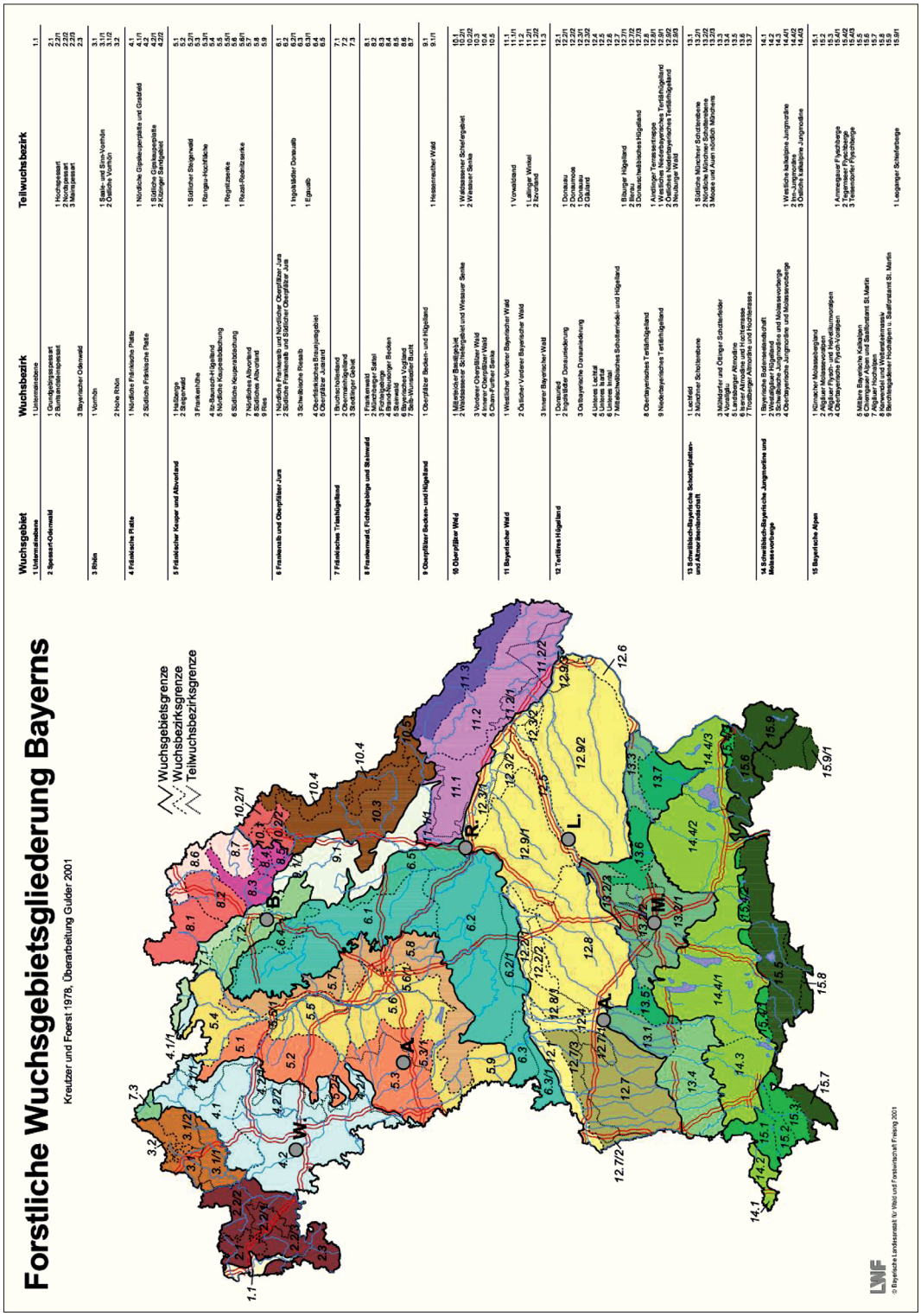

Abb. 3: Forstliche Wuchsgebietsgliederung Bayerns. (Kreutzer und Foerst 1978, Überarbeitung Gulder 2001). (Quelle: LWF).

Ziel dieser Arbeit ist es, die Naturnähe von Lärchenvorkommen im Ammer- und Estergebirge (Wuchsbezirk 15.5) zu bewerten. Grundsätzlich soll geklärt werden, ob die Lärchen dort heimisch sind. Zudem wird ein Vergleich genetischer Strukturen zwischen den ausgewählten Vorkommen und einer autochthonen Referenzpopulation aus dem Wettersteinsteingebirge vorgenommen.

Untersuchungsgebiet

Ammergauer Alpen und Estergebirge bilden, getrennt durch das Loisachtal, den westlichen Teil des Wuchsbezirks Mittlere Bayerischen Kalkalpen (15.5) zwischen Lech im Westen und Isar bzw. Walchensee im Osten (WALENTOWSKI et al. 2006). Im Süden stehen großflächig Hauptdolomit und Plattenkalk (oft Gipfel bildend), mit schmalen Auflagerungen von Kössener Schichten und Oberrhätkalk, an. Nördlich der Ammer sind im Großen Muldenzug des Bayerischen Synklinoriums stark verfaltete Gesteine unterschiedlichen Alters in großer Vielfalt aufgeschlossen (z.B. FELDNER 1981 u. BAYERISCHES GEOLOGISCHES LANDESAMT 1996).
Die 17 untersuchten Flächen im Ammergebirge (Abb. 4) befinden sich alle im gleichnamigen FFH-Gebiet, Code 8431-371 (StMUV 2018) zwischen 815 m ü. NN. und 1708 m ü. NN. Die Jahresmitteltemperatur von 3,5° C schwankt zwischen -6° im Januar und 11,8° C im Juli, die Niederschlagssumme beträgt ca. 1400 mm (PIK 2009a). Zehn Wuchsorte wurden im Estergebirge im gleichnamigen FFH-Gebiet, Code 8433-371, (STMUV 2018) (Abb. 4) zwischen 1280 und 1610 m Meereshöhe ü. NN untersucht. Jahresmitteltemperatur von ca. 3,8° C (Januar -6,6° C, Juli +11,6° C) und die Niederschlagsmenge von ca. 1550 mm (PIK 2009b) sind sehr ähnlich wie im Ammergebirge. Als Referenz wurden fünf Wuchsorte im Wettersteingebirge (Wuchsbezirk 15.8) und im autochthonen Lärchwald auf dem Eibsee-Bergsturz (BAYSF 2013, Wuchsbezirk 15.5) zwischen 865 und 1693 m ü. NN ausgewählt. Im Wettersteingebirge liegt die Jahresdurchschnittstemperatur bei 0,5° C mit Schwankungen von -10° C im Januar und + 10° C im Juli. Die durchschnittliche Jahresniederschlagssumme beträgt ca. 1400 mm (PIK 2009c).
In allen drei Gebirgen findet man die montane (Buche-Tanne-Fichte), hochmontane (nadelholzreicher Bergmischwald), subalpine (Fichte) und hochsubalpine Bergwaldstufe (Latsche, örtlich Zirbenrelikte), darüber alpine Rasen. Bei den Lärchenvorkommen im Wettersteinmassiv rund um den Schachen, Kämikopf, Großer Hundsstall und Zirbelkopf, handelt es sich um die größten Lärchen-Zirben-Vorkommen (WELZMÜLLER & EWALD 2016) außerhalb der Berchtesgadener Alpen.

Material und Methoden

Phänotypische Untersuchungen

In Zusammenarbeit mit dem AELF Weilheim und den BaySF-Forstbetrieben Oberammergau und Bad Tölz wurden 32 Wuchsorte von Lärchen ermittelt und im August und September 2017 aufgesucht (Abb. 4). Neben Lagedaten (Koordinaten, Meereshöhe, Hangneigung, Exposition und Reliefform) wurden Brusthöhendurchmesser (BHD), Höhe und Vitalität der Bäume festgestellt. Dabei wurde die Vitalität der Bäume in fünf Kronenzustandsstufen erfasst. Von 53 Altlärchen wurden Bohrkerne entnommen, um das Alter anhand der Jahrringe festzustellen. Zusätzlich wurden die bestandsbildenden Baumarten, die Verjüngung und die Begleitvegetation aufgenommen, um die potenzielle natürliche Waldgesellschaft (pnWG) nach WALENTOWSKI et al. (2006) herzuleiten.

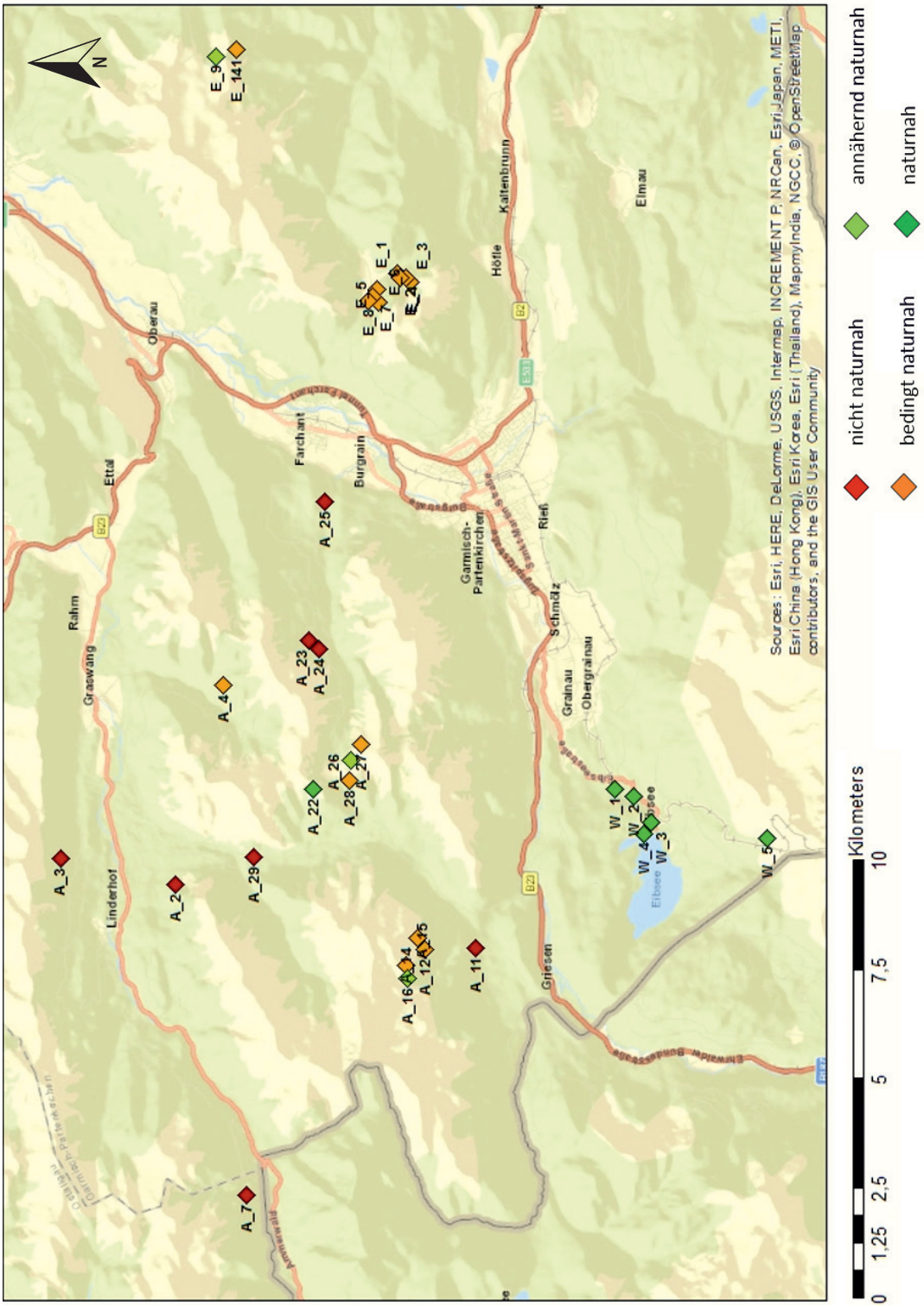

Abb. 4: Übersichtskarte: Naturnähe von Lärchenvorkommen im Ammer-, Ester- und Wettersteingebirge. (Quelle der Grundkarte: siehe Legende).

Genetische Untersuchungen

Für die genetischen Analysen wurden Proben von insgesamt 126 Baumindividuen (72 Altbäume und 54 Verjüngungspflanzen) gewonnen: Ammergebirge 42 Individuen, Estergebirge 48 Individuen und Wettersteingebirge (= autochthone Referenzpopulation) 36 Individuen. Diese wurden am Amt für Waldgenetik (AWG) in Teisendorf/Obb. genetisch analysiert. Dafür wurde mittels so genannter „Kernmikrosatelliten" für jede Lärche ein genetischer Fingerabdruck erstellt. In Anlehnung an die Arbeiten von WAGNER et al. (2012) und ISODA & WATANABE (2006) wurden für die Europäische Lärche die Längenabschnitte von neun Mikrosatelliten (Ld30, Ld31, bcLK211, bcLK228, bcLK253, Ld42, Ld 58, Ld56, Ld101) untersucht. Die statistische Auswertung der genetischen Daten erfolgte mit der Software GenAlex 6.5 (PEAKALL & SMOUSE 2012). In die Auswertung wurden neben den ausgewählten Lärchenpopulationen die genetischen Daten einer Samenplantage des Herkunftsgebietes HKG 837 03 (West- und Süddeutsches Hügel- und Bergland) und einer Partie Japanische Lärche (*L. kaempferi*) zum Vergleich und besseren Bewertung der genetischen Ergebnisse einbezogen. Ausgewertet wurden die Diversitätsparameter genetische Vielfalt (Na) als durchschnittliche Anzahl der Allele pro Genort, genetische Diversität (Ne) als mittlere effektive Anzahl von Allelen, sowie der beobachtete (Ho) und der unter Hardy-Weinberg-Gleichgewicht angenommene Heterozygotiegrad (He) als Anteil von mischerbigen Individuen der Populationen. Die genetische Diversität kann dabei als Maß für die Anpassungsfähigkeit einer Population gewertet werden (HUSSENDÖRFER 2016). Zudem wurde der paarweise genetische Abstand nach NEI (1972) berechnet und darauf basierend eine Hauptkomponentenanalyse (PCA) durchgeführt.

Bewertung der Naturnähe

Naturnahe Wälder werden von SCHUMACHER & FISCHER-HÜFTLE (2016) als Wälder definiert, in denen sowohl die floristische Artenzusammensetzung, als auch die Eigendynamik und räumliche Struktur eine Ähnlichkeit zur natürlichen Pflanzengesellschaft am jeweiligen Standort aufweisen. Demnach beschreibt Naturnähe das Maß der Annäherung an die potenzielle natürliche Vegetation (AK STANDORTSKARTIERUNG 2016). Weiterhin spielt die ungestörte Entwicklung einer Landschaft ohne Einfluss des Menschen auf das Ökosystem eine Rolle (GERHARDS 2003, GRABHERR et al. 1998).

Bewertungskriterium	Mögliche Punktzahl
Natürliche Waldgesellschaft	0 / 2 / 3
Verjüngung	0 / 1
Alter	0 / 0,5 / 1
Unzugänglichkeit	0 / 0,5 / 1
Nicht heimische Arten	- 0,5 / 0

Tab. 1: Bewertungsschlüssel zur Beurteilung von Naturnähe (Punktezahl im Text erklärt).

Nach dem Prinzip der Nutzwertanalyse wurden in den Bewertungsschlüssel für die Naturnähe der Vorkommen folgende Faktoren einbezogen: Das am stärksten gewichtete Kriterium bildete die potenzielle natürliche Waldgesellschaft (pnWG, vgl. AK STANDORTSKARTIERUNG 2016, SCHUMACHER & FISCHER-HÜFTLE 2016), wobei pnV-Einheiten mit natürlicher Lärchen-

beteiligung 3, solche mit natürlicher Beteiligung in Nachbarwuchsgebiet mit 2, solche ohne Lärche mit 0 Punkten bewertet wurden. Es sei betont, dass hier die Naturnähe der Lärche in der pnWG bewertet wurde, nicht die Naturnähe der aktuellen Waldbestockung.
Als weitere Indikatoren dienten Naturverjüngung (nicht vorhanden – vorhanden), Alter (< 140, 140–199, > 200 Jahre), Unzugänglichkeit (leicht zugänglich, schwer zugänglich, unzugänglich) und das Auftreten nicht heimischer Arten (Auftreten – nicht Auftreten). Die Punktevergabe ist in Tabelle 1 zusammengefasst.
In Anlehnung an die Naturnähe-Stufen des AK STANDORTSKARTIERUNG (2016) wurden die Ergebnisse in vier Stufen eingeteilt: nicht naturnah – bedingt naturnah – annähernd naturnah – naturnah.

Ergebnisse

Alter und Vitalität

Für 53 Altlärchen konnte durch Jahrringzählungen das Alter näherungsweise bestimmt werden. Das Alter der Bäume reicht im Ammergebirge von 22 bis 212 Jahren. Die Bäume wiesen im Wettersteingebirge die höchste Altersspreizung auf. Dort war die älteste Lärche mit einem BHD von 77 cm 250 Jahre, die jüngste beprobte Lärche 56 Jahre alt. Im Estergebirge wurden Alter zwischen 52 und 201 Jahren bestimmt. In allen drei Populationen konnten sowohl jüngere (20–60 Jahre) als auch alte Lärchen mit über 200 Jahren gefunden werden (Abb. 5).

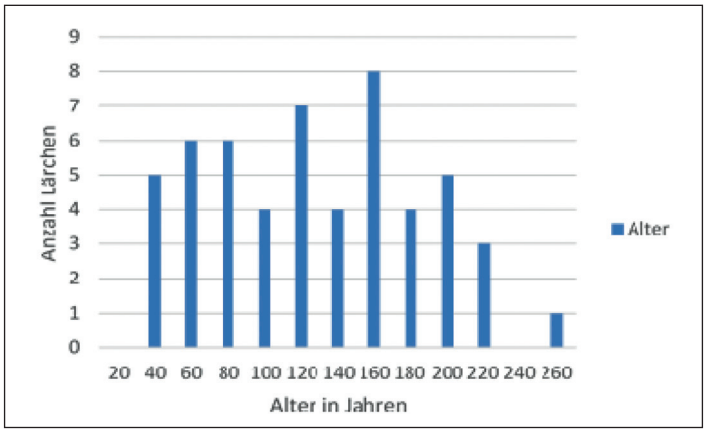

Abb. 5: Übersicht der Altersklassen der beprobten 53 Altlärchen.

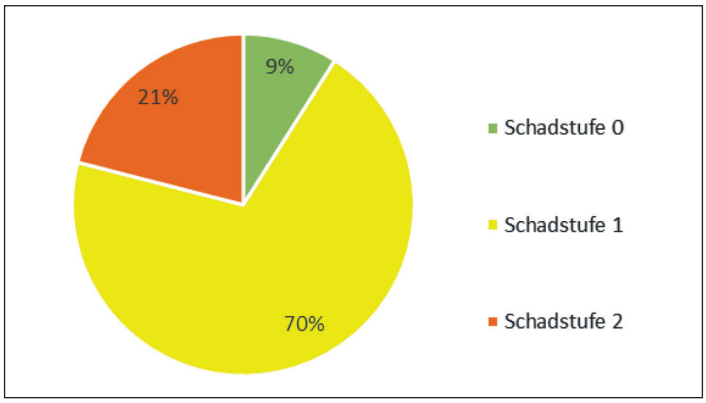

Abb. 6: Vitalität der Altlärchen.

Die Vitalität wurde in fünf Kronenzustandsstufen beurteilt. Von 53 Lärchen fielen nur fünf (9 %) in Stufe 0, die < 10 % Nadelverlust entspricht. Die meisten Lärchen (70 %) lagen in Stufe 1 (Abb. 6) mit 11 bis 25 % Nadelverlust. Die Verjüngung wurde bis auf zwei Ausnahmen in die Stufen 0 und 1 eingewertet. Die geringe Anzahl der Lärchen in Stufe 2 deutet insgesamt auf hohe Vitalität der meisten Bäume in den untersuchten Gebieten hin.

Relief

57,7 % aller Lärchen wurden auf schroffen Felshängen mit 31° bis 45° Neigung gefunden.

Im Ammergebirge wachsen 50 % der Lärchen zwischen 41° und 45°. Auch im Estergebirge sind die meisten Bäume (68,8 %) auf Hangneigungen von 36°– 45° zu finden. Dagegen sind im Lärchwald am Fuß des Wettersteingebirges Lärchen im flachen, aber außerordentlich felsigen Bergsturzgelände verbreitet (KETTERER & EWALD 1999). Selbst in den höheren Lagen des Wettersteingebirges wachsen die Lärchen, anders als im Ammer- und Estergebirge, auch an normal geneigten Hängen. 58,4 % der Lärchen wachsen auf nordwest- bis nordost-exponierten Schatthängen (Abb. 7). Im Wettersteingebirge sind an den Nordhängen von Riffelriss und Lärchentor Lärchen verbreitet (W_5). Auch im Estergebirge bevorzugt die Lärche (75 %), bei breiterer Streuung, nordöstliche Expositionen. Die größte Diversität der Exposition ist im Ammergebirge zu beobachten. Zwar ist hier mit 31,7 % der größte Anteil an Lärchen ebenso nach Norden und Nordwesten ausgerichtet, die übrigen Bäume verteilen sich jedoch über alle Himmelsrichtungen.

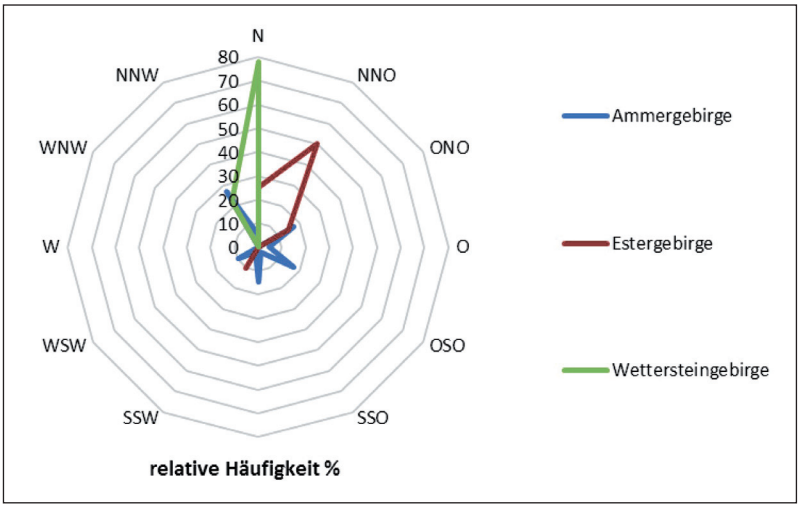

Abb. 7: Natürliche Exposition der Lärchenvorkommen im Ammergebirge, Estergebirge, Wettersteingebirge.

Lärchenvorkommen nach natürlichen Waldgesellschaften

Die Lärchenvorkommen wurden nach WALENTOWSKI et al. (2006) sechs unterschiedlichen pnWGs zugeordnet (Tab. 2).

Die einzige Waldgesellschaft im untersuchten Gebiet, in der die Lärche nicht natürlicherweise vorkommt, ist der Carbonat-Bergmischwald der Alpen. Neun Lärchenvorkommen im Ammergebirge wurden dieser Waldgesellschaft zugeordnet. Die meisten Lärchen (5 Vorkommen im Ammergebirge,

Tab. 2: Einordnung der Lärchenvorkommen in die Potenzielle Natürliche Waldgesellschaft (pnWG).

Potenzielle Natürliche Waldgesellschaft	Lärchenvorkommen	Bewertung der Lärche in der Waldgesellschaft
Aposerido foetidae-Fagetum (Carbonat-Bergmischwald der Alpen)	9 x Ammergebirge	kein natürliches Vorkommen
Adenostylo glabrae-Piceetum (Tiefsubalpiner Carbonat-Fichtenwald)	5 x Ammergebirge 10 x Estergebirge	natürliches Vorkommen als Begleitbaumart
Homogyne alpinae-Piceetum (Tiefsubalpiner Silikat-Fichtenwald)	1 x Ammergebirge	natürliches Vorkommen als Begleitbaumart
Vaccinio-Rhododendretum ferruginea pinesotum mughi (Subalpine Silikat-Latschen-Zwergstrauchheide der Bayerischen Alpen)	1 x Ammergebirge	natürliches Vorkommen als Nebenbaumart
Rhododendro hirsuti-Pinetum mughi (Subalpines Carbonat-Latschengebüsch der Bayerischen Alpen)	2 x Ammergebirge	natürliches Vorkommen als Nebenbaumart
Asplenio-Piceetum (Carbonat-Block-Fichtenwald)	5 x Wettersteingebirge	natürliches Vorkommen als Begleitbaumart

10 im Estergebirge) wurden im tiefsubalpinen Carbonat-Fichtenwald gefunden. In dieser pnWG tritt die Lärche natürlicherweise als Begleitbaumart auf. Stellvertretend für Lärchenvorkommen in dieser Waldgesellschaft ist die Lärche A_26 abgebildet (Abb. 8). Im Tiefsubalpinen Silikat-Fichtenwald (1 x Ammergebirge), in der Subalpinen Silikat-Latschen-Zwergstrauchheide der Bayerischen Alpen (1 x Ammergebirge) und im Subalpinen Carbonat-Latschengebüsch der Bayerischen Alpen (2 x Ammergebirge) kommt die Lärche selten, aber ebenfalls als natürliche Nebenbaumart vor. Alle fünf Vorkommen im Wettersteingebirge sind dem Carbonat-Block-Fichtenwald zuzuordnen, in dem die Lärche gleichermaßen natürlicherweise als Begleitbaumart vertreten ist.

Ergebnisse der genetischen Analyse

Anhand der genetischen Fingerabdrücke der einzelnen Lärchen konnten die genetischen Strukturen zwischen den Populationen miteinander verglichen werden. Dabei zeigen die Ergebnisse der paarweisen genetischen Abstände nach Nei zwischen den drei beprobten Populationen aus dem Ammer-, Ester- und Wettersteingebirge Werte zwischen 0,064 und 0,106 (Tab. 3). Zwischen den beiden Lärchenpopulationen im Ammer- und Estergebirge besteht dabei der geringste Abstand; die Lärchenpopulation im Wettersteingebirge weist den größten Abstand zum Estergebirge auf. Diese Abstandswerte können grundsätzlich als verhältnismäßig gering gewertet werden. Werte unter 0,05 werden in der Regel nur zwischen Partien derselben Grundgesamtheit ermittelt. Genetische Abstände zwischen räumlich distanzierten Lärchenpopulationen, die mit denselben Mikrosatelliten untersucht wurden, zeigten Abstände bis zu 0,25 (interne Ergebnisse AWG). Zur weiteren Einwertung der Abstandswerte ist jeweils der genetische Abstand zu einer Japanischen Lärche mitaufgeführt. Diese sind erwartungsgemäß höher, da es sich um eine andere Art handelt. Die Samenplantage des

Abb. 8: Lärche A_26 mit Verjüngung über der Enningalm im Ammergebirge (Foto Styrnik).

Herkunftsgebiets HKG 837 03 repräsentiert Lärchen aus dem Süddeutschen Hügel- und Bergland, deren Plusbäume ursprünglich höchstwahrscheinlich aus der bayerischen Alpenregion stammen. Die Zuordnung der Samenplantage zwischen Ammer-, Ester- und Wettersteingebirge in der PCA (Abb. 10) stützt die Vermutung der Abstammung. Andersherum kann davon ausgegangen werden, dass die Lärchen aus dem Ammer-, Ester- und Wettersteingebirge nicht von großräumig entfernten Regionen eingebracht worden sind.

Vorkommen	A	E	W
E	0,064		
W	0,079	0,106	
SaPl HKG 837 03	0,061	0,086	0,077
Jlä_Referenz	1,864	2,395	1,986

Tab. 3: Genetischer Abstand (nach Nei) zwischen den analysierten Lärchenvorkommen (A = Ammergebirge, E = Estergebirge, W = Wettersteingebirge) sowie der Samenplantage aus dem HKG 83703 und einer Japanlärchenpartie als Vergleich.

Abb. 9: Lärchenvorkommen W_5 an der Riffelscharte unterhalb der Zugspitze (Foto Styrnik).

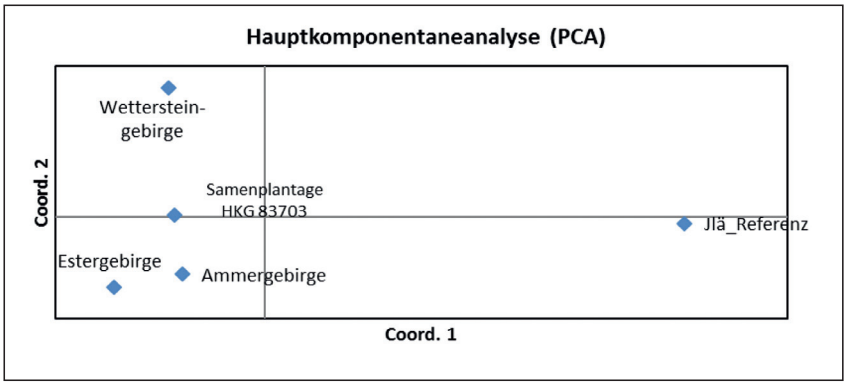

Abb. 10: PCA auf Basis des genetischen Abstands nach Nei für die 3 Lärchenvorkommen und der Vergleichspartie Samenplantage. Als Referenz wurde zusätzlich eine Japanlärche hinzugenommen. Die 1. und 2. Koordinate erklären zusammen 97% der Variation.

Der genetische Abstand zur *L. kaempferi* Population ist erwartungsgemäß viel höher als zwischen Ammer-, Ester- und Wettersteingebirge. Die Samenplantage des Herkunftsgebiets HKG 837 03 repräsentiert Lärchen aus dem Süddeutschen Hügel- und Bergland, die ursprünglich aus der bayerischen Alpenregion stammen. Diese Annahme wird durch die ebenfalls geringen genetischen Abstände zu Ammer-, Ester- und Wettersteingebirge und die PCA (Abb. 10) bestätigt.

Der verhältnismäßig geringe Abstand zwischen Ammer- und Estergebirge zeigt eine hohe Ähnlichkeit in den genetischen Strukturen und lässt einen Austausch (Genfluss) zwischen den beiden geographisch benachbarten Populationen vermuten. Das Estergebirge befindet sich im Lee der Hauptpollenflugrichtung aus dem Ammergebirge (Minimalabstand 4,7 km). Auch ein Austausch zwischen den Lärchen des Wetterstein- und Ammergebirges kann angenommen werden aufgrund des eher geringen genetischen Abstandes. Pollen können z.B. mit den Föhnwinden vom Wetterstein- ins Ammergebirge gelangen (räumliche Distanz ca. 5 km). Dem größeren genetischen Abstand zwischen Wetterstein- und Estergebirge entspricht die größere räumliche Distanz von mindestens 12 km.

Tab. 4: Zusammenstellung genetischer Vielfalts- und Diversitätsparameter für die analysierten Lärchenvorkommen (SaPl HKG 837 03 = Samenplantage, N = Anzahl, Na = Genetische Vielfalt, Ne = Genetische Diversität, Ho = beobachteter Heterozygotiegrad, He = erwarteter Heterozygotiegrad).

Population	N	Na	Ne	Ho	He
Ammergebirge	42	11,11	**4,89**	0,64	0,72
Estergebirge	48	9,56	**4,09**	0,63	0,67
Wettersteingebirge	36	8,00	**4,05**	0,61	0,67
SaPl HKG 837 03	47	8,22	**4,27**	0,71	0,70

In Tabelle 4 sind die genetischen Diversitäts- und Vielfaltsparameter aufgeführt. Die Lärchen des Wettersteingebirges weisen dabei die geringsten Werte auf. Dies kann darin begründet sein, dass die Lärchen isolierter stehen und sich weniger im Austausch mit Lärchen anderer Populationen befinden. Eine genetische Verarmung kann allerdings auf Basis der genetischen Vielfalt nicht angenommen werden, da sie nur geringfügig unter dem Vielfaltswert der Samenplantage (Na = 8,22) liegt. Die Lärchen im Ammergebirge zeichnen sich dagegen durch eine vergleichsweise hohe genetische Diversität aus.

Bewertung der Naturnähe der Wuchsorte

Tabelle 5 zeigt die Ergebnisse der Naturnähebewertung. Hierbei werden die Wuchsorte E_1 bis E_4 zusammengefasst, da es sich ausschließlich um Verjüngung in einem zusammenhängenden Gebiet handelt. Auch W_1 bis W_4 gehören zusammen, da sich alle Lärchen im selben Block-Fichtenwald nahe des Eibsees befinden und identische Bewertungen erhalten.
Acht Lärchenvorkommen im Ammergebirge (31 %) erreichen mit einer Gesamtsumme kleiner 2 eine Bewertung als nicht naturnah (v. a. Einzelbäume im Tiefsubalpinen Carbonat-Fichtenwald). Sechs Vorkommen im Ammer- und fünf im Estergebirge (insgesamt 42 %) wurden mit Werten zwischen 2 und 3 als bedingt naturnah qualifiziert. Die Wuchsorte A_16, A_26 und E_9 (12 %)

erhielten auf Grund ihres hohen Alters, des Vorhandenseins von Verjüngung und Lage in schwer zugänglichem Gelände 3,5 Punkte – ein Bestand im Estergebirge sogar mit Zirbenvorkommen. E_6, W_1 – W_4, W_5 und A_22 (15 %) erlangen die höchste Naturnähestufe (Abb. 11). Diese Standorte sind durch viele Bäume mit hohem Alter und Verjüngung in der Umgebung gekennzeichnet.

Tab. 5: Einordnung der Wuchsorte in den Bewertungsschlüssel (NWG = Vorkommen der Lärche in der Natürlichen Waldgesellschaft; Erläuterung der Punktevergabe im Text)

Lärche	NWG	Verjüngung	Alter	Unzugänglichkeit	Nicht heimische Arten	Gesamtsumme
A_29	0	0	0	0	-0,5	**-0,5**
A_2	0	0	0	0	0	**0**
A_7	0	0	0	0	0	**0**
A_11	0	0	0	0	0	**0**
A_24	0	0	0	0	0	**0**
A_25	0	0	0	0	0	**0**
A_3	0	0	0,5	0	0	**0,5**
A_23	0	0	0	0,5	0	**0,5**
A_4	0	1	0,5	0,5	0	**2**
A_12	2	0	0	0,5	0	**2,5**
A_14	2	0	0	0,5	0	**2,5**
A_15	2	0	0,5	0,5	0	**3**
A_27	3	0	0	0	0	**3**
A_28	3	0	0	0,5	-0,5	**3**
E_1- E_4	2	1	0	0	0	3
E_5	2	1	0	0	0	**3**
E_7	2	1	0	0	0	**3**
E_8	2	1	0	0	0	**3**
E_141	2	1	0	0	0	**3**
A_16	2	0	1	0,5	0	**3,5**
A_26	2	1	0	0,5	0	**3,5**
E_9	2	1	0,5	0	0	**3,5**
E_6	2	1	1	0	0	**4**
W_1 - W_4	3	1	0,5	0	-0,5	**4**
W_5	3	1	1	0	0	**5**
A_22	3	1	0,5	1	0	**5,5**

Diskussion

Während die Bedeutung der Naturnähe für forstliche und naturschutzfachliche Fragestellungen unumstritten ist (z. B. AK STANDORTSKARTIERUNG 2016), werfen Objektivierung und Operationalisierung Fragen auf (GRABHERR et al. 1998). Mit den Indikatoren, die in den Bewertungsschlüssel aufgenommen wurden, und deren Gewichtung wurde versucht, eine objektive, qualitative Einschätzung der Naturnähe der untersuchten Lärchenvorkommen vorzunehmen.

In dieser Arbeit wurde die Verjüngung nur mit vorhanden oder nicht vorhanden beurteilt. Um gezieltere Aussagen zum Verjüngungspotenzial auf einem Standort treffen zu können, wäre sicherlich eine umfangreiche Aufnahme der Jungpflanzen nötig. Ob der Jungwuchs sich etablieren kann, ist erst ab einer gewissen Höhe vorauszusagen. So kann am Wuchsort E_9, wo Lärchen von wenigen Zentimetern bis mehreren Metern Höhe vorkommen, von einer langfristig gesicherten Population ausgegangen werden. Zusätzliche Kriterien böte ein hier nicht durchgeführtes Wildschadensgutachten.

Das Alter der Lärchen wurde anhand von Jahrringbohrungen festgestellt. Da dabei nicht immer das Mark getroffen wird, konnten nur Mindestalter bestimmt werden. Insbesondere bei W_1 – W_4 ist es vorstellbar, dass einige Bäume älter als angegeben sind. Auch wurden an stammzahl-reichen Wuchsorten sicher nicht immer die ältesten Lärchen beprobt. In dem einen oder anderen Fall könnte das die Punktevergabe beeinflusst haben.

Die Unzugänglichkeit der Gebiete scheint für die Naturnähe nicht immer eine Rolle zu spielen. So zählen die autochthonen Lärchenvorkommen im Wettersteingebirge zu den zugänglichsten. Es ist allerdings durchaus vorstellbar, dass in noch weniger gut erreichbaren Gebieten, vor allem im Ammergebirge, weitere Lärchen zu finden sind. Hier wurde A_22 als Vorkommen mit maximaler Naturnähe aufgefunden. MAYER (1974) erwähnt, dass Lärchen-Zirbenwälder seit Jahrtausenden gerodet wurden und die heutige Verbreitung nur noch einem Bruchteil der ursprünglichen entspricht. Einen ähnlichen Effekt hatte die Beweidung. Durch Verbiss und Rodung wurden Lärchenbestände dezimiert. Andererseits entstanden seit dem Mittelalter sogenannte Lärchwiesen (MAYER 1974). Durch die Entnahme der konkurrenzstarken Fichte und die Freilegung des Rohbodens durch Trittschäden, konnte sich die lichtliebende Lärche in einigen Gebieten dominant etablieren. Es lässt sich also sagen, dass menschliche Eingriffe sowohl positiven als auch negativen Einfluss auf die Entwicklung einzelner

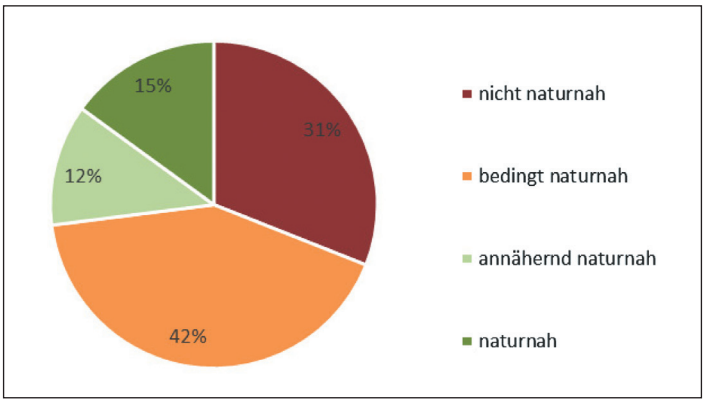

Abb. 11: Verteilung der Lärchenvorkommen auf Naturnähestufen.

Lärchenbestände haben können. Im Allgemeinen führten die historische Holznutzung und Waldweide jedoch zur Dezimierung der Wälder im Werdenfelser Land (EWALD et al. 2000). Welche Wuchsorte in der Vergangenheit einer Nutzung unterlagen, ließ sich im Rahmen dieser Studie nicht ermitteln.

Das Vorkommen nicht-heimischer Arten war der einzige negative Indikator, der mit einem Abschlag von 0,5 Punkten allerdings nicht allzu stark bewertet wurde. Eine vermehrte Ausbreitung des Indischen Springkrauts könnte in naher Zukunft allenfalls im Block-Fichtenwald des Eibsees Vegetationsveränderungen mit sich bringen. An allen Wuchsorten wurden nur äußerst wenige Neophyten oder Störzeiger gefunden, was eine gewisse Ursprünglichkeit aller untersuchten Gebiete belegt.
Die Frage nach dem Standort der Lärchenvorkommen lässt sich zumindest hinsichtlich der Exposition relativ eindeutig beantworten. Besonders im Wettersteingebirge ist eine Ausrichtung nach Nord-Nord-West und Norden sehr auffällig. Auch im Estergebirge lässt sich eine deutliche Tendenz Richtung Norden und Nordosten erkennen. Im Ammergebirge streut die Exposition am stärksten, der größte Anteil der Lärchen (31,7 %) ist jedoch auch hier nach Nordwesten ausgerichtet. Diese Ergebnisse decken sich mit Beobachtungen von MAYER (1974), der erwähnt, dass in den nördlichen Kalkalpen Lärchenbestände bevorzugt schattseitig auftreten. Er beschreibt diese Lärchen als Relikte der frühpostglazialen Einwanderung. Insgesamt ist das seltene Auftreten an Südhängen zu erwähnen. Dies ist etwas verwunderlich, da Südhänge mehr Strahlung erhalten und darin dem Klima der Zentralalpen eher ähneln. Die häufige Nord-Exposition widerspricht daher dem Gesetz der relativen Standortkonstanz nach WALTER (1973). Dieses besagt, dass Pflanzen veränderte Klimabedingungen durch einen Wuchsort- oder Biotopwechsel ausgleichen. Es wäre daher zu vermuten gewesen, dass auch in den kühleren, feuchteren Untersuchungsgebieten Lärchen auf Südhängen vermehrt anzutreffen sind. Eine Vergesellschaftung mit *Pinus sylvestris* in Schneeheide-Kiefernwäldern (Erico-Pinion) (vgl. RINGLER 2015) wäre naheliegend, da dieser Waldtyp im benachbarten Mittenwalder Raum zusammen mit *L. decidua* auftritt (WALENTOWSKI et al. 2006). Diese Kiefernwälder sind vermehrt auf trockenen Südhängen mit hoher Strahlungsintensität zu finden. Die Ausbreitung der Lärche auf den Nordhängen ist somit gegenläufig zur Verbreitung der Kiefer. Es ist allerdings nicht auszuschließen, dass es auch im Ammer- und Estergebirge vereinzelt natürliche Lärchenvor-kommen auf Südhängen gibt. Die häufige Ansiedelung von *L. decidua* auf steileren Hängen mit über 35°, spricht dafür, dass die Pionierbaumart auf extremen Standorten konkurrenzkräftiger ist, als in flacherem Gelände (vgl. TSCHERMAK 1935). Zusammenfassend ist zu sagen, dass ein Großteil der Lärchen auf schattseitigen Hängen über 35° in der tief- und hochsubalpinen Stufe aufgefunden wurde.

Basierend auf den verhältnismäßig geringen genetischen Abständen zwischen den drei Lärchenpopulationen ist ein genetischer Austausch innerhalb des Untersuchungsgebietes anzunehmen. Hierfür sprechen auch die Haupt- und Föhnwinde aus Westen und Süden und das Potenzial der Lärchenpollen, sich über Kilometer hinweg zu verbreiten. Während die Autochthonie der Wettersteinlärchen belegt ist (BAYSF 2013), ist davon auszugehen, dass einige Lärchen im Ammergebirge gepflanzt sind. Eine Zupflanzung zusätzlich zur vorhandenen Naturverjüngung könnte die im Ammergebirge beobachtete hohe genetische Vielfalt erklären. Auch im Estergebirge kann das Einbringen von fremdem Material nicht ausgeschlossen werden. So erwähnt TSCHERMAK (1935) beispielsweise Saaten ab 1822 im Werdenfelser Land.

Die Naturnähe anhand der genetischen Strukturen abzuschätzen, ist abschließend nicht möglich. Tendenzen sind allerdings erkennbar, und ausgeführte Vermutungen können dadurch gestützt werden. Darüber hinaus würde eine genetische Analyse zwischen Estergebirge und autochthonen Lärchen aus dem Karwendel eventuell Aufschluss über die dortigen Vorkommen liefern.

Als Mischbaumart tritt *Larix decidua* in unterschiedlichen Vegetationsgesellschaften und auf den verschiedensten Standorten in wechselnden Anteilen auf. Die Anzahl der Bäume sagt demnach nicht immer etwas über die Naturnähe der Gehölze aus. Dennoch ist nicht immer auszuschließen, dass Einzelvorkommen die Reste früherer Pflanzungen oder Saaten sind.

Die Frage nach der Naturnähe der Lärchenvorkommen im Ammer- und Estergebirge lässt sich nur beantworten, wenn man die Vorkommen im Einzelnen bewertet. Dennoch ist auffällig, dass im Estergebirge ohne Schwierigkeiten mehrere Bestände auch mit einer Vielzahl von Lärchen aller Altersklassen gefunden werden konnten. Im Ammergebirge hingegen wurden vermehrt Einzelvorkommen gefunden. Dies wird auf der Karte (Abb. 4) deutlich. In der Nähe des Wildsees (E_9) ist die Lärche sogar mit Reliktvorkommen der Zirbe vergesellschaftet, welche in den nördlichen Randalpen nur selten ab einer gewissen Mindesthöhe auftreten (MAYER 1974). Oberhalb 1600 m ü. NN, werden solche Bestände nach WALENTOWSKI et al. (2006) als natürliche Schlusswaldgesellschaft betrachtet. Das vermehrte Auftreten der Lärche in diesem Gebiet ist durch unterschiedliche Faktoren zu erklären. Relief- und Bodenverhältnisse (weitläufige Karstplateaus) und klimatische Bedingungen sind denen der großen Lärchenbestände z.B. im Berchtesgadener Land recht ähnlich (TSCHERMAK 1935, BayLfU 2006). Die naturnahen Vorkommen im Ammergebirge sind nicht offensichtlich durch klimatische Sonderfaktoren zu erklären. Dennoch kann auch hier teilweise von einer Naturnähe der Lärche gesprochen werden. Sie gehört als natürliche Pionierbaumart zur Baumartenzusammensetzung vieler Waldgesellschaften und kann in diesen als heimisch bezeichnet werden. Ob *Larix decidua* in Zukunft ihr Areal vergrößern wird, ist fraglich. In Anbetracht des Klimawandels und der zunehmenden Konkurrenzkraft der Fichte auch in höheren Lagen ist dies eher zu bezweifeln (FALK et al. 2012). Die Lärche wird wohl vermehrt aus den Gebieten, in denen sie sich derzeit etablieren kann, verdrängt werden. Als heimischer Pionierbaum wird sie jedoch weiterhin in Beimischung überdauern können.

Die Einbringung der Lärche im Schutzwald ist somit von zwei Seiten zu beleuchten. Zum einen wird sie auch in tieferen Lagen und Ökosystemen angepflanzt, in denen sie nicht als naturnah gelten kann. Dies ist besonders aus naturschutzfachlicher Sicht kritisch zu sehen. Zum anderen tritt *Larix decidua* jedoch als Mischbaumart in vielen natürlichen Waldgesellschaften des Ammer- und Estergebirges in Erscheinung. Der heute äußerst geringe Anteil der Lärche könnte durch aktives Einbringen im Schutzwald sogar erhöht werden. In für sie typischen Waldgesellschaften, wo sie derzeit durch konkurrenzkräftigere Baumarten verdrängt wird, ist dies also durchaus positiv zu betrachten. In jedem Fall ist es wichtig, eine Eignung der Lärche im Schutzwald für jeden Standort individuell zu beurteilen.

Danksagung

Die Autoren danken dem Bayerischen Amt für Waldgenetik für die genetische Analyse und Auswertung der genetischen Daten sowie den MitarbeiterInnen des AELF Weilheim und den BaySF-Forstbetrieben Oberammergau und Bad Tölz für die Unterstützung bei den Geländearbeiten. Für die Verwendung von Daten einer Lärchen-Samenplantage für Vergleichszwecke bedanken wir uns bei der FVA Freiburg (Abt. Waldnaturschutz) und ForstBW.

Literaturverzeichnis

AAS, G. (2012): Die Europäische Lärche – Taxonomie, Verbreitung, Morphologie. – LWF Wissen 69: 7–12.

ARBEITSKREIS STANDORTSKARTIERUNG IN DER ARBEITSGEMEINSCHAFT FORSTEINRICHTUNG (2016): Forstliche Standortsaufnahme. Begriffe, Definitionen, Einteilungen, Kennzeichnungen, Erläuterungen. 7. Auflage. IHW-Verlag, Eching.

BAYERISCHES GEOLOGISCHES LANDESAMT (1996): Geologische Karte von Bayern 1:500000. Bayerisches Geologisches Landesamt, München.

BayLfU (2006): Kocheler Berge. 11 S. Online verfügbar unter https://www.lfu.bayern.de/natur/biotopkartierung/alpenbiotopkartierung/landkreisbeschreibungen/index.htm, zuletzt geprüft am 09.09.2020.

BAYSF (2013): Regionales Naturschutzkonzept für den Forstbetrieb Oberammergau. 81 S. Online verfügbar unter http://www.baysf.de/fileadmin/user_upload/01-ueber_uns/05-standorte/FB_Oberammergau/Naturschutzkonzept_Oberammergau.pdf, zuletzt geprüft am 09.09.2020.

BMU (2012): Leitfaden zur Verwendung gebietseigener Gehölze. Online verfügbar unter https://www.bfn.de/fileadmin/BfN/recht/Dokumente/leitfaden_gehoelze_.pdf, zuletzt geprüft am 09.09.2020.

EWALD, J. (1999): Soziologie und Standortbindung subalpiner Fichtenwälder in den Bayerischen Alpen. – Tuexenia 19: 107–125.

EWALD, J. (2001): Regionale natürliche Waldzusammensetzung im Wuchsgebiet 15 Bayerische Alpen. In WALENTOWSKI, H. et al.: Die regionale natürliche Waldzusammensetzung Bayerns. LWF-Bericht 32, S. 51–81.

EWALD, J.; REUTHER, M.; NECHWATAL, J.; LANG, K. (2000): Monitoring von Schäden in Waldökosystemen des bayerischen Alpenraumes. Bayerisches Staatsmin. für Landesentwicklung u. Umweltfragen, Materialien 155, München.

FALK, W.; BACHMANN-GIGL, U.; KÖLLING, C. (2012): Die Europäische Lärche im Klimawandel. – LWF Wissen 69: 19–27.

FELDNER, R. (1981): Waldgesellschaften, Wald- und Forstgeschichte und waldbauliche Planung im Naturschutzgebiet Ammergauer Berge. Zugl.: Wien, Univ. für Bodenkultur, Diss., 1978. Wien: VWGÖ (Dissertationen der Universität für Bodenkultur in Wien, 16).

GEBUREK, T. (2003): Larix decidua Miller, 1768. Europäische Lärche. – 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.

GERHARDS, I. (2003): Die Bedeutung der landschaftlichen Eigenart für die Landschaftsbildbewertung. Dargestellt am Beispiel der Bewertung von Landschaftsbildveränderungen durch Energiefreileitungen. Zugl.: Freiburg (Breisgau), Univ., Diss., 2003. Freiburg im Breisgau: Albert-Ludwigs-Universität Freiburg (Culterra, 33).

GRABHERR, G.; KOCH, G.; KIRCHMEIR, H.; REITER, K. (1998): Hemerobie österreichischer Waldökosysteme. Veröffentlichungen des Österreichischen MaB-Programms 17, Wien.

HUSSENDÖRFER, E. (2016): Foliensatz „Forstgenetik“. Unveröffentlichtes Lehrmaterial der Hochschule Weihenstephan-Triesdorf.

ISODA, K., WATANABE, A. (2006): Isolation and characterization of microsatellite loci from Larix kaempferi. Molecular Ecology, 6, 664–666.

KETTERER, K.; EWALD, J. (1999): Waldgesellschaften und Standorte auf dem Eibsee-Bergsturz bei Garmisch-Partenkirchen. In Hoppea, Denkschriften der Regensburgischen Botanischen Gesellschaft 60: 627–690.

KOCH, K.; WALENTOWSKI, H. (2012): Eine Lärche kommt selten allein – Lärchen-Zirbenwälder der Alpen. – LWF Wissen 69: 13-18.

MAYER, H. (1974): Wälder des Ostalpenraums. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart.

MAYER, H.; OTT, E. (1991): Gebirgswaldbau Schutzwaldpflege. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart New York.

MÜLLER-KRÖHLING, S.; FISCHER, M.; GULDER H.-J. (2004): Arbeitsanweisung zur Fertigung von Managementplänen für Waldflächen in NATURA 2000-Gebieten. Bayer. Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft, Freising.

NEI, M. (1972): Genetic distance between populations. American Naturalist 106: 283 – 292.

PEAKALL, R.; SMOUSE, P. E. (2012): GenAlEx 6.5: genetic analysis in Excel. Population genetic software for teaching and research-an update. Bioinformatics 28, S. 2537 - 2539.

PIK (2009a): Temperatur und Niederschlag (Absolutwerte) Ammergebirge. In: Klimadaten und Szenarien für Schutzgebiete. Online verfügbar unter http://www.pik-potsdam.de/~wrobel/sg-klima-3/landk/popups/l1/sgd_t1_4210.html, zuletzt geprüft am 09.09.2020.

PIK (2009b): Temperatur und Niederschlag (Absolutwerte) Estergebirge. In: Klimadaten und Szenarien für Schutzgebiete. Online verfügbar unter http://www.pik-potsdam.de/~wrobel/sg-klima-3/landk/popups/l1/sgd_t1_4212.html, zuletzt geprüft am 09.09.2020.

PIK (2009c): Temperatur und Niederschlag (Absolutwerte) Wettersteingebirge. In: Klimadaten und Szenarien für Schutzgebiete. Online verfügbar unter http://www.pik-potsdam.de/~wrobel/sg-klima-3/landk/popups/l1/sgd_t1_4222.html, zuletzt geprüft am 09.09.2020.

RINGLER, A. (2015): Erico-Pinion braucht Natura 2000 - Schneeheide-Kiefernwälder der Nordalpen, ihre Zukunft und aktuellen Probleme: Jahrbuch Verein zum Schutz der Bergwelt (München), 80: 63-124. Online verfügbar unter https://www.vzsb.de/publikationen.php, zuletzt geprüft am 09.09.2020.

SCHUMACHER, J.; FISCHER-HÜFTLE, P. (2016): Bundesnaturschutzgesetz. Kommentar. 3., erweiterte und aktualisierte Auflage. Kohlhammer, Stuttgart.

StMUV (2018): Fauna-Flora-Habitat-Gebiete in Bayern. Online verfügbar unter https://www.stmuv.bayern.de/themen/naturschutz/schutzgebiete/natura2000/index.htm, zuletzt geprüft am 09.09.2020.

TSCHERMAK, L. (1935): Die natürliche Verbreitung der Lärche in den Ostalpen – Ein Beitrag zur Ableitung der Standortsansprüche der Lärche. Verlag Julius Springer, Wien.

WAGNER, S.; GERBER S.; PETIT, R. J. (2012): Two highly informative dinucleotide SSR multiplexes for the conifer Larix decidua (European larch). Molecular Ecology Resources 12:717-725.

WAGNER, S.; LITT, T.; SÁNCHEZ-GONI, M.-F.; PETIT, R.J. (2015): History of Larix decidua Mill. (European larch) since 130 ka. – Quarternary Science Reviews 124: 224-247.

WALENTOWSKI, H.; EWALD, J.; FISCHER, A.; KÖLLING, C.; TÜRK, W. (2006): Handbuch der natürlichen Waldgesellschaften Bayerns. 2. Aufl., Geobotanica Verlag, Freising.

WALTER, H. (1973): Vegetation of the earth in relation to climate and the eco-physiological conditions. Universities Press, London.

WELZMÜLLER, S.; EWALD, J. (2016): Die Naturverjüngung der Zirbelkiefer im Naturwaldreservat Wettersteinwald (Oberbayern) in Abhängigkeit von ökologischen Faktoren. – Jahrbuch des Vereins zum Schutz der Bergwelt (München), 81/82: 241–262.

ZAHLHEIMER, W. (2014): Anleitung für floristische Kartierungen in Bayern. – Hoppea, Denkschr. Regensb. Bot. Ges. 75: 31–73.

Anschrift der Verfasser:

Verena Styrnik
Hochschule Weihenstephan-Triesdorf
Institut für Ökologie und Landschaft
Hans-Carl-von-Carlowitz-Platz 3
85354 Freising

Dr. Eva Cremer
Bayerisches Amt für Waldgenetik
Forstamtsplatz 1
83317 Teisendorf

Prof. Dr. Jörg Ewald
Hochschule Weihenstephan-Triesdorf
Fakultät Wald und Forstwirtschaft, Institut für Ökologie und Landschaft
Hans-Carl-von-Carlowitz-Platz 3
85354 Freising