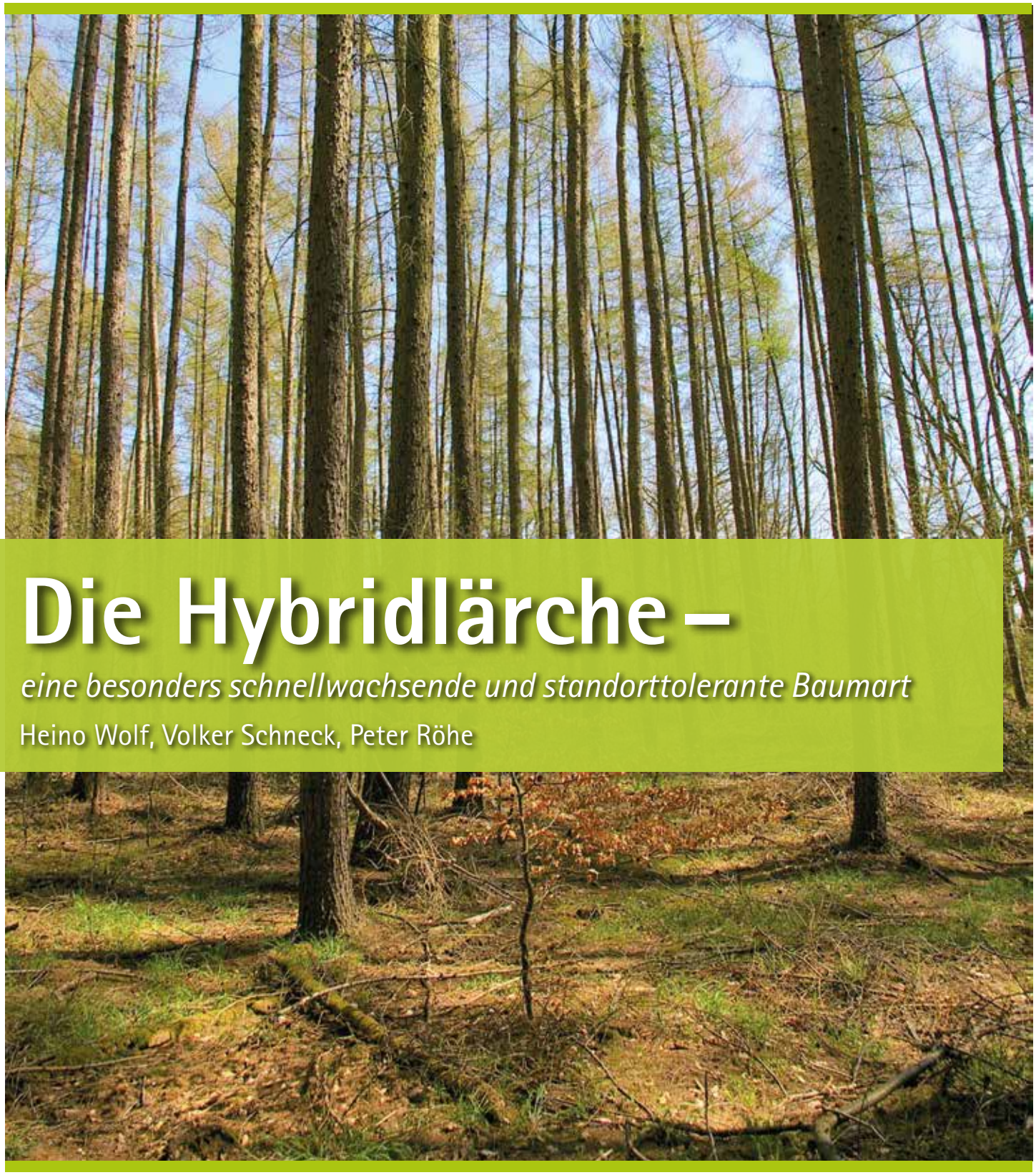
Gesellschaft zur Förderung
schnellwachsender
Baumarten
in Norddeutschland

MITTEILUNGEN

Heft 7/2021



Die Hybridlärche –

eine besonders schnellwachsende und standorttolerante Baumart

Heino Wolf, Volker Schneck, Peter Röhe

Die Hybridlärche –

eine besonders schnellwachsende und standorttolerante Baumart

Heino Wolf, Volker Schneck, Peter Röhe

1. Einleitung

Die Europäische Lärche *(Larix decidua* MILL.*)* ist die einzige der insgesamt 11 Arten der Gattung Lärche, die in Deutschland im Bereich der bayerischen Alpen heimisch ist (Schütt et al. 1992). Außerhalb des Alpenraums ist sie in Deutschland ebenso eine eingeführte Baumart, wie die in der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts im atlantisch getönten Bereich verstärkt angebaute Japanische Lärche *(Larix kaempferi* [LAMB.] CARR.*)*. Hinzu kommt die Hybridlärche *(Larix x eurolepis* HENRY*)* als Kreuzung der beiden zuvor genannten Lärchenarten, die zwischen 1970 und 1990 in den Rauchschadgebieten des Erzgebirges in größerem Umfang, ansonsten deutschlandweit nur sporadisch angebaut wurde.

Aktuell nimmt die Baumartengruppe Lärche mit einer Anbaufläche von rund 307.000 ha (rechnerischer Reinbestand) einen Anteil von 2,8 % der Waldfläche Deutschlands ein. Die Flächenanteile variieren zwischen den Bundesländern von 1,2 % in Berlin/Brandenburg bis 7,4 % in Schleswig-Holstein (BMEL 2014). Eine bedeutende Zunahme ihrer Anbaufläche ist unter den heute in den Bundesländern vorherrschenden Waldbaukonzepten nicht zu erwarten. So schränken die bei der Waldverjüngung bevorzugten langfristigen Schirmstellungen die Anbaumöglichkeiten der ausgesprochen lichtbedürftigen Lärche erheblich ein.

Hinsichtlich der Provenienzfrage gehören sowohl die Europäische Lärche als auch die Japanische Lärche in Deutschland und in vielen weiteren Ländern Mitteleuropas zu den am besten untersuchten Baumarten. Auslöser dafür waren die unterschiedlichen Standortsbedingungen und Wuchsformen in ihren natürlichen Verbreitungsgebieten sowie die sehr wechselhaften Anbauerfolge außerhalb dieser Gebiete (Langner 1935, 1958; Schober 1958; Wachter 1962; Wechselberger 1950). Vor diesem Hintergrund wurde eine Vielzahl an Provenienzversuchen mit der Europäischen Lärche (u. a. Rubner 1938, 1941; Dengler 1942; Schober und Fröhlich 1967; Schober 1977, 1981, 1985) und der Japanischen Lärche (u. a. Langner 1958; Schober und Rau 1991) durchgeführt.

Die Ergebnisse dieser Versuche ließen zwischen den Provenienzen der Europäischen Lärche aus den verschiedenen Teilen ihres Verbreitungsgebietes signifikante Unterschiede sowohl in der Wuchsleistung als auch hinsichtlich der Schaftqualität sowie der Resistenz gegenüber dem Lärchenkrebs erkennen (u. a. Schober 1977, 1985; Weisgerber 1990; Rau 2004). Dem gegenüber zeigten sich zwischen den Provenienzen der Japanischen Lärche keine bedeutenden Unterschiede hinsichtlich forstlich relevanter Merkmale (Schober und Rau 1991). Einzelne Studien und Praxiserfahrungen weisen bei beiden Lärchen-Arten auf eine Variation hinsichtlich der Dürreresistenz hin (Wachter 1962, Schönbach et al. 1966; Haasemann 1986).

2. Hybridisierung und deren Effekte

Bei der Hybridzüchtung handelt es sich um eine bestimmte Form der Kreuzungszüchtung. Oft werden als Hybride Individuen bezeichnet, die aus der Kombination von Eltern verschiedener Arten hervorgegangen sind. Aber auch bei Kreuzungsnachkommen innerhalb einer Art kann von Hybriden gesprochen werden, und zwar insbesondere dann, wenn sich die Eltern in ihrer genetischen Konstitution stark voneinander unterscheiden. Dies ist zum Beispiel der Fall, wenn die Kreuzungspartner aus geografisch weit voneinander entfernten Regionen stammen und sich somit unter sehr verschiedenen Bedingungen entwickelt haben.

In der landwirtschaftlichen Pflanzenzüchtung werden Hybriden, z.B. beim Mais, durch die Kreuzung von Inzuchtlinien, die sich oft deutlich in ihrer genetischen Ausstattung unterscheiden, erzeugt. Diese Inzuchtlinien werden durch wiederholte Selbstungen über mehrere Generationen hergestellt und dann miteinander gekreuzt. Zur Produktion wird dann die F1-Generation angebaut. Die Inzuchtlinien sind durch die fortlaufende Selbstung fast vollständig ho-

mozygot. Durch die Kombination zweier Inzuchtlinien entstehen Hybriden mit einem sehr hohen Heterozygotiegrad und es kommt zu einem Heterosiseffekt bei z. B. ertragsbildenden Merkmalen. Heterosis bedeutet, dass die Hybriden den Mittelwert der beiden Eltern für ein bestimmtes Merkmal (z.B. Ertrag) übertreffen. Die Ursachen für das Auftreten von Heterosiseffekten sind noch nicht vollständig geklärt. So wird davon ausgegangen, dass die Mehrleistung durch die stimulierende Wirkung des hohen Heterozygotiegrads der Hybriden besonders bei der Kreuzung von Inzuchtlinien hervorgerufen wird. Weiterhin ist der Heterosiseffekt umso größer, je verschiedener die Allelzustände der Eltern sind (Schmalz 1980). Dies kann auch als Erklärung dafür dienen, dass es bei Kreuzungen von Individuen aus geografisch weit voneinander entfernten Gebieten mit sehr unterschiedlichen Wuchsbedingungen oft zu deutlichen Heterosiseffekten kommt. Eine weitere Erklärung liefert die Dominanz-Hypothese, die davon ausgeht, dass eine große Anzahl günstiger Erbanlagen in den Hybriden zusammentreffen. Dabei wird angenommen, dass dominante Allele positive Merkmalsausprägungen hervorbringen, rezessive dagegen eher keine oder negative Wirkungen haben (Schmalz 1980). Wenn also die Kreuzungspartner an verschiedenen maßgeblichen Genorten dominante Allele besitzen, weisen die Nachkommen mehr Gene mit dominanten Allelen als die Eltern auf. Hinzu kommt noch eine oft deutliche positive Wechselwirkung zwischen unterschiedlichen Genen (Epistasie), die ebenfalls einen Heterosiseffekt bedingen oder verstärken kann.

Das Auftreten von Heterosiseffekten, vor allem als Ausdruck gesteigerter Wuchsleistung bei Arthybriden von Bäumen, ist schon lange bekannt. Ein prominentes Beispiel sind die Hybriden zwischen verschiedenen Pappelarten, die in großem Umfang seit langem weltweit angebaut werden (Stettler et al. 1996). Zum Beispiel handelt es sich bei den wegen ihrer sehr guten Biomasseleistung für Kurzumtriebsplantagen genutzten „Max-Klonen" um Hybriden zwischen der europäischen Schwarz-Pappel und der asiatischen Maximowicz-Pappel. Bei den forstlich genutzten Zitter-Pappeln (Aspen) zeichnen sich Hybriden zwischen der Europäischen und der Amerikanischen Aspe durch ein die Elternarten übertreffendes Wachstum aus (Schneck et al. 2020). Es können Mehrleistungen von 20-30 % im Höhenwachstum und 50-200 % bei der Biomasseleistung erreicht werden.

Ebenfalls bei den Kiefern *(Pinus)* gibt es Beispiele für eine erfolgreiche Züchtung und breite praktische Nutzung von Arthybriden mit überlegenem Wachstum. Solche Hybriden werden besonders zwischen Kiefernarten aus subtropischen Gebieten erzeugt und in Australien, Afrika und im Süden der USA eingesetzt (Dungey 2001).
Weitere Beispiele für die praktische Nutzung von positiven Hybrideffekten finden sich in der Gattung Eukalyptus. Neben einem hervorragenden Wachstum zeichnen sich Hybriden zwischen bestimmten Eukalyptus-Arten durch eine gute Kältetoleranz aus, wodurch die Anbaumöglichkeiten für Eukalyptus deutlich erweitert werden konnten (Brewbaker und Sun 1999).

3. Hybridlärche

Auch bei den Lärchen sind, wie bereits angesprochen, Hybridisierungen zwischen Arten möglich und es kommt zu Heterosiseffekten. Das häufig herausragende Wachstum von Hybriden zwischen der Europäischen und der Japanischen Lärche ist bereits Anfang des 20. Jahrhunderts in Dunkeld (Schottland) beobachtet worden (Henry and Flood 1919). Dort wurden Japanische Lärchen mit Pollen von umstehenden Europäischen Lärchen bestäubt. Angeregt durch diese Erkenntnis wurde in Deutschland mit gelenkten Kreuzungen zwischen Europäischen und Japanischen Lärchen begonnen. So kreuzte Dengler 1935 in Eberswalde diese beiden Lärchenarten mit- und untereinander und konnte ein überlegenes Jugendwachstum der Hybriden feststellen (Dengler 1941). Auch in Müncheberg wurden zu dieser Zeit entsprechende Kreuzungen durchgeführt (Langner 1951/52). Mit den daraus hervorgegangenen Pflanzen wurde 1939 eine Nachkommenschaftsprüfung im Forstamt Gahrenberg angelegt. Nach 13 Jahren zeigten hier die Hybriden eine um 40-150 % höhere Massenleistung im Vergleich zu den Nachkommen der reinen Arten.

Nach dem Zweiten Weltkrieg wurde in verschiedenen europäischen Ländern, so auch in Deutschland, mit der gezielten Erzeugung und Prüfung von Hybriden zwischen Europäischer und Japanischer Lärche begonnen (Langner und Schneck 1998; Paques et al 2013). Die Herangehensweise war bei diesen Programmen meist ähnlich. Zunächst erfolgte in Beständen beider Arten eine Auslese gesunder Plusbäume mit guter Wuchsleistung und Stammqualität. Dabei wurde sowohl in natürlichen Populationen als auch in gepflanzten Beständen sowie in Herkunftsversuchen selektiert. Zwischen diesen Plusbäumen sind anschließend gelenkte Kreuzungen entweder am ursprünglichen Standort im Wald oder an Pfropflingen in Klonsammlungen durchgeführt worden. In vielen Fällen wurde die Europäische Lärche als Mutterbaum und die Japanische Lärche als Pollenspender (Vater) verwendet.

Viele der Zuchtprogramme mündeten in der Anlage von Samenplantagen zu Reproduktion der besten Familien. Solche Samenplantagen bestehen üblicherweise aus einem Mutterklon und einem oder mehreren Vaterklon(en). Mit wenigen Ausnahmen (Frankreich, Deutschland) sind die Züchtungsaktivitäten bei

Foto 1: 49-jährige Hybridlärche (Bildmitte) mit einem Brusthöhendurchmesser (BHD) von 55 cm und einer Höhe von 33 m auf lehmigem Sandboden mit guter Nährstoffversorgung, Versuchsfläche „Lübz", Mecklenburg-Vorpommern (Foto: P. Röhe)

der Hybridlärche in den letzten Jahren deutlich zurückgefahren worden. In Frankreich werden seit einigen Jahren sehr gute Hybridlärchen selektiert und miteinander gekreuzt. Die F2-Nachkommen werden in Versuchen geprüft (Paques et al. 2013). Mit der Anlage von Samenplantagen aus F1-Hybriden wird ein höherer Saatgutertrag auf Grund der besseren Synchronisation der Blüte sowie eine höhere Diversität des Vermehrungsguts erwartet.

4. Züchtung von Hybridlärchen

4.1 Grundlagen

Grundlage für die Züchtung von Hybridlärchen bilden Zuchtpopulationen von Europäischer und Japanischer Lärche. Diese Zuchtpopulationen bestehen aus Plusbäumen, die inner- und außerhalb des natürlichen Verbreitungsgebietes in unterschiedlichen Bestockungen (natürliche Populationen, gepflanzte Bestände, Herkunftsversuche oder Nachkommenschaftsprüfungen) selektiert werden. Auswahlkriterien sind ein überdurchschnittliches Wachstum, eine gute Stammform und Kronenarchitektur sowie ein guter Gesundheitszustand (z.B. kein Lärchenkrebs). Bei der Europäischen Lärche ist außerdem die Herkunft von besonderer Bedeutung, da es bei dieser Baumart aufgrund ihres diskontinuierlichen Verbreitungsgebietes eine ausgeprägte geografische Variation gibt (Weißgerber und Šindelář 1992). So zeichnen sich Sudetenlärchen an vielen Standorten durch ihre hohe Volumenleistung und eine nur geringe Anfälligkeit gegenüber Lärchenkrebs aus. Sie besitzen aber oft unbefriedigende Stammformen. Dagegen sind Lärchen aus den Alpen beim Anbau außerhalb ihres natürlichen Vorkommensgebietes häufig mattwüchsig und krebsanfällig, verfügen aber überwiegend über sehr gute Stammformen. Bei den heute in Deutschland außerhalb der Alpen stockenden Beständen der Europäischen Lärche kann angenommen werden, dass diese ganz überwiegend ursprünglich aus den Sudeten stammen (Langner 1935; Münch 1933). Die in Deutschland vorhanden und als Zuchtpopulationen genutzten Klonsammlungen der Europäischen Lärche umfassen Plusbäume aus allen Herkunftsgebieten, wobei die meisten aus den Sudeten, Polen und Sekundäranbauten im Tiefland stammen.

Bei der Japanischen Lärche treten, wie bereits erwähnt, Herkunftsunterschiede kaum in Erscheinung (Schober und Rau 1991). Neben Plusbäumen aus in Deutschland vorkommenden Beständen unbekannter Herkunft umfassen die verwendeten Zuchtpopulationen eine Reihe von Bäumen, die in Japan selektiert und in Deutschland als Pfropflinge in den dafür eingerichteten Sammlungen ausgepflanzt wurden. Dabei finden sich in den verschiedenen Sammlungen nicht selten dieselben Genotypen, da die aus Japan stammenden Pfropfreiser in den 1950er Jahren an mehrere Forschungsanstalten abgegeben wurden.
Eine züchterische Bearbeitung innerhalb der reinen Arten (rekurrente Selektion) vor der Durchführung der Artkreuzungen hat bisher, zumindest in Deutschland, fast nie stattgefunden. Als Ausnahme kann die gelegentliche Selektion von Plusbäumen in einem bereits länger bestehenden Herkunftsversuch der Europäischen Lärche gelten. In jüngster Zeit sind jedoch im Rahmen des Waldklimafonds-Projekts „Bereitstellung von leistungsfähigem und hochwertigem Forstvermehrungsgut für den klima- und standortgerechten Wald der Zukunft (FitForClim)“ Selektionen von Plusbäumen in bestehenden forstlichen Versuchsanlagen unter Nutzung des für diese vorliegenden Datenmaterials durchgeführt worden. Mit diesem Vorhaben konnten „neu“ 335 Plusbäume bei der Europäischen und 100 Plusbäume bei der Japanischen Lärche ausgelesen und in Klonarchiven gesichert werden. Damit steht für kommende Züchtungsarbeiten ein sehr wertvolles Material zur Verfügung (Wolf et al. 2020).
Der größere Teil der Hybridlärchen in den Zuchtprogrammen wurde durch gelenkte Einzelkreuzungen erzeugt. Dabei wurden die weiblichen Blüten isoliert (eingetütet) und später mit dem Pollen eines ausgewählten Vaterbaums bestäubt. In geringerem Maße ist auch ein Polycrossansatz (Bestäubung mit einer Pollenmischung) verfolgt worden. Weiterhin wurden Hybridlärchen durch freie Abblühte (keine Isolierung der weiblichen Blüten) gewonnen.

4.2 Züchtungsprogramme – Methodik und Ergebnisse

In Deutschland sind zurückliegend mehrere größere Programme zur Züchtung von Hybridlärchen durchgeführt worden. Näher erläutert werden sollen nachfolgend **a)** das Programm der Saatzuchtfirma von Lochow Petkus, das durch den damaligen Leiter des Instituts für Forstgenetik und Forstpflanzenzüchtung in Schmalenbeck, Herrn Professor Wolfgang Langner, wissenschaftlich betreut wurde (Langner und Schneck 1998), hier: **Zuchtprogramm Langner, b)** das Zuchtprogramm der damaligen Zweigstelle für Forstpflanzenzüchtung Waldsieversdorf (Weiser 1992), hier: **Waldsieversdorfer Hybridlärchen-Zuchtprogramm** und **c)** ein Programm dass parallel zu b) in Graupa realisiert wurde und heute durch das Kompetenzzentrum Wald und Forstwirtschaft im Staatsbetrieb Sachsenforst Pirna betreut wird (Hering et al. 1989), hier: **Züchtungsprogramme mit der Gattung Lärche in Graupa.**

a) Zuchtprogramm Langner

Die Zuchtpopulation der Europäischen Lärche bildeten 435 Klone von Plusbäumen unterschiedlicher Herkunft. Der überwiegende Teil dieser Plusbäume wurde in den italienischen, österreichi-

schen und deutschen Alpen selektiert. Weitere Plusbäume stammten aus einem Herkunftsversuch und den Sudeten sowie aus Sekundäranbauten unbekannten Ursprungs. Bei der Japanischen Lärche bestand die Zuchtpopulation aus 291 Plusbaumklonen, die in Japan selektiert wurden und weiteren 97 Klonen aus Sekundäranbauten. Als zusätzliche Zuchtpopulation diente ein Bestand aus einer Absaat eines autochthonen japanischen Erntebestandes.

Im Gegensatz zu den meisten anderen Zuchtprogrammen sind bei diesem keine Isolierungen der weiblichen Blüten vorgenommen worden. Pfropflinge der ausgewählten Klone der Europäischen Lärche wurden so in die Klonsammlung bzw. in den bereits erwähnten Bestand der Japanischen Lärche hineingepflanzt, dass zwischen den einzelnen Klonen ein Abstand von 50 m gewährleistet war. Damit wurde sichergestellt, dass die Bestäubung der weiblichen Blüten der Europäischen Lärchen fast ausschließlich durch Pollen der Japanischen Lärchen erfolgte. Auf diesem Weg sind insgesamt 70 Hybridnachkommenschaften erzeugt worden. Weitere Hybriden wurden in verschiedenen Experimentalsamenplantagen (u. a. auch die später als „Geprüft" zugelassene Plantage „Küchengarten") mit je einem Klon der Europäischen Lärche und verschiedenen Genotypen der japanischen Lärche als Pollenspender erzeugt.

Zwischen 1972 und 1989 sind mit diesen Nachkommenschaften insgesamt 30 Versuchsflächen in Deutschland, Österreich und Frankreich auf einem breiten Standortspektrum angelegt worden. Neben den Hybridlärchennachkommenschaften wurden zu Vergleichszwecken zusätzlich Absaaten verschiedener Bestände und Samenplantagen der Europäischen und der Japanischen Lärche in die Versuche einbezogen. Außerdem sind Absaaten sogenannter Mischbestände ausgepflanzt worden. Dabei handelte es sich um Bestände, die aus beiden Arten bestanden und in denen gezielt nur immer Bäume einer Art beerntet wurden. Detaillierte Angaben zu den Nachkommenschaften und den Versuchen finden sich bei Langner und Schneck (1998).
Viele der Hybridfamilien waren auf den Versuchsflächen deutlich wüchsiger als die Absaaten der Bestände der reinen Arten. Die Absaaten der Mischbestände nahmen oft eine Mittelstellung ein, was als Ergebnis eines gewissen Anteils an Hybriden in den Nachkommenschaften dieser Bestände betrachtet werden kann.
Im jährlichen Stammgrundflächenzuwachs waren die Hybriden dem jeweils besten Standard (Absaat eines Bestandes von Europäischer oder Japanischer Lärche) meist deutlich überlegen (Abb. 1, *rote Symbole*). So erreichten

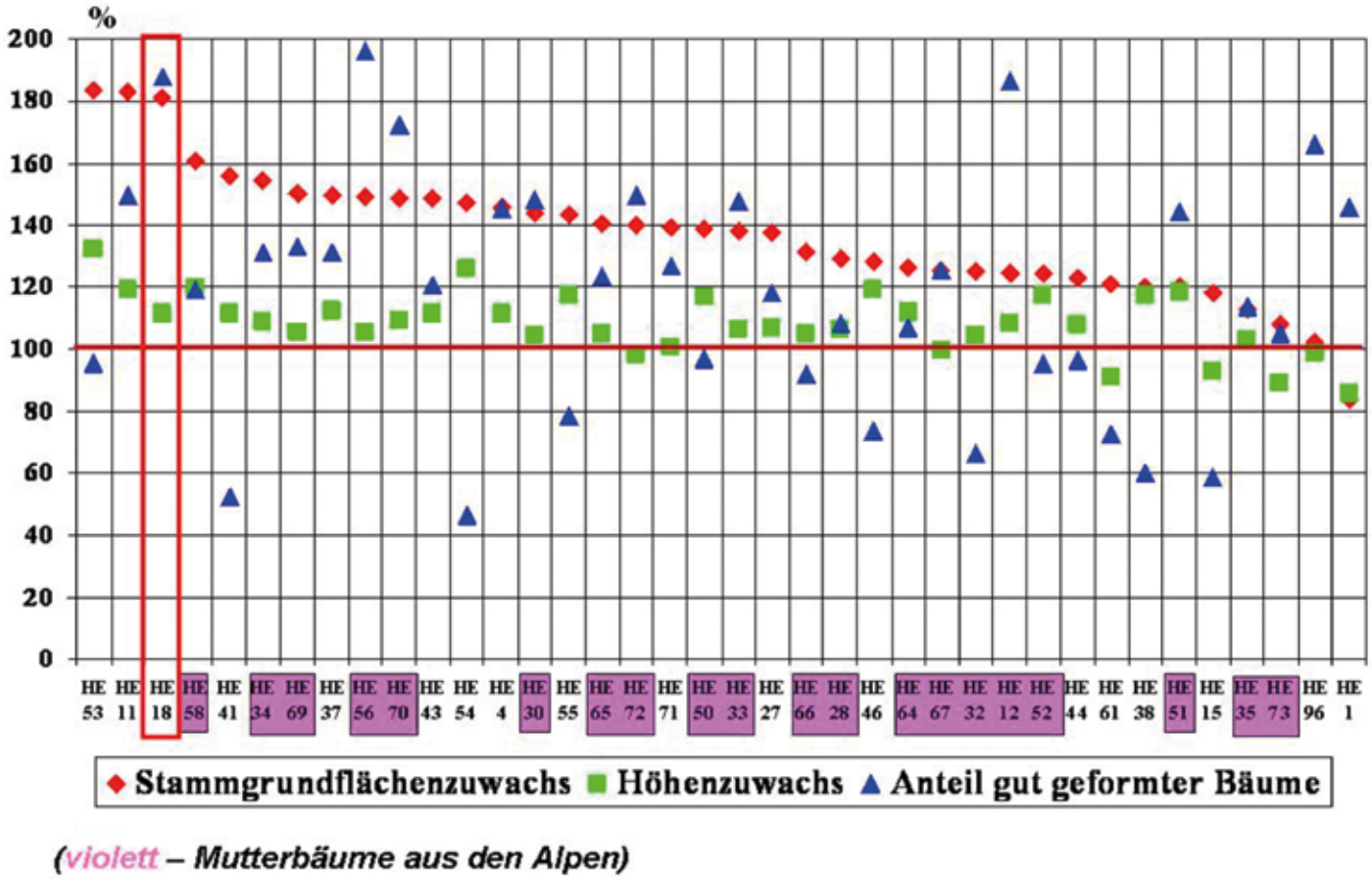


Abb. 1: Mittelwerte ausgewählter Hybridfamilien aus dem Zuchtprogramm von Langner (in mindestens drei Versuchen vertreten) für relative Werte von Stammgrundflächenzuwachs, Höhenzuwachs und Anteil gut geformter Bäume (bezogen auf den im jeweiligen Versuch besten Standard)

viele Hybriden 120 - 180 % der Leistung der reinen Arten. Ganz überwiegend konnte auch eine Überlegenheit der Hybride beim Höhenzuwachs festgestellt werden, allerdings auf deutlich niedrigerem Niveau verglichen mit dem zuvor betrachteten Leistungsmerkmal (Abb. 1, *grüne Symbole*). Einige Hybridfamilien schnitten im Höhenzuwachs geringfügig schlechter ab als der beste Standard.

Bei der Schaftform gab es große Unterschiede zwischen den Hybridfamilien (Abb. 1, *blaue Symbole*). Hier zeigte sich ein klarer Einfluss der Herkunft der Europäischen Lärche als Mutterbaum. So waren es insbesondere Mutterbäume aus den Alpen, die Hybridfamilien mit einem hohen Anteil an gut geformten Bäumen hervorbrachten. Besonders hingewiesen werden soll hier auf die Familie HE 18 (in Abb. 1 rot umrandet). Sie entspricht der zugelassenen Samenplantage „Küchengarten", deren Saatgut unter der Bezeichnung „LOLA 1" vermarktet wird. Diese Familie wurde auf 11 Versuchsflächen angebaut und befand sich auf nahezu allen Flächen in der Spitzengruppe.

b) Waldsieversdorfer Hybridlärchen-Zuchtprogramm

Im Waldsieversdorfer Hybridlärchen-Zuchtprogramm wurden gelenkte Kreuzungen mit Isolation der weiblichen Blüten in verschiedenen Klonsammlungen ab 1968 vorgenommen. Die Klonsammlungen umfassten 780 Klone der Europäischen Lärche (vor allem aus Tschechien, der Slowakei, Polen sowie aus ostdeutschen Sekundärbeständen) und 190 Klone der Japanischen Lärche (wovon die Hälfte direkt in Japan selektiert worden waren) (Weiser 1992). Insgesamt wurden 250 Kreuzungskombinationen hergestellt, von denen 144 als Nachkommenschaften in Prüfversuchen ausgepflanzt wurden. Dabei hatte der überwiegende Teil der Hybriden eine Europäische Lärche als Mutter. Die Versuche wurden in drei Serien und zwar 1974 (3 Flächen), 1986 (2 Flächen) und 1992 (5 Flächen) angelegt. Die Flächen befinden sich hauptsächlich im Nordostdeutschen Tiefland auf mittleren und guten Standorten. Zum Vergleich sind Pflanzen aus Absaaten von als gut bewerteten zugelassenen Beständen der Europäischen Lärche in die Versuche einbezogen worden. Auf Absaaten von Beständen reiner Japanischer Lärchen wurde bewusst verzichtet, da es im Osten Deutschlands nur relativ wenige geeignete Standorte für ihren Anbau gibt. In einigen Nachkommenschaftsprüfungen wurden zwei Nachkommenschaften gelenkter Kreuzungen zwischen Japanischen Lärchen integriert.
Auf allen Versuchsflächen zeigte sich die überlegene Wuchsleistung der Hyb-

Foto 2: Versuchsfläche „Lübz" (Mecklenburg-Vorpommern) der 1974 angelegten Hybridlärchen - Nachkommenschaftsprüfung als Bestandteil des „Waldsieversdorfer Hybridlärchen- Zuchtprogramms" (Foto: P. Röhe)

ridlärchen. Gleichzeitig wurde deutlich, dass es zwischen den verschiedenen Hybridlärchenfamilien teilweise erhebliche Wachstumsunterschiede gab und dass nicht immer alle Hybriden überall das Niveau der Bestandesabsaaten der Europäischen Lärche erreichten oder übertrafen.

Am aussagekräftigsten sind die Ergebnisse der im Jahr 1974 angelegten drei Versuche Flößberg, Pfefferteich und Lübz (Tab. 1). Die Anzahl der Prüfglieder (Nachkommenschaften und Bestandesabsaaten) variiert zwischen den Versuchen. Sie wurden letztmalig im Alter von 34 Jahren aufgenommen. Zu diesem Zeitpunkt waren die Flächen bereits ein- oder zweimal durchforstet worden.

Auf allen drei Versuchsflächen übertrafen die Bestandesabsaaten der Europäischen Lärche im Höhenwachstum im Mittel die I. Ertragsklasse der Ertragstafel für die Europäische Lärche von SCHOBER aus dem Jahr 1946 (Landesforstanstalt Eberswalde 2001). Die Hybridlärche lag im Bonitätsniveau nochmals deutlich darüber.

Die Unterschiede im Höhenwachstum waren zwischen den Nachkommenschaften auf allen Flächen signifikant. Im Durchschnitt erreichten die Hybriden zwischen 106 und 110 % des Höhenwachstums der Bestandesabsaaten (Abb. 2). Dabei spielte es keine Rolle, welche der Arten als weiblicher oder männlicher Partner eingesetzt wurde. Auf den beiden standörtlich besseren Flächen Flößberg und Lübz war die Überlegenheit der Hybridlärchen besonders deutlich. Hier gab es keine Hybridlärchenfamilie, die ein geringeres Wachstum aufwies als die beste Bestandesabsaat der Europäischen Lärche. Unter den schlechteren Standortbedingungen in Pfefferteich war das Bild differenzierter. Einige Hybridlärchen erreichten hier nicht ganz das Niveau der besten Bestandesabsaaten.

Auch das Einzelstamm-Schaftholzvolumen war bei vielen Hybridlärchenfamilien höher als bei den Bestandesabsaaten und den Familien der intraspezifischen Kreuzungen. Bezogen auf die Gruppenmittel erreichten die Hybridlärchen 122 – 130 % der Volumenleistung der reinen Europäischen Lärche.

Die Überlegenheit der Hybridlärchen wurde ebenfalls beim Vergleich des flächenbezogenen Schaftholzvolumens sichtbar (Abb. 3). Bezogen auf die Absaaten der Bestände der reinen Euro-

	Flößberg	Pfefferteich	Lübz
Forstamt	Leipzig-West	Alt Ruppin	Karbow
Bundesland	Sachsen	Brandenburg	Mecklenburg-Vorpommern
Temperatur 1981-2010			
Jahr	9,7 °C	9,2 °C	8,8 °C
Januar	0,1 °C	0,4 °C	0,4 °C
Juli	19,1°C	18,7 °C	17,8 °C
Mai-September	16,7	16,2 °C	15,5 °C
Niederschlag 1981-2010			
Jahr	672 mm	535 mm	588 mm
Mai-September	325 mm	258 mm	279 mm
Standortsformengruppe	WM 2	M 2+	K 2
Bodenart	Staublehm	Lehmiger Sand	Lehmiger Sand
Pflanzen/Parzelle	16	16	16
Pflanzverband	2,0 x 2,0 m	1,7 x 2,5 m	1,6 x 2,5 m
Wiederholungen	4	3	4
Prüfglieder			
ELA x JLA	36	57	20
JLA x ELA	10	10	8
ELA x ELA		9	2
JLA x JLA		2	2
ELA, Bestand	3	3	3

Tab. 1: Beschreibung der Versuchsflächen Flößberg, Pfefferteich und Lübz der Nachkommenschaftsprüfung von 1974

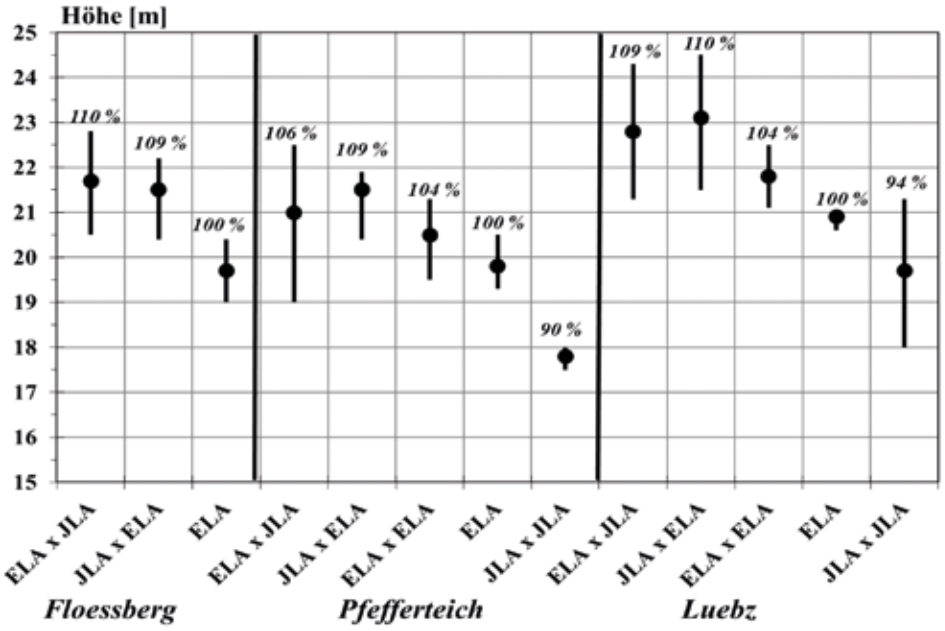


Abb. 2: Mittelwert und Spannweite der Höhenwuchsleistung der einzelnen Nachkommenschaftsgruppen im Alter von 34 Jahren (ELA – Europäische Lärche, JLA – Japanische Lärche)

päischen Lärche lag die Leistung der Hybriden zwischen 112 und 186 %. Die jeweils 10 besten Hybridfamilien erreichten ein nochmals deutlich höheres Volumen. Mögliche Vornutzungserträge im Zusammenhang mit den ersten Durchforstungen wurden nicht berücksichtigt.

Ein neben der Wuchsleistung weiteres wichtiges qualitatives Beurteilungskriterium ist die Schaftform. Erfasst wurde diese mit drei Stufen bzw. Noten (1: gerade, 2: eine bis zwei leichte Krümmungen, 3: krumm). Bei Beurteilung des Anteils der Bäume mit den Noten 1 und 2 konnte festgestellt werden, dass sich insgesamt betrachtet die Prüfglieder (Hybriden und Absaaten der Europäischen Lärche) erheblich unterscheiden (Abb. 4). Weiterhin wurde deutlich, dass etliche der Hybriden im Qualitätsniveau den reinen Europäischen Lärchen überlegen sind. Außerdem zeigten sich zwischen den Versuchsflächen der jeweiligen Hybriden und Absaaten oft größere Unterschiede, wobei auf der wüchsigsten Fläche „Lübz" im Durchschnitt die niedrigsten Werte festgestellt wurden.

Für die komplexe Beurteilung der Nachkommenschaften wurde unter Berücksichtigung mehrerer Einzelmerkmale ein gewichteter Selektionsindex berechnet (Abb. 5). Eingang fanden darin die Höhe (2x), der Durchmesser(1x) sowie die Schaftformnote (2x). Obwohl der Zusammenhang zwischen der Wuchsleistung und der Schaftform nicht sehr stark war, ergab der Selektionsindex bei einigen sehr wüchsigen Nachkommenschaften wegen schlechter Schaftformen relativ niedrige Werte (z. B. die sehr wüchsige Nachkommenschaft CSSR 656 x W 2). Züchterisch von besonderer Bedeutung sind Nachkommenschaften mit einem positiven Selektionsindex auf allen Prüfflächen. Deren Elternbäume bieten sich für die Anlage von Samenplantagen an. Bemerkenswert ist, dass zu diesen auch solche der Kreuzungsrichtung Japanische x Europäische Lärche gehören. In diesem Zusammenhang fällt der Baum M 1001 als weiblicher Partner besonders auf. Dieser Baum stammt aus einem Japanlärchenbestand in der Nähe von Dargun (Mecklenburg-Vorpommern).

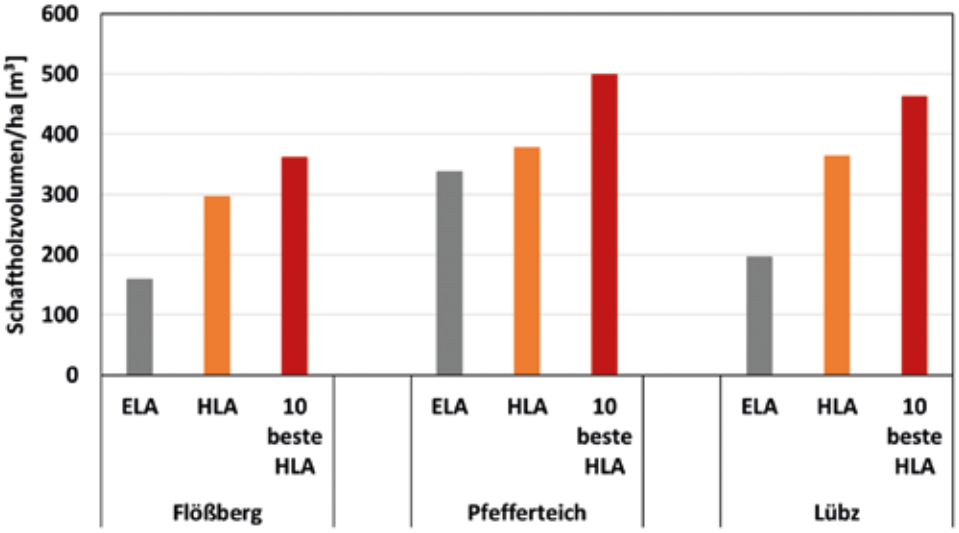


Abb. 3: Mittleres Schaftholzvolumen pro ha der Gruppen Europäische Lärchen (ELA), Hybridlärchen (HLA) und der 10 besten Hybridlärchenfamilien der Nachkommenschaftsprüfung im Alter von 34 Jahren.

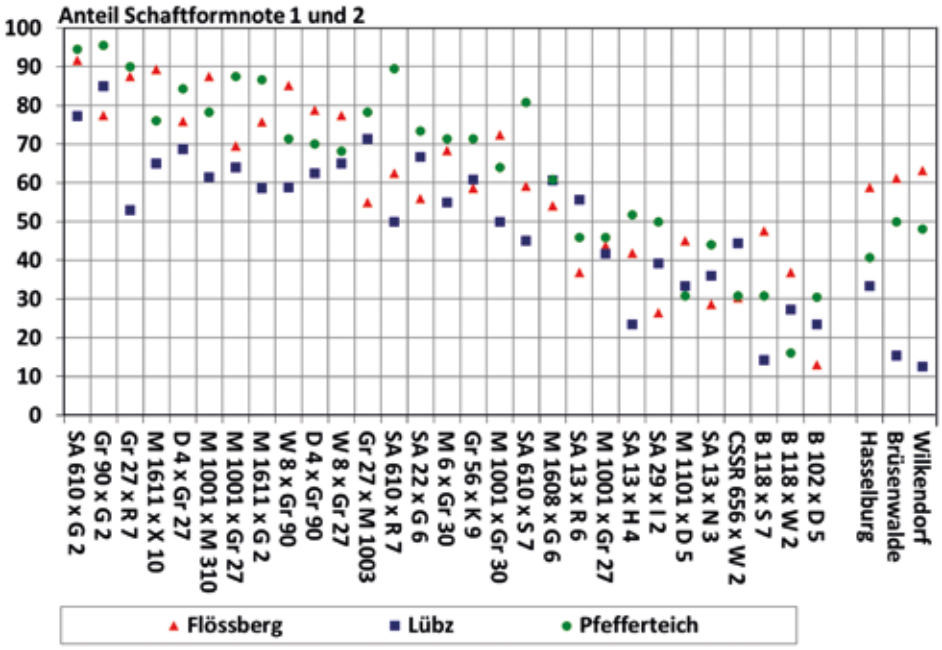


Abb. 4: Anteil der Bäume mit Schaftformnote 1 oder 2 ausgewählter Familien der Nachkommenschaftsprüfung von 1974 nach 34 Jahren (Hasselburg, Brüsenwalde, Wilkendorf sind Absaaten von Beständen der Europäischen Lärche.).

Von einigen Autoren wurde von einem Nachlassen der Wuchsleistung der Hybriden im Vergleich zu den reinen Arten berichtet. Ein solches Verhalten konnte in den hier dargestellten Versuchen bisher nicht beobachtet werden. Als Indiz hierfür können die Alters-Höhenkurven der Nachkommenschaftsgruppen auf den betrachteten drei Versuchsflächen dienen (Abb. 6). Die Höhenwachstumsgänge beider Gruppen zeigen vom Alter 20 bis 34 keine Annäherung, sondern einen weitgehend parallelen Verlauf. Im Vergleich zur Ertragstafel (I. Ertragsklasse) deutet sich tendenziell ein besseres Höhenwachstum der Versuchsbestände an.

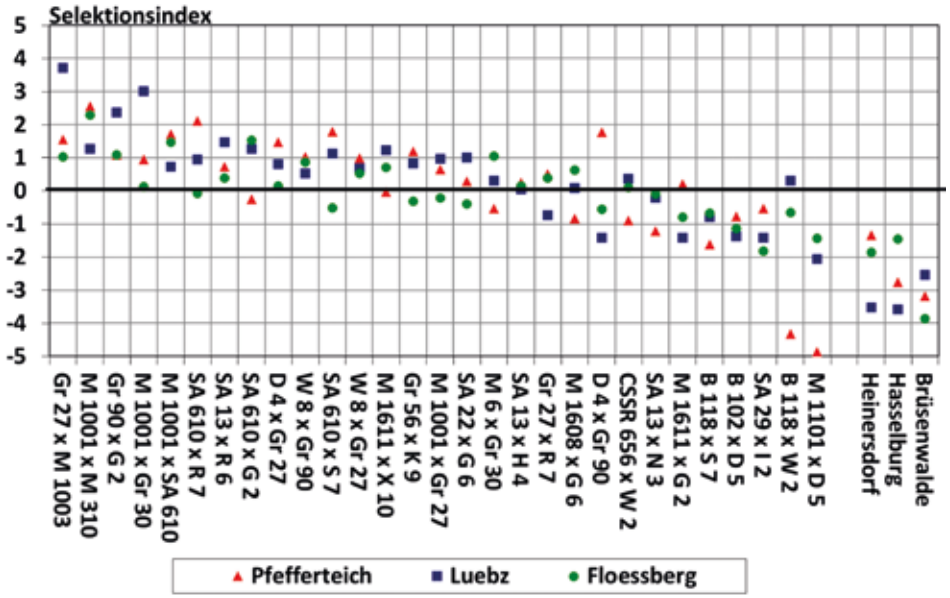


Abb. 5: Selektionsindex für ausgewählte Nachkommenschaften auf den drei Versuchsflächen der Nachkommenschaftsprüfung von 1974 nach 34 Jahren (Brüsenwalde, Hasselburg, Heinersdorf sind Absaaten von Beständen der Europäischen Lärche.).

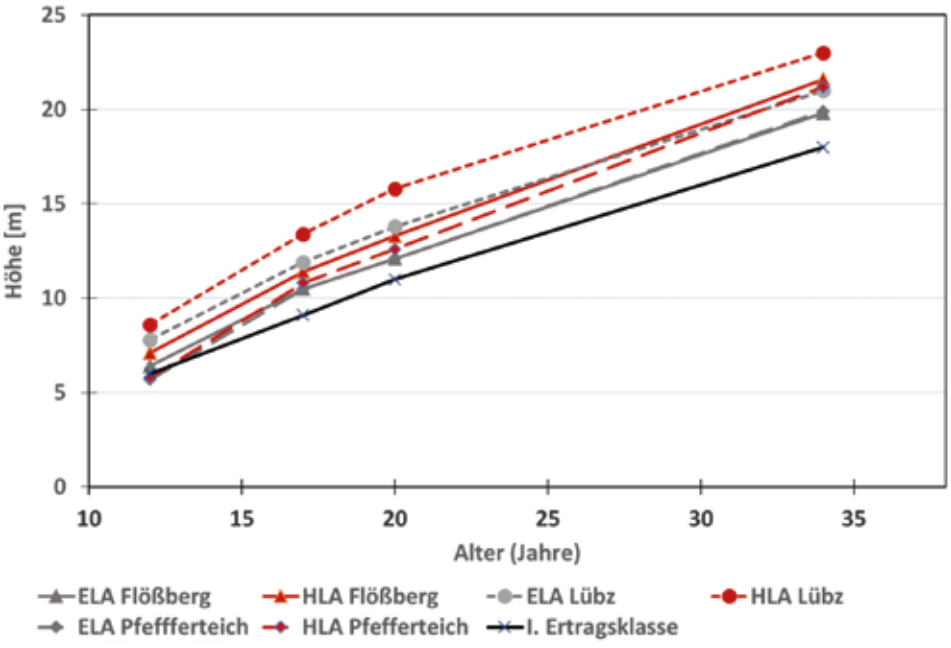


Abb. 6: Entwicklung der Mittelhöhe der beiden Nachkommenschaftsgruppen Hybridlärche (HLA) und Europäische Lärche (ELA) auf den drei Versuchsflächen der Nachkommenschaftsprüfung von 1974.

c) Die Züchtungsprogramme mit der Gattung Lärche in Graupa

Die Abteilung Forstpflanzenzüchtung in Graupa des Institutes für Forstwissenschaften Tharandt begann 1951 mit den Züchtungsprogrammen zur Gattung Lärche. Diese werden bis heute durch das Referat Forstgenetik und Forstpflanzenzüchtung des Kompetenzzentrums für Wald und Forstwirtschaft im Staatsbetrieb Sachsenforst fortgesetzt.

Durch das Anwachsen der durch SO2-Immissionen geschädigten Waldfläche seit den 1950er Jahren auf 120.000 ha (v. a. in Lagen über 600 m ü. NN) rückten Arten der Gattung Lärche als potentielle Alternativbaumarten zunehmend in den Mittelpunkt des Interesses. Allerdings wurde der Anbau vor allem der Europäischen Lärche in Lagen oberhalb von 500 bis 600 m ü. NN lange Zeit als wirtschaftlich riskant angesehen (Schönbach und Haasemann 1968).

Die Ziele der züchterischen Bearbeitung der Gattung Lärche konzentrierten sich mit zunehmender Intensität der Waldschäden auf die Ausweitung der vertikalen Anbaugrenze in den ostdeutschen Mittelgebirgen von 500 m ü. NN auf bis zu 800 m ü. NN sowie auf die Erhöhung der Widerstandsfähigkeit gegenüber verschiedenen abiotischen und biotischen Schadfaktoren einschließlich der SO2-Resistenz. Des Weiteren wurde die Wüchsigkeit der Lärchen unter den waldbaulichen und standörtlichen Gegebenheiten der Schadensgebiete in den Fokus genommen.

Neben der Auswahl geeigneter Herkünfte der Europäischen und der Japanischen Lärche wurde vor allem die Auswahl von Hybridlärchen-Kreuzungskombinationen, die in Höhenlagen ab 500 m ü. NN wirtschaftlich angebaut werden können, als Lösungsansatz verfolgt. Um die angesprochenen Ziele zu erreichen, erfolgte seit 1951 die Auslese von ca. 880 Klonen der Europäischen und der Japanischen Lärche sowie seit 1956 die Kreuzung von ca. 500 Lärchenhybridkombinationen und deren Prüfung auf 35 Versuchsflächen mit Schwerpunkt in den Hauptschadensgebieten. Im Ergebnis dieser Arbeiten konnten bis 1990 neun Hybridlärchen- Kreuzungsnachkommenschaften als Sorten für den Anbau in den Mittelgebirgen der DDR von 600 bis 800 m ü. NN anerkannt werden (Haasemann 1972; Hering 1990; Hering und Braun 1990, 1992). Mit dem Rückgang der SO2-Emmissionen sowie einer Neuausrichtung der Waldbaustrategien im Sächsischen Landeswald änderten sich seit Beginn der 1990er Jahre die Ziele der Lärchenzüchtung in Sachsen. Die Züchtungsarbeiten bei der Hybridlärche haben seitdem für das **Tief– und Hügelland**

zwei unterschiedliche Zielsysteme: Für die auf kurze Produktionszeiten ausgerichtete Energieholzerzeugung steht die Verbesserung der Merkmale Wuchsleistung und Biomasseproduktion bei hoher Standorts- und Stresstoleranz im Mittelpunkt. Demgegenüber spielen für die Erzeugung von Holz zur stofflichen Nutzung innerhalb mittlerer bis langer Zeiträume die Verbesserung der Merkmale Holz- und Stammqualität sowie die Stresstoleranz bei hoher Lärchenkrebsresistenz eine entscheidende Rolle. Für das **Bergland** stehen die Ziele Stammqualität, Wuchsleistung bei hoher Stresstoleranz und Lärchenkrebsresistenz im Vordergrund der Züchtungsarbeit (Liesebach et al. 2013).

Vor diesem Hintergrund erfolgte nach 1991 sukzessive die Einleitung von Zulassungsverfahren nach dem Forstlichen Saat- und Pflanzgut-Gesetz (FSaatG) vom 26. Juli 1979 (BGBl. I S. 1242) bzw. dem Forstvermehrungsgutgesetz (FoVG) vom 22. Mai 2002 (BGBl. I S. 1658) für die bis 1990 als Sorten anerkannten neun Hybridlärchen-Kreuzungsnachkommenschaften. Mit Stand 31.12.2018 sind als Ausgangsmaterial für die Erzeugung von Hybridlärchen-Kombinationen in der Kategorie geprüftes Vermehrungsgut nach FoVG zugelassen:

– Fünf Elternbäume der Europäischen Lärche und sieben Elternbäume der Japanischen Lärche als Ausgangsmaterial für die Erzeugung von elf Hybridlärchen-Kombinationen (Tab. 2).
– Drei Samenplantagen in Sachsen und eine weitere in Thüringen als Ausgangsmaterial für die Erzeugung von sechs Hybridlärchen-Kombinationen.

Sieben dieser Hybridlärchennachkommenschaften wurden an vier Versuchsorten in Sachsen und Thüringen zusammen mit Absaaten von Beständen und Samenplantagen der Europäischen Lärche und Hybridlärchensamenplantagen aus anderen europäischen Län-

Foto 3: 30-jähriger Hybridlärchen-Bestand (links vom Weg) und gleichaltriger Japanischer Lärchen-Bestand (rechts vom Weg) in einer Höhenlage zwischen 920 und 990 m ü. NN im mittleren Erzgebirge (Forstbezirk Neudorf) (Foto: H. Wolf aus Wolf & Steinke 2017)

Name Hybridlärchen-Nachkommenschaft	Klon-Bezeichnung Mutterbaum Europäische Lärche (ELÄ)	Klon-Bezeichnung Vaterbaum Japanische Lärche (JLÄ)
Cunnersdorf I	ELÄ-220 Graupa	JLÄ-7 Tharandt
Cunnersdorf II	ELÄ-220 Graupa	JLÄ-74 Sauen
Fichtelberg	ELÄ-94 Reinerz	JLÄ-1095 Yatsugatake
Graupa I	ELÄ-44 Altlengbach	JLÄ-1041 Kumashiroyama
Graupa II	ELÄ-44 Altlengbach	JLÄ-1049 Okunikko
Graupa III	ELÄ-94 Reinerz	JLÄ-1037 Mizunoto
Graupa IV	ELÄ-94 Reinerz	JLÄ-1049 Okunikko
Frauenstein I	ELÄ-44 Altlengbach	JLÄ-219 Pillnitz
Graupa 68	ELÄ-45 Hohe Tatra	JLÄ-219 Pillnitz
Frauenstein II	ELÄ-91 Neulengbach	JLÄ-219 Pillnitz,
Marienberg	ELÄ-220 Graupa	JLÄ-219 Pillnitz

Tab. 2: Hybridlärchen-Kombinationen des Lärchen-Züchtungsprogramms Graupa, deren Familieneltern inzwischen als Ausgangsmaterial zur Erzeugung von Forstvermehrungsgut in der Kategorie „Geprüft" zugelassen sind (31.12.2020)

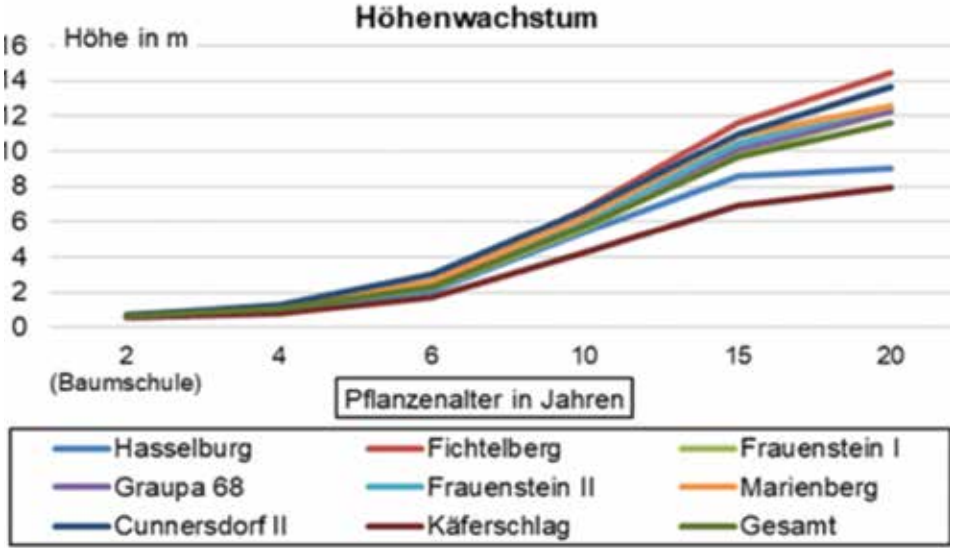


Abb. 7: Entwicklung des Höhenwachstums über vier Versuchsstandorte der in den Untersuchungen berücksichtigten Hybridlärchen-Kombinationen im Vergleich zu den Europäischen Lärchen-Standards Hasselburg (Sachsen-Anhalt) und Käferschlag (Bayern) im Alter 20 Jahre

dern angebaut. Im Alter von 20 Jahren übertrafen diese im Höhenwachstum die Absaaten der Bestände der Europäischen Lärche Hasselburg (empfohlener Standard) und Käferschlag deutlich (Abb. 7). Die Überlegenheit nahm im Laufe der Zeit sogar zu. Der Anteil der gutgeformten Bäume lag bei den Hybriden zwischen 60 und 75 % und damit im Bereich der Absaaten der Bestände der Europäischen Lärche (Abb. 8).

5. Anbau von Hybridlärchen

5.1 Gesetzliche Bestimmungen nach dem Forstvermehrungsgutgesetz (FoVG)

Die Hybridlärche unterliegt den Bestimmungen des FoVG vom 22. Mai 2002 (BGBl. I S. 1658). Daran gebunden kann Hybridlärchen-Saatgut grundsätzlich auf zwei verschiedenen Wegen erzeugt werden: Zum einen durch ständige Wiederholung der kontrollierten Kreuzung von Familieneltern der Europäischen und Japanischen Lärche, die als Ausgangsmaterial für die Erzeugung von Forstvermehrungsgut in der Kategorie „Geprüft" zugelassen sind, zur Reproduktion der jeweiligen Hybridlärchen-Nachkommenschaften.

Zum anderen kann die Saatguterzeugung durch die Anlage von Hybridlärchen-Samenplantagen erfolgen. Dafür kommen wiederum zwei Möglichkeiten in Frage: Zum einen wird die Hybridlärchen-Samenplantage aus Einzelkomponenten (zum Beispiel Familieneltern) aufgebaut, die bereits als Ausgangsmaterial amtlich zugelassen wurden. Zum anderen erfolgt die Anlage der Plantage mit Plusbäumen der Europäischen und Japanischen Lärche, deren Nachkommenschaft einer Vergleichsprüfung unterzogen wird und zur anschließenden Zulassung der Samenplantage als Ausgangsmaterial zur Erzeugung von Forstvermehrungsgut in der Kategorie „Geprüft" führt.

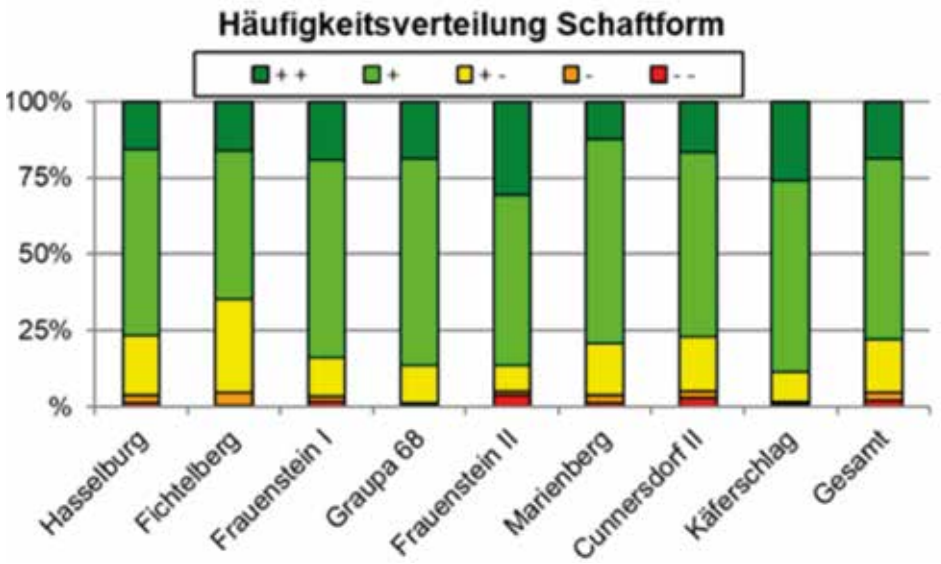


Abb. 8: Häufigkeitsverteilung der Schaftform über vier Versuchsstandorte der in den Untersuchungen berücksichtigten Hybridlärchen-Kombinationen im Vergleich zu den Europäischen Lärchen-Standards Hasselburg (Sachsen-Anhalt) und Käferschlag (Bayern) im Alter 20 Jahre

5.2 Bezug von Hybridlärchen-Pflanzen im Handel

Die Versorgung des Marktes mit Vermehrungsgut der Hybridlärche hängt in Deutschland aktuell vollständig von sechs Hybridlärchen-Samenplantagen ab, deren Nachkommenschaften regional in Sachsen und zum Teil überregional in Deutschland geprüft wurden (Tab. 3). Bedingt durch die in den letzten Jahren massiv auftretenden Borkenkäfer-Kalamitäten befinden sich einige dieser Samenplantagen in einem schlechten Zustand und müssen neu aufgebaut werden. Unabhängig davon ist der Zustand der meisten Plantagen bestenfalls als befriedigend zu bewerten. Die kontinuierliche Bereitstellung von Hybridlärchen-Saatgut aus den zugelassenen Samenplantagen gestaltet sich schwierig, da von Erntejahr zu Erntejahr immer wieder große Schwankungen hinsichtlich der Erntemenge auftreten. Verantwortlich hierfür sind insbesondere die im betreffenden Jahr herrschenden Witterungs- und Bestäubungsverhältnisse sowie der Anteil an Vollkörnern und Hybriden im geernteten Saatgut. Abbildung 10 zeigt die Erntemengen an Hybridsaatgut für den Zeitraum von 2004 bis 2020. Die letzte gute Ernte konnte im Jahr 2016 mit über 180 kg Saatgut erzielt werden. Nach einer Berechnung

Registernr.	Bundesland	Größe [ha]	Bemerkungen
035838000034	Niedersachsen	1,7	Plantage „LOLA 1", Plantage stark geschädigt
141838000014	Sachsen	1,1	Plantage „Heinzebank", Hybridlärche Graupa I und Graupa II
141838000024	Sachsen	5,4	Plantage „Neuendorfer Hang", Hybridlärche „Fichtelberg"
141838000064	Sachsen	2,0	Plantage „Graupa", Hybridlärche Frauenstein I und II, Graupa 68, Marienberg
153838000014	Sachsen-Anhalt	4,1	Plantage „Stakelitz", Hybridlärche Graupa III und IV
161838000014	Thüringen	3,8	Plantage „Neuärgerniß", Hybridlärche Cunnersdorf I und Cunnersdorf II

Tab. 3: In Deutschland zugelassene Samenplantagen der Hybridlärche (Zulassung nur in der Kategorie „Geprüft" möglich) (BMEL/BLE 2019)

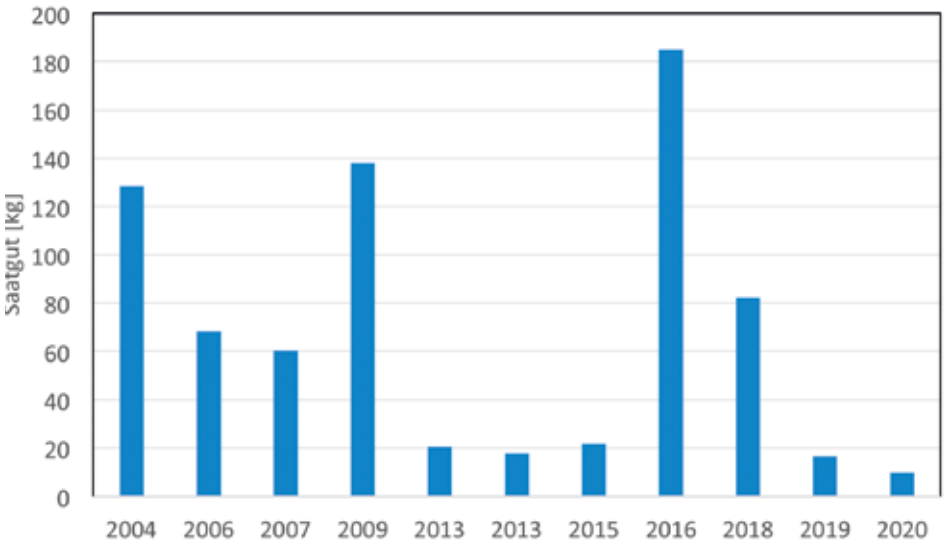


Abb. 10: Erntemenge an Saatgut der Hybridlärche für den Zeitraum von 2004 – 2020. (BLE 2021)

von Wolf et al. (2021a) kann mit einer Ausbeute von 20.000 zweijährigen Hybridlärchenpflanzen (1/1) je kg Saatgut gerechnet werden. Danach hätten aus der 2016 geernteten Saatgutmenge mehr als 3,6 Mio. Pflanzen angezogen werden können.

Auch im europäischen Ausland (z.B. Belgien, Dänemark, Schweden) existieren Samenplantagen der Hybridlärche, deren Nachkommenschaften hinsichtlich Wachstum und Qualität durchaus überzeugen (Rieckmann et al. 2020). Genannt werden hier beispielgebend die schwedische Plantage „Maglehem" (FP51) und die dänischen Plantagen Flensbourg 618" (FP618) und „Flensbourg 626" (FP626). Diese Plantagen erfüllen jedoch nicht die in Deutschland geltenden gesetzlichen Anforderungen für Ausgangsmaterial der Kategorie „Geprüft". Daher ist das in diesen Samenplantagen erzeugte Vermehrungsgut in Deutschland nicht vertriebsfähig.

5.3 Standörtliches Anbauspektrum im Tiefland

Die Hybridlärche kann im Tiefland auf einem breiten Standortspektrum mit Erfolg angebaut werden. Nur auf staunassen Standorten sowie auf armen oder trockenen Böden ist sie nicht anbaufähig oder anbauwürdig. Gegenüber ihren Kreuzungspartnern ist sie in den standörtlichen Ansprüchen in verschiedener Hinsicht genügsamer. Während die Europäische Lärche vergleichsweise etwas höhere Anforderungen an die Nährstoffversorgung stellt, verlangt die Japanische Lärche eine bessere Wasserversorgung. Insgesamt betrachtet verfügt die Hybridlärche über eine wissenschaftlich nachgewiesen bedeutend größere Standorttoleranz im Vergleich zu den genannten beiden reinen Arten.

5.4 Holzeigenschaften und vorrangige Produktionsziele

Die Holzeigenschaften der Hybridlärche sind denen der Europäischen Lärche - trotz oft höherer Einzelbaumzuwächse - praktisch gleichwertig (u. a. Wolf et al. 2021a). Als witterungsbeständig und mit hoher Tragkraft ausgestattet bietet das Lärchenholz viele Verwendungsmöglichkeiten, so beispielsweise als hervorragendes Bau- und Konstruktionsholz für den Außen- und Innenbereich oder als sehr dekoratives Ausbau- und Ausstattungsholz (z. B. Treppen, Parkett oder Dielen). Weiterhin kommt für höherwertige Stämme die Verwendung als Vollholz oder Furnier im Möbelbau in Betracht.

Als Produktionsziele verbunden mit längerer Produktionsdauer (ca. 50 bis 80 Jahre) kommen sowohl stärkeres Sägeholz (ab BHD ca. 45 cm) als auch Wertholz (ab BHD ca. 60 cm) in Betracht. Wertholzerzeugung verlangt jedoch eine frühzeitig beginnende Astung (ab BHD ca. 10 bis 15 cm) der ausgewählt besten Lärchen auf mindestes 6 m Schafthöhe. Außerdem ist als Produktionsziel die Erzeugung von schwachem Stammholz bzw. Stammholz-Abschnitten im „Kurzumtrieb" von etwa 30 bis 45 Jahren eine Option. In diesem Fall lässt sich das Produktionsziel gut mit der waldbaulichen Absicht der Schaffung eines Vorwaldes verbinden.

5.5 Waldbauliche Aspekte

Bezüglich der waldbaulichen Behandlung der Hybridlärche kann in vielerlei Hinsicht auf Erkenntnisse und Erfahrungen zurückgegriffen werden, die für ihre beiden Kreuzungspartner vorliegen. Als recht robuste Pionierbaumart eignet sie sich vorrangig für einen Anbau auf größeren Freiflächen, seien es Erstaufforstungen oder Wiederaufforstungen nach planmäßiger oder kalamitätsbedingter Nutzung des Vorbestandes. Dabei sind Pflanzenzahlen von 2000 bis 3000 Stück pro Hektar üblich. Des Weiteren kommt sie zur Ergänzung von nicht oder nur gering überschirmten größeren Fehlstellen in Naturverjüngungen anderer Baumarten in Frage. Auch eine Vorausverjüngung der Hybridlärche in Beständen, in denen durch z. B. Zielstärkennutzung größere Lücken entstanden sind, kommt in Betracht.

Beim Anbau der Hybridlärche ist die Begründung von Mischbeständen zu bevorzugen. Einzelmischungen innerhalb des Hauptbestandes sind allerdings wegen oft unterschiedlicher Wachstumsrhythmen der beteiligten Baumarten und der besonderen Empfindlichkeit der Lärche gegenüber Kronenspannungen nicht zu empfehlen. Stattdessen bietet

sich je nach standörtlicher und/oder waldbaulicher Ausgangssituation eine flächige Einbringung der Hybridlärche in Form von Kleinflächen (mind. ca. 0,2 ha) oder breiteren Streifen an. Daneben hat sich, nicht zuletzt zum Erhalt der Bodenfruchtbarkeit (die schlechte Zersetzbarkeit der Lärchennadeln führt schnell zu ungünstigen Humusformen), eine Beteiligung von bodenpfleglichen Laubbäumen im Unterstand der Hybridlärche als ökologisch dienender Nebenbestand bewährt.

Als ausgesprochene Lichtbaumart muss die Hybridlärche, vergleichbar mit der Europäischen Lärche, so durchforstet werden, dass die besten Bäume stets einen Wuchsraum haben, der ihnen die Ausbildung einer grünen Krone von etwa 50 Prozent der Baumhöhe erlaubt. Dazu ist ab der frühen Stangenholzphase (Oberhöhe ca. 10 bis 12 m) eine Hochdurchforstung notwendig, bei der die nun auszuwählenden etwa 100 wüchsigsten und zugleich qualitativ besten Lärchen pro Hektar durch eine sehr konsequente Entnahme benachbarter Bäume gefördert werden. Weil die für Vitalität und Wachstum bestimmende Lärchenkrone keinesfalls eine Bedrängung verträgt, ist die Wiederkehr der Durchforstung stets vor Eintritt einer Kronenspannung bei den Zukunftsbäumen erforderlich. Hinsichtlich der Eingriffsstärke ist eine an die Wuchsdynamik angepasste gestaffelte Durchforstung zu empfehlen. Dabei wird in Stangenhölzern häufig wiederkehrend und kräftig eingegriffen und in Baumhölzern (ab Oberhöhe ca. 20 bis 22 m) zu einer Durchforstung mit geringerer Intensität und abnehmender Eingriffsstärke übergegangen.

6. Ausblick und Fazit

Das Thema Hybridlärche ist ein gutes Beispiel für eine zielgerichtete und langfristige Züchtungsarbeit in der Forstwirtschaft. Mit den hier aufgezeigten wissenschaftlichen Versuchen bzw. Programmen konnten viele Erkenntnisse über die spezifischen Eigenschaften und den erfolgversprechenden Anbau der Hybridlärche erarbeitet werden. Trotzdem ist das Potential der Hybridlärchenzüchtung noch nicht ausgeschöpft. So sind anhand des existierenden Untersuchungsmaterials vermehrt Berechnungen zur Ermittlung der Kombinationseignung und des genetischen Gewinns vorzunehmen, um konkrete Aussagen zum Zuchtwert der verwendeten Elternbäume treffen zu können.
Weiterhin sollten, basierend auf den Ergebnissen der durchgeführten Züchtungsprogramme, dringend neue Samenplantagen angelegt werden, um die Basis und das Angebot an Vermehrungsgut von Hybridlärchen zu erweitern bzw. zu erhöhen. Dafür ist es auch notwendig, die noch bestehenden alten Klonsammlungen soweit wie möglich zu sichern und zu erneuern.

Für künftige Züchtungsaktivitäten sind neue Plusbäume zu selektieren und zu sichern. Ein wichtiger Schritt in diese Richtung wurde in den letzten Jahren im Rahmen des bereits erwähnten Projektes „FitForClim" unternommen (Wolf et al. 2020). Auch spezielle Methoden (z. B. die rekurrente Selektion) und das Thema Holzeigenschaften sollten künftig stärker in den Focus der Züchtungsarbeiten genommen werden. Weiterhin ist der Erzeugung und Prüfung von F2-Hybriden und Nachkommenschaften aus Rückkreuzungen mit einer der beiden Elternarten mehr Aufmerksamkeit zu widmen. Gerade im Hinblick auf eine Verbesserung der Saatguterzeugung und zur Förderung der genetischen Vielfalt können Samenplantagen aus selektierten F1-Hybriden von Vorteil sein.

Nicht zuletzt besteht Forschungsbedarf bei der vegetativen Vermehrung von Hybridlärchen. Hiermit lassen sich besonders geeignete Genotypen in großer Stückzahl erzeugen und für die Waldbesitzer bereitstellen. Im Rahmen der „DendroMax-Projekte" wurden in den letzten Jahren in Kooperation zwischen Sachsenforst und der Humboldt-Universität Berlin Forschungen zur vegetativen Vermehrung von Hybridlärchen mittels somatischer Embryogenese durchgeführt (Humboldt-Universität zu Berlin 2021, Wolf et al. 2021a, b). Die dabei erzielten Ergebnisse sind vielversprechend und schaffen vielfältige Möglichkeiten, die forstliche Züchtungsarbeit voranzubringen.

Aus der Sicht des Waldbaus stellt die Hybridlärche eine wertvolle Erweiterung der forstlichen Baumartenpalette dar. Begründet wird diese Aussage zunächst mit ihrem außergewöhnlich raschen Wachstum auf einem breiten Standortspektrum. Auch stehen für die Wahl des Produktionsziels viele Optionen offen. Darüber hinaus verfügt das erzeugte Holz, vergleichbar mit dem der Europäischen Lärche, über hervorragende Eigenschaften und ermöglicht eine breite Verwendung.

Unter den Rahmenbedingungen des Klimawandels wird die Hybridlärche als vielversprechende Baumart eingeschätzt. So verfügt sie als typische Pionierbaumart über eine naturgemäß hohe Stresstoleranz gegenüber Witterungsextremen. Als „Tiefwurzler" vermag sie außerdem in Trockenphasen noch vorhandenes Wasser im Unterboden zu erschließen. Eine durch die Züchtung unterstützte hohe genetische Vielfalt der Hybride verspricht ein ebenfalls hohes Maß an Anpassungsfähigkeit hinsichtlich sich ändernder Umweltbedingungen. Nicht zuletzt können die generell niedrigen Produktionszeiten dazu beitragen, die mit dem Klimawandel einhergehenden Produktionsrisiken deutlich zu senken.

Literaturnachweis

- BLE (2021): Ernteaufkommen Forstsaatgut. https://fgrdeu.genres.de/erntehandel/ernteaufkommen/ (Aufruf 16.07.2021).
- BMEL/BLE (2019): Zusammenstellung über zugelassenes Ausgangsmaterial für forstliches Vermehrungsgut in der Bundesrepublik Deutschland (Stand 01.07.2019). https://fgrdeu.genres.de/zulassungsregister/ (Aufruf 16.07.2021).
- BMEL 2014: Bundeswaldinventur III – Alle Ergebnisse und Berichte. Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft, Berlin, www.bundeswaldinventur.de.
- Brewbaker,J.L.; Sun, W.G. (1999): Trees and Heterosis. In: Coors, J.G.; Pandey, S. (eds.): The Genetics and Heterosis in Crops. American Society of Agronomy, Inc. Crop Science Society of America, Madison. 463-477.
- Dengler, A. (1941): Bericht über Kreuzungsversuche zwischen Trauben- und Stieleiche und zwischen europäischer und japanischer Lärche. Mitt. der deutschen Akademie der Forstwissenschaften 1, 87–109.
- Dengler, A. (1942): Ein Lärchenherkunftsversuch in Eberswalde. Z. Forst- und Jagdwes., 74 Jg., 152-179.
- Dungey, H. S. (2001): Pine hybrids – a review of their use, performance, and genetics. Forest Ecology and Management 148. 243-258.
- Haasemann, W. (1972): Ergebnisse der Leistungsprüfung 7jähriger Lärchen- Nachkommenschaften aus gelenkten Kreuzungen. Beitr. f. d. Forstwirtschaft 4, 25-29.
- Haasemann, W. (1986): Untersuchungen zur Ökologie der Europäerlärche, Japanerlärche und ihrer Hybriden im Naß-Trockenfeld. Beitr. f. d. Forstwirtschaft 20, 184-188.
- Hering, S.; Haasemann, W.; Braun, H. (1989): Ergebnisse eines 19-jährigen Anbauversuchs mit Hybrid-, Europäer- und Japanerlärche im Rauchschadgebiet des oberen Erzgebirges. Beiträge für die Forstwirtschaft 23, 11-17.(1989)
- Hering, S. (1990): Analysen zur quantitativen Genetik von Lärchenkreuzungs-Nachkommenschaften sowie Stand und Perspektiven der Kreuzungszüchtung bei der Gattung Larix unter besonderer Berücksichtigung ihres Anbaus in den Mittelgebirgen Sachsens. Dissertation, TU Dresden, 144 S.
- Hering, S.; Braun, H. (1990): Hybridlärchenhochzuchtsorten für die Mittelgebirge der DDR. Soz. Forstwirtschaft 40, 174-176.
- Hering, S.; Braun, H. (1992): Some results of larch hybrid breeding at Graupa. In: WEISGERBER, H. (ed.): Results and Future Trends in Larch Breeding on the Basis of Provenance Research. Proceedings, IUFRO Centennial Meeting of the Working Party S 2.02-07, 146-159.
- Henry, A.; Flood, M.G. (1919): The history of the Dunkeld Hybrid larch, Larix eurolepis, with notes on other hybrid conifers. Royal Irish Academy Proceedings, Vol. XXXV, Sect. B, 55-67.
- Humboldt-Universität Berlin (2021): Schlussbericht zum Vorhaben DendroMax*-III: Entwicklung und Einführung von biotechnologischen Verfahren zur Züchtung, Produktion und Verwendung von Hochleistungssorten ausgewählter Baumarten; Teilvorhaben 1: Entwicklung der biotechnologischen Verfahren (In-vitro-Vermehrung und Erhaltung. https://www.fnrserver.de/ftp/pdf/berichte/22034814.pdf (aufgerufen 29.07.2021)
- Landesforstanstalt Eberswalde (ed) (2001): Hilfstafeln für den Forstbetrieb - Grafische Ertragstafelauszüge für das nordostdeutsche Tiefland. Eberswalde und Finkenkrug, 124 S.
- Langner, W. (1935): Bestandesgeschichtliche Untersuchungen über Samenherkunft und ihre forstliche Bedeutung dargelegt am Beispiel der Lärche in Sachsen. Tharandter Forstliches Jahrbuch 86, 1-47.
- Langner, W. (1951/52): Kreuzungsversuche mit Larix europaea D.C. und Larix leptolepis Gord. Zeitschrift für Forstgenetik und Forstpflanzenzüchtung 1, S. 2-18 und 40-56.
- Langner, W. (1958): Planung und erste Ergebnisse eines Japanlärchen-Provenienzversuches mit zugleich züchterischer Zielsetzung. Cbl. ges. Forstwesen 75, 168-196.
- Langner, W.; Schneck, V. (1998): Ein Beitrag zur Züchtung von Hybridlärchen (Larix x eurolepis Henry): Das Langzeitprogramm der Firma F. von Lochow-Petkus. Sauerländer's Verlag, Frankfurt am Main, 159 S.
- Liesebach, M.; Degen, B.; Grotehusmann, H.; Janßen, A.; Konnert, M.;, Rau H.-M.; Schirmer, R.; Schneck, D.; Schneck, V.; Steiner, W.; Wolf, H. (2013): Strategie zur mittel- und langfristigen Versorgung mit hochwertigem forstlichem Vermehrungsgut durch Züchtung in Deutschland. Braunschweig: Johann Heinrich von Thünen-Institut, Thünen Rep 7, 78 S.
- Münch, E. (1933): Das Lärchenrätsel als Rassenfrage. Tharandter Forstliches Jahrbuch 84. 438- 531.
- Paques, L.; Foffova, E.; Heinze, B; Lelu-Walter, M.-A.; Liesebach, M.; Philippe, G. (2013): Larches (Larix sp.). In Paques (ed.): Forest tree breeding in Europe – Current state-of-zhe-art and perspectives. Springer, Dordrecht, Heidelberg, New York, London, 13-122.
- Rau, H.-M. (2004): Der Gahrenberger Lärchen-Provenienzversuch. Forst und Holz 59, 574-576.
- Rieckmann, C.; Schneck, V.; Liesebach, M.: (2020): Ein Vergleich von Absaaten europäischer Hybridlärchen-Samenplantagen. In: Liesebach, M. (ed.): Forstpflanzenzüchtung für die Praxis - 6. Tagung der Sektion Forstgenetik/Forstpflanzenzüchtung vom 16. bis 18. September 2019 in Dresden, Thünen-Report 76, 100-118.
- Rubner, K. (1938): Die Ergebnisse zweier Lärchenherkunftsversuche im Tharandter Wald. Thar. Forstl. Jb. 89, 465-491.
- Rubner, K. (1941): Die Ergebnisse zehnjähriger Lärchenherkunftsversuche im Erzgebirge. Thar. Forstl. Jb. 92., 15-48.
- Schmalz, H. (1980): Pflanzenzüchtung. VEB Deutscher Landwirtschaftsverlag, Berlin, 352 S.
- Schneck V, Heimpold C., Liesebach M. (2020) Aktuelle Ergebnisse der Züchtung von Hybridaspen (Populus x wettsteinii Hämet-Ahti). Thünen Rep 76:133-143.
- Schober, R. (1958): Ergebnisse von Lärchen-Art- und Provenienzversuchen. Silvae Genetica 7, 5. 137-154.
- Schober, R. (1977): Vom 2. Internationalen Lärchen-Provenienzversuch 1958/59, ein Beitrag zur Lärchenherkunftsfrage. Schriften aus der Forstlichen Fakultät der Universität Göttingen und der Niedersächsischen Forstlichen Versuchsanstalt, 49, 358 S.
- Schober, R. (1981): Vom I. Internationalen Lärchenprovenienzversuch 1944. Bericht über drei deutsche Teilversuche. Allg. Forst- u. J.-Ztg. 152, 181-195, 201-211, 221-233.
- Schober, R. (1985): Neue Ergebnisse des II. Internationalen Lärchenprovenienzversuches von 1958/59 nach Aufnahmen von Teilversuchen in 11 europäischen Ländern und den U.S.A.. Schriften aus der Forstlichen Fakultät der Universität Göttingen und der Niedersächsischen Forstlichen Versuchsanstalt, 83, 164 S.
- Schober, R.; Fröhlich, H.-J. (1967): Der Gahrenberger Lärchen-Provenienzversuch. Schriftenreihe der Forstlichen Fakultät der Universität Göttingen, 37/38, 208 S.
- Schober, R.; Rau, H. M. (1991): Ergebnisse des I. Internationalen Japanlärchen-Provenienzversuchs. Schriften Forstl. Fakultät Univ. Göttingen u. d. Niedersächs. Forstl. Versuchsanstalt, Band 102, J. D. Sauerländer's Verlag, Frankfurt/M.
- Schönbach, H.; Haasemann, W. (1968): Probleme des Lärchenanbaues in höheren Lagen unserer Mittelgebirge. Soz. Forstwirtschaft 18, 339-340
- Schönbach, H.; Bellmann, B.; Scheumann, W. (1966): Die Jugendentwicklung, Dürre- und Frostresistenz verschiedener Provenienzen der japanischen Lärche (Larix leptolepis GORDON). Silvae Genetica 15, 141-147
- Schütt, P.; Schuck, H.-J.; Stimm, B. (1992): Lexikon der Forstbotanik. ecomed, Landsberg am Lech, 581 S.
- Stettler, R. F.; Bradshaw, H. D.; Heilman, P. E.; Hinckley, T. M. (1996): Biology of Poplars and its implication for management and conservation. NRC Research Press, Ottawa, Ontario, Canada. 539 S.
- Wachter, H. (1962): Untersuchungen zur Anbaufähigkeit der europäischen Lärche (Larix decidua MILL., L. europaea D. CAND.) in Deutschland. Archiv f. Forstwesen 11., 458-576.
- Wechselberger, F. (1950): Lärchennachzucht und Anerkennung. Allg. Forstzeitschr. 5, 205-207.
- Weiser, F. (1992): Tree improvement of larch at Waldsieversdorf: status and prospects. Silvae Genetica 41, 181-195.
- Weisgerber, H. (1990): Beiträge zur genetischen Variation der Waldbäume und Gefahren der Genverarmung durch Pflanzenzüchtung. Forstliche Forschungsberichte München 107, 204 S.
- Weisgerber, H. & Šindelář, J. (1992): IUFRO's role in coniferous tree breeding – History, results, and future trends of research and international cooperation with European larch (Larix decidua Mill.). Silvae Genetica 41, 150-161.
- Wolf, H.; Tröber, U.; Steinke, C.; Zeibig, A. (2020): Schlussbericht zum Vorhaben Bereitstellung von leistungsfähigem und hochwertigem Forstvermehrungsgut für den klima-und standortgerechten Wald der Zukunft (FitForClim*) –Teilprojekt 3 – Staatsbetrieb Sachsenforst. https://www.fnr-server.de/ftp/pdf/berichte/22WB400703.pdf (Zugriff 28.07.2021).
- Wolf, H.; Weiß, B.; Bues, C.-Th.; Bremer, M.; Krabel, D. (2021a): Verbundvorhaben Eigenschaftsprofil und Einsatzspektrum von schnellwachsenden Züchtungsprodukten am Beispiel der Hybridlärche in der holzverarbeitenden Industrie (FKZ 22035014). Kompetenzzentrum Wald und Forstwirtschaft im Staatsbetrieb Sachsenforst Pirna. Abschlussbericht, 72 S.
- Wolf, H.; Kadolsky, M.; Dacasa Rüdinger, M. d. C.; Hüller, W. (2021b): Verbundvorhaben Entwicklung und Einführung von biotechnologischen Verfahren zur Züchtung, Produktion und Verwendung von Hochleistungssorten ausgewählter Baumarten. Teilvorhaben 2: Bereitstellung Ausgangsmaterial, Akklimatisierung und Jungpflanzenanzucht sowie Klonprüfung und Umsetzung (FKZ 22014918). Kompetenzzentrum Wald und Forstwirtschaft im Staatsbetrieb Sachsenforst Pirna. Abschlussbericht, 66 S.

* FitForClim und DendroMax: Förderprojekte des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) sowie des BMEL und Bundesminsiteriums für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit.

Mitteilungen der Gesellschaft zur Förderung schnellwachsender Baumarten in Norddeutschland e.V. – Verzeichnis bisher erschienener Hefte:

- Heft1/2013 – LOCKOW K. W.; LOCKOW J.:
  Die Robinie (Robinia pseudoacacia L.) eine schnellwachsende Baumart mit wertvollen Holzeigenschaften, 8 S.
- Heft 2/2014: NOACK, M.:
  Die Sitka-Fichte eine schnellwachsende Baumart auch im deutschen Küstenklima, 12 S.
- Heft 3/2015: RÖHE, P.; SCHRÖDER, J.:
  Zweihiebige Erstaufforstungssysteme – Integration von Kurzumtriebsbestockungen in Erstaufforstungen, 8 S.
- Heft 4/2016: JANSEN, M.; RÖHE, P. und WELLER, A.:
  Die Douglasie in Norddeutschland – Erkenntnisse aus dem Internationalen Provenienzversuch von 1961 12 S.
- Heft 5/2018: NAGEL, R.-V.:
  Die Roteiche in Norddeutschland – Erkenntnisse von Versuchsflächen der Nordwestdeutschen Forstlichen Versuchsanstalt in Niedersachsen, Schleswig-Holstein und Sachsen-Anhalt, 16 S.
- Heft 6/2019: EHRING, A.; STEINACKER, L.; NAGEL, R.-V.:
  Anbau von Schwarznuss und Hybridnuss – Wissenschaftliche Erkenntnisse und waldbauliche Erfahrungen, 16 S.

IMPRESSUM

Herausgeber: Gesellschaft zur Förderung schnellwachsender Baumarten in Norddeutschland e.V.

Redaktion: Dr. Peter Röhe

Vorstand: Dr. Peter Röhe (Vorsitzender), Horst Buschalsky, Franz Isfort, Jörg Schröder

Geschäftsstelle: Birgit Freda
Kirchstieg 6b, 22880 Wedel
Tel.: 04103-1217717,
Fax: 04103-1217713
E-Mail: ibm.freda@t-online.de

Erarbeitung des Fachbeitrages:
Die Hybridlärche - eine besonders schnellwachsende und standorttolerante Baumart.

Dr. Heino Wolf, Staatsbetrieb Sachsenforst, Kompetenzzentrum Wald und Forstwirtschaft, Referat Forstgenetik und Forstpflanzenzüchtung;
Volker Schneck, Thünen-Institut für Forstgenetik, Standort Waldsieversdorf;
Dr. Peter Röhe, Gesellschaft zur Förderung schnellwachsender Baumarten in Norddeutschland e. V.

Auflage: 1000 Exemplare

Satz/Druck:
cw Nordwest Media Verlagsgesellschaft mbH
Am Lustgarten 1, 23936 Grevesmühlen
Tel.: 03881-2339, Fax: 03881- 79143
E-Mail: info@nwm-verlag.de
www.nwm-verlag.de

Bezug: Bitte von der Internetseite der Gesellschaft zur Förderung für schnellwachsender Baumarten in Norddeutschland e.V.:
www.gesellschaft-schnellwachsende-baumarten.de
als PDF-Datei herunterladen oder zum Preis von 5,- Euro, inkl. Porto, beim Verlag bestellen.