

Ein Vergleich von Absaaten europäischer Hybridlärchen-Samenplantagen

CHRISTOPH RIECKMANN, VOLKER SCHNECK und MIRKO LIESEBACH

Zusammenfassung

2001 wurde eine Serie von Nachkommenschaftsprüfungen mit Hybridlärche in sechs Staaten angelegt. Auf drei Versuchsflächen in Niedersachsen stehen 28 Nachkommenschaften. Davon stammen 18 aus europäischen Hybridlärchen-Samenplantagen, 4 aus gelenkten Kreuzungen, von denen einige in der Kategorie „Geprüft“ zugelassen sind, und 6 aus Beständen Japanischer, Europäischer und Sibirischer Lärche. Die Gruppe der Hybridlärchen ist den reinen Arten in Einzelbaumwachstum, Hektarvolumen sowie der Schaftform überlegen bis ebenbürtig. Bei allen Wuchsmerkmalen ergaben Mittelwertvergleiche mit einer Kontrollgruppe der elterlichen Arten signifikante Über- oder Unterlegenheit für einzelne Hybridlärchen-Nachkommenschaften. Trotz Standortsunterschieden und Genotyp-Umwelt-Interaktionen zwischen haben sich die Samenplantagen LOLA 1, Maglehem und Fichtelberg mehrfach als überlegen gezeigt. Auffällig ist das Resultat der bei Höhe und Einzelbaumvolumen meist stärksten Absaat als qualitativ schlechteste. Korrelationen von Wuchsumsmerkmalen mit Seehöhe und Kontinentalität der Saatgutquellen sind feststellbar. Die Ergebnisse belegen die vorzügliche Eignung der Hybridlärche für klassische Lärchenstandorte, aber auch darüber hinaus. Ihr waldbaulicher Einsatz auf Kalamitätsflächen und in Neuaufforstungen birgt hinsichtlich der aktuellen Waldsituation Potenzial und Risikominderung durch Erweiterung der Baumartenpalette und Verkürzung der Produktionszeiträume. Die Ergebnisse betonen aber auch die Bedeutung der für jede Region sorgfältig gewählten Quelle des Vermehrungsguts.

Schlüsselworte: *Larix x eurolepis*, Nachkommenschaftsprüfung, Ertragssteigerung, Standorteignung, arme Standorte

Abstract

A comparison of progenies of European seed orchards for hybrid larch

In 2001, a series of progeny tests for hybrid larch was set up in six states. Three test sites in different climatic regions of Lower Saxony are being reported. The series contains 18 progenies of European hybrid larch seed plantations, 4 controlled crossings, some of both approved as “tested” and 6 progenies of Japanese, European and Sibirian larch. The group of hybrids performs superior or equal to parental species in single tree growth and hectare volume as well as the shaft shape. For all growth parameters, mean value comparisons with a control group of parental species showed significant superiority or inferiority for several hybrid larch progenies. What is noteworthy is the fact that the mostly best progeny in terms of single tree growth is poorest of quality. Despite site differences and interactions between genotype and environment, the seed plantations LOLA 1, Maglehem and Fichtelberg have repeatedly proven to be superior. Correlations of metric characteristics with altitude and continentality of the seed source can be determined. The results highlight the excellent suitability of hybrid larch on traditional larch sites and, even more important, beyond. Their silvicultural use in calamity clearings and afforestation holds potential and risk reduction by expanding the range of tree species and shortening the production periods. The results also point up the importance of carefully selected source of propagation material for each region.

Keywords: *Larix x eurolepis*, progeny testing, yield increase, larch site suitability, poor sites

Einleitung

Die in deutschen Wäldern durch die Kalamitäten der Jahre 2018 und 2019 entstandenen größeren Freiflächen sind durch den Verlust des Bestandesinnenklimas prädestiniert für die Verwendung von Pionierbaumarten. Die Europäische Lärche (*Larix decidua* MILL.) einerseits ist eingeschränkt verwendbar durch ihre Anfälligkeit für den Lärchenkrebs. Andererseits ist die Japanische Lärche (*L. kaempferi* CARR.) weniger geeignet für trockenere Standorte. Beide Arten produzieren zudem langfristig unter dem Niveau der oftmals ausgefallenen Fichte. Hier bietet sich der breiteren Standortsamplitude und der höheren Produktivität wegen die Hybridlärche (*L. xeurolepis* HENRY) an. Ihre Vorzüge erklären sich aus den gegensätzlichen Nachteilen der beiden elterlichen Baumarten, da sie bei Kombination der genetischen Information in der F1-Generation durch die Stärken der jeweils anderen Spezies aufgehoben werden (ARCADE et al. 1996).

Die Hybriden aus Europäischer (ELA) und Japanischer Lärche (JLA) wurde in Deutschland ab den 1950ern intensiv erforscht. Es wurde nach geeigneten Plusbäumen beider Arten gesucht, an Kreuzungsverfahren und Eltern-Kombinationen geforscht (SCHOBER 1953, 1977, HAASEMANN 1986, HERING & BRAUN 1992, LANGNER und SCHNECK 1998), ebenso im europäischen Ausland (KIELLANDER & LINDGREN 1978, ROULUND 2007, PÂQUES et al. 2013). Nach LIESEBACH et al. (2013) und DACASA RÜDINGER et al. (2019) steht die Züchtung der Hybridlärche in Belgien, Frankreich und in Deutschland in der 2. Generation. Nach bis 2000 zunächst schwacher Nachfrage seitens der Wirtschaft zumindest in Deutschland und Schweden (LARSSON-STERN 2003, SCHNECK 2009) ist seit 2000 eine steigende Nachfrage nach Saatgut in Schweden, Großbritannien und Frankreich festzustellen, der die Produktion der nationalen Saatgutplantagen (SPL) nicht ausreichend Angebot entgegenstellt. Das Defizit wird unter anderem durch Saatgut aus deutschen SPL gedeckt (WESTIN et al. 2016, LIEPE mündl. Mitt.). Auch in der deutschen Forstwirtschaft steigt die Nachfrage seit 2018 an. In Schweden, Dänemark und Großbritannien wird auf SPL meist JLA als Mutter beerntet. Vorzugsweise wird ein Klon JLA mit mehreren Klonen ELA kombiniert (KIELLANDER und LINDGREN 1978, WESTIN et al. 2016). Hingegen werden in Deutschland und Frankreich SPL für Hybridlärche bislang bewirtschaftet, indem ein Klon ELA als Mutter beerntet wird, während ein oder mehrere Klone JLA als Väter dienen (LANGER und SCHNECK 1988, STENER 2007, WOLF mündl. Mitt.). SPL in Belgien und den Niederlanden kombinieren häufiger auch mehrere ELA mit mehreren JLA oder verwenden F1-Hybriden als Eltern. Einige dänische und eine französische SPL verwenden als Väter Vollgeschwister.

Im Jahr 2001 wurde im EU-Projekt *Larch Wood Chain* (ID FAIR983354, PAQUES et al. 2013) in fünf Staaten eine Serie von Nachkommenschaftsprüfungen zur Evaluierung von Samenplantagen für Hybridlärche angelegt. Es existieren Parallelversuche in Niedersachsen, Sachsen, Frankreich, Großbritannien, Irland und Schweden. Drei von der Niedersächsischen Forstlichen Versuchsanstalt angelegte Versuchsflächen wurden vom Thünen-Institut für Forstgenetik in der vorliegenden Arbeit ausgewertet. In den Ergebnissen liegt das Augenmerk auf der regionalen Eignung der Hybridlärchen verschiedener Samenplantagen mit Blick auf Leistung und Form.

Material und Methoden

Die Versuchsstandorte

Die Versuchsfläche Meppen liegt im Weser-Ems-Gebiet, Wuchsbezirk Hase-Hunte-Geest. Im Rahmen des Emslandplans wurde ein Hochmoor zwei Meter tief umgepflügt. Der Standort aus Schmelzwassersanden hat eine Grundwassernähe unter Flur während der Vegetationsperiode von 60-100 cm. In den Nadelholzwäldern des Emslands dominieren Kiefer und Japanische Lärche. Die zweite Fläche Unterlüß steht auf dem Lüßplateau im Wuchsbezirk Hohe Heide auf armer Grundmoräne. Die Standortkartierung beschreibt einen mäßig frischen Standort aus Geschiebesanden über Schmelzwassersanden (nWSK 100-110 mm) mit Pflughorizont. Das Klima des Lüßplateaus auf 100 m ü. NN im Lee der Wilseder Berge unterscheidet sich von dem des Emslands durch geringere Niederschläge und eine höhere

Temperaturamplitude im Jahresverlauf. Nadelholzwälder der Region sind von Kiefern und Douglasien geprägt. Zu den wesentlichen Risiken gehören eine erhöhte Spätfrostgefahr, Frühjahrstrockenheit sowie bei Erstaufforstungen Befall durch Wurzelschwamm (NLF 2019). Die dritte Versuchsfläche Grünenplan liegt im östlichen Weserbergland auf dem kleinen Höhenrücken Hils mit einer geologischen Besonderheit, sogenannten Neokomtonen. Der Bestand steht auf einem Stagnogley in leichter, nordöstlicher Hanglage. Durch Konvektion kommt es zu höherer Luftfeuchte, höheren Niederschlägen und geringerer mittlerer Amplitude der Tagestemperaturen. Eine detaillierte Beschreibung der Versuchsflächen ist Tabelle 1 und Abbildung 1 zu entnehmen.

Die Klimadaten wurden mit der frei verfügbaren Software ClimateEU nach WANG et al. (2012) für die Bezugsperiode 1995-2009 generiert. Die Kontinentalität der Standorte wurde nach GORCZYNSKI (1920) berechnet:

$$KI_G = 1,7 \times \frac{TD}{\sin Lat} - 20,4$$

(TD= Temperaturdifferenz zwischen wärmstem und kältestem Monat, Lat= Breitengrad).

Die Aridität der Standorte wurde nach DE MARTONNE (1929) berechnet:

$$AI_{DM} = \frac{MAP}{MAT + 10}$$

(MAP= Jahresniederschlag, MAT= Jahresmitteltemperatur).

Die beiden Indizes berücksichtigen die Tageslänge über den Breitengrad bzw. den Niederschlag in Verbindung mit der Temperatur.

Tabelle 1: Eckdaten der Versuchsflächen zu Design und Standort

	Meppen	Unterlüß	Grünenplan
Anzahl Absaaten	19	25	20
Bäume je Parzelle	25 (5 x 5)	25 (5 x 5)	16 (4 x 4)
Anzahl Wiederholungen	3	3	3
Verband	3 x 2 m	3,4 x 2 m	2 x 2 m
Flächengröße	1,13 ha	1,28 ha	0,48 ha
Bodentyp	Gley	Podsol-Braunerde	Stagnogley
Nährstoffversorgung	schwach	schwach	ziemlich gut
Höhe ü. NN	20 m	101 m	245 m
Jahresmitteltemperatur	9,8 °C	9,3 °C	8,9 °C
Jahresniederschlag	822 mm	675 mm	793 mm
Kontinentalitätsindex (KI)	12,1 (leicht ozeanisch)	16,7 (sehr leicht kontin.)	15,6 (leicht maritim)
Ariditätsindex (AI)	41,5 (sehr humid)	35,2 (ziemlich humid)	42,3 (sehr humid)

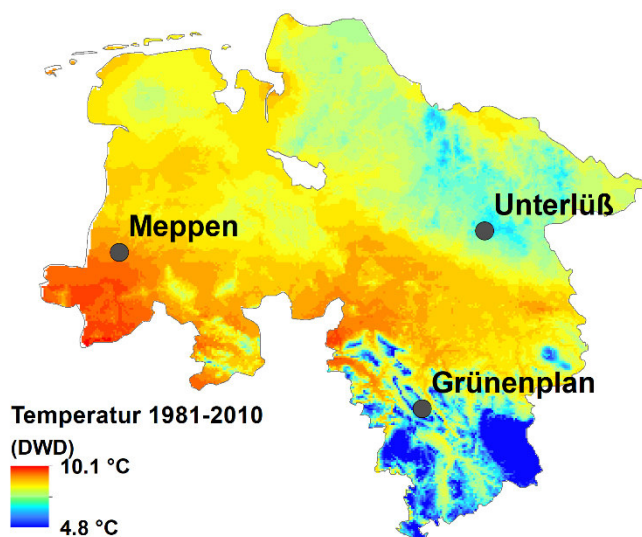


Abbildung 1: Lage der Versuchsflächen in Niedersachsen in Verbindung mit dem langjährigen Temperaturmittel

Hinsichtlich der Schäden und Behandlung haben sich die Flächen unterschiedlich entwickelt. So wurden in Unterlüß und Meppen um 2007 Gassen im Abstand von 20 m angelegt. In Meppen wurden in zwei folgenden mäßigen Durchforstungen 48 bzw. 63 Fm/ha entnommen. In Unterlüß wiederum kam es in der Kulturphase zu ungleichmäßig verteilten Ausfällen durch Wurzelschwamm oder Schermäuse. Grünenplan zeigt Ausfälle durch Staunässe. Die exponierten, wüchsigeren Bäume in Partien lokaler Vernässung verzeichnen einen zunehmenden Anteil von Windwürfen.

Prüfglieder und Messungen

Auf den drei Versuchsflächen sind Hybriden mit Europäischer Lärche als Mutter (F1E) und mit Japanischer Lärche als Mutter (F1J) ausgepflanzt worden (Tabelle 2 und 3). Die maritimste SPL Wiston steht an der Westküste von Wales. Die kontinentalsten Standorte haben die südlichste SPL Mistelgau aus Bayern und eine Gruppe aus Sachsen (Fichtelberg, Lohmen I-III). Einige der in der Versuchsserie verwendeten SPL sind in der Kategorie „Geprüft“ zugelassen (AWG 2019, NW-FVA 2018, SBS 2012, THÜRINGENFORST 2018). Die Absaaten stammen von 22 SPL, 4 kontrollierten Kreuzungen und 2 Beständen. Überwiegend dienen Klone von Europäischer Lärche als Mütter, bei sechs sind es Japanische. Aus Belgien stammt die Absaat einer SPL, die aus F1-Hybriden aufgebaut ist. Die verwendete Bestandesabsaat Rantzau stammt von einer Sonderherkunft und wird in der „Liste der für Prüfungen zu verwendenden Standards“ des Sachverständigenbeirats für geprüftes Vermehrungsgut genannt (BLE 2019). Die zweite Bestandesabsaat stammt von Bäumen der Art *Larix sibirica* LEDEB. Die Hybridlärche Les Barres ist nach PÂQUES (2002) eine Kopie der in Frankreich geschätzten Fårefolden.

Da nicht von allen Prüfgliedern ausreichend Pflanzen zur Verfügung standen, variiert die Anzahl der Prüfglieder auf den Flächen. Von 28 Absaaten konnten nur 15 auf allen drei Flächen eingesetzt werden. Insbesondere von den Absaaten aus Dänemark waren meist nur Pflanzen für eine Fläche verfügbar. Dies betrifft somit vor allem die F1J-Absaaten, vertreten vor allem in Unterlüß.

Im Jahr 2018 wurden im Alter 20 für alle drei Versuchsflächen im Umfang einer Vollaufnahme die Brusthöhendurchmesser (BHD) und Baumhöhen gemessen und für sämtliche Stämme die Geradschaftigkeit erfasst. Dabei wurden folgende Noten zugeteilt: absolut gerade (1), leicht einschnürrig gerade (2), leicht schwingend (3), stärker schwingend (4), unschnürrig (5).

Tabelle 2: Prüfglieder (PG) und Verteilung auf die Versuche. [JLA= Japanische Lärche, ELA= Europäische Lärche, SLA= Sibirische Lärche, F1E= Hybrid erster Generation mit Mutter ELA, F1J= entsprechend mit Mutter JLA, F2= Hybrid mit Hybriden der F1-Generation als Eltern; SPL= Samenplantage, CC= kontrollierte Kreuzung; *= Vermehrungsgut der Kategorie „Geprüft“; VG= Vollgeschwisterfamilien; M= Meppen, U= Unterlüß, G=Grünenplan]

PG-Nr.	Bezeichnung im Versuch	Absaat-typ	Quellen-kategorie	offizielle ID von SPL / CC / Bestand	Staat BuLa	Kombination ♀ x ♂	Stammzahl b. Pflanzung		
							M	U	G
1	Rantzau	JLA	Bestand	SHK Rantzau	DE SH	-	75	75	48
2	Bad Gottleuba	ELA	SPL	Neundorfer Hang *	DE SN	-	75	75	48
3	Dietzhausen I	ELA	SPL		DE TH	-	75	75	
4	Dietzhausen II	ELA	SPL		DE TH	-	75		
5	Le Theil	ELA	SPL	VG310	FR	-	75	75	
6	Cunnersdorf II	F1E	CC	Neuärgerniß (Cun. II) *	DE SN	1 ELA x 1 JLA			48
7	Esbeek	F1E	SPL	Lh02	NL	1 ELA x 5 JLA	75	75	48
8	Fårefolden	F1E	SPL	FP201 *	DK	1 ELA x 6 VG JLA			48
9	Fichtelberg	F1E	SPL	Neundorfer Hang *	DE SN	1 ELA x 1 JLA	150	75	48
10	Halle 506	F1E	SPL	53/506/DE *	BE	15 ELA x 15 JLA	75	75	48
11	Halle 80	F1E	SPL	80/1/DE	BE	15 ELA x 15 JLA	75	75	48
12	Les Barres	F1E	SPL	FH201	FR	1 ELA x 1 VG JLA	75	75	48
13	Lohmen I	F1E	CC	Frauenstein I *	DE SN	1 ELA x 1 JLA	225	75	48
14	Lohmen II	F1E	CC	Graupa 68 *	DE SN	1 ELA x 1 JLA	150	75	48
15	Lohmen III	F1E	CC	Frauenstein II *	DE SN	1 ELA x 1 JLA	75	75	
16	LOLA 1	F1E	SPL	Küchergarten (LOLA 1) *	DE NI	1 ELA x 261 JLA	75	75	48
17	Marienberg	F1E	SPL	Marienberg *	DE SN	1 ELA x 1 JLA	75	75	48
18	Mistelgau	F1E	SPL	Schnappenhammer	DE BY	1 ELA x 1 JLA	150	75	48
19	Randbol	F1E	SPL	FP237	DK	2 ELA x 22 JLA		75	48
20	Vaals	F1E	SPL	Lh01	NL	12 ELA x 28 JLA	75	75	48
21	Flensburg 618	F1J	SPL	FP618	DK	1 JLA x 4 ELA		75	
22	Flensburg 626	F1J	SPL	FP626	DK	1 JLA x 4 ELA		75	
23	Holbaek	F1J	SPL	FP203	DK	1 JLA x 1 VG ELA		75	
24	Maglehem	F1J	SPL	FP-51	SE	1 JLA x 9 ELA	75	75	48
25	Morkov	F1J	SPL	FP205	DK	1 JLA x 1 VG ELA		75	
26	Wiston	F1J	SPL	NT23	GB	33 JLA x 33 ELA		75	48
27	Ciernon	F2	SPL	96/557/DE	BE	100 HLA		75	48
28	Giegengrün	SLA	Bestand		DE BY	-	150	75	48

Tabelle 3: Prüfglieder mit Geo- und Klimadaten der Bezugsperiode 1995-2009. [Breitengrad, Längengrad, Seehöhe ü. NN, Jahresmitteltemperatur (MAT), Temperaturdifferenz (TD), Jahresniederschlagsmittel (MAP), mittlere Niederschlagssumme der Vegetationsperiode (MSP), Kontinentalitätsindex (KI_G) nach GORCZYNSKI (<11 maritim, <22 leicht maritim) und Ariditätsindex (AI_{DM}) nach DE MARTONNE (<20 semiarid, <24 intermediär, <28 semihumid, <35 humid, <55 sehr humid)]

PG-Nr.	Bezeichnung	Breite	Länge	Höhe	MAT	TD	MAP	MSP	KI _G	AI _{DM}
1	Rantzau	53,79	9,74	20	9,2	16,8	741	349	14,8	38,6
2	Bad Gottleuba	50,91	13,99	240	8,6	19,1	630	355	21,4	33,9
3	Dietzhausen I	50,61	10,61	425	8,2	18,3	687	333	19,9	37,7
4	Dietzhausen II	50,61	10,61	425	8,2	18,3	686	332	19,9	37,7
5	Le Theil	48,26	0,71	90	11,6	14,8	663	257	13,3	30,7
6	Cunnersdorf II	50,87	14,11	400	7,7	19,1	635	361	21,5	35,9
7	Esbeek	51,46	5,14	22	10,4	14,8	828	360	11,8	40,6
8	Fårefolden	56,23	10,68	30	8,5	16,2	570	280	12,7	30,8
9	Fichtelberg	50,91	13,99	270	8,5	19,0	625	352	21,2	33,8
10	Halle 506	50,71	4,29	100	10,8	15,5	827	343	13,6	39,8
11	Halle 80	50,71	4,28	112	10,7	15,5	824	343	13,6	39,8
12	Les Barres	48,58	-0,51	270	10,5	13,3	801	301	9,8	39,1
13	Lohmen I	50,99	11,01	300	8,6	17,8	539	300	18,5	29,0
14	Lohmen II	50,99	11,01	300	8,6	17,8	539	300	18,5	29,0
15	Lohmen III	50,98	11,01	300	8,6	17,8	540	300	18,5	29,0
16	LOLA 1	52,47	7,16	27	9,9	15,3	821	375	12,4	41,3
17	Marienberg	50,98	11,01	300	8,6	17,8	545	302	18,5	29,3
18	Mistelgau	50,28	11,53	500	8,0	18,1	748	361	19,6	41,6
19	Randbol	55,69	9,25	78	8,3	16,0	813	346	12,5	44,4
20	Vaals	50,78	5,70	300	9,6	15,3	825	373	13,2	42,1
21	Flensburg 618	56,63	9,40	33	8,4	17,6	751	332	15,4	40,8
22	Flensburg 626	56,62	9,40	40	8,3	17,5	750	332	15,2	41,0
23	Holbaek	55,71	11,78	26	8,9	17,2	547	278	15,0	28,9
24	Maglehem	55,77	14,15	60	8,3	16,4	678	314	13,3	37,0
25	Morkov	55,65	11,52	40	8,9	17,0	555	279	14,6	29,4
26	Wiston	51,81	-4,86	76	10,0	11,8	961	341	5,1	47,7
27	Ciernon	50,18	5,09	210	9,9	15,9	913	388	14,6	44,2
28	Giegengrün	50,58	12,52	500	7,5	18,1	680	348	19,9	40,2

Datenverarbeitung und Statistische Analyse

Aus den gemessenen Variablen BHD und Baumhöhe wurden folgende abgeleitet oder auf Parzellenbasis berechnet: Überleben, Einzelbaumvolumen, Basalfläche je Hektar und Volumen je Hektar. Für die Herleitung des Einzelbaumvolumens diente eine Formzahl von 0,46. Das Hektarvolumen wurde aus den

Einzelbaumvolumina parzellenweise kumuliert, zur Grundfläche der Parzelle in Relation gesetzt und auf einen Hektar umgerechnet. Sämtliche metrischen Merkmale wurden zunächst für die Wiederholung berechnet. Für die Beschreibung der Versuchsfläche wurden die Werte der Wiederholungen zu auf das jeweilige Prüfglied bezogenen Lage- und Streuungsmaßen zusammengefasst. Bei störungsbedingtem, selten vorkommendem Ausfall von ganzen Parzellen wurde auf die adjustierten Mittelwerte der Varianzanalyse zurückgegriffen und diese wurden für die beschreibende Darstellung verwendet. Bäume mit Kronenbrüchen wurden aus der Höhenstatistik ausgeschlossen. Sämtliche statistischen Analysen und die Erstellung von Grafiken erfolgten mit dem Statistik-Paket SAS® 9.4 M1. Die Vergleiche der Mittelwerte je Parzelle geschahen in Varianzanalysen über die Methode der generalisierten linearen Modelle (GLM) über adjustierte Mittelwerte. Aufgrund signifikanter Wechselwirkungen zwischen Fläche und Prüfglied wurden die adjustierten Mittelwerte jeweils getrennt pro Fläche extrahiert. Überlebensprozente wurden per Arcsinus-Funktion transformiert. Um bei Ablehnung der H_0 -Hypothese Unterschiede zwischen den Prüfgliedern zu identifizieren, wurde auf den paarweisen Vergleichstest mit einem vorgewählten Standard nach DUNNETT ($\alpha= 0,05$) zurückgegriffen. Für die Versuchsfläche Meppen wurde die JLA-Absaat Rantzau als Standard herangezogen. Für die anderen beiden Flächen wurden der besseren Leistung wegen die Mittelwerte der Gruppe der ELA als Vergleichsmaßstab verwendet. Dieses Vorgehen deckt sich mit dem von LANGNER und SCHNECK (1998). Für die 15 auf drei Versuchsflächen gemeinsamen Prüfglieder wurden die Merkmale Höhe, BHD, Einzelbaumvolumen, Hektarvolumen und Basalfläche je Hektar auf Korrelation mit den entsprechenden Werten der anderen Versuchsflächen überprüft. Die Koordinaten und Klimawerte (Tabelle 3) der Einsammlungsorte wurden auf Korrelation ($\alpha= 0,05$) mit der Wuchsleistung untersucht. Für den Vergleich der Schaftformen wurde eine Kontingenztafelanalyse (chi-square) durchgeführt. Zusätzlich wurden die Hybridlärchen-Absaaten mit dem jeweiligen Standard paarweise verglichen (FISHER-Test, $\alpha= 0,05$).

Ergebnisse

Stammzahlen

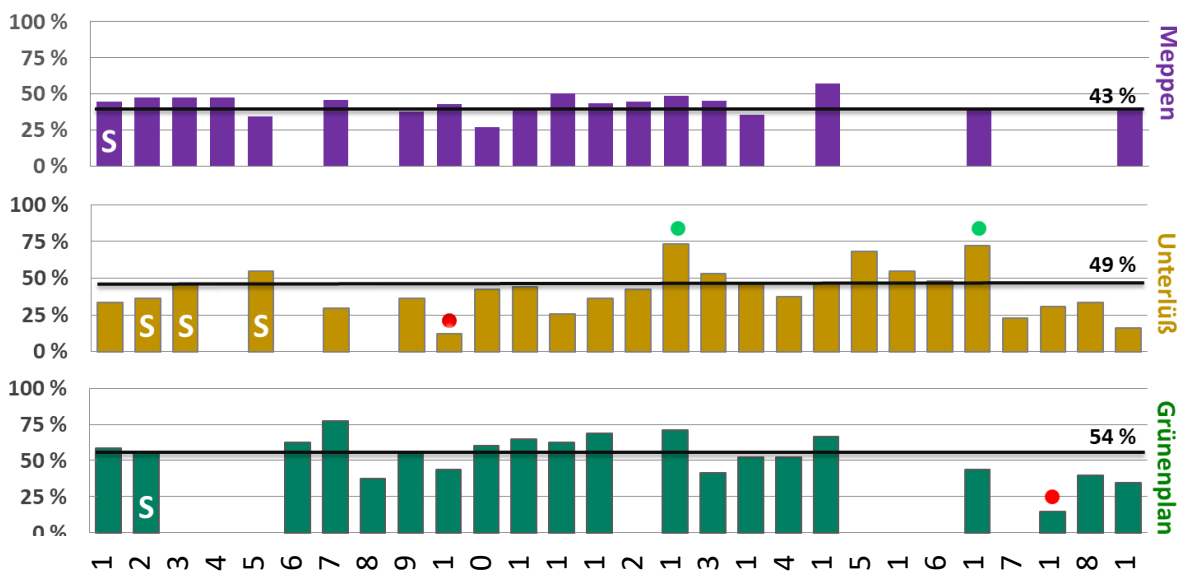


Abbildung 2: Überlebende Bäume je Absaat im Alter 20 in Relation zur ursprünglichen Pflanzenzahl abzüglich Rückegassen. [schwarze Linie = Mittel über alle Prüfglieder; rote und grüne Punkte signalisieren negativ bzw. positiv signifikante Abweichung vom gewählten Standard S]

Auf der durchforsteten Fläche Meppen stehen mit 43 % die wenigsten Individuen (Abbildung 2). Die Differenzen zwischen den einzelnen Prüfgliedern fallen geringer aus als bei den nicht durchforsteten Versuchen Unterlüß (49 %) und Grünenplan (54 %). Unterschiede lassen sich innerhalb von Meppen nicht belegen. In Unterlüß und Grünenplan fällt die Schwankung der Ausfälle deutlicher aus. In Unterlüß fällt eine belgische Absaat (10) auffällig häufig aus, während die Absaaten der niedersächsischen Samenplantage LOLA 1 (16) und der schwedischen Maglehem (24) signifikant höhere Stammzahlen aufweisen als das Mittel der Europäischen Lärchen. In Grünenplan steht die Absaat aus Wales (26) signifikant stammzahlärmer als die einzige Absaat Europäischer Lärche Bad Gottleuba (2).

Höhen

Die Mittelwerte und extremen Prüfgliedwerte der absoluten Stammzahlen und der weiteren Wachstumsparameter sind für einen Gesamtüberblick je Versuchsfläche in Tabelle 4 enthalten.

Tabelle 4: Versuchsflächenmittel und -extrema der Merkmale Stammzahl (N), Höhe (H), Brusthöhendurchmesser (BHD), Einzelbaumvolumen (EBV) und Hektarvolumen (HV)

Versuchsfläche	Stammzahl	H [m]	BHD [cm]	EBV [VFm]	HV [VFm]
	Min-MW-Max	Min – MW – Max	Min – MW – Max	Min – MW – Max	Min – MW – Max
Meppen	19 – 28 – 37	13,8 – 18,3 – 20,7	16,7 – 23,2 – 28,5	0,18 – 0,41 – 0,66	130 – 293 – 393
Unterlüß	12 – 37 – 55	9,8 – 13,2 – 15,6	14,1 – 19,8 – 22,8	0,08 – 0,21 – 0,40	34 – 163 – 319
Grünenplan	7 – 26 – 37	8,7 – 11,5 – 13,3	8,4 – 12,5 – 16,7	0,03 – 0,08 – 0,14	21 – 108 – 184

Meppen erreicht die höchste Mittelhöhe, Unterlüß 70 % davon, Grünenplan 60 %. Die Variationskoeffizienten liegen unter zehn Prozent (Meppen 5,6 %; Unterlüß 6,5 %; Grünenplan 9,4 %). Während die Höhen in Meppen starke Korrelation mit jenen aus Unterlüß ($r=0,78^*$) und Grünenplan ($r=0,77^*$) zeigen, ist diese zwischen Unterlüß und Grünenplan etwas schwächer ($r=0,68^*$).

Tabelle 5 fasst die Werte der Höhe und des Brusthöhendurchmessers nach Absaattypen zusammen. Die Gruppen bestehen zum Teil aus nur einem Prüfglied. Deutlichste Differenz zum Rest hinsichtlich der mittleren Baumhöhe zeigt die Sibirische Lärche. Die F2-Absaat ist in Unterlüß über 10 % niedriger als der Standard. Die F1-Hybriden sind entweder annähernd gleich hoch oder höher als die festgelegten Standards. Dabei ist die Gruppe F1J nur in Unterlüß stärker vertreten und dort höher als die Gruppe F1E.

Tabelle 5: Mittelwerte der Baumhöhen und BHD je Prüfgliedgruppe und Versuchsfläche inklusive der Anzahlen im jeweiligen Absaatyp enthaltener Prüfglieder; (Standard fett)

Absaatyp	Meppen			Unterlüß			Grünenplan		
	H [m]	BHD [cm]	N	H [m]	BHD [cm]	N	H [m]	BHD [cm]	N
JLA	18,3	24,5	1	13,3	18,8	1	11,4	11,7	1
ELA	18,0	21,9	4	12,9	19,1	3	11,0	11,9	1
F1E	18,8	23,9	12	13,4	20,0	13	11,6	12,8	14
F1J	19,6	24,9	1	13,9	20,8	6	11,2	11,0	2
F2	–	–	0	11,7	19,7	1	11,7	15,1	1
SLA	13,8	17,1	1	9,8	13,7	1	10,1	11,3	1

Abbildung 3 zeigt Mittelhöhen je Prüfglied und Fläche. Die Mittelwerte der Hybridlärchen streuen auf allen Versuchen im Rahmen von 30-40 % vom Versuchsmittel. Die Absaat der Sibirischen Lärche ist mit Ausnahme der Fläche Grünenplan mit deutlichem Abstand zu den übrigen Prüfgliedern auf dem letzten Rang. Absichern lassen sich positive Unterschiede zum jeweiligen Standard dreimal für Fichtelberg (9), zweimal für LOLA 1 (16), einmal für Maglehem (24) und negative zweifach für Mistelgau (18) und Giegenrün (28). Am seltensten sind Signifikanzen in Grünenplan anzutreffen.

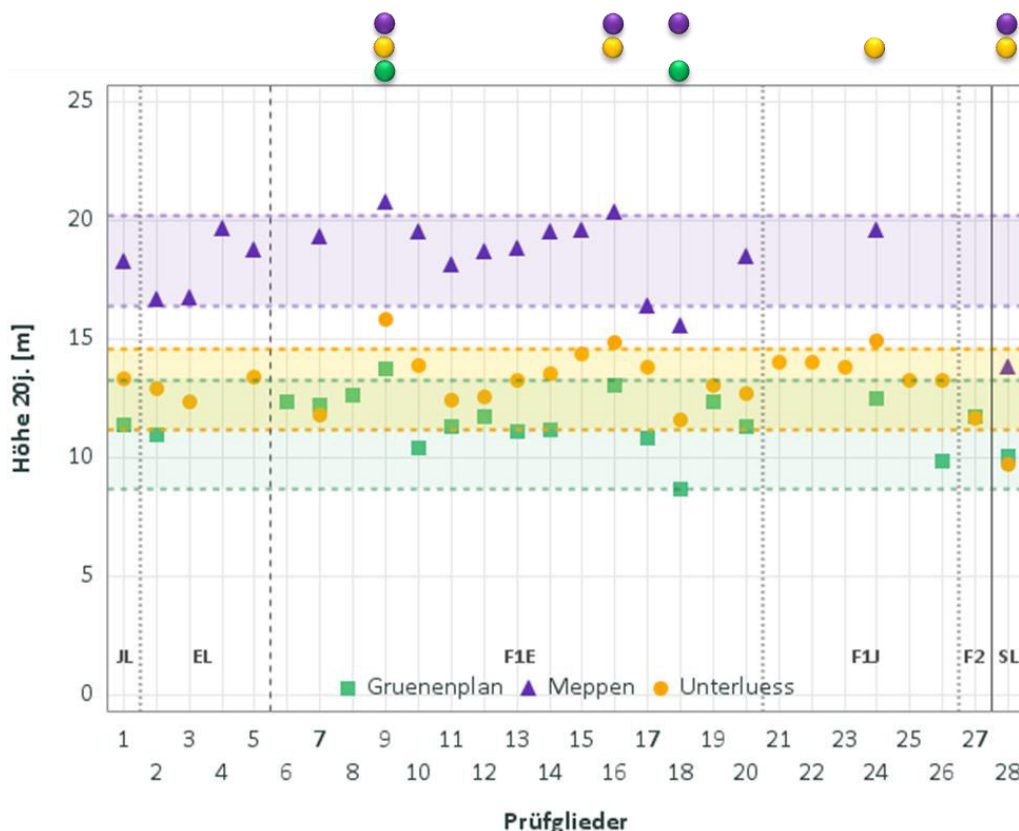


Abbildung 3: Mittlere Höhen der Prüfglieder auf den drei Versuchsflächen mit eingezeichneten Signifikanzlevels der Standards; über dem Diagramm markiert signifikante Unterschiede einzelner Prüfglieder

BHD

Hinsichtlich der erreichten Durchmesser (Tabelle 4) liegen die Mittelwerte von Unterlüß näher an jenen von Meppen als die Höhen. Auf beiden Flächen hat die Mehrheit der Prüfglieder im Alter von 20 Jahren Durchmesser von über 20 cm. Die Werte streuen in Meppen schwächer (Variationskoeffizient 8,9 %) als in Unterlüß (10,5 %) und Grünenplan (15,3 %). Die BHD in Meppen zeigen eine starke Korrelation mit jenen in Unterlüß ($r=0,76$), mit Grünenplan ($r=0,66^*$) und zwischen Unterlüß und Grünenplan eine mittlere Korrelation ($r=0,58^*$). Die Japanische Lärche ist in Meppen den Hybridgruppen mindestens ebenbürtig, auf den östlicheren Versuchsflächen fällt sie dagegen zurück, abgesehen von der kleinen Gruppe F1J in Grünenplan (Tabelle 5). In Bezug auf die Standards zeigt die Gruppe F1E auf den beiden östlichen Flächen ein stärkeres Dickenwachstum, die der F1J nur in Unterlüß. Die einzige F2-Absaat ist den F1-Hybriden vergleichbar bis deutlich dicker, während die Sibirische auf zwei Flächen deutlich abfällt. Der paarweise Vergleich hebt Fichtelberg in Meppen und Unterlüß positiv hervor, Lohmen II in Unterlüß und die beiden je nur einmal vertretenen Absaaten Flensburg 626 in Unterlüß und Fårefolden in Grünenplan. Negative Unterschiede lassen sich auch hier für die bayerische Absaat Mistelgau und für die Sibirische Lärche belegen.

Einzelbaumvolumina

Bei den mittleren Einzelbaumvolumina (EBV, Tabelle 4) liegen die Werte von Meppen etwa beim Doppelten von Unterlüß und beim Fünffachen von Grünenplan.

Tabelle 6: Relativierte Werte der Einzelbaumvolumina (EBV) und Hektar-Volumina (HV) auf den drei Versuchsflächen mit zugrunde liegenden Anzahlen (N) nach Absaatyp; (Standard= 100 %, fett)

Absaatyp	Meppen			Unterlüß			Grünenplan		
	EBV	HV	N	EBV	HV	N	EBV	HV	N
JLA	100 %	100 %	1	91 %	55 %	1	99 %	105 %	1
ELA	83 %	76 %	4	100 %	100 %	3	100 %	100 %	1
F1E	106 %	99 %	12	120 %	105 %	13	125 %	123 %	14
F1J	122 %	97 %	1	123 %	132 %	6	104 %	63 %	2
F2			0	91 %	66 %	1	171 %	103 %	1
SLA	43 %	41 %	1	38 %	23 %	1	84 %	49 %	1

Die Variationskoeffizienten sind für deutlich größer als für Höhe und BHD (Meppen 19,7 %, Unterlüß 26,0 %, Grünenplan 35,9 %). Die EBV aus Meppen zeigen sehr starke Korrelation mit jenen aus Unterlüß ($r=0,81^*$), die zu Grünenplan ($r=0,76^*$) und zwischen Unterlüß und Grünenplan sind auf hohem Niveau leicht schwächer ($r=0,73^*$). Die Relation der Absaatypen zeigt in Meppen eine im Verhältnis zur einzelnen JLA schwächere Gruppe ELA (Tabelle 6), während in Grünenplan beide gleichauf liegen, hingegen in Unterlüß die ELA eine höhere Stückmasse erreicht. Die Gruppe F1E ist in Meppen mit dem Standard gleichauf, in Grünenplan um 25 % darüber. In Unterlüß kommen beide Hybridgruppen auf mindestens 20 % mehr Einzelbaumvolumen. Die Sibirische Lärche liegt auf zwei Flächen bei unter der Hälfte der Standards, etwas weniger weit abgeschlagen in Grünenplan. Die durchschnittlichen Einzelbaumvolumina je Prüfglied streuen, abgesehen von der Sibirischen Lärche, in Spannen zwischen 60 % und 160 % um den Standard in Meppen, zwischen 40 % und 220 % in Unterlüß und zwischen 70 % und 220 % in Grünenplan. So zeigen sich beim Vergleich der Prüfglied-Mittelwerte Signifikanzen für Fichtelberg in Meppen bei einem EBV von 0,66 VFm und Unterlüß bei einem von 0,40 VFm, für Fårefolden mit 0,14 VFm in Grünenplan, allesamt positiv. Giegegrün ist in Meppen mit 0,18 VFm und Unterlüß mit 0,06 VFm signifikant schwachwüchsiger als der Standard.

Hektarvolumina

Das mittlere Hektarvolumen in Meppen liegt mit 293 VFm um 80 % über dem in Unterlüß (163 VFm). Grünenplan kommt auf 108 VFm (Tabelle 4). Die Variationskoeffizienten liegen ähnlich hoch wie die des EBV mit 26,5 % in Meppen, 33,6 % in Unterlüß und 37,3 % in Grünenplan. Dabei kommen auch in Unterlüß zwei Hybridabsaaten auf etwa 300 VFm, während in Meppen drei bei 200 VFm liegen. Eine Korrelation der Hektarvolumina ist nur zwischen Meppen und Grünenplan signifikant, dort aber auf hohem Niveau ($r=0,86^*$). Die Gruppierung zeigt eine Relation der ELA in Meppen zur JLA von 76 %, während in Unterlüß die ELA beinahe beim doppelten der JLA liegt (Tabelle 6). In Grünenplan liegen die beiden Arten bei annähernd gleichem Ertrag. Die Hybridlärche liegt in Meppen im Durchschnitt nicht über der JLA. In Unterlüß gilt dieses auch für die Gruppe F1E, die F1J jedoch liegt um 30 % höher. In Grünenplan liegt der Ertrag der Gruppe F1E um 23 % über dem Standard.

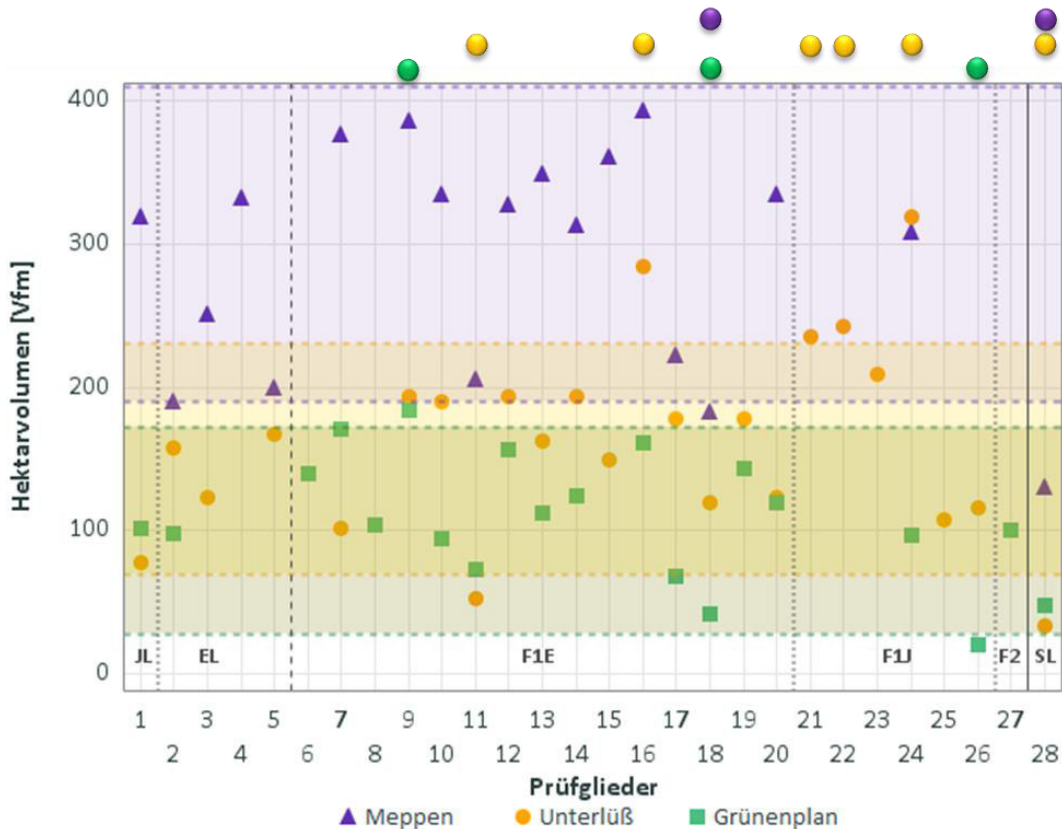


Abbildung 4: Mittlere Hektarvolumina der Prüfglieder auf den drei Versuchsfeldern mit eingezeichneten Signifikanzlevels der Vergleichsstandards und über dem Diagramm markiert signifikanten Unterschieden

Von den analysierten Merkmalen lassen sich beim Hektarvolumen die meisten signifikanten Unterschiede zu den jeweils festgelegten Standards nachweisen. Fichtelberg (9) ist in Grünenplan deutlich überlegen, LOLA 1 (16) in Unterlüß. Einmal überlegen sind die drei skandinavischen Absaaten Flensburg 618 (21), Flensburg 626 (22) und Maglehem (24) in Unterlüß, wobei die beiden dänischen (21, 22) auch nur dort verwendet wurden. Negativ fallen einmal die Absaaten Halle 80 (11) und Wiston (26), zweimal Mistelgau (18) und Giegenrün (28) auf.

Zusammenhang zwischen Wuchsmerkmalen und Klima

Auf der Fläche in Unterlüß ließ sich kein Zusammenhang zwischen Wachstumsmerkmalen und dem Klimaparametern feststellen. Die Seehöhe der Saatgutquelle hat auf den beiden Flächen Grünenplan und Meppen einen negativen Zusammenhang mit dem Wachstum der 15 gemeinsamen Lärchen-Absaaten.

In Meppen gilt für alle Wachstumsmerkmale, dass Absaaten aus geringerer Seehöhe besseres Wachstum zeigen (e.g. Höhe $r=0,67^*$). Für Grünenplan lässt sich dieser Zusammenhang für das Höhenwachstum nachweisen ($r=0,60^*$). Die klimatische Herkunft des Versuchsmaterials hat einen Zusammenhang mit Durchmesser und Grundfläche in Meppen (Tabelle 7). Die Jahresmitteltemperatur der Saatgutquellenstandorte zeigt positive Korrelation mit dem Durchmesserwachstum in Meppen ($r=0,53^*$), während steigende Kontinentalität negativen Einfluss darauf und auf die Basalfläche in Meppen hat. In Unterlüß ist der höchste Korrelationswert zur Kontinentalität der der Basalfläche ($r=0,235^{ns}$). Bei keiner der Flächen haben Breiten- oder Längengrad der Samenplantagen, Niederschlagsmittel im Jahr oder der Vegetationsperiode und Aridität am Standort der Saatgutquelle einen nachweisbaren Einfluss.

Tabelle 7: Korrelationskoeffizienten nach PEARSON ($N=15, \alpha=0,05$) über die Geo- und Klimadaten der gemeinsamen Prüfglieder und die prüfgliedweisen Mittelwerte der Versuchsflächen Meppen und Grünenplan [Breitengrad, Längengrad, Seehöhe ü. NN, MAT= Jahresmitteltemperatur, MAP= Jahresniederschlag, MSP= Niederschlag der Vegetationsperiode, KI= Kontinentalitätsindex, AI= Ariditätsindex (DE MARTONNE 1929), H_M= Höhe in Meppen, H_G= Höhe in Grünenplan usw., BA= Basalfläche je Hektar; **fettkursiv:** signifikant]

	Meppen					Grünenplan				
	H_M	BHD_M	EBV_M	HV_M	BA_M	H_G	BHD_G	EBV_G	HV_G	BA_G
Breite	0.281	0.200	0.213	0.214	0.192	0.362	0.058	-0.014	0.141	-0.092
Länge	-0.251	-0.358	-0.247	-0.300	-0.349	-0.034	-0.156	-0.285	-0.034	-0.376
Höhe	-0.673	-0.642	-0.560	-0.578	-0.577	-0.599	-0.403	-0.453	-0.359	-0.442
MAT	0.479	0.531	0.427	0.432	0.455	0.245	0.256	0.396	0.149	0.459
MAP	0.103	0.227	0.176	0.141	0.295	0.024	-0.061	0.121	-0.054	0.142
MSP	-0.131	-0.117	-0.100	-0.055	-0.050	0.002	-0.166	0.026	-0.117	-0.003
KI	-0.457	-0.515	-0.419	-0.483	-0.518	-0.328	-0.276	-0.350	-0.215	-0.388
AI	-0.096	0.039	0.023	-0.027	-0.003	-0.091	-0.201	-0.034	-0.142	-0.037

Schaftformen

Abbildung 5 zeigt die Verhältnisse aus der Bonitur in Meppen. Die Anteile der Qualitätsnoten 1 (zweischnurig gerade) und 2 (einschnurig), zusammen „B-Holz“, liegen im Durchschnitt für die Hybridlärchen bei 71 %, während die elterlichen Arten im Durchschnitt 53 % haben. Dabei liegen die hochwertigsten Nachkommenschaften Esbeek (7), Lohmen I (13), Lohmen III (15) und Vaals (20) bei über 90 %, Rantzau (1) bei gut 60 %. Auch innerhalb der Hybridlärchen gibt es starke Unterschiede. Drei Hybridlärchen-Prüfglieder haben signifikant schwächere Anteile der besseren Qualitäten als die übrigen Hybridlärchen, zwei davon signifikant minderwertiger als der Standard. Sieben von dreizehn eingesetzten Hybridlärchen-Absaaten bringen signifikant bessere Qualitäten hervor als Rantzau bei 90 % hochwertigen Stämmen gegenüber 60 %.

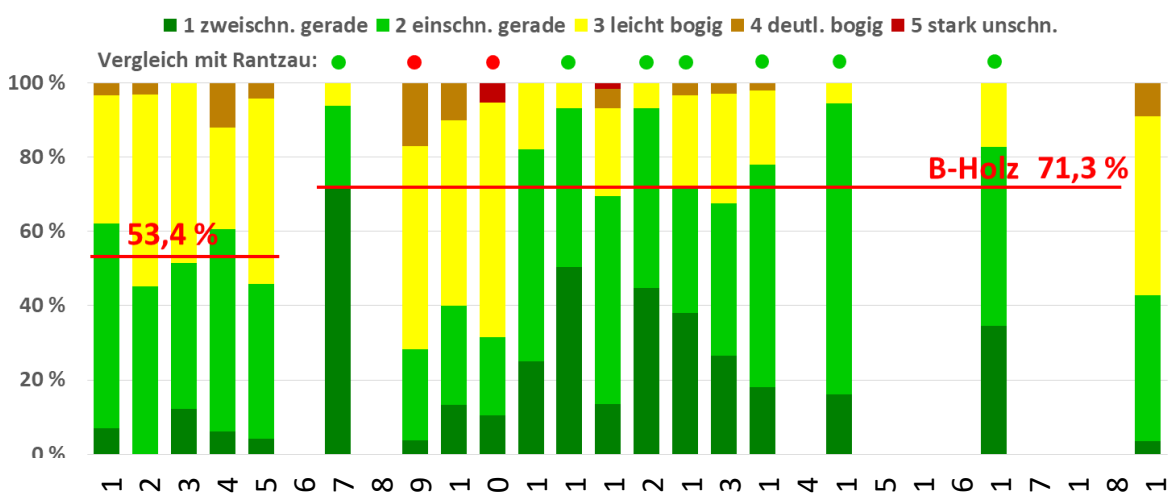


Abbildung 5: Schaftqualitäten in Meppen [rote Linien: Mittelwerte der kumulierten Anteile der Boniturnoten 1 und 2 für die Hybridlärchen einerseits sowie die Japanische und die Europäischen Lärchen zusammen andererseits; über den Balken signifikante Unterschiede (●●) im Vergleich zur Japanischen Lärche (1)].

In Unterlüß liegen die Werte auf niedrigerem Niveau als in Meppen. Die Europäische Lärche hat im Schnitt 30 % B-Holz-Anteile während die Hybridlärche auf mittlere 50 % kommt. Aber auch hier erweisen sich sechs Hybridlärchen-Absaaten als hochwertiger als die Europäischen Lärchen: Esbeek, Lohmen II, Randbol, Vaals, Flensburg 626 und Wiston. Das in Meppen qualitativ schwächere Prüfglied Halle 80 hat hier 56 % gute Qualitäten. Halle 506 aber und die in Meppen zufriedenstellenden Prüfglieder Les Barres und Maglehem zeigen um die 30 %, also auf dem Niveau des Standards. Nur die Absaat Fichtelberg hat auch hier signifikant geringere Anteile als die Europäische Lärche.

In Grünenplan lassen sich die Gruppe der Hybridlärchen (63 %) und der Standard (59 %) nicht unterscheiden. Aber auch hier gibt es Unterschiede zwischen Prüfgliedern im Vergleich zum Standard: positiv Esbeek, Fårefolden, Les Barres, LOLA 1, Randbol, Vaals; negativ Lohmen II, Giegengrün.

Zusammenfassende Ergebnisdarstellung

Tabelle 8: Durch paarweisen Mittelwertvergleich nach DUNNETT gefundene Signifikanzen in den metrischen Merkmalen und durch FISHER-Test gefundene Signifikanzen bei der Schaftform [EBV= Einzelbaumvolumen, HV= Hektarvolumen, M= Meppen, U= Unterlüß, G= Grünenplan, Σ= Saldo ±; grau= nicht im Versuch verwendet]

Absaat	Überleben			Höhe			BHD			EBV			HV			Schaftform			Σ
	M	U	G	M	U	G	M	U	G	M	U	G	M	U	G	M	U	G	
Fichtelberg (9) DE				+	+	+	+	+	+	+	+				+	-	-		8 2
LOLA 1 (16) DE		+		+	+									+		+		+	6
Maglehem (24) SE		+			+									+		+			4
Fårefolden (8) DK									+			+						+	3
Flensburg 626 (23) DK									+					+			+		3
Flensburg 618 (22) DK														+			+		2
Lohmen II (14) DE									+								+	-	2 1
Esbeek (7) NL																+	+	+	3
Vaals (20) NL																+	+	+	3
Randbol (19) DK																	+	+	2
Esbeek (7) NL																+			1
Les Barres (12) F																		+	1
Lohmen I (13) DE																+			1
Lohmen III (15) DE																+			1
Wiston (21) GB																	+	+	2
Mistelgau (18) DE																	+		1 7
Halle 80 (11) BE																			3
Giegengrün (28) DE																			9

In Tabelle 8 sind die Unterschiede für die untersuchten Merkmale auf drei Versuchsflächen zusammengesellt. Für sieben Hybridlärchen-Absaaten ergab sich in mindestens einem

Wachstumsmerkmal auf mindestens einer Versuchsfläche eine Überlegenheit der Hybridlärche. Sieben weitere zeigten im Wachstum keinen Unterschied, aber auf mindestens einer Versuchsfläche bessere Schaftformen. Fünf Hybridlärchen-Absaaten unterschieden sich im Wachstum auf mindestens einer Versuchsfläche negativ vom Standard. Die mit Abstand meisten Vorteile zeigten die Absaaten der Samenplantagen Fichtelberg, bei Formabzügen, LOLA 1 und Maglehem. Von den sechs nur auf einer Versuchsfläche verwendeten Hybridlärchen-Absaaten sind drei auf dieser Fläche signifikant besser als der Standard.

Diskussion

Bei den analysierten Merkmalen liegen die Hybridlärchen als Gruppe über den Werten der gewählten Standards oder gleichauf. In Meppen erreicht die Japanischen Lärche das Niveau der Hybridlärchengruppe bei mehreren Merkmalen. Es gibt auf allen drei Standorten bei den meisten Merkmalen Hybridlärchen, die Überlegenheit im Wachstum zeigen, aber stets auch Hybridlärchen-Absaaten, die schwächer ausfallen als die der Europäischen bzw. Japanischen Lärche. Es liegen also teils Heterosis-Effekte vor, gibt aber auch Effekte mit negativer Auswirkung oder zumindest keine Verbesserung gegenüber der Eignung der elterlichen Arten für den jeweiligen Standort. Solche Negativabweichungen finden sich auch vereinzelt bei LANGNER (1971), häufiger bei PÂQUES (2009) und PHILIPPE et al. (2016). Vor allem bei letzterem zeigen einzelne Samenplantagen, wie Mistelgau oder Wiston, schwache Wuchsleistungen gegenüber den Standards, andere 140 % mehr Volumenleistung. Auf den klassischen Standorten für Japanische Lärche kann sich dort die Hybridlärche kaum gegen die Japanische absetzen. Schon SCHMIDT (1955) zeigt die Absaat aus dem Bestand Rantzau auf einem Standort vergleichbar mit Meppen ein stärkeres Wachstum vor Maglehem und der enthaltenen Sudetenlärche, die wiederum beide das restliche Kollektiv übertreffen. In der Geradschaftigkeit finden PHILIPPE et al. (2016) keine Unterschiede oder leichte Nachteile bei Hybridlärchen. Auf der Mehrzahl der französischen Versuchsflächen zeigen die Absaaten von Maglehem eine ausgesprochen hohe Leistung verbunden mit guter Qualität wie in Meppen.

Bei STENER et al. (2007) werden zwei Versuchsflächen aus demselben Projekt behandelt. In Knutstorp stehen auch in Niedersachsen verwendete vier ELA- und zwölf Hybridlärchen-Absaaten. Sechsjährig ließen sich dort in beiden Versuchen über gruppenweise Mittelwertvergleiche für die Hybridlärche ein besseres Wachstum und bessere Qualitäten belegen. Es gibt Gemeinsamkeiten und Unterschiede der Ergebnisse. Auch hier lag eine Sudetenlärche im guten Mittelfeld gleichauf mit vielen Hybridlärchen. Im ersten Versuch am Unterhang mit Spätfrosteinwirkung kommen die SPL Maglehem, Lohmen I und II sowie eine Weiterentwicklung von Les Barres auf die besten Ränge im Wachstum bei guter Qualität. Die dänischen (inklusive Fårefolden), belgischen, französischen und Wiston kommen auf schwächere Ergebnisse. Am Oberhang steigern sich die LOLA 1 und Vaals auf Spitzenränge, die Dänen Fårefolden und Holbaek werden besser, Maglehem bricht etwas ein. Entscheidend für den Erfolg einzelner Nachkommenschaften schien lokal die Spätfrostlage für einige Absaaten zu sein, die im für Spätfroste prädestinierten Unterlüß für LOLA 1 und Holbaek scheinbar nicht erheblich war. Letztendlich fielen Wiston, Halle 80 und Ciergnon mehrfach wie in Niedersachsen in Wuchs- Merkmalen auf die unteren, mit leichtem Wechsel Maglehem, LOLA 1, Lohmen I und II, Vaals mehrfach auf die oberen Ränge.

PÂQUES (2009) beschreibt das wöchentliche Streckungsverhalten der Terminaltriebe in den Vegetationsperioden 2000 und 2004 an einem Kollektiv aus demselben Projekt. Enthalten sind Absaaten von Esbeek, Halle 506, Les Barres, LOLA 1, Mistelgau, Vaals, eine Flensburg und Wiston. PÂQUES bezeugt dem Typ F1E in seinen Versuchen einen positiven Heterosiseffekt gegenüber reinerbigen Absaaten ihrer Mütter durch effizientere Abstimmung des Wachstums mit der Vegetationsperiode, während bei F1J auch negative Heterosis auftrat. Das heterogene Verhalten der F1J lässt sich aus den Ergebnissen der Versuchsfläche Unterlüß nicht bestätigen. Fünf von sechs F1J sind dort in den einzelbaumbezogenen Variablen Höhe, BHD und EBV mindestens auf dem Niveau des Standards. Einzig Wiston hat leicht niedrigere, nicht signifikante Werte bei BHD und EBV. Die gleichwertige oder höhere Leistung der meisten

Absaaten vom Typ F1E in Niedersachsen bei geringerer Leistung von Marienberg und Mistelgau passt zu PÂQUES Befunden. LOLA 1 zeigt auch in den französischen Versuchen herausragende Leistung. Halle 80 ist dort nicht enthalten.

GEBUREK und SCHÜLER (2011) berichten von einem Versuch östlich von Wien, wo 20-jährig bei höchster Ertragsklasse der Europäischen Lärche sechs Absaaten der Hybridlärche überlegen waren. Dort im Kollektiv sind auch Cunnersdorf II, Lohmen II und Fichtelberg enthalten. Cunnersdorf II und Fichtelberg waren die wuchsstärksten. Qualitativ lagen Cunnersdorf II und Lohmen II im Mittelfeld. Fichtelberg hatte die schlechteste Qualität, was zum Verwerfen der Empfehlung für Österreich führte. Die Leistung und Qualität von Fichtelberg und Lohmen II entsprechen den niedersächsischen Ergebnissen. Cunnersdorf II war nur in Grünenplan enthalten und dort mittelmäßig.

LANGNER und SCHNECK (1998) vergleichen in ihrer Evaluierung von 30 Versuchen die Mittelwerte von Höhen und Basalflächenzuwachs von Hybridlärchen mit denen der reinen Arten. Die Hybridlärchen sind in 25 Fällen durchschnittlich überlegen. Ihrer Lage wegen sind elf gut mit Meppen zu vergleichen. Viermal davon waren einige Hybridlärchen-Absaaten den Standards unterlegen, immer jedoch waren die besten Hybridlärchen um 30-100 % im Basalflächenzuwachs überlegen. Die Standards waren an den maritimen Standorten um Ems und Niederrhein häufig Japanische Lärchen aber viermal auch Europäische, davon einmal eine Sudetenlärche. Somit erscheint das starke Abschneiden der Absaat Dietzhausen II in den niedersächsischen Ergebnissen nicht ungewöhnlich. Eine der Flächen bei LANGNER und SCHNECK (1998) ist sehr gut vergleichbar mit der Fläche Unterlüß. Sie liegt keine 20 km entfernt. Dort kamen 14 Hybridlärchen zur Verwendung. Als Standard setzte sich die leistungsstarke Europäische Lärchen-Absaat „Bundesstraße“ durch. Die Hybridlärche lag hälftig über und unter dem Basalflächenzuwachs des Standards. Die Japanische Lärche kam auf die Hälfte und schied als Standard klar aus, wobei wie in Unterlüß die Mittelhöhe nah an die Europäische Lärche herankam, die übrigen Merkmale jedoch nicht. Dies bestätigt die Festlegung des Standards für Unterlüß. Für Grünenplan gibt es in der Serie keine vergleichbaren Standorte. Unter den Prüfgliedern der Serie bei LANGNER und SCHNECK (1998) tauchen mehrfach Absaaten des Klons Fehrenbötel 17 auf und insbesondere auch Küchengarten (LOLA 1) mit demselben Mutterklon. Innerhalb der genannten Versuche liegen diese unter den Hybridlärchen leistungsmäßig und qualitativ stets zwischen Mittelfeld und Spitze, und zwar sowohl im Bereich Weser-Ems (HLä 4, 21, 22) als auch in Berlin (HLä 5). Wenn die japanischen Klone von Küchengarten als Vergleichsmaterial eingesetzt wurden, stellten diese im Kollektiv meist einen hohen Maßstab dar in Relation zur geprüften Hybridlärche.

Innerhalb des EU-Projekts wurden an der NFV die Anteile von Hybridlärchen in fünf Nachkommenschaften mittels isoenzymatischer Untersuchungen untersucht. Die gelenkte Kreuzung Cunnersdorf II lag bei 100 %, die Samenplantagen Les Barres und LOLA 1 bei 90 %, Mistelgau bei 19 %. Der vermeintliche Reinbestand Rantzau hatte einen Hybridanteil von immerhin 9 % (RAU unveröff.). PÂQUES (2009) benennt für Les Barres, Vaals, Esbeek, Flensburg und LOLA 1 70-90 % Hybridanteil im Saatgut, für Halle 506 gut 40 %, für Mistelgau und Wiston um 20 %. Im Grunde genommen liegen SPL mit nur einem Klon als Mutter über 70 % Hybridanteil, alle mit mehreren Mutterklonen, Ausnahme Vaals, unter 50 %. ACHÉRÉ et al. (2002) und STENER (2007) bestätigen die schwachen Hybridanteile für Mistelgau, Wiston und Halle 80. STENER (2007), PÂQUES (2013) und PHILIPPE et al. (2016) sehen eine Verbindung zwischen höherer Leistung der SPL-Absaaten, ihren Hybridanteilen und der Zahl der Mutterklone im SPL-Design. Dies lässt sich auf die in den niedersächsischen Versuchsflächen verwendeten Absaaten übertragen. Die höhere Wachstumswerte erreichenden SPL Fichtelberg, LOLA 1, Maglehem, Esbeek, Lohmen I-III und beiden Flensburg enthalten je genau einen Mutterklon. Die mäßig bis schwach wachsenden Absaaten Wiston, Vaals und Halle 80 enthalten 12-33 Mutterklone.

Klimatisch oder pathogen bedingte Ausfälle sind vor allem in Unterlüß und in Grünenplan festzustellen. Wie bei SCHÖBER (1977), LARSSON-STERN (2003) oder PÂQUES et al. (2013) ähnlich beschrieben, wurde kein Lärchenkrebs beobachtet, weder an den Sudetenlärchen noch an den Hybridlärchen. Andererseits ist davon auszugehen, dass für die Ausfälle in der Kulturphase unter anderem Trockenheit und Spätfröste

verantwortlich sind, die von einigen Autoren als Problem für Alpenherkünfte und für Japanische Lärche genannt werden (MÜNCH 1933, WACHTER 1969). Wie bei PÂQUES et al. (2013) kam es vereinzelt zu Radialrissen durch starkes Wachstum.

Zwischen Merkmalen der Saatgutquellen-Standorte und der Wuchsleistung auf den Versuchsfeldern Meppen und Grünenplan war teils signifikante Korrelation zu belegen. Abnehmende Seehöhe der Quelle bedeutete generell bessere Wuchsleistung in Meppen und zumindest besseren Höhenwuchsleistung in Grünenplan. Aus abnehmender Kontinentalität des Quellenstandorts resultierten zunehmende Durchmesser und Basalflächen in Meppen. Die Aridität/Humidität der Quellen-Standorte zeigte ebenso wenig Einfluss wie die Niederschlagsmittel im Jahr oder in der Vegetationsperiode. Die Korrelation der Kontinentalität mit den Wuchsleistungen passen zu den Ergebnissen von STENER (2007), wo die kontinentalen Absaaten des sehr ähnlichen Kollektivs besser wachsen als die maritimen aus Frankreich, Belgien, den Niederlanden und LOLA 1. STENER (2007) beschreibt außerdem für Schweden, dass mit Verfrachtung von Lärchen im Bezug zum Ursprung nach Süden das Wachstum der Absaat zu zeitig im Frühjahr beginne und das Spätfrostisiko steige. Zudem schließe die Nachkommenschaft im Herbst zu früh ab und nutze so die Vegetationsperiode ungenügend aus. Andererseits Sorge eine Nordverfrachtung für ein sinkendes Spätfrostisiko aber steigendes Frühfrostisiko und Überwinterungsprobleme. Zumindest das Spätfrostisiko könnte vor allem in Meppen und Unterlüß durchaus eine Rolle spielen, zumal sie vom NLF (2019) als explizites Problem der beiden Wuchsgebiete, vor allem der Hohen Heide, benannt werden. Gerade für die kontinentalste Fläche Unterlüß, auf der mehr Absaaten mit Japanische Lärche als Mutter eingesetzt wurden, konnte allerdings keine Korrelation festgestellt werden. Der Zusammenhang STENERS (2007) zwischen Wachstum und Breitengrad lässt sich durch die Korrelation in Niedersachsen nicht belegen.

Mit den gewählten Standorten der Versuchsfeldern ist die Frage der Eignung für die Baumart verbunden. Die Europäische Lärche ist eine Art des kontinentalen Klimas, die Expositionen ohne längere Phasen erhöhter Luftfeuchte braucht, bei weiter Standortamplitude von nährstoffreich bis -arm viele, auch regenärmere Standorte besiedelt, aber trockene Substrate meidet. Dabei hat sie ihres disjunkten Verbreitungsareals wegen eine breite genetische Spanne (MAYER 1961, ENGLISCH et al. 2011). Die Japanische Lärche hingegen unterscheidet sich angesichts ihres vergleichsweise kleinen Areal in ihren Herkünften weniger (SCHÖBER & RAU 1991, SCHNEIDER 1993). Sie vermag bei geringer Nährstoffversorgung und ausreichend Luftfeuchte mehr Volumen zu produzieren als die europäische Art (SCHÖBER 1953, NLF 2019), wächst auf Podsolen ebenso wie auf Kalkböden und meidet flachgründige Hanglagen und sauerstoffarme Böden. Im Gegensatz zur Europäischen gedeiht die Japanische Lärche bei hoher Luftfeuchtigkeit und somit in Küstennähe geradezu besser. In Süddeutschland war nach SCHENCKS (1939) Berichten die Europäische Lärche oft wüchsiger, „bei genügend Luftfeuchtigkeit und Bodenfeuchte“ jedoch sei „die Japanische Lärche allen anderen Lärchen – mit Ausnahme der Sudetenlärche – vorzuziehen.“ Stärkere Anfälligkeit beschrieben MÜNCH (1933) und SCHENCK (1939) gegenüber Hallimasch und Wurzelschwamm. Letzterer hat vermutlich in Unterlüß eine Rolle gespielt, ohne zwischen den Absaaten differenzieren zu können. Als Nachteil der Japanischen Lärche wird Trockenstresssensibilität genannt. Nach diesen Beschreibungen wären sowohl der Standort Meppen als auch der Standort Unterlüß für jeweils eine der Arten schlecht geeignet, abgesehen von den als Standards verwendeten Sudetenlärchen. Die in den Kreuzungen der Samenplantagen aber oftmals verwendeten Lärchen mit Ursprung aus den Alpen (WESTIN 2016, PÂQUES 2013) sind nicht für nebelfeuchte Küstenlandstriche geeignet, die Japanische Lärche nicht für unverlehmte Sandböden mit geringen Niederschlägen. Dass in den Versuchen dennoch überwiegend Hybridlärchen mit gleich starken und überragenden Erträgen stehen, zeigt die Eignung der Hybridlärche für die nicht typischen Standorte. Sie zeigte in diversen Studien eine deutlich weitere Standortamplitude und oft höhere Wuchsleistung (z. B. LARSSON-STERN 2003, WOLF und STEINKE 2017). Die Vorzüge der beiden Arten bleiben oft bei den Nachkommen der F1-Generation erhalten, die Nachteile werden oft vermieden. Abbildung 4 illustriert nicht nur die Standortunterschiede mit ihrer Auswirkung auf die Volumenleistung. Sie zeigt auch die aus dem Zusammenwirken aus Umwelt und Genetik resultierenden Unterschiede in der flächenbezogenen Wuchsleistung je Absaat und Standort

des Versuchs. Vorkommende Wechselwirkungen machen die Bedeutung der regionalen Prüfung deutlich und die Notwendigkeit, die Samenplantagen Cunnorsdorf II (DE SN), Fårefolden (DK), Morkov (DK) oder beide Flensburg auf mehreren Standorten zu prüfen.

Vorliegend waren die Schaftformen beim Gros der Hybriden besser als die der elterlichen Arten. SCHNECK (2009) schätzte die Schaftform der Hybriden als geringwertiger ein. Die in PÂQUES et al. (2013) enthaltenen Literaturlauswertung weist zwischen 20 und 40 % höhere Anteile an Geradschaftigkeit aus.

Die Versuchsstandorte liegen in drei unterschiedlichen Naturräumen Niedersachsens. Mit einem gewissen Radius über die Grenzen des Bundeslandes hinaus lassen sich aus den Ergebnissen Prognosen für vergleichbare Standorte ableiten. Die geologischen Standorte der Versuchsflächen Meppen und Unterlüß mit den daraus resultierten Bodentypen repräsentieren in ihren Wuchsgebieten jeweils eine große Waldfläche. Das Ertragsniveau der Versuchsfläche Grünenplan ist insgesamt durch die dortige Pseudovergleyung eingeschränkt. Auf den im Wuchsgebiet häufiger vorherrschenden Lössböden über Kalk- oder Buntsandstein ist eine andere Leistung zu erwarten.

Schlussfolgerungen

Die Hybridlärchen zeigen sowohl eine höhere Wuchsleistung als auch breitere Standortsamplitude als die reinen Arten. Nichtsdestotrotz herrschen zwischen den Absaaten verschiedener Samenplantagen örtlich erhebliche Leistungsunterschiede. Die Zahl der Versuchsflächen lässt ohne Ergebnisse aus den parallelen Flächen beispielsweise in Sachsen, Dänemark oder Belgien nur eine vorbehaltliche Aussage zu. Dennoch bestätigen die sieben signifikant wuchsstärkeren und sieben qualitativ hochwertigeren Nachkommenschaften die auf anderen Versuchen basierende Zulassung in der Kategorie „Geprüft“.

Für den Bereich der Hohen Heide entsteht aus den Ergebnissen das interessanteste Resultat, dass hier, wo Lärche bislang keine wesentliche Rolle spielt, die Hybridlärche 20-jährig bei etwa 300 Vfm auf 200 % vom Standard kommen kann, und das trotz höherer Kulturausfälle. Die ertragsstärksten Absaaten kamen von den Samenplantagen „Maglehem“ aus Südschweden, „Küchengarten“ (LOLA 1) aus Niedersachsen sowie von zwei Flächen der C.E. „Flensburg“ Plantage aus Dänemark. In Unterlüß und Meppen erreicht und übertrifft die Hybridlärche die Leistungsklasse 13 der Japanischen Lärche. Für den Bereich Weser-Ems lässt sich übereinstimmend mit der Niedersächsischen Waldbaurichtlinie schließen, dass dort die Japanische Lärche eine leistungsstarke Baumart ist. Aber auch hier kann mit gezielter Auswahl von Hybridlärchen-Material (LOLA 1, Fichtelberg, Esbeek) der Ertrag um 20 % gesteigert werden. Für den dritten Bereich lassen sich zwar Befunde ableiten für die Bevorzugung und Eignung bestimmter Samenplantagen für die Region, insbesondere für Fårefolden, Fichtelberg und LOLA 1, jedoch vermittelt die Fläche an sich keinen Eindruck vom eigentlichen Potenzial der „Alternativbaumart Hybridlärche“ im Weserbergland. Für Sturmwurfflächen der nördlichen Mittelgebirge reicht der Versuch Grünenplan nicht aus.

Die aus der Korrelation ermittelten Zusammenhänge zwischen der Seehöhe und der Kontinentalität der Samenplantage auf der einen Seite und der Leistung ihrer Absaat auf den beiden Versuchsflächen maritimeren Einschlags auf der anderen Seite sollte anhand weiterer Versuche bzw. an bereits vorliegenden Ergebnissen vorhandener Versuche auf eine mögliche Wiederholbarkeit des Befundes überprüft werden.

Mit Hilfe von Hybridlärchen lässt sich nach diesen Ergebnissen auf Lärchenstandorten und Standorten, die eigentlich keine klassischen Lärchenstandorte sind, der Ertrag und somit die im Klimawandel in der Forstwirtschaft erforderliche CO₂-Senke steigern. Sie ist eine wirksame Erweiterung der Baumartenpalette auf mäßig versorgten Standorten.

Danksagung

Den Niedersächsischen Landesforsten, namentlich den Amtsleitern BERND SCHWIETERT, ULRICH ZEIGERMANN und REINHARD FERCHLAND, den Revierleitern SIEGFRIED FORSTREUTER und WILHELM WARNING vom Forstamt Ankum und dem Amtsleiter HEINZ-HERMANN BRUNS und Revierleiterin JESSICA DAMAST vom Forstamt Grünenplan danken wir für die Flächenbereitstellung und -betreuung. Sodann möchten wir den Mitarbeitern der Forstverwaltung der Firma Rheinmetall, THEO GRÜNTJENS und RÜDIGER QUAST danken. Den Mitarbeitern der Nordwestdeutschen Forstlichen Versuchsanstalt wird für die Überlassung der Versuche gedankt. Die vorliegenden Ergebnisse wären nicht möglich ohne die Unterstützung zahlreicher technischer Mitarbeiter des Thünen-Instituts bei Außenaufnahmen und Datenaufbereitung möglich. Hier sei SWANTJE PORBADNIGK, MONIKA SPAUSZUS, RENATE RIETZ, DIETER BOEDECKER, MATTHIAS WELLERN und LARS HAMMERICH gedankt.

Literatur

- ACHERÉ V, RAMPANT PF, BENOÎT V, LEPLÉ JC, PÂQUES LE und PRAT D (2002): Characterization of hybrids between *Larix decidua* and *L. kaempferi* by molecular markers. Proc. Improvement of larch, 16-21
- ARCADE A, FAIVRE-RAMPANT P, LE GUERROUÉ B, PÂQUES LE, PRAT D (1996) Heterozygosity and hybrid performance in larch. Theoretical and applied genetics, 93 (8), 1274-1281
- AWG [BAYERISCHES AMT FÜR WALDGENETIK](2019): Herkunftsempfehlungen für Forstl. VG in Bayern
- BLE (Online-Abruf 01.11.2019): Statistische Daten zu Ernte und Handel mit forstlichem Vermehrungsgut, mehrere Jhrg., https://www.ble.de/DE/Themen/Wald-Holz/Forstliches-Vermehrungsgut/forstliches-vermehrungsgut_node.html;jsessionid=7047C3125B056AACAAAB95F4538A7C4D.1_cid325#doc8981808bodyText7;
- DACASA RÜDINGER M, KADOLSKY M, HÜLLER W, WOLF H (2016): Entwicklung der biotechnologischen Grundlagen und praxisnaher Anbauverfahren zur Steigerung der Dendromasseproduktion durch Züchtung und Massenvermehrung von Sorten ausgewählter Baumarten. Abschlussbericht, Pirna, 45 S.
- DE MARTONNE E (1926): Une nouvelle fonction climatologique: l' indice d' aridité. La Météorologie 2, 449-458
- ENGLISCH M, STARLINGER F, LIN H (2011) Die Lärche - ein Baum für alle Fälle. BFW-Praxisinfo, 25, 3-4
- GEBUREK T, SCHÜLER S (2011): Hybridlärche - eine "Baumart" mit Potenzial. BFW-Praxisinformation 25: 14 – 16
- GORCZYNSKI L (1920) Sur Le Calcul Du Degré Du Continentalisme Et Son Application Dans La Climatologie. Geografiska Annaler 2, 324-331
- HAASEMANN W (1986): Untersuchungen zur Ökologie der Europäerlärche, Japanerlärche und ihrer Hybriden im Naß-Trockenfeld. Beitr. f. d. Forstwirtschaft, 20, 184-188
- HERING S, BRAUN H (1992): Some results of larch hybrid breeding at Graupa. In: WEISGERBER H: Results and Future Trends in Larch Breeding on the Basis of Provenance Research. Proc., IUFRO Cent. Meet., S 2.02-07, 146-159
- KIELLANDER CL, LINDGREN D (1978): Odlingsvärdet hos olika arter, provenienser och hybrider av lärk i Sydsverige. Slutredogörelse (FSF 343 och F517/P59) från SLU, Stockholm. 33 S.
- LANGNER W (1971): 33 Jahre Hybridlärchenzüchtung. AFZ 26 (3): 54-55.
- LANGNER W, SCHNECK V (1998): Ein Beitrag zur Züchtung von Hybridlärchen (*Larix x eurolepis* HENRY). Sauerländer's Verlag, Frankfurt am Main. 159 S.
- LARSSON-STERN M (2003): Larch in commercial forestry: A literature review to help clarify the potential of hybrid larch (*Larix x eurolepis* HENRY) in Southern Sweden. South. Swed. Forest Research Centre Alnarp, Sweden. 34 S.
- LIESEBACH M, DEGEN B, GROTEHUSMANN H, JANßen A, RAU HM, SCHIRMER R, SCHNECK D, SCHNECK V, STEINER W und WOLF H (2013): Strategie zur mittel- und langfristigen Versorgung mit hochwertigem forstlichem Vermehrungsgut durch Züchtung in Deutschland. Johann Heinrich von Thünen-Institut, Braunschweig, Thünen Report 7, 78 S.
- MAYER H (1961): Waldbauliche Beiträge zur genetischen Beurteilung der Lärche. Forstwiss. Cbl., 80 (1-2), 29-48
- MÜNCH E (1933): Das Lärchenrätsel als Rassenfrage. Tharandter Forstl Jahrbuch, 84, 438-351.
- NLF [Nds. FORSTPLANUNGSAMT] (2019): Klimaangepasste Baumartenwahl in den Niedersächsischen Landesforsten (Stand 2019). Aus dem Walde, 61.
- NW-FVA (2018): Empfohlene Herkünfte Forstl. VG für Niedersachsen - Stand 01.06.2018
- PÂQUES LE (2002): Larch Tree Improvement Programme in France. Proc. LARIX 2002 symp., Gap, France. 104-118

- PÂQUES LE (2009): Growth rhythm parameters as components of hybrid vigour in young seedlings of hybrid larch (*Larix decidua* x *L. kaempferi*). *Silvae Genetica* 58 (1-6), 42-53
- PÂQUES LE, FOFFOVA E, HEINZE B, LELU-WALTER M-A, LIESEBACH M, PHILIPPE G (2013): Larches (*Larix sp.*). In: PÂQUES LE (ed.) *Forest Tree Breeding in Europe*. Springer-Verlag, 13-106
- PHILIPPE G, BURET C, MATZ S, PÂQUES LE (2016): Composition of hybrid larch (*Larix x eurolepis* H.) forest reproductive materials: How much does hybrid percentage affect stand performance? *New for.* 47 (4), 541-564
- ROULUND H (2007) Hybridlærk: en forbavsende overlegen træart. *Skoven*, 39 (2), 88-93
- SBS [STAATSBETRIEB SACHSENFORST (2012): Herkunftsgebiete und Herkunftsempfehlungen Freistaat Sachsen – Stand 01.03.2012
- SCHENCK CA (1939) *Fremdländische Wald- und Parkbäume*
- SCHMIDT W (1955): Lärchenherkünfte und *eurolepis*-Bastarde im nordwestdeutschen Küstengebiet (Versuchsfläche Bremerförde). *Allg. Forst-u. Jagdztg*, 126, 24-28.
- SCHNECK V (2009): Züchtung von Hybrid-Lärche in Deutschland - Ein Beispiel für erfolgreiche Forstpflanzenzüchtung? In: Proc. 28. Internationale Tagung der Arbeitsgemeinschaft (ARGE) für Forstgenetik und Forstpflanzenzüchtung. Mitt. a. d. Forschungsanstalt f. Waldökol. und Forstw. Rheinland-Pfalz Nr. 69/11
- SCHOBER R (1953): Die japanische Lärche: eine biologisch-ertragskundliche Untersuchung. Bd. 7 JD Sauerl. 46 S.
- SCHOBER R (1977): Vom 2. Internationalen Lärchen-Provenienzversuch 1958/59, ein Beitrag zur Lärchenherkunftsfrage. *Schriften aus der Forst. Fak. der Univ. Göttingen und der Nds. Forstl. Versuchsanstalt*, 49, 358 S.
- SCHOBER R, RAU H-M (1991): Ergebnisse des I. Internationalen Japanlärchen-Provenienzversuches. *Schriften aus der Forstlichen Fakultät der Universität Göttingen und der Nds. Forstlichen Versuchsanstalt* 102, 168 S.
- STENER L-G (2007): Tidig utvärdering av fyra sydsvenska försök med olika lärkarter av olika genetiskt ursprung. *Skogforsk* 650, 22 S.
- THÜRINGENFORST (2018) *Herkunftsempfehlungen für die Verwendung Forstl. VG in Thüringen*
- WACHTER H (1969): Frost als Ursache des Lärchensterbens. *Forstarchiv* 40, 53-62
- WANG T, HAMANN A (2012) CLIMATE EU v4.63 A program to generate annual, seasonal and monthly data for Europe. <https://sites.ualberta.ca/~ahamann/data/climateeu.html>
- WESTIN J, HELMERSSON A, STENER LG (2016): *Arbetsrapport*. *Skogforsk* 895, 70 S.
- WOLF H, STEINKE C (2017): Gattung *Larix* – unterschätzte Potenziale. *Beitr. Aus der NW-FVA* 16: 65-79.
- ZACZEK JJ, STEINER KC, SHIPMAN RD (1994): Performance of Japanese and hybrid larch progenies in Pennsylvania. *Northern Journal of Applied Forestry*, 11 (2), 53-57

Autoren

CHRISTOPH RIECKMANN, Dr. MIRKO LIESEBACH
Thünen-Institut für Forstgenetik, Sieker Landstraße 2, 22927 Großhansdorf
christoph.reickmann@thuenen.de

VOLKER SCHNECK
Thünen-Institut für Forstgenetik, Eberswalder Chaussee 3a, 15377 Waldsiedersdorf