

Prüfung von 25 jährigen Absaaten aus Kiefern-Samenplantagen

Helmut Grotehusmann*

Zusammenfassung

Eine Versuchsserie auf drei Standorten der Niedersächsischen Tiefebene mit 25-jährigen Kiefern Nachkommenschaften aus 19 Samenplantagen und vier Beständen der alten Bundesländer wird ausgewertet. Plusbäume aus dem niedersächsischen Flachland sind denjenigen aus Nordwestpolen (ehem. „Ostpreußen“) und aus dem Schwarzwald bzw. Bayerischen Wald in Leistung und Qualität unterlegen. Von Samenplantagen mit Plusbäumen aus dem nordwestlichen Polen werden Nachkommenschaften mit einem ausgegogenen Verhältnis zwischen hoher Qualität und guter Wuchsleistung erzeugt.

Schlüsselworte: *P. sylvestris*, Samenplantagen, Nachkommenschaftsprüfung, Versuchsserie, Züchtung

Summary

Test of Norway spruce seed orchard progenies at age 25

25 years old Scots pine progenies descending from 19 seed orchards and four stands are tested on three sites in the North German Plain. Plus trees from the lowland are inferior in quality and yield compared to those originating from north-western Poland (formerly “East Prussia”) and from the Black Forest and Bavarian Forest. Seed orchards with plus trees originating from north-western Poland generate progenies with a well-balanced proportion between high quality and good yield performance.

Keywords: *P. sylvestris*, seed orchard, progeny test, trial series, breeding

* Nordwestdeutsche Forstliche Versuchsanstalt, Prof.-Oelkers-Str. 6, 34346 Hann. Münden

Einleitung

Die Kiefer (*Pinus sylvestris* L.) ist bundesweit die Baumart mit dem zweitgrößten Flächenanteil. In den vier norddeutschen Bundesländern (Brandenburg, Mecklenburg-Vorpommern, Niedersachsen und Schleswig-Holstein) ist sie mit knapp 50 % Flächenanteil (Bundeswaldinventur, 2005) die wichtigste Wirtschaftsbaumart. Mitte des letzten Jahrhunderts wurden bereits Samenplantagen angelegt, um hochwertiges Saatgut für die

Neubegründung von Beständen bereitstellen zu können. Das Saatgutaufkommen aus Samenplantagen hat kontinuierlich zugenommen. In den vergangenen 10 Jahren wurde über die Hälfte des in Deutschland gewonnenen Saatgutes in geprüften Beständen oder Samenplantagen geerntet (Tabelle 1).

In der „alten“ Bundesrepublik gelegene Samenplantagen wurden von 1975 bis 1980 beerntet. Über den Umfang der Beerntung in den unterschiedlichen Reifejahren können keine Angaben gemacht werden. Es war das Ziel, die

Tabelle 1

Anzahl und Flächensumme von züchterisch bearbeitetem Ausgangsmaterial bei Kiefer, sowie aufsummierte Erntemengen 2003 bis 2013 von zugelassenem Material in Deutschland (BLE, 2013)

Herkunft des Ausgangsmaterials		Bestände		Samenplantagen				Summe		Erntemengen (kg) 2003 bis 2013 in ausgewählten Beständen
Nr	Name	geprüft		qualifiziert		geprüft		n	ha	
		n	ha	n	ha	n	ha	n	ha	
1	Nordsee-Küstenraum und Rhein.-Westf. Bucht			1	1,7			1	1,7	21,1
2	Mecklenburg			6	22,8			6	22,8	457,7
3	Heide und Altmark	7	47,1	2	6			9	53,1	264,5
4	Mittel- und Ostdeutsches Tiefland			9	35,9	7	52,7	16	88,6	856,3
5	Westdeutsches Bergland, kollin	6	56,7	2	5,8	2	4,8	11	68,8	11,6
6	Westdeutsches Bergland, montan	2	18,2	1	2			3	20,2	
7	Vogtland, Thür. Wald und Frankenwald, kollin			1	3,6			1	3,6	2,2
8	Vogtland, Thür. Wald und Frankenwald, montan			3	5,2			3	5,2	5,7
9	Thüringisch - Sächsisches Hügelland			2	6,5			2	6,5	6
10	Erzgebirge, kollin			1	1,2			1	1,2	23,1
11	Erzgebirge, montan			2	4,1			2	4,1	27,7
12	Oberes Vogtland und Nordostbay. Mittelgeb.			1	1,8	1	3,2	2	5	9,1
13	Ober rheingraben	4	33,5					4	33,5	696,3
14	Neckarland und Fränkische Platte			1	2,9			1	2,9	7,9
15	Mittelfränkisches Hügelland			1	1,5			1	1,5	6,5
16	Alb									1,2
17	Ostbayerische Mittelgebirge, kollin									
18	Ostbayerische Mittelgebirge, montan									
19	Schwarzwald, kollin									
20	Schwarzwald, montan			1	8,7			1	8,7	
21	Alpenvorland									17,2
22	Alpen, submontan									13,4
23	Alpen, hochmontan					1	1,3	1	1,3	202,6
	Osteuropa, RegNr. 123851040044					1	6	1	6	
	Ostpreußen, RegNr. 031851050014					1	3,8	1	3,8	
	Polen (Nordost-Polen), RegNr. 141851090083			1	3,8			1	3,8	
	Polen (Bialystok), RegNr. 141851090093			1	2,1			1	2,1	
	Polen (Pokoy), RegNr. 151851030014					1	9,5	1	9,5	
	Polen (Rychtal), RegNr. 153851040024					1	8,1	1	8,1	
	Polen (Taborz), RegNr.153851040023, 123851040084			1	5,6	1	5,6	2	11,2	
	Gesamtergebnis	19	155,5	37	121,2	16	95	73	373,2	2630,1
										qualifiziertes Vermehrungsgut 1888,3
										geprüftes Vermehrungsgut 1123,2
										insgesamt: 5641,6

Nachkommenschaften dieser Samenplantagen zu prüfen und nach erfolgreichem Abschluss der Prüfung die Samenplantagen als Ausgangsmaterial für Vermehrungsgut der Kategorie „Geprüft“ zuzulassen. Darüber hinaus sollten aufgrund der Prüfung Empfehlungen zum Anbau von Nachkommenschaften aus Samenplantagen für unterschiedliche Gebiete und Standorte in Niedersachsen abgeleitet werden. Über die Ergebnisse der ersten Aufnahme 1991 berichteten Hüller (1992) und Hüller et al. (1995). Eine weitere Vollaufnahme wurde 2005 im Pflanzenalter 25 vorgenommen und über die Auswertung dieser Aufnahme wird im Folgenden berichtet.

Material und Methode

Im Jahr 1981 wurden die Samen aller Prüfglieder im Kamp Escherode ausgesät. Eine Liste der beernteten Bestände und

Samenplantagen findet sich in Tabelle 2. Herkunft, Höhenlage und Anzahl der Plusbäume in diesen Samenplantagen ist, soweit ermittelbar, ebenfalls angegeben. Die Versuchsflächen wurden im Frühjahr 1984 mit 3 jährigen (1 + 2) Sämlingen bepflanzt. Verband, Versuchsdesign und Beschreibung der noch aktiven Flächen gibt die Tabelle 3 an. Diese drei Standorte liegen im Tiefland, ein auf über 500 m ü NN im Harz angelegter Versuch musste zwischenzeitlich aufgegeben werden.

Zur Pflanzung wurden die Flächen entsprechend vorbereitet (Hüller, 1992). Alle Flächen wurden vor der Pflanzung eingezäunt. Im Frühjahr 1984 wurden die Versuchs- und Reservepflanzen in zuvor abgesteckte Parzellen gepflanzt. Ausfälle nach der Pflanzung wurden ein Jahr später mit den Reservepflanzen desselben Prüfgliedes nachgebessert. Überzählige Reservepflanzen sowie Kiefernflug wurden im Zuge der planmäßigen Kulturpflegemaßnahmen entfernt.

Tabelle 2

Prüfgliedliste, differenziert nach Objekttyp und Höhenlage der Plusbäume (Hügellagen = H, Tieflagen = T)

Objekt	Lage	PG-Name	Forstamt, Abt.	Anlage/Alter	Herk./Ursprung (Anzahl Klone)	Register Nr.
Bestände	H	Burghaun ²⁾	Burghaun, 4410B/4415A0	80 J.		063 851 05 001 4
	H	Elmstein-Süd X 4c	Elmstein-Süd, X4c	153 J.		-
	T	Knesebeck (Standard)	Unterlüß	-	Saatgutmischung vermutlich aus Abt. 1045, 1046, 1064, und 2123	-
	H	Selb_IX/1	Selb, IX 1c	112 J.		
	H	Börrstadt	Ramsen	1961	FÄ Schönau, Dahn, Bitche (F); (34)	-
	H	Enztalkiefer ¹⁾	Breisach	1961	Forbach (19), Enzklösterle (33), Bad Wildbad (12), Murgschifferschaft (13)	83 851 20 001 3
	T	Gartow ¹⁾	Oldendorf, 524/525	1971	Gartow (1989: 63 Klone)	31 851 05 001 3
	H	Grebenau	Oldendorf, 131	ab 1966	Escherode (13), Grebenau (10), Wildeck (2), Hardeggen (2), Grünenplan (3)	-
	H	HochAlpen ²⁾	Traunstein, I 3, 4	1958	(36)	91 851 23 005 4
	T	Knesebeck	Münden, 3057	1964	FA Unterlüß, Sprakensehl (23), Knesebeck (17)	-
Plantagen	T	Knesebeck ¹⁾	Neuhaus, 240	1961	FA Unterlüß, Sprakensehl (20), Knesebeck (16)	34 851 05 001 3
	H	Maulbronn ¹⁾	Maulbronn	1962	(46)	82 851 14 001 3
	T	Ostpreußen ²⁾	Oldendorf, 137	1971	(99)	31 851 05 001 4
	T	Ostpreußen ²⁾	Reinhardshagen, 384	1959	Chorin ³⁾ (17), Rendsburg ³⁾ (10), Ostpreußen (3); Plantage gerodet	-
	H	Schwarzwald/Bayer.W.	Grünenplan, 48 c	1967	Forbach (8), Enzklösterle (13), Wildbad (3), Selb (14), Stettfeld (7)	-
	H	SchwereBöden	Rothenburg o.d.T.	1960	(54); Plantage gerodet	-
	H	Selb (Herrgottschlag)	Ebrach, VIII 3c2	1958	(36); Plantage gerodet	-
	H	Selb (Schafknock) ²⁾	Ebrach (neu:Bamberg)	1956	(42)	91 851 12 010 4
	H	Selb (Weißenstadt)	Weißenstadt, V 4v, 5a	1955	Plantage gerodet	-
	H	Stettfeld ¹⁾	Reinhardshagen, 7b	ab 1954	Stettfeld (18), Ebern(3)	62 851 05 001 3
H	Stettfeld	Traunstein, VII 3b4	1960	(47); Plantage gerodet	-	
H	Vogelsberg ²⁾	Reinhardshagen, 644/645	1958	Grünberg (1), Romrod (1), Homberg/Ohm (10)	62 851 05 005 4	
H	Wasserbett	Otterberg	1959	FÄ Elmstein-Nord, Elmstein-Süd, (25)	-	

¹⁾ qualifiziertes Ausgangsmaterial

²⁾ geprüftes Ausgangsmaterial

³⁾ Plusbäume aus Herkunftsversuchen mit ostpreußischem Material

Tabelle 3

Standortsangaben und Versuchsdesign auf den verbliebenen Flächen

Forstamt	Göhrde, Abt. 2022	Rotenburg/W, Abt. 1415	Unterlüß, Abt. 2116
Geo. Länge	11°11' östl. Länge	9°24' östl. Länge	10°45' östl. Länge
Geo. Breite	53° 2' nördl. Breite	53° 7' nördl. Breite	52°40' nördl. Breite
Höhe ü NN	15 m	40 m	90 m
Gelände	Ebene	Ebene	Ebene
Wuchsbezirk	Lüchower Niederung	Geest-Mitte	Ostheide
Standorttypen	Schwach grundwasser-beeinflusster schwach versorgter unverlehmtter Feintalsand mit geringer Flugsanddecke	Mäßig frischer, schwach versorgter Standort aus fast unverlehmttem silikatarmen Schmelzwassersand	Mäßig frischer, schwach versorgter, schwach verlehmtter Sandstandort mit Sandunterlagerung
Temperatur (°C)			
Jahr	8,5	8,6	8,0
Mai-September	15,2	14,7	14,8
Niederschlag (mm)			
Jahr	580	670	630
Mai-September	270	315	290
Versuchsdesign			
Anzahl Prüfglieder	25	36	36
Wiederholungen	3	3	3
Pflanzen je Parzelle	80	80	100
Verband	1,25 x 1,0	1,5 x 1,0	1,0 x 1,0

Einzelne Bestände und Plantagen sind mehrmals in unterschiedlichen Reifejahren beerntet worden. Die Verteilung der Prüfglieder nach Reifejahren auf die Flächen ist in der Tabelle 4 angegeben. Jede einzelne Bestandesabsaat kommt auf allen drei Flächen vor, der Bestand Elmstein-Süd sogar mit allen vier Reifejahren. Zum Zeitpunkt der Versuchsflächenanlage war der damals gesetzlich vorgeschriebene Standard nicht verfügbar. Da die Versuche im norddeutschen Tiefland liegen, wird die Bestandesabsaat aus dem Forstamt Unterlüß („Knesebeck“) als interner Standard für Vergleiche herangezogen.

Bei den Samenplantagenabsaaten ist die Verteilung aufgrund unterschiedlicher Pflanzenzahlen je Prüfglied weniger orthogonal, d.h. nicht alle Samenplantagen-Reifejahr Kombinationen sind auf allen drei Einzelversuchen vertreten. Die Samenplantagen „Enztalkiefer“, „Hochalpen“ und „Vogelsberg“ (jeweils 1 Reifejahr), sowie „Schwarzwald“ (2 Reifejahre) werden nicht am Standort Göhrde getestet. Von der Samenplantage „Knesebeck Münden“ gibt es die beiden Reifejahre 1976 und 1980. Wegen begrenzter Pflanzenzahlen kann die Absaat aus 1976 nur in Göhrde, diejenige aus 1980 nur auf den beiden anderen Flächen geprüft werden. Die übrigen Samenplantagen sind mit wenigstens einem Reifejahr auf allen drei Flächen vertreten.

An 20 % der Gesamtbaumzahl einer Parzelle wurden die Oberhöhen bestimmt. Der Brusthöhendurchmesser (BHD) wurde an 50 % aller Bäume (jeder 2. Pflanzreihe) gemessen. Es wurden nur Bäume mit einem Durchmesser größer 7 cm berücksichtigt. Fehlende Höhenwerte wurden in einem dreistufigen Verfahren berechnet (Rau et al., 2008).

Die Stammzahl je Hektar wurde aus Parzellengröße, Verband und lebenden (BHD-gemessenen) Pflanzen separat für jede Parzelle ermittelt. Aus BHD und den gemessenen und geschätzten Höhen wurde das Einzelstammvolumen und mit diesem, sowie der parzellenbezogenen Stammzahl je Hektar der Volumenertrag je Hektar für Einzelparzellen berechnet.

Die Stammform und Astigkeit wurde an Bäumen der Kraft'schen Klassen 1 und 2 visuell bonitiert. Die Formbonitur wurde in 5 Stufen, die Astigkeit dreifach unterteilt.

Stammformbonitur

Note	Beschreibung	Klasse
1	zweischnurig, ganz gerade	erwünscht
2	einschnurig mit geringen bis mittleren Bögen (bogig)	
3	einschnurig mit gegenläufig die Richtung wechselnden Bögen (geschlängelt)	ungeeignet
4	unschnurig („Korkenzieher“)	
5	krumm oder knickig	

Tabelle 4
Materialaufteilung auf die Versuchsorte

Ausgangsmaterial	Reifejahr	Orte		
		Göhrde	Rotenburg/W	Unterlüß
Bestände				
Burghaun4410+4415	1972	*	*	*
Elmstein-Süd	1976	*	*	*
Elmstein-Süd	1977	*	*	*
Elmstein-Süd	1978	*	*	*
Elmstein-Süd	1979	*	*	*
Knesebeck(Standard)	1972	*	*	*
Selb_IX/1	1977	*	*	*
Samenplantagen				
Börrstadt	1976		*	*
Börrstadt	1977		*	*
Börrstadt	1978		*	*
Börrstadt	1979	*	*	*
Enztalkiefer	1975		*	*
Gartow	1979	*	*	*
Gartow	1980	*	*	*
Grebenau	1979	*	*	*
Grebenau	1980		*	*
Hochalpen	1976		*	*
Knesebeck (Münden)	1976	*		
Knesebeck (Münden)	1980		*	*
Knesebeck (Neuhaus)	1979	*	*	*
Knesebeck (Neuhaus)	1980	*	*	*
Maulbronn	1979	*	*	*
Ostpreußen (Oldendorf)	1980	*	*	*
Ostpreußen (Reinhardshagen)	1979	*	*	*
Schwarzwald/Bayr.W.	1979		*	*
Schwarzwald/Bayr.W.	1980		*	*
SchwereBöden	1979	*	*	*
Selb (Herrgottsschlag)	1979	*	*	*
Selb (Schafknock)	1979	*	*	*
Selb (Weißenstadt)	1979	*	*	*
Stettfeld (Reinhardshagen)	1979	*	*	*
Stettfeld (Traunstein)	1979	*	*	*
Vogelsberg	1979		*	*
Wasserbett	1976	*	*	*
Wasserbett	1977	*	*	*
Wasserbett	1978		*	*
Wasserbett	1979		*	*

Astigkei

Note	Beschreibung	Klasse
1	auffallend feinastig (Ø ≤ ca. 2 cm)	„fein“
2	normal beastet (Ø = ca. 2 – ca. 4 cm)	
3	grobastig, inkl. Steilast und Zwiesel	„grob“

Bei der Stammform wurden die erste und zweite Boniturstufe zusammengefasst zur Klasse „erwünscht“ und mit der Klasse „ungeeignet“ verglichen. Anschließend wurde der Anteil an Bäumen mit der entsprechenden Merkmalsklasse relativ zur Gesamtzahl aller bonitierten Bäume einer Parzelle ermittelt. Bei der Astigkeit wurde der Anteil fein- und grobstiger Bäume auf die gleiche Weise bestimmt. Aus den Merkmalen Stammform und Astigkeit wurde schließlich noch parzellenweise der Anteil an Bäumen mit erwünschter Qualität berechnet. Dazu wurden alle Bäume gezählt mit Formbonituren 1 oder 2 („erwünscht“), wenn sie gleichzeitig als nicht-grobastig (Astigkeit 1 oder 2) eingestuft wurden.

Alle Versuche wurden als unvollständige Blockanlage mit drei Wiederholungen (Dreisatzgitter) angelegt. Die varianzanalytische Auswertung für den Einzelversuch erfolgte zunächst prüfgliedweise auf Basis von Parzellenmittelwerten. Zunächst wurden lediglich Absaaten aus dem Reifejahr 1979 berücksichtigt. Wegen der nicht orthogonalen Zuordnung der einzelnen Prüfglied-Reifejahr-Kombinationen wurden in einem zweiten Schritt die Reifejahre je Samenplantagen- oder Bestandesabsaat zusammengefasst (gepoolt) und als Ausgangsmaterial verrechnet. Die Verrechnung der Prüfglieder aus 1979 und des gepoolten Ausgangsmaterials je Versuch geschah nach folgendem Modell:

$$x_{ijk} = \mu + \gamma_i + \beta_j + \rho_{jk} + \epsilon_{ijk}$$

Dabei ist x_{ijk} der beobachtete phänotypische Wert von Prüfglied i in Wiederholung j im Block k , μ das Gesamtmittel, γ_i der Effekt von Prüfglied i , β_j der Effekt von Wiederholung j , ρ_{jk} der Effekt des Blocks k innerhalb Wiederholung j und ϵ_{ijk} der Versuchsfehler. Die um die Blockeffekte bereinigten (adjustierten) Mittelwerte je Fläche wurden berechnet und für die weitere Verrechnung verwendet. Das Modell lautet:

$$x_{ij} = \mu + \gamma_i + \beta_j + \epsilon_{ij}$$

Dabei ist x_{ij} der beobachtete phänotypische Wert von Prüfglied i am Ort j , μ das Gesamtmittel, γ_i der Effekt von Prüfglied i , β_j der Effekt von Ort j und ϵ_{ij} der Versuchsfehler. Die Verrechnung erfolgte mit der Prozedur Proc Mixed des Programmpaketes SAS.

Ergebnisse

Die mittlere Leistung aller Prüfglieder an den einzelnen Orten ist anhand ausgewählter Merkmale in der Abbildung 1 angegeben. Neben dem Serienmittel ist in der Abbildung auch der Mittelwert des Einzelstandorts (blauer Punkt) sowie die Leistung des Vergleichsstandards „Knesbeck“ (rotes Dreieck) angegeben. Die mittlere Stammzahl je ha ist in allen Versuchen ähnlich und schwankt nur geringfügig um das Serienmittel. Bei BHD und Volumen je Hektar übertrifft der Standort Göhrde die beiden anderen Versuche. Die Qualität der Bäume ist in Rotenburg/W am schlechtesten. Dort weisen im Mittel nur 20 % aller Bäume einen geraden bis leicht gebogenen Schaft und gleichzeitig eine feine oder normale Beastung auf. Damit liegt dieser Standort um 10 %-Punkte unterhalb des Serienmittels.

In der Tabelle 5 werden die Absaaten des Reifejahres 1979 über alle drei Versuche der Serie mit dem Standard verglichen. Bei der Wuchshöhe weisen die Absaaten der Samenplantagen „Griebenau“, „Selb (Herrgotts Schlag)“, „Selb (Schafknock)“ und „Wasserbett“ gegenüber dem Standard signifikante Überlegenheiten auf. Deutlicher sind die Unterschiede gegenüber dem Standard bei den Qualitätsmerkmalen. Bei Form und Feinästigkeit sind fünf bzw. sechs Samenplantagen-Nachkommenschaften statistisch abgesichert besser als die Kontrolle. Lediglich die Samenplantage „Wasserbett“ zeigt in ihren Absaaten schlechtere Stammformen als der Standard.

Die Samenplantagen „Enztalkiefer“, „Hochalpen“, „Knesbeck (Münden)“ und „Ostproußen (Oldendorf)“ sind in der Tabelle 5 nicht aufgeführt, da deren Absaaten nicht in 1979 geerntet wurden. Um auch diese Samenplantagen bei der

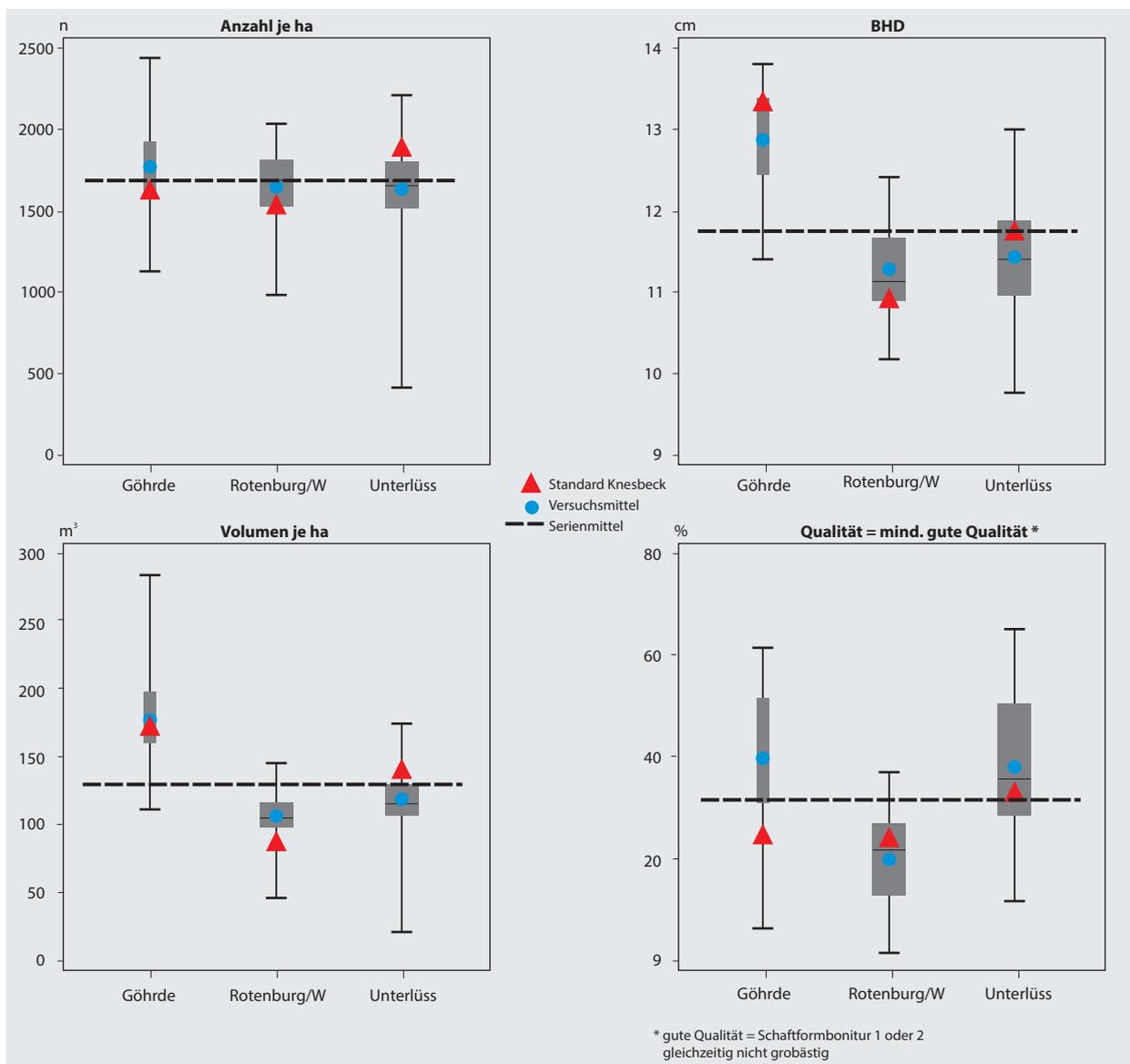


Abbildung 1

Ausprägung ausgewählter Merkmale an einzelnen Versuchsflächen im Alter 25

Tabelle 5

Adjustierte Mittelwerte der Prüfglieder aus dem Reifejahr 1979 in der Serie über drei Standorte (signifikante Differenz zum Standard mit 5 % (*), 1 % (**)) und 0,1 % (***) Irrtumswahrscheinlichkeit)

Prüfglieder	Anzahl Pfl/ha	BHD (cm)	Höhe (m)	erw. Form (%)	feinästig (%)	erw. Qualität (%)	Vol/Baum (m ³)	Vol/ha (m ³)
Elmstein-Süd (1979)	1856,8	12,2	12,6	11,2 **	9,0	10,9	0,083	152,3
Knesebeck (Standard)	1693,2	12,0	12,4	34,0	5,8	27,2	0,082	134,0
Samenplantagen (Reifejahr 1979)								
Börrstadt	1767,4	12,1	12,6	29,8	15,4	23,2	0,081	146,7
Gartow	1843,5	11,4	12,6	30,0	16,4	27,3	0,072	131,0
Grebenau	1842,7	11,6	12,8 *	48,9 *	15,5	41,1	0,077	141,0
Knesebeck (Neuhaus) ¹⁾	1482,2	11,9	12,2	47,2	15,6	39,1	0,075	103,7
Maulbronn	1415,7	12,7	12,5	38,9	7,1	32,6	0,090	126,6
Ostpreußen (Reinhardshg.) ²⁾	1848,4	11,4	12,6	55,0 **	17,9 *	51,4 **	0,073	129,6
Schwarzwald	1562,0 ***	11,6	12,4	59,8 **	15,2	48,3 *	0,075	115,5
SchwereBöden	1565,7	12,1	12,7	50,5 *	18,5 *	44,4 *	0,082	124,2
Selb (Herrgottschlag)	1730,7	11,9	12,9 **	45,8	19,9 *	37,0	0,082	142,4
Selb (Schafknoack)	1731,2	11,8	13,0 **	38,5	20,3 *	36,2	0,079	141,3
Selb (Weißenstadt)	1829,4 ***	11,5	12,8	42,5	24,0 **	40,9	0,074	137,7
Stettfeld (Reinhardshg.) ¹⁾	1659,0	11,4	12,3	43,9	12,8	38,9	0,070	117,8
Stettfeld (Traunstein)	1780,8	11,3	12,7	39,6	22,8 **	34,5	0,073	128,6
Vogelsberg ²⁾	1831,2 ***	11,9	12,3	57,0 **	7,4	47,1 *	0,075	135,0
Wasserbett	1658,7 ***	12,5	13,4 **	14,1 *	6,0	11,9	0,091	151,4
Serie	1711,7	11,8	12,6	40,4	14,7	34,8	0,078	132,9

¹⁾ Qualifiziertes Ausgangsmaterial
²⁾ Geprüftes Ausgangsmaterial

Auswertung zu berücksichtigen, werden die Ergebnisse bei Prüfgliedern mit anderen Reifejahren als 1979 bzw. mit mehreren Reifejahren im Folgenden wie bei einer früheren Aufnahme (Hüller et al., 1995) über die Reifejahre gepoolt.

Die Leistungen von Ausgangsmaterial über drei Standorte sowie statistisch abgesicherte Unterschiede (Sidak-Test) gegenüber Standard und Gesamtmittel sind in der Tabelle 6 angegeben. Bei den Beständen sind positive Abweichungen von „Burghaun“ (Höhe) und „Selb“ (feinästig) signifikant abgesichert. Negative Abweichungen treten bei „Elmstein-Süd“ in zwei Fällen (feinästig, erwünschte Qualität) und beim Kontrollbestand „Knesebeck“ in einem Fall (feinästig) auf. Von allen Absaaten besitzt „Knesebeck“ den geringsten Anteil an feinästigen Bäumen.

Die beiden Samenplantagen „Börrstadt“ und „Wasserbett“ erreichen Spitzenwerte in der Volumenleistung, weisen jedoch gleichzeitig mangelhafte Qualität auf. Eine ausgewogene Verteilung von Leistung und Qualität findet sich bei den beiden Samenplantagen mit Plusbäumen aus Nordwest-Polen. Nachkommenschaften von „Ostpreußen (Reinhardshagen)“ zeigen sowohl bei Stammform und Feinästigkeit hohe Werte und sind bei dem aus beiden Merkmalen berechneten Anteil an Bäumen mit erwünschter Qualität als einziges Prüfglied gegenüber der Kontrolle und dem Gesamtmittel signifikant überlegen. Die Absaaten der Plantage „Ostpreußen (Oldendorf)“ haben von den

Samenplantagen den drittbesten Volumenertrag und gleichzeitig überdurchschnittliche Qualität.

Die prüfgliedbezogenen Leistungen über die Serie und an den drei Standorten sind in Abbildung 2 mit farbigen Säulen und Symbolen dargestellt. Die vier dunkelgrünen Säulen repräsentieren die Bestände, die hellgrünen stehen für die Plantagenabsaaten. Mit den verschiedenen blauen Symbolen wird die Prüfgliedleistung an den einzelnen Standorten verdeutlicht und die gestrichelte horizontale Linie ist das jeweilige Gesamtmittel der Versuchsserie.

Von den Beständen ist einzig die Absaat „Selb“ von besserer Qualität als das Serienmittel, die anderen drei Bestandesabsaaten sind qualitativ deutlich schlechter. Allerdings erreichen Nachkommen des Bestandes „Selb“ nicht die Volumenleistung der übrigen Bestandesnachkommenschaften und liegen auch unterhalb des Serienmittels. Umgekehrt übertreffen die drei anderen Bestände bei der Volumenleistung den Durchschnitt, der Standardbestand aus Knesebeck ist an den beiden Standorten Gohrde und Rotenburg/W produktiver als das Serienmittel.

Bei den Samenplantagen gibt es beträchtliche Schwankungen um das Serienmittel, die bei der Qualität stärker ausgeprägt sind als bei der Volumenleistung. Die Absaaten der drei Samenplantagen mit Plusbäumen aus Selb unterscheiden sich nur geringfügig voneinander und übertreffen das Serienmittel bei Qualität und Volumenleistung. Das gleiche

Tabelle 6

Adjustierte Mittelwerte von Ausgangsmaterial in der Versuchsserie über drei Standorte. Signifikante Abweichungen in positiver (+) und negativer (-) Richtung von Standard (S) und Gesamtmitel (G)

Name	Anzahl/ha			BHD (cm)			Vol/ha (m ³)			Höhe (m)			erw. Form (%)			feinästig (%)			erw. Qualität (%)			Vol/Baum (m ³)		
	Mittel	S	G	Mittel	S	G	Mittel	S	G	Mittel	S	G	Mittel	S	G	Mittel	S	G	Mittel	S	G	Mittel	S	G
Bestände																								
Burghaun ²⁾	1880			12,0			13,1		+	29,5			8,7			26,8			0,082			151,1		
Elmstein-Süd	1658			12,3			12,5			16,5		-	6,5			15,8		-	0,084			138,8		
<i>Knesebeck (Standard)</i>	1680			12,0			12,4			33,3			3,0		-	26,9			0,082			133,3		
Selb_IX/1	1645			11,0			12,7			48,3			21,9		+	42,2			0,067			110,9		
Samenplantagen																								
Börrstadt (Ramsen)	1762			12,3			12,7			27,8			11,5			23,0			0,083			148,1		
Gartow (Oldendorf) ¹⁾	1772			11,5			12,6			34,2			12,7			30,4			0,073			127,1		
Grebenau (Oldendorf)	1848			11,5			12,7			44,4			14,0			36,8			0,075			136,2		
Hochalpen (Traunstein) ²⁾	693		-	10,8			10,0		-	54,0			19,6		+	35,0			0,056		-	53,1		-
Knesebeck (Münden)	1555			11,4			12,5			52,9			16,6		+	45,2			0,072			113,1		
Knesebeck (Neuhaus) ¹⁾	1539			11,9			12,4			45,0			10,3			38,1			0,076			113,9		
Enztalkiefer (Breisach) ¹⁾	1386			12,7			12,5			43,7			12,8			39,5			0,089			130,8		
Maulbronn	1422			12,7		+	12,5			37,9			6,6			31,5			0,090			128,1		
Ostpreußen (Oldendorf) ²⁾	2105		+	11,3			12,5			41,8			16,8		+	39,6			0,070			147,8		
Ostpreußen (Reinhardshagen) ²⁾	1835			11,4			12,6			56,0		+	17,0		+	51,9		+	0,073		+	129,4		
Schwarzwald (Grünenplan)	1619			11,7			12,5			57,1			13,7			47,0			0,076			122,0		
SchwereBöden (Rothenburg o.d.T.)	1553			12,1			12,6			50,7			17,2		+	44,3			0,082			123,2		
Selb (Herrgottsschlag)	1736			11,9			12,9			46,5			19,9		+	37,5			0,082			143,5		
Selb (Schafknock) ²⁾	1723			11,8			13,0		+	37,8			18,6		+	35,6			0,080			140,8		
Selb (Weißenstadt)	1834			11,5			12,8			41,1			24,1		+	39,1			0,074			137,0		
Stettfeld (Reinhardshagen) ¹⁾	1681			11,3			12,4			42,8			12,4			37,5			0,070			120,4		
Stettfeld (Traunstein)	1792			11,3			12,7			39,1			20,4		+	33,0			0,073			129,0		
Vogelsberg (Reinhardshagen) ²⁾	1845			11,8			12,3			57,6		+	4,6			47,4			0,075			138,1		
Wasserbett (Otterberg)	1853			12,6			13,3		+	18,5		-	8,1			16,5		-	0,093		+	172,2		+
Gesamtmitel	1670,2			11,8			12,5			41,6			13,8			35,7			0,077			129,9		

¹⁾ Qualifiziertes Ausgangsmaterial

²⁾ Geprüftes Ausgangsmaterial

trifft auch für die beiden Plantagenabsaaten mit Plusbäumen aus Nordwest-Polen zu.

Die oft gegenläufige Beziehung bei Qualität und Wuchsleistung erschwert eine Bewertung der Prüfglieder. Daher wurden die Ergebnisse der Leistungs- und Qualitätsmerkmale zu drei Indizes zusammengefasst, wobei die jeweiligen t-Werte beim Vergleich einzelner Prüfglieder mit dem Serienmittel die Indexkomponenten darstellen.

Einmal wurden die beiden berechneten Merkmale Volumen je Hektar und Anteil an Bäumen mit erwünschter Qualität jeweils gleich gewichtet verwendet (Index A). Im zweiten Index (Index B) wurden die beiden Merkmale unterschiedlich gewichtet, wobei die Massenleistung zu 2/3 und die erwünschte Qualität zu 1/3 berücksichtigt wurde. Ein dritter Index (Index C) wurde aus je drei Leistungsmerkmalen (Stammzahl je Hektar, Höhe, BHD) und drei

Qualitätseigenschaften (% mit Stammformbonitur 1 oder 2, % feinästiger Bäume, mittlere Formbonitur) jeweils zu gleichen Teilen ermittelt.

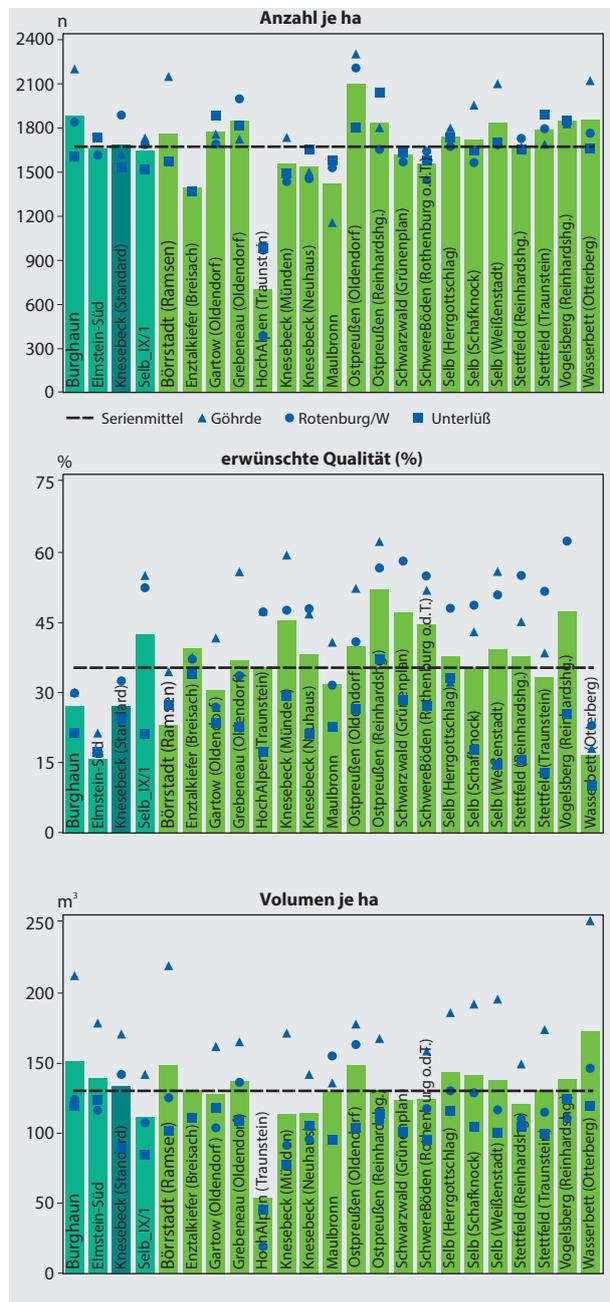


Abbildung 2 Leistung der Prüfglieder (gepoolt über Reifejahre) in Serie über drei Versuche, Alter 25

Diskussion

Aus Provenienzversuchen (Giertych, 1979; Giertych und Oleksyn, 1992) ist eine vielfach gegenläufige Beziehung zwischen Wuchsleistung und Qualitätsmerkmalen bekannt. In diesen Versuchen zeigte sich die hervorragende Wuchsleistung von Kiefern aus dem zentraleuropäischen Tiefland. Die für den Anbau in Mitteleuropa geeigneten Herkünfte besitzen eine enge genetische Verwandtschaft und lassen sich mit Isoenzymmarkern nicht trennen (Liesebach, 2007).

Zwei umfangreiche Serien mit Nachkommenschaftsprüfungen von Beständen und Samenplantagen wurden 1975 im östlichen Teil Deutschlands (Kohlstock und Schneck, 1992; Schneck, 2001) und 1987 im westlichen Teil der Norddeutschen Tiefebene angelegt (Rau, 2009). In beiden Serien zeigten Nachkommenschaften vom Nordostdeutschen Tiefland bis nach Polen hin zunehmende Qualitäten. Die Stammqualität der nordeuropäischen Herkünfte und solchen aus Hügellagen ist bekannt (Mátyás et al., 2004). Umgekehrt nimmt die Wuchsleistung nach Osten hin immer mehr ab und ist ab der polnischen Ostgrenze besonders gering (Schneck, 2007). Die östliche Grenze der Verwendbarkeit von Herkünften in Mitteleuropa verläuft durch Polen. In einem rein polnischen Versuch (Kowalczyk, 2005) schnitten die nordwestpolnischen Herkünfte am besten ab, nach Osten hin wurde die Wuchsleistung schwächer.

Die in den Samenplantagen dieser Serie vorhandenen Plusbäume stammen aus dem gesamten für Mitteleuropa geeigneten Gebiet. Aber nur wenige kombinieren optimale Wuchsleistung und gute Qualität in ihren Erbanlagen. Plusbäume aus südwestlichen Regionen Deutschlands („Börststadt“, „Wasserbett“) haben wüchsige Nachkommen, die aber überwiegend schlechte Stammformen aufweisen. Etwas eingeschränkt werden muss diese Aussage durch die Leistung der beiden Plantagen mit Plusbäumen aus dem Schwarzwald. Die Nachkommenschaften der Plantage „Enztkiefer (FA Breisach)“ und „Schwarzwald/Bayer.Wald (FA Grünenplan)“ weisen recht gute Qualitäten auf. Dafür dürfte die Herkunft der Plusbäume verantwortlich sein, denn beide Samenplantagen enthalten Plusbäume aus Enzklösterle, Bad Wildbad und Forbach (vgl. Tab. 2).

Die Samenplantagen mit Material aus Selb sind in der Qualität der Bestandesabsaat aus der gleichen Region unterlegen, sie sind aber deutlich produktiver. Umgekehrte Verhältnisse liegen bei dem Material aus Knesebeck vor. Bei Qualität sind die beiden Samenplantagen besser als der Vergleichsbestand aus der gleichen Gegend, in der Massenleistung erreichen sie nicht dessen Niveau.

Um die oft gegensätzlichen Beziehungen zwischen Qualitäts- und Leistungsparametern gerecht zu bewerten, bieten sich verschiedene Indizes aus Qualitäts- und Leistungsmerkmalen an, mit denen die Plantagenabsaaten sortiert werden können. In der Nachkommenschaftsprüfung von 1975 (Kohlstock und Schneck, 1992) wurde beispielsweise ein Index aus mehreren Merkmalen gebildet, indem Prüfgliedabweichungen vom Versuchsmittelwert mit der Streuung des Versuchsmittels standardisiert und mit merkmalsabhängigen Bewertungsfaktoren versehen wurden (Schneck, 2007). Aus dieser

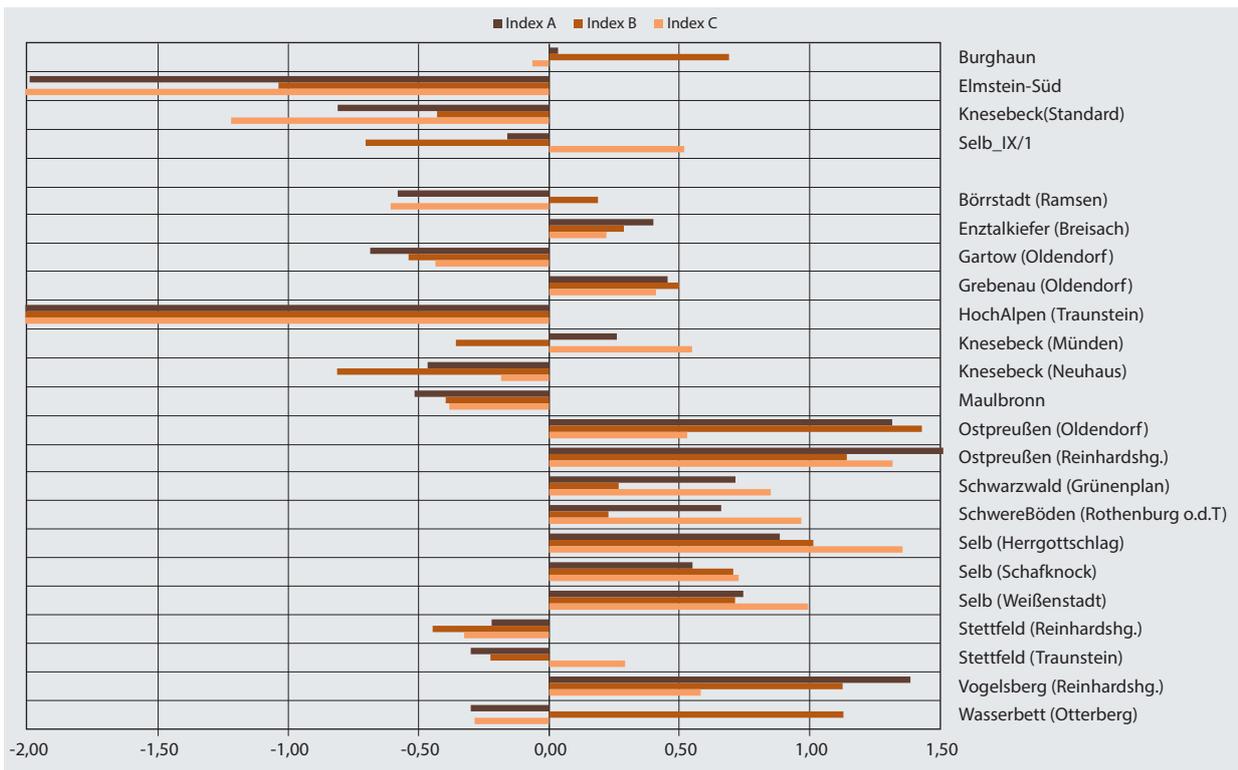


Abbildung 3

Indizes aus t-Werten beim Vergleich von Prüfgliedwerten mit dem Serienmittel über drei Versuche.

Index A: $(\text{Volumen/ha} \cdot 0,5) + (\text{erwünschte Qualität} \cdot 0,5)$;

Index B: $(\text{Volumen/ha} \cdot 0,66) + (\text{erwünschte Qualität} \cdot 0,33)$;

Index C: $(\text{Stammzahl/ha} + \text{BHD} + \text{Höhe} + \text{Form 1,2} + \text{feinästig} + \text{Formbonitur})/6$

Serie konnten unter anderem vier Samenplantagen als Ausgangsmaterial für geprüftes Vermehrungsgut zugelassen werden (Schneck, 2001).

Einen anderen Ansatz verfolgte Rau (2009), der für jedes Prüfglied einen Index aus Prozentwerten im Vergleich zum Versuchsmittel bzw. zu einer Kontrollgruppe berechnete, wobei die Qualität doppelt so stark berücksichtigt wurde wie die Volumenleistung. Prozentuale Abweichungen von einer Referenzgröße, bzw. deren Mittel über mehrere Merkmale sind unabhängig von der Maß- oder Bonitureinheit, sagen aber nichts über die Bedeutung dieser Werte aus.

Für den hier verwendeten Index wurden Differenzen von Prüfgliedmittelwerten gegenüber dem jeweiligen Versuchsmittel ermittelt und standardisiert mit dem geschätzten Fehler der Mittelwertsdifferenz. Die t-Werte der im Index zusammengefassten Merkmale wurden prüfgliedweise ermittelt. Ein Index aus t-Werten von wichtigen Merkmalen ist merkmals- bzw. maßstabsunabhängig und erlaubt darüber hinaus eine Abschätzung der statistischen Relevanz. Je näher der Index der Signifikanzschwelle für t-Werte (1,96) kommt, desto gewichtiger sind die Leistungen des betreffenden Prüfgliedes zu werten.

Eindeutig ungeeignet für den Anbau in Tieflagen sind die Samenplantage „Hochalpen“ und die Bestandesabsaat „Elmstein-Süd“. Absaaten des Bestandes aus Selb besitzen eine gute Qualität und diejenigen des Bestandes aus Burghaun

eine gute Leistung. Im ersten Fall ist der qualitätsbetonte Index C, im zweiten der leistungsbezogenen Index B positiv.

Material aus der niedersächsischen Tiefebene ist an den untersuchten Standorten nur bedingt geeignet. Bei der Bestandesabsaat aus dem Forstamt Unterlüß („Knesebeck (Standard)“) und bei zwei Plantagenabsaaten „Knesebeck (Neuhaus)“ und „Gartow (Oldendorf)“ zeigen alle drei Indizes in negative Richtung. Die zweite Plantage mit Plusbäumen aus Knesebeck schneidet etwas besser ab. In einer Prüfung von 58 Beständen auf sechs Standorten (Rau, 2009) schnitten Absaaten aus Gartow und Knesebeck ebenfalls relativ schlecht ab.

Bei der Bewertung der Gesamtleistung von Prüfgliedern muss deren Herkunft in Betracht gezogen werden (Taeger et al., 2013). Die von Taeger et al. (2014) ermittelte gute Eignung lokaler Herkünfte kann in dieser Untersuchung nicht bestätigt werden. Nachkommen von einigen Samenplantagen mit Plusbäumen aus dem Hügelland sind besser an die Verhältnisse der niedersächsischen Tiefebene angepasst als Absaaten von Plusbäumen aus eben dieser Region.

Von den Plantagen des Hügellandes sind „Börrstadt (Ramsen)“, „Maulbronn“, „Wasserbett (Otterberg)“ und die beiden Plantagen mit Plusbäumen aus den Haßbergen („Stettfeld (Reinhardshagen)“, „Stettfeld (Traunstein)“) für Tieflagen nicht geeignet. In einer Versuchsserie mit Samenplantagenabsaaten auf fünf Standorten des Oberrhein-

grabens und sieben Versuchen im hessischen Mittelgebirge konnten die Plusbäume aus Stettfeld ebenfalls nicht überzeugen (Grotehusmann, 1998). Die gleichfalls in dieser hessischen Serie geprüften Plusbäume der Plantage „Ostpreußen (Reinhardshagen)“ waren bei Leistung und Qualität in beiden Anbauregionen in der Spitzengruppe vertreten. In einem kleineren, auf zwei Standorten angelegten Versuch (Rau, 1998) wuchsen Nachkommenschaften der hessischen Kiefernplantage „Stettfeld“ verhaltener als die Absaaten Plantagen mit Plusbäumen aus dem Schwarzwald, der Selber Höhenkiefer und aus Nordwest-Polen.

Die schlechte Qualität der beiden Samenplantagen mit südwestdeutschen Plusbäumen zeigte sich bereits frühzeitig (Hüller, 1992). In anderen Untersuchungen wurden schlechte Stammformen von Herkünften aus diesen Regionen ebenfalls schon früh bemerkt (Stephan und Liesebach, 1996). Qualitätskriterien könnten daher schon bald nach der Pflanzung von Nachkommenschaften erste Hinweise auf die Eignung von Samenplantagen liefern. Die Anlage von Samenplantagen ist ein zeitaufwändiger Vorgang und baldige Prüfergebnisse erleichtern die Einschätzung, ob eine Samenplantage hochwertiges Vermehrungsgut produziert und die Voraussetzungen zur Zulassung als „Ausgangsmaterial für geprüftes Vermehrungsgut“ erfüllt.

Die Zeitspanne zwischen dem Aufbau einer Samenplantage, deren Prüfung und den ersten verlässlichen Ergebnissen ist relativ lang. Einige der Plantagen waren zu Beginn der Prüfungen nach der damals geltenden Rechtslage entweder als „Ausgewähltes“ oder als „Geprüftes Vermehrungsgut“ zugelassen. Geringe Nachfrage nach deren Saatgut und der teilweise schlechte Allgemeinzustand führten dazu, dass Plantagen gerodet werden mussten. Es ist dann bedauerlich, wenn es sich dabei um Samenplantagen mit nachweislich guter genetischer Veranlagung („Selb (Herrgotts Schlag)“, „Selb (Weißstadt)“ und „Ostpreußen (Reinhardshagen)“) handelt, während andere mit schwächeren Leistungen ihre Zulassung behalten und beerntet werden können.

Es wird empfohlen, die noch existierenden und bisher nicht zur Beerntung zugelassenen Samenplantagen mit guter Gesamtleistung („Grebenu (Oldendorf)“, „Schwarzwald/Bayer.Wald (Grünenplan“)), bzw. die bereits als „qualifiziert“ zugelassene Samenplantage „Enzalkiefer/Breisach“ als Ausgangsmaterial für „Geprüftes Vermehrungsgut“ anzuerkennen.

Literatur

- BLE (2013) Zusammenstellung über zugelassenes Ausgangsmaterial für forstliches Vermehrungsgut in der Bundesrepublik Deutschland (Stand: 01.07.2013) – korrigierte Fassung [online]. Zu finden in http://www.ble.de/SharedDocs/Downloads/02_Kontrolle/07_SaatUndPflanzgut/Ausgangsmaterial_Zusfassg.pdf [zitiert am 21.07.2014]
- Bundeswaldinventur (2005) Bundeswaldagentur 2 (Stand: 28.04.2005) [online]. Zu finden in http://www.bundeswaldinventur.de/enid/8954424b41e9ee31a316d547617cacb6,1c44c96277695f-70616765092d09746162656c6c652e706870093a095f-7472636964092d09323535/6l.html?source=themen&theme=0&hrs_database=&hrs_database=&K2=9999&abschicken=weiter+&Archiv_Datum=2005-04-22+13%3A52%3A58&x_coord=Gebiet&y_coord=K1&Znr=10142-3100 Zitiert am 21. 07. 2014
- Giertych M (1979) Summary of results on Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) height growth in IUFRO provenance experiments. *Silvae Genet* 28:136–52
- Giertych M, Oleksyn J (1992) Studies on genetic variation in Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) coordinated by IUFRO. *Silvae Genet* 41:133–43
- Grotehusmann H (1998) Geprüftes Vermehrungsgut aus Kiefern- und Erlen Samenplantagen. *AFZ Wald* 53:240-242
- Hüller W (1992) Auswertung einer 11-jährigen Kiefern Samenplantagen-Nachkommenschaftsprüfung in den niedersächsischen Forstämtern Knesebeck, Rotenburg, Lüchow und Lautenthal. Hildesheim; Holzminden: Fachhochsch
- Hüller W, Svolba J, Kleinschmit J (1995) Entwicklung von Kiefernplantagenabsaaten in Niedersachsen. *Forst Holz* 50:142–44
- Kowalczyk J (2005) Scots pine breeding in Poland. In: Fedorkov A (ed) Status, monitoring and targets for breeding programs: proceedings of the Meeting of Nordic Tree Breeders and Forest Geneticists, September 13-15, 2005, Syktyvkar, Russia. Syktyvkar: Inst biologii Komi NC UrO RAN, pp 25-34
- Kohlstock N, Schneck H (1992) Scots pine breeding (*Pinus sylvestris* L.) at Waldsiedersdorf and its impact on pine management in the Northeastern German Lowland. *Silvae Genet* 41:174–80
- Liesebach H (2007) Geographische Strukturen der genetischen Variation von *Pinus sylvestris* L. *Eberswalder Forstl SchrR* 32:117–24
- Mátyás C, Ackzell L, Samuel CJA (2004) EUFORGEN technical guidelines for genetic conservation and use for Scots pine (*Pinus sylvestris*) [online]. Zu finden in http://www.euforgen.org/uploads/tx_news/1037_Technical_guidelines_for_genetic_conservation_and_use_for_Scots_pine__Pinus_sylvestris_.pdf [zitiert am 11.08.2014]
- Rau H-M (1998) Vermehrungsgut von Samenplantagen im Vergleich zu handelsüblichem Material. *AFZ Wald* 53:236-239
- Rau H-M, König A, Ruetz W, Rumpf H, Schönfelder E (2008) Ergebnisse des westdeutschen IUFRO-Küstentannen-Provenienzversuches im Alter 27, [online]. Zu finden in http://webdoc.sub.gwdg.de/univverlag/2009/NWF-VA4_kuestentanne.pdf [zitiert am 14.11.2014]
- Rau H-M (2009) Leistungen und Qualitätseigenschaften von nordwestdeutschen Kiefernbeständen (*Pinus sylvestris* L.). *Mitt Forschungsanst Waldökologie Forstwirtschaft* 69/11:92–106
- Schneck V (2001) Informationsreihe Geprüftes Vermehrungsgut: Folge 4: Bestände und Samenplantagen von Gemeiner Kiefer. *AFZ Wald* 56(5):232-233
- Schneck V (2007) Wachstum von Kiefern unterschiedlicher Herkunft – Auswertung der Kiefernherkunftsversuche im nordostdeutschen Tiefland. In *Eberswalder Forstl SchrR* 32:374–82
- Stephan BR, Liesebach M (1996) Results of the IUFRO 1982 Scots Pine (*Pinus sylvestris* L.) Provenance Experiment in Southwestern Germany. *Silvae Genet* 45(5-6):342–49
- Taeger S, Zang C, Liesebach M, Schneck V, Menzel A (2013) Impact of climate and drought events on the growth of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) provenances. *Forest Ecol Manag* 307:30–42
- Taeger S, Zang C, Liesebach M, Schneck V, Menzel A (2014). Wie reagieren verschiedene Herkünfte der Kiefer auf Trockenheit? *LWF aktuell* 98:44–48

