forstarchiv 86, 27-41 (2015)
DOI 10.4432/0300-4112-86-27
© DLV GmbH
ISSN 0300-4112
Korrespondenzadresse:
H-M.Rau@t-online.de
Eingegangen:
26.11.2014
Angenommen:
16.02.2015

Neue Ergebnisse aus den Buchen-Herkunftsversuchen von Krahl-Urban

New results from the Krahl-Urban provenance trials with European beech

HANS-MARTIN RAU[1], HENDRIK RUMPF[2] und EGBERT SCHÖNFELDER[2]

[1] Mühlenberg 31, 34346 Hann. Münden, Deutschland
[2] Nordwestdeutsche Forstliche Versuchsanstalt, Abteilung Waldwachstum, Grätzelstraße 2, 37079 Göttingen, Deutschland

Kurzfassung

Professor Krahl-Urban hat Anfang der 1950er-Jahre über 100 Buchenbestände in Deutschland und einigen Nachbarländern für drei Serien von Herkunftsversuchen beernten lassen. Aus diesem Material entstanden verteilt über elf Jahre und vier westdeutsche Bundesländer 19 Versuchsflächen, von denen einige bis heute beobachtet werden. Der Bericht befasst sich mit den Ergebnissen der beiden letzten Aufnahmen, als die Buchen zwischen 41 und 58 Jahre alt waren.

Die Herkünfte zeigen in Leistung und Qualität bemerkenswerte Unterschiede. Es lassen sich keine Herkunftsgebiete oder Höhenlagen benennen, aus denen merkmalsübergreifend überlegene Buchenherkünfte kommen, jedoch sind Herkünfte aus höheren Lagen in der Regel erheblich häufiger geradschäftig. Die Wechselwirkung zwischen Pflanzverband und Herkunft auf die Schaftform wird diskutiert.

Als in der Summe ihrer Eigenschaften bis 2008 besonders vielversprechend erwiesen sich die Herkünfte Zwiesel Ost (1.190 m ü. NN), Marquartstein (810 m), Lauterberg Kupferhütte (460 m), Wiesbaden-Chausseehaus (450 m) und Saupark (195 m). Besonders schlecht schnitten z. B. Corvey Ovenhausen (240 m), Münden 106/107 und Münden 566 (310 bzw. 320 m) ab. Herkünfte aus großer Entfernung zum Ort der Versuchsfläche können solchen aus benachbarten Regionen in Leistung und Qualität klar überlegen sein. Einige der Herkunftsbestände konnten in den 1980er-Jahren aufgrund positiver Ergebnisse von früheren Aufnahmen zur Gewinnung von Vermehrungsgut der Kategorie „geprüft" zugelassen und lange Zeit beerntet werden. Dies ist allerdings inzwischen bei den meisten von ihnen nicht mehr möglich, weil die Ausgangsbestände zu alt und bereits verjüngt sind oder nicht mehr existieren. Die Rangfolge im Höhenwachstum ist bei vielen Herkünften auch im Alter 50 Jahre noch nicht stabil. Es gibt aber Herkünfte wie Lichtenstein 760 m, die sich auf Einzelflächen durchgängig bis heute immer in der Spitzengruppe bzw., wie beispielsweise die Herkunft Rendsburg, am Ende der Leistungsskala befunden haben.

Schlüsselwörter: *Fagus sylvatica* L., Provenienz, Versuchsdesign, Wuchsleistung, Qualität, Rangverschiebungen, Einfluss der Höhenlage, Pflanzverband

Abstract

At the beginning of the 1950s, Professor Krahl-Urban organised the harvest of beech nuts from well over 100 European beech stands in Germany and in some neighbouring countries for three series of provenance trials. From this material, 19 experimental sites distributed across four states in West Germany were established over eleven years. Some of these sites are still monitored today. In this report, the results of the last two surveys are provided, at which time the European beech trees were between 41 and 58 years old.

Marked differences both in the productivity and the quality of the provenances were found. No provenance areas or elevations could be said to have superior European beech provenances in all traits, although, as a rule, provenances from higher elevations more often developed a straight bole. The influence on stem form by interaction between planting pattern and provenance is discussed.

Considering all traits assessed until 2008, the most promising provenances are Zwiesel Ost (1,190 m a. s. l.), Marquartstein (810 m), Lauterberg Kupferhütte (460 m), Wiesbaden-Chausseehaus (450 m) and Saupark (195 m). On the other hand provenances like Corvey Ovenhausen (240 m), Münden 106/107 und Münden 566 (310 resp. 320 m) are particularly disappointing. The productivity and quality of some provenances originating far away from the site of an experimental trial were clearly superior to those from neighbouring regions. In the 1980s, some stands were registered for the acquisition of tested reproductive material due to the favourable results of earlier surveys, which was subsequently harvested for a long time thereafter. In the meantime, however, reproductive material from the majority of stands can no longer be harvested because either the stands became too old and have regenerated or no longer exist. Height growth ranking for many of the provenances is still unreliable even at the age of 50 years. Yet there are a few provenances like Lichtenstein 760 m that, still today, have consistently been found among the best on certain sites or like Rendsburg at the lower end of the productivity scale.

Key words: *Fagus sylvatica* L., provenance, trial design, growth performance, quality, changes in ranking, influence of elevation, planting pattern

Einleitung

Die Buchen-Herkunftsversuche von Joachim Krahl-Urban, vormals außerordentlicher Professor an der forstlichen Fakultät in Hann. Münden und Leiter des Forstamtes Bramwald, stellen einen einzigartigen Wert dar. Es sind die ersten Herkunftsversuche, die eine solche Vielfalt an detailliert dokumentierten Herkünften der Rotbuche (*Fagus sylvatica* L.) auf einer so breiten standörtlichen Palette enthalten und gleichzeitig über einen so langen Zeitraum beobachtet werden konnten. Hinzu kommt, dass die Buche seinerzeit viel seltener fruktifiziert hat als heute (Paar et al. 2011), dass Bucheckern nur für sehr begrenzte Dauer eingelagert werden konnten und auch dass die infrastrukturellen Gegebenheiten (Verkehrs- und Kommunikationswege) viel eingeschränkter waren als heute oder noch gar nicht existierten. Ohne die Erkenntnisse aus den Versuchen von Krahl-Urban hätte die Welle an Buchenpflanzungen in den 1980er- und 1990er-Jahren (Wilhelm 2008), vielfach auch als Freiflächenaufforstungen, sicherlich noch mehr Rückschläge gebracht als ohnehin (Ott 2002). In den deutschen Landesforstverwaltungen hatte noch bis in die 1980er-Jahre hinein die Auffassung vorgeherrscht, Herkunftsversuche mit Buche seien nicht nötig, weil Buche sich meist aus sich heraus natürlich verjüngt und kaum gepflanzt werde.

Material und Methoden

Versuchsaufbau und Herkünfte

Die Versuche verteilen sich auf drei Serien (Nr. 219, 220, 221) und enthielten 1999 noch insgesamt 122 aufnehmbare Herkünfte auf 19 Flächen in den Bundesländern Niedersachsen, Hessen, Schleswig-Holstein und Nordrhein-Westfalen. Tabelle 1 enthält aus Platzgründen nur die 79 Herkünfte, die 1999 noch auf mindestens zwei verschiedenen Standorten aufnehmbar waren. Eine vollständige Liste aller Herkünfte kann bei den Autoren angefordert werden. Krahl-Urban hat das gesamte Versuchsmaterial zunächst auf so genannten Mutterflächen im Bramwald aussäen lassen, aus denen dann 1- bis 3-jährige Sämlinge zur Anlage der anderen Flächen entnommen wurden (Krahl-Urban 1958). Die erste Serie (219) von 1953 umfasst sechs Flächen. 1956 und 1961 folgten die beiden anderen Serien (220 bzw. 221) mit acht bzw. fünf Standorten (s. Tabelle 2). Die angegebenen Begründungsjahre der Serien sind nur ein grober Anhalt. Tatsächlich erstreckten sich die Flächenanlagen auf die Zeit zwischen Herbst 1952 und Frühjahr 1963. Die Abweichungen der Anlagejahre innerhalb einer Serie werden durch unterschiedliche Pflanzenalter ausgeglichen. Auch die Pflanzenalter innerhalb ein und derselben

Tab. 1. Liste der auf mindestens zwei Standorten geprüften Herkünfte. Bei Nummern in Fettdruck wurde die Herkunftsbezeichnung aktualisiert.
List of provenances tested on at least two sites. Provenance names with bold numbers have been updated.

Nr.	Land, Forstbetrieb	Herkunftsgebiet Nr. 810 …	Abteilung	Höhe [m ü. NN]	Anzahl Standorte
1	Baden-Württemberg, Überlingen Raderach	24	VII/2	450	4
3	Baden-Württemberg, Überlingen Haltenhof	24	XI/2	670	6
4	Baden-Württemberg, Todtnau	22	II/10,11	800	3
5	Baden-Württemberg, Todtnau	22	VIII/4	925	6
6	Baden-Württemberg, St. Blasien	22	V/12	1.000	2
7	Baden-Württemberg, Einsiedel-Pfrondorf	17	V/26	480	4
8	Baden-Württemberg, Entringen	17	X/11b	480	3
9	Baden-Württemberg, Weingarten Baienfurt	24	I/1	530	2
10	Baden-Württemberg, Baindt	24	III/33a	540	6
11	Baden-Württemberg, Metzingen Gmdw. Dettingen	17	II/2	500	4
12	Baden-Württemberg, Metzingen Gmdw. Sondelfingen	17	VII/1,2,3	390	7
13	Baden-Württemberg, Lichtenstein	23	VII/13	760	9
14	Baden-Württemberg, Lichtenstein	23	III/6	770	4
15	Bayern, Würzburg Waldbrunn Obere Platte	17	I/7b	360	5
16	Bayern, Würzburg Waldbrunn Eulennest	17	IV/14	340	2
17	Hessen, Seeheim-Jugenheim Tannenberg	09	5a	240	2
19	Hessen, Seeheim-Jugenheim Felsberg	10	3a	500	2
20	Hessen, Seeheim-Jugenheim Felsberg	09	8b	400	3
21	Hessen, Seeheim-Jugenheim Burgwald	09	16a	215	2
22	Schleswig-Holstein, SHLF Revier Dodau	02	894	55	4
23	Schleswig-Holstein, SHLF Revier Scharbeutz	02	421d	30	6
24	Schleswig-Holstein, SHLF Revier Dodau	02	857c1	40	5
34	Schweden, Versuchsrevier Tönnersjöheden	Schweden	19	130	2
43	Rheinland-Pfalz, Gerolstein Müslenbusch	07	111a	475	3
58	Hessen, Neuhof Gichenbach	10	62a	520	2
59	Niedersachsen, Münden	09	106/107	310	10

60	Hessen, Graf Görtzisches FOA Schlitz	09	100a	360	3
61	Hessen, Graf Görtzisches FOA Schlitz	09	152b	410	2
62	Hessen, Graf Görtzisches FOA Schlitz	09	106c	360	5
64	Hessen, Lich Forstwartsbezirk Wohnbach	09	10a1	330	4
65	Hessen, Grünberg Reinhardshain	09	10a	320	6
66	Hessen, Grünberg Lumda	09	21	310	5
67	Hessen, Grünberg Lumda	09	41b	305	5
69	Hessen, Grünberg Lumda	09	38a	310	4
70	Hessen, Grünberg Lumda	09	45a	295	2
72	Hessen, Grünberg Saasen	09	81a	310	6
73	Hessen, Biedenkopf	08	123A1	460	8
75	Niedersachsen, Göttingen/Stadtwald	09	Distr. 55	330	3
80	Niedersachsen, Dassel	09	1063/1964b1	310	8
81	Niedersachsen, Lauterberg	09	373	365	2
83	Niedersachsen, Nationalpark Harz	09	5	275	4
85	Niedersachsen, Wolfenbüttel	06	1015	190	6
86	Niedersachsen, Seesen	09	317	350	6
97	Nordrhein-Westfalen, Corvey Ovenhausen	09	53	310	5
98	Niedersachsen, Rotenburg	03	205a	45	3
101	Schleswig-Holstein, SHLF Revier Hütten	02	31a	fehlt	4
113	Schleswig-Holstein, SHLF Revier Scharbeutz	02	421 a	fehlt	2
115	Schleswig-Holstein, Rendsburg	02	55a1	30	2
123	Bayern, Zwiesel Ost Scheuereck	20	V 16	1.190	3
127	Niederlande, Veluwe Kastel Middachten	Niederlande		80	2
128	Nordrhein-Westfalen, Graf v. Oeynhausen-Sierstorpff	09	62a	265	2
134	Bayern, Marquartstein Bergen-West	24	VII 1c	810	2
136	Baden-Württemberg, Ettlingen	16	I/1	250	2
137	Rheinland-Pfalz, Merzalben	07	XI 10b	450	2
139	Rheinland-Pfalz, Kirchheimbolanden Pfalz	07	XIV 6b	350	3
140	Rheinland-Pfalz, Hermeskeil-Ost Börfink	08	143a	645	4
141	Rheinland-Pfalz, Bernkastel Haardt	07	108a	195	4
142	Rheinland-Pfalz, Wittlich-Ost Springiersbach	07	22/24a	250	3
145	Rheinland-Pfalz, Rennerod Weiherhof	08	28a	530	3
147	Hessen, Wiesbaden-Chausseehaus	07	160 A	450	2
150	Hessen, Fürst zu Solms-Lich	09	7/8a	225	4
151	Hessen, Grünberg	09	Gemisch	290	3
152	Hessen, Johannisburg	07	62b	370	5
155	Hessen, Battenberg	08	81a	480	4
156	Hessen, Oberaula Görzhain	08	8a	550	3
157	Nordrhein-Westfalen, Kottenforst	01	103c/104b/113c/125b	170	3
159	Nordrhein-Westfalen, Dalheim	01	116b	300	4
160	Nordrhein-Westfalen, Dalheim	01	118a	300	2
161	Nordrhein-Westfalen, Corvey Ovenhausen	09	58a	240	2
162	Nordrhein-Westfalen, Lippischer Forstzweckverband	09	48a	250	4
163	Niedersachsen, Reinhausen	09	3008a	290	5
164	Niedersachsen, Münden	09	566	320	5
165	Niedersachsen, Dassel Knobben	10	4055	420	4
167	Niedersachsen, Lauterberg Kupferhütte	10	1025a	460	6
168	Niedersachsen, Saupark Lauenau	09	2081b	195	2
170	Brandenburg, Freienwalde	05	795	fehlt	2
171	Belgien, St. Michel	Belgien	Noirbin	430	2
173	Belgien, St. Michel	Belgien	Hêtre au Corbeau	400	2
175	Belgien, Bruxelles Forêt de Soigne	Belgien	Enfants Noges	90	3

Fläche können differieren. Es ist anzunehmen, dass dies der unterschiedlichen Entwicklung während der Anzuchtphase geschuldet ist. Jede Serie enthält eine andere Gruppe von Prüfgliedern, allerdings gibt es eine gewisse Verzahnung. Bei sämtlichen Anlagen handelte es sich um Freiflächenkulturen.

Von den 122 Herkünften stammen 44 aus dem heutigen deutschen Herkunftsgebiet 810 09 Harz, Weser- und Hessisches Bergland, kolline Stufe (vgl. Forstvermehrungsgut-Herkunftsgebietsverordnung 2003). Daneben sind nur noch die Herkunftsgebiete 810 02 (Ostseeküstenraum) mit zehn sowie die Gebiete 810 07 und 810 08 (Rheinisches und Saarpfälzer Bergland, kolline bzw. montane Stufe) mit neun bzw. zehn Herkünften relativ gut repräsentiert. Auf die drei Höhenstufen „planar", „kollin" und „(hoch-)montan" entfallen 23, 70 bzw. 29 Herkünfte. Wegen der vielfach heute nicht mehr genau bestimmbaren Lage konnten die Herkünfte nur gutachtlich mit einer gewissen Unschärfe den heutigen Herkunftsgebieten und Höhenzonen zugeordnet werden.

Die Parzellen sind im Extrem zwischen rund 45 und 1.248 m² groß und verschieden geformt. Die weitaus meisten nehmen aber mehrere 100 m² ein. Bei einzelnen Parzellen ist die genaue Größe nicht dokumentiert und auch ihr Grenzverlauf im Gelände nicht mehr exakt nachzuvollziehen. Manche Flächen enthalten die Herkünfte zufällig verteilt mit nur einer Wiederholung, andere mit zwei Wiederholungen, wieder andere sind ursprünglich als Dreisatzgitter konzipiert gewesen. In vielen Versuchen mussten aber einzelne oder auch Gruppen von Parzellen schon vor 1999 wegen zu hoher Ausfälle aufgegeben werden. Die Zahl der Standorte, auf denen die Herkünfte vertreten sind, schwankt zwischen einem Standort und 10 Standorten, wobei der höchste Wert nur für die Herkunft 59 Münden (Bramwald) gilt, die in den Serien 220 und 221 die Funktion eines Vergleichsstandards einnimmt. Dieser wurde allerdings teilweise nur in schmalen, mehrreihigen Streifen zwischen den normalen Parzellen ausgebracht. Die Pflanzverbände betragen beim Abstand der Reihen zwischen 1,0 und 1,5 m, innerhalb der Reihen zwischen 0,33 und 1,0 m.

Die für den Versuch beernteten Bestände stammen zum größten Teil aus der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts, nicht wenige sogar aus dem 18. Jahrhundert. Daher existieren die allermeisten Ausgangsbestände dieses Versuchs nicht mehr oder nur noch mit wenigen Bäumen. Allerdings sind die meisten Bestände über Naturverjüngung in die nächste Waldgeneration überführt worden. Die Bezeichnungen der Herkünfte geben in der Regel den Stand bei Anlage der Versuche wieder. Nur in wenigen Fällen ist die aktuelle Zuordnung bekannt (s. Tabelle 1).

Versuchsflächen

Elf der 19 Versuchsflächen (Tabelle 2) liegen im Herkunftsgebiet 810 09. Die Versuchsflächen verteilen sich auf 12 verschiedene Wuchsgebiete und vertikal von 25 m bis 550 m über Seehöhe. Entsprechend schwanken die Temperaturen nach den Angaben in den Akten im langjährigen Mittel von 6,5 bis 9,5 und in der Vegetationszeit von 12,1 bis 15,5 °C. Die Flächen sind meist gut mit Nährstoffen versorgt und überwiegend frisch bis wechselfeucht.

Auf den Flächen finden sich zwischen acht und 36 verschiedene Herkünfte. Nur in der Serie 221 haben alle Flächen über 20 Herkünfte.

Aufnahmen

Der vorliegende Bericht befasst sich mit den Aufnahmen zu den Stichjahren Herbst 1999 und Herbst 2007 bis 2009. Bei einzelnen Flächen, die aus verschiedenen Gründen versetzt zu diesen Stichjahren aufgenommen wurden, sind die Ergebnisse innerhalb der jeweiligen Serie auf ein einheitliches Alter umgerechnet worden. So wurden die zwischen 2007 und 2009 aufgenommenen Leistungsdaten einheitlich auf das Alter der Buchen im Herbst 2008 umgerechnet (Tabelle 3), weswegen nachfolgend nur noch von der Aufnahme 2008 die Rede sein wird.

In die Aufnahme 1999 konnten noch alle 19 Flächen einbezogen werden. Danach wurden neun Flächen wegen zu hoher Ausfälle, zu vieler kleiner Parzellen oder wegen ihres unbefriedigenden Zustands abgeschlossen. Die Aufnahme 2008 erstreckte sich also nur noch über zehn Flächen.

Die ausführlichen Aufnahmeschemata können bei den Autoren angefordert werden. Die Schemata ähneln sich, sodass die meisten Bonituren zwischen den Aufnahmen vergleichbar sind. So wurde in beiden Aufnahmen die Geradschäftigkeit in Stufen von 1 = „sehr gerade" (waldbaulich sehr gut geeignet) bis 5 = „sehr krumm oder knickig" (waldbaulich völlig ungeeignet) bewertet und die Kronenform ebenfalls in fünf Stufen von 1 = „wipfelschäftig" bis 5 = „Stammauflösung von unten" angesprochen. Allerdings wurden 1999 Abnormitäten in der Stammform (Hochzwiesel, Tiefzwiesel, Steilast, andere Abnormitäten) jeweils ohne weitere Abstufung getrennt erfasst, während 2008 in vier Stufen erhoben wurde, in welcher Höhe die Verzwieselung begann. Hatte ein Baum zusätzlich Steiläste, führte das zu einer Herabsetzung der Geradschäftigkeitsnote um eine Stufe.

Datenvorbereitung

Um das schon erwähnte unterschiedliche Aufnahmealter auf den Flächen innerhalb der drei Serien anzugleichen, wurden mittels linearer Interpolation die Werte für Höhe und Durchmesser der Aufnahme 1999 sowie für Höhe, Durchmesser und Kronenansatz der Aufnahme 2008 korrigiert. Die nicht an allen lebenden Bäumen gemessene Höhe wurde, wenn erforderlich, über den BHD geschätzt. Dazu wurde im Gegensatz zu einem bisher erprobten Verfahren (Rau et al. 2008) ein gemischtes lineares Modell

$$lme\,(hoe \sim bhd + I(bhd^2)\,, random = \sim 1|\,parz)$$

angewendet, welches stabile Schätzwerte für die fehlenden Höhen liefert. Aus den vorhandenen Wertepaaren (Höhe, BHD) für alle lebenden Bäume kann eine Volumenschätzung erfolgen aus

$$Vol = f * \pi * hoe * bhd^2 * 0.25 * 0.0001$$

mit f als Formzahl

$$f = 0.4039 + 0.0017335 * hoe + \frac{1.1267}{hoe} - \frac{118.188}{(bhd^3)} + 0.0000042 * bhd^2$$

(Bergel 1973) und Höhe in m sowie BHD in cm gemessen.

Aus den berechneten Einzelbaumvolumina, den ermittelten Stammzahlen lebender Bäume und den dokumentierten oder rechnerisch über die Zahl der ausgelieferten Pflanzen und den Verband hergeleite-

Tab. 2. Beschreibung der Versuchsflächenstandorte.
Description of the provenance trial sites.

Forstamt/ Revier	Abteilung	Anzahl Herkünfte	Wuchsgebiet	Wuchsbezirk	Herkunftsgebietsnr. 810 …	Höhe [m ü. NN]	Niederschläge [mm] Jahr	Niederschläge [mm] Mai-Sept.	Temperaturen [° C] Jahr	Temperaturen [° C] Mai-Sept.	Substrat	Humusform	Wasserhaushalt	Trophie
Serie 219														
Münden/ Ellershausen	29	29	Südnieders. Bergland	Bramwald/ Brackenberg	09	350	795	400	7,1	13,7	Mittl. Buntsandstein mit Löss	Rohhumus	stark wechselfeucht	schlecht bis mäßig
SHLF/Satrup	3264 B	9	Schleswig-Holstein Ost	Nördliches Hügelland	02	50	819	401	8,0	12,1	Lehm	Mull	gut	gut
Saupark/ Brünninghausen	77	9	NW-deutsche Berglandschwelle	Nieders. Lössbörden	09	125	829	405	8,4	14,6	Pleistoz. Ton- u. Kalkschotter	mullart. Moder	feucht	gut
SBK/Elm	3044	19	NW-deutsche Berglandschwelle	Braunschweiger Hügelland	06	250	725	360	8,0	14,7	Oberer Muschelkalk	mullart. Moder	schwach wechselfeucht	gut
Wiesbaden/ Niedernhausen	312 A	8	Taunus	Hochtaunus	08	550	820	370	7,0	13,6	Taunusquarzit	Moder	frisch	mesotroph
Fulda/ Hauswurz	2283 B	8	Rhön	Südrhön	10	550	892	410	6,6	13,3	Mittl. Buntsandstein mit Löss	(rohhumusartiger) Moder	(mäßig) frisch	(schwach) mesotroph
Serie 220														
Münden/ Ellershausen	82	36	Südnieders. Bergland	Bramwald/ Brackenberg	09	390	810	420	6,8	13,4	Mittl. Buntsandstein mit Löss	(rohhumusartiger) Moder	mäßig wechselfeucht	mäßig
SHLF Idstedtwege	3232 D	11	Schleswig-Holstein Ost	Nördliches Hügelland	02	45	760	350	7,9	14,0	Lehm	Mull	gut	gut
Ahlhorn/ Syke	2151	15	Mittel-Westnieders. Tiefland	Geest-Mitte	01	25	699	326	8,6	14,9	Flottsanddecke über Geschiebelehm	Rohhumus	schwach wechselfeucht	mäßig
Reinhardshagen/ Trendelburg	1035	27	Weserbergland	Reinhardswald	09	245	751	366	7,7	14,0	Mittl. Buntsandstein mit Löss	Moder	frisch	mesotroph
Romrod/ Schwalmtal	3405 B	14	Vogelsberg	Nördlicher Vogelsberg	09	400	701	325	7,2	14,0	Basalt mit Löss	Mull	mäßig frisch	eutroph
Reinhausen/ Husum	1066	10	Südnieders. Bergland	Göttinger Wald	09	200	680	340	7,8	14,0	Unterer Buntsandstein	Moder	gut	ziemlich gut
Reinhausen/ Husum	2029	21	Südnieders. Bergland	Göttinger Wald	09	270	680	340	7,8	14,2	Unterer Buntsandstein	mullartiger Moder	gut	ziemlich gut
Lauterberg/ Walkenried	3118	12	Niedersächsischer Harz	Südlicher Mittelharz	09	310	950	400	7,1	13,9	Sandstein	Moder	gut	gut
Serie 221														
Münden/ Bursfelde	136	24	Südnieders. Bergland	Bramwald/ Brackenberg	09	395	815	420	6,8	13,4	Mittl. Buntsandstein mit Löss	Moder	mäßig frisch	ziemlich gut
Oerrel/ Medingen	1596	26	Ostnieders. Tiefland	Ostheide	03	45	630	290	8,0	15,0	Grundmoräne	(rohhumusartiger) Moder	vorratsfrisch	ziemlich gut
Lauterberg/ Walkenried	3118	23	Niedersächsischer Harz	Südlicher Mittelharz	09	310	950	400	7,1	13,9	Sandstein	Moder	gut	gut
Jossgrund/ Mernes	1246/ 1247	21	Hessischer Spessart	Nordwestlicher Spessart	09	480	1.000	420	6,5	13,0	Basalt	Mull	wechselfeucht bis frisch	eutroph
RV Ruhr Haltern/ Flaesheim	156	22	Westfälische Bucht	West-Münsterland	01	80	775	350	9,5	15,5	Sande der Oberkreide	k. A.	wechselfeucht bis frisch	mäßig

SHLF = Schleswig-Holsteinische Landesforsten, SBK = Stiftung Braunschweigischer Kulturbesitz, RV = Regionalverband

Tab. 3. Flächenmittelwerte und Standardabweichung (s) der quantitativen Merkmale.
Mean and standard deviation (s) of quantitative characteristics for the different sites.

Forstamt/Revier	Abteilung	BHD [mm]				Höhe* [dm]				Stammzahl		Volumen	
		1999		2008		1999		2008		[N ha^{-1}]		[m³ ha^{-1}]	
		Mittel	s	Mittel	s	Mittel	s	Mittel	s	1999	2008	1999	2008
Serie 219 Alter 49 bzw. 58 Jahre													
Münden/Ellershausen	29	156	17			182	9			1.556		308	
SHLF/Satrup	3264 B	172	14	311	20	220	14	262	10	1.288	427	379	437
Saupark/Brünninghausen	77	190	25			233	8			1.108		427	
SBK/Elm	3044	163	13	278	35	206	16	211	13	1.638	318	406	219
Wiesbaden/Niedernhausen	312 A	149	9	230	18	174	16	197	8	1.927	847	325	364
Fulda/Hauswurz	2283 B	142	13			177	17			1.721		261	
Serie 220 Alter 46 bzw. 55 Jahre													
Münden/Ellershausen	82	127	13			162	17			1.619		177	
SHLF/Idstedtwege	3232 D	157	9	344	23	194	12	300	16	1.571	523	365	769
Ahlhorn/Syke	2151	196	26			228	12			912		389	
Reinhardshagen/Trendelburg	1035	174	18			201	11			1.446		396	
Romrod/Schwalmtal	3405 B	134	14			154	9			1.796		192	
Reinhausen/Husum	1066	191	19			222	15			1.533		575	
Reinhausen/Husum	2029	158	24			190	17			1.524		311	
Lauterberg/Walkenried	3118	188	14	254	18	207	9	261	10	1.039	636	320	441
Serie 221 Alter 41 bzw. 50 Jahre													
Münden/Bursfelde	136	125	9	182	14	147	10	195	11	2.245	1.237	208	322
Oerrel/Medingen	1596	112	9	184	17	157	15	196	14	1.177	549	91	142
Lauterberg/Walkenried	3118	160	18	212	18	169	10	221	10	1.265	836	228	337
Jossgrund/Mernes	1246/1247	154	15	210	14	176	10	212	8	1.536	739	250	289
RV Ruhr Haltern/Flaesheim	156	159	12	277	14	221	5	262	10	1.129	398	268	323

SHLF = Schleswig-Holsteinische Landesforsten, SBK = Stiftung Braunschweigischer Kulturbesitz, RV = Regionalverband
* Höhe gemessen und bei Fehlstellen aus Funktion geschätzt

ten Flächengrößen der Parzellen kann nun das Volumen je Hektar für jede Parzelle hochgerechnet werden. Für die wenigen Parzellen, deren Flächen weder dokumentiert waren, noch errechnet werden konnten, wurden keine Volumina berechnet.

Als Statistiksoftware für sämtliche Berechnungen wurde R 3.0.1. verwendet (R CORE TEAM 2013).

Ergebnisse

Ergebnisse auf Ebene der Flächenmittelwerte

Die **Aufnahme 1999** erfasste zum letzten Mal das Wuchsverhalten aller 122 Herkünfte auf allen 19 Standorten. Die Buchen hatten damals eine zwischen 41 und 49 Jahre liegende Beobachtungszeit hinter sich. Bis dahin erreichten sie Flächendurchschnittshöhen, die am oberen Ende weit über der 0. und am unteren Ende im Bereich der I. Bonität nach der Ertragstafel von Schober von 1967 für mäßige Durchforstung liegen (vgl. Tabelle 3). Die interpolierten oberen Grenzen für die 0. Bonität im Alter 49, 46 und 41 Jahre liegen bei 21,9 m, 20,3 m bzw. 17,8 m. Für die I. Bonität liegen die entsprechenden Obergrenzen bei 18,8 m; 17,4 m und 15,1 m. Vernachlässigt man die unterschiedliche Besetzung der Flächen mit Herkünften, dann sind in Serie 219 die Fläche Saupark, in Serie 220 Ahlhorn und in Serie 221 Haltern von den Höhen und Durchmessern her am wüchsigsten. Diese Merkmale sind für den Vergleich zuverlässiger als die Stammzahl oder die Volumina pro Hektar, was an der unzureichenden Dokumentation der Durchforstungen hinsichtlich Zeitpunkt und Stärke der Eingriffe und den oft kleinen und ungleichmäßig geformten Parzellen liegt. Besonders geringe Höhen und Durchmesser weisen die Buchen auf den Flächen Wiesbaden und Fulda in Serie 219, Münden 82 und Romrod in Serie 220 und Münden 136 und Oerrel in Serie 221 auf. Diese Unterschiede, die bei der Höhe etwa 6 bis 7 m und beim Durchmesser 5 bis 7 cm ausmachen, lassen sich mit den Standortmerkmalen der Testorte (s. Tabelle 2) nicht erklären. Auch bei den Qualitätsmerkmalen unterscheiden sich die Flächenmittelwerte sehr stark (Tabelle 4). Durchweg die besten Qualitätswerte hatten die Buchen auf der Fläche der Stiftung Braunschweigischer Kulturbesitz (SBK) und auch die auf der Fläche Münden 136. Würde man zu den geraden oder nur leicht gebogenen Stämmen noch die dritte Boniturstufe (waldbaulich noch geeignet) hinzuzählen, kämen Ahlhorn, Reinhausen 1066 und Haltern noch zu den Flächen mit den meisten ausreichend geraden Stämmen hinzu. Auf den fünf genannten Flächen entfielen dann über 90 % aller Buchen auf die Stufen der zumindest waldbaulich noch geeigneten Bäume, was ihre Stammform anbelangt. In Romrod, Wiesbaden und Jossgrund wären es nur zwischen 33 und 48 %.

Tab. 4. Flächenanteile [%] der qualitativen Merkmale.
Percentage [%] in qualitative characteristics for the different sites.

Forstamt/Revier	Abteilung	gerade und leicht gebogen [%]		gerade bis leicht krumm [%]		weitgehend wipfelschäftig [%]		ohne Zwiesel [%]		ohne Zwiesel od. nur Hochzwiesel [%]	ohne Steilast [%]
		1999	2008	1999	2008	1999	2008	1999	2008	2008	1999
Serie 219 Alter 49 bzw. 58 Jahre											
Münden/Ellershausen	29	24		73		56		81			74
SHLF/Satrup	3264 B	23	35	72	77	48	42	84	45	67	66
Saupark/Brünninghausen	77	17		84		52		86			71
SBK/Elm	3044	45	18	93	71	75	30	89	51	77	76
Wiesbaden/Niedernhausen	312 A	4	30	33	72	67	22	76	23	57	53
Fulda/Hauswurz	2283 B	4		39		63		78			53
Serie 220 Alter 46 bzw. 55 Jahre											
Münden/Ellershausen	82	15		63		75		89			78
SHLF/Idstedtwege	3232 D	10	29	74	80	53	11	83	16	46	65
Ahlhorn/Syke	2151	25		96		86		80			65
Reinhardshagen/Trendelburg	1035	9		68		67		83			58
Romrod/Schwalmtal	3405 B	5		40		75		89			65
Reinhausen/Husum	1066	19		94		78		80			60
Reinhausen/Husum	2029	17		75		74		74			66
Lauterberg/Walkenried	3118	11	13	81	56	63	7	84	15	36	59
Serie 221 Alter 41 bzw. 50 Jahre											
Münden/Bursfelde	136	47	9	94	55	86	17	91	19	53	77
Oerrel/Medingen	1596	7	18	60	36	65	27	89	31	68	68
Lauterberg/Walkenried	3118	14	5	80	52	75	6	78	10	41	59
Jossgrund/Mernes	1246/1247	3	2	48	43	65	21	77	23	45	49
RV Ruhr Haltern/Flaesheim	156	36	18	97	65	90	12	87	14	55	81

SHLF = Schleswig-Holsteinische Landesforsten, SBK = Stiftung Braunschweigischer Kulturbesitz, RV = Regionalverband

Vergleicht man die Werte der **Aufnahme 2008** (Alter der Buchen zwischen 50 und 58 Jahre) mit denen von 1999, so stellt man fest, dass die Durchmesser zwischen 5 und 19 cm, die Höhen zwischen 5 und 10,6 m zugenommen haben. Besonders groß war der Zuwachs auf der Fläche Idstedtwege der Schleswig-Holsteinischen Landesforsten (SHLF). Die Stammzahlen pro Hektar reduzierten sich um Werte zwischen 1.320 Stück auf der Fläche der SBK und etwas über 400 Stück auf den beiden Lauterberger Flächen. Der Versuch der SBK war noch kurz vor der Aufnahme stark durchforstet worden. Die sowohl 1999 als auch 2008 mit Abstand stammzahlreichste Fläche ist die Abt. 136 im Forstamt Münden, auf der zunächst nur besonders schlechte Buchen entnommen wurden. Bei den Qualitätsmerkmalen lassen sich die Flächenmittel über die beiden Aufnahmejahre wegen des Einflusses durch die wechselnden Aufnahmetrupps nicht sinnvoll vergleichen. Offenbar wurde 2008 bei der Wipfelschäftigkeit und der Verzwieselung ein strengerer Maßstab angelegt als 1999. Dadurch scheint der positive Effekt auf die Qualität, den die Durchforstungen gehabt haben müssten, auf manchen Flächen zu verschwinden. Außerdem wird der Vergleich dadurch erschwert, dass 2008 Steiläste nicht gesondert aufgenommen wurden, sondern zu Herabstufungen bei der Schaftform führten.

Nur bei der Aufnahme 2008 und auch nur auf den Flächen der Serien 220 und 221 wurde die Höhe des Kronenansatzes gemessen. Die Werte schwanken bei den 55-jährigen Buchen der Serie 220 zwischen 10,6 und 14,9 m und bei der Serie 221 zwischen 8,9 und 13,5 m. Serienübergreifend setzen die Kronen der Buchen im Durchschnitt über alle Flächen zwischen 41 und 55 % der Baumhöhe an.

Ergebnisse auf Ebene der Herkünfte

Wegen der zu Beginn beschriebenen problematischen Versuchsstruktur und des Ausfalls zahlreicher Parzellen konnten keine weitergehenden statistischen Berechnungen durchgeführt werden. Deshalb beschränkte sich die Auswertung auf die Berechnung von Mittelwerten und Standardabweichungen für jede Herkunft und jede Herkunftsgruppe (Herkunftsgebiet und Höhenstufe). Damit die auf mindestens zwei Standorten ausgepflanzten Herkünfte unabhängig von den Gegebenheiten (Standort, Zusammensetzung der Herkünfte auf der Fläche, Aufnahmealter) verglichen werden können, wurden die Mittelwerte der einzelnen Herkünfte und Gruppen in Relativwerte, bezogen auf die Mittelwerte der jeweiligen Flächen, umgerechnet. Auf zehn von 13 Flächen der Serien 220 und 221 findet sich die Herkunft Bramwald aus dem heutigen Niedersächsischen Forstamt Münden, die als Vergleichsherkunft dienen kann.

Tabelle 5 zeigt, wie die Herkünfte bei der Aufnahme 1999 abgeschnitten haben. Die Herkünfte mit mehr als 5 % über dem Durch-

Tab. 5. Relativwerte der Herkünfte mit mindestens zwei Anbauorten für verschiedene Merkmale bezogen auf das jeweilige Versuchsflächenmittel 1999. Bei Nummern in Fettdruck wurde die Herkunftsbezeichnung aktualisiert.
Relative values of different characteristics of the provenances represented on at least two sites expressed as a percentage of the respective provenance trial mean 1999. Provenance names with bold numbers have been updated.

Nr.	Forstbetrieb	Abteilung	Höhe [m ü. NN]	Anzahl Anbau-flächen	Höhe [%]	Volumen pro ha [%]	Stamm-form 1+2 [%]	Kronen-form 1+2 [%]	ohne Zwiesel [%]	ohne Steilast [%]	gewogenes Mittel* [%]
81	Lauterberg	373	365	2	101	152	110	100	98	108	128
75	Göttingen/Stadtwald	Distr. 55	330	3	108	132	169	99	93	115	126
72	Grünberg Saasen	81a	310	6	100	135	110	104	99	111	120
134	Marquartstein Berg.-West	VII 1c	810	2	98	111	199	106	98	109	120
171	St. Michel (Belgien)	Noirbin	430	2	105	134	112	92	105	105	119
5	Todtnau	VIII/4	925	6	98	86	288	108	97	97	117
86	Seesen	317	350	6	101	130	127	108	91	88	117
123	Zwiesel Ost Scheuereck	V 16	1.190	3	92	73	288	110	100	114	113
156	Oberaula Görzhain	8a	550	3	94	117	132	102	97	104	113
65	Grünberg Reinhardshain	10a	320	6	103	124	87	112	99	101	112
167	Lauterberg Kupferhütte	1025a	460	6	103	113	130	101	102	103	111
168	Saupark Lauenau	2081b	195	2	106	112	120	106	92	117	110
147	Wiesbaden-Chausseehaus	160 A	450	2	98	115	111	112	93	103	110
19	Seeheim-Jugenheim Felsberg	3a	500	2	104	112	123	102	106	96	109
113	SHLF Revier Scharbeutz	421 a	fehlt	2	102	103	125	120	107	104	108
73	Biedenkopf	123 A 1	460	8	101	104	125	107	101	107	107
22	SHLF Revier Dodau	894	55	4	97	121	63	126	96	84	107
136	Ettlingen	I/1	250	2	98	109	94	115	101	105	106
80	Dassel	1063/1964b1	310	8	101	112	102	108	94	98	106
173	St. Michel (Belgien)	Hêtre au Corbeau	400	2	101	101	131	118	105	91	106
137	Merzalben	XI 10b	450	2	109	121	75	110	95	80	106
23	SHLF Revier Scharbeutz	421d	30	6	101	108	98	105	105	103	105
14	Lichtenstein	III/6	770	4	104	110	98	97	102	103	105
157	Kottenforst	103c/104b/113c/125b	170	3	98	109	100	100	103	100	105
60	Graf Görtzisches FoA Schlitz	100a	360	3	103	104	127	84	103	105	104
151	Grünberg	Gemisch	290	3	101	109	98	107	102	92	104
11	Metzingen Gmdw. Dettlingen	II/2	500	4	108	120	73	73	109	99	104
6	St. Blasien	V/12	1.000	2	99	110	125	84	88	96	104
24	SHLF Revier Dodau	857 c 1	40	5	100	116	50	115	104	98	104
83	Nationalpark Harz	5	275	4	101	110	100	96	98	96	104
97	Corvey Ovenhausen	53	310	5	105	103	111	107	99	96	103
140	Hermeskeil-Ost Börfink	143a	645	4	100	87	192	89	98	97	103
66	Grünberg Lumda	21	310	5	106	108	102	99	102	87	103
160	Dalheim	118a	300	2	100	115	68	103	101	90	103
64	Lich Forstwartsbezirk Wohnbach	10a1	330	4	102	108	82	95	104	103	102
165	Dassel Knobben	4055	420	4	101	95	126	101	105	101	102
8	Entringen Pfrondorf	X/11b	480	3	94	110	49	110	99	107	101
7	Einsiedel	V/26	480	4	101	96	106	112	97	101	100
13	Lichtenstein	VII/13	760	9	104	104	71	102	101	105	99
17	Seeheim-Jugenheim Tannenberg	5a	240	2	96	108	73	104	100	86	99
12	Metzingen Gw. Sondelfingen	VII/1,2,3	390	7	100	102	78	103	97	108	99
10	Baindt	III/33a	540	6	100	95	104	92	105	112	99
67	Grünberg Lumda	41b	305	5	102	110	60	98	102	87	98

Forsetzung Tab. 5

Nr.	Forstbetrieb	Abteilung	Höhe [m ü. NN]	Anzahl Anbau-flächen	Höhe	Volumen pro ha	Stamm-form 1+2	Kronen-form 1+2	ohne Zwiesel	ohne Steilast	gewogenes Mittel*
					[%]						
152	Johannisburg	62b	370	5	97	95	95	108	100	102	98
3	Überlingen Haltenhof	XI/2	670	6	102	104	76	89	100	103	98
163	Reinhausen	3008a	290	5	100	98	93	100	106	92	98
145	Rennerod Weiherhof	28a	530	3	96	102	72	96	100	99	97
141	Bernkastel Haardt	108a	195	4	100	104	60	100	103	91	96
159	Dalheim	116b	300	4	101	89	113	95	95	107	96
4	Todtnau	II/10,11	800	3	97	94	104	70	100	113	95
162	Lippischer Forstzweckverband	48a	250	4	103	101	57	98	104	98	95
127	Veluwe (NL) Kastel Middachten		80	2	102	87	93	107	102	110	95
1	Überlingen Raderach	VII/2	450	4	96	95	64	102	96	101	93
170	Freienwalde	795	fehlt	2	100	95	70	100	95	95	93
101	SHLF Revier Hütten	31a	fehlt	4	95	89	56	107	104	112	92
155	Battenberg	81a	480	4	94	82	94	109	100	100	91
150	Fürst zu Solms-Lich	7/8a	225	4	98	95	65	98	103	85	91
70	Grünberg Lumda	45a	295	2	98	80	123	104	101	78	91
58	Neuhof Gichenbach	62a	520	2	102	75	128	92	100	105	91
16	Würzburg Waldbrunn Eulennest	IV/14	340	2	100	89	78	98	96	97	91
142	Wittlich Ost Springiersbach	22/24a	250	3	96	91	76	91	90	103	91
15	Würzburg Waldbr. Obere Platte	I/7b	360	5	97	86	81	99	97	102	90
128	Graf v. Oeynhausen-Sierstorpff	62a	265	2	102	96	34	103	100	100	90
9	Weingarten Baienfurt	I/1	530	2	99	88	73	107	97	83	89
59	Münden	106/107	310	10	100	81	87	92	100	106	89
164	Münden	566	320	5	101	76	109	101	101	92	88
62	Graf Görtzisches FoA Schlitz	106c	360	5	101	81	88	95	101	96	88
139	Kirchheimbolanden Pfalz XIV	6b	350	3	98	91	35	103	96	106	88
34	Versuchsrevier Tönnersjöheden (S)	19	130	2	98	60	188	87	87	101	88
85	Wolfenbüttel	1015	190	6	95	83	52	97	99	108	86
175	Bruxelles Forêt de Soigne (B) Enfants Noges	90	3	99	75	70	97	105	112	86	
20	Seeheim-Jugenheim Felsberg	8b	400	3	98	89	50	91	89	94	85
69	Grünberg Lumda	38a	310	4	97	85	56	92	97	91	85
98	Rotenburg	205a	45	3	95	73	76	106	96	99	84
21	Seeheim-Jugenheim Burgwald	16a	215	2	103	78	70	98	101	87	84
161	Corvey Ovenhausen	58a	240	2	87	69	86	85	97	97	80
61	Graf Görtzisches FoA Schlitz	152b	410	2	101	78	73	63	91	93	79
43	Gerolstein Müslenbusch	111a	475	3	97	74	55	78	111	85	78
115	Rendsburg	55a1	30	2	94	53	25	53	105	106	63

* Mittel aus vierfachem Volumen pro ha sowie Stamm- und Kronenform 1+2, ohne Zwiesel und ohne Steilast jeweils einfach gewichtet

schnitt liegenden Höhenwuchsleistungen sind 137 Merzalben, 75 Göttingen, 11 Metzingen, 66 Grünberg Lumda und 168 Saupark Lauenau. Ihnen stehen die Herkünfte 161 Corvey, 123 Zwiesel Ost, 156 Oberaula, 155 Battenberg, 8 Entringen und 115 Rendsburg mit mehr als 5 % unter dem Durchschnitt als besonders langsamwüchsig gegenüber. Insgesamt sind die Abweichungen bei der Höhe eher gering. Wenn man anstelle der Höhe das Volumen pro Hektar zur Bewertung heranzieht, ergeben sich deutlich größere Unterschiede. Dann sind die Herkünfte 81 Lauterberg, 72 Grünberg Saasen, 171 St. Michel Noirbin, 75 Göttingen Stadtwald und 86 Seesen mit mindestens 130 % der Durchschnittsleistung besonders wüchsig. Bei den Qualitätsmerkmalen finden sich ebenfalls häufiger größere Unterschiede, was aber auch damit zu tun hat, dass die Flächenmittelwerte als Bezugsbasis (Tabelle 4) vor allem bei der Stammformstufe 1 (gerade) oder 2 (leicht gebogen) auf einigen Flächen relativ klein sind. Dadurch erscheinen die prozentualen Abweichungen

Abb. 1. Versuchsfläche Münden Abt. 136 53 Jahre nach der Pflanzung, links: Herkunft 123 Zwiesel Ost 1.190 m, rechts: Herkunft 115 Rendsburg 30 m.
Experimental trial Muenden, Dept. 136, 53 years after planting, left: provenance 123 Zwiesel Ost 1,190 m, right: 115 Rendsburg 30 m.

entsprechend groß. Bei diesem Anteil schneiden die Hochlagenherkünfte 123 Zwiesel Ost Scheuereck 1.190 m (Abbildung 1 links) und 5 Todtnau VIII/4 925 m mit Abstand am besten ab. Auch die nächsten Ränge sind von Herkünften aus Lagen über 600 m besetzt (134 Marquartstein 810 m, 140 Hermeskeil Ost 645 m). Danach kommen die schwedische Herkunft 34 Tönnersjöheden 130 m und die Herkunft 75 Göttingen 330 m. Den geringsten Anteil an ausreichend geraden Stämmen weist die Herkunft 115 Rendsburg 30 m (Abbildung 1 rechts) auf, gefolgt von 128 Graf von Oeyenhausen-Sierstorpff 265 m und 139 Kirchheimbolanden 350 m.

In der Kronenformstufe 1 (wipfelschäftig) oder 2 (Stammauflösung erst im obersten Viertel der Baumhöhe) steht die Herkunft 22 SHLF Dodau Abt. 894, gefolgt von 113 SHLF Scharbeutz und 173 St. Michel Hêtre au Corbeau, an der Spitze. Ihnen folgen die Herkünfte 24 SHLF Dodau Abt. 857 c 1, 136 Ettlingen, 7 Einsiedel, 65 Grünberg Reinhardshain und 147 Wiesbaden. Besonders wenige wipfelschäftige Buchen fanden sich bei den Herkünften 115 Rendsburg, 61 Graf Görtzisches FoA Schlitz Abt. 152 b, 4 Todtnau II/10, 11, 11 Metzingen und 43 Gerolstein.

Beim Anteil zwieselfreier Stämme ergaben sich nur relativ geringe Unterschiede. Positive Abweichungen von mehr als 5 % vom Durchschnitt erreichten nur die Herkünfte 43 Gerolstein, 11 Metzingen, 113 SHLF Scharbeutz, 19 Seeheim-Jugenheim Abt. 3 A und 163 Reinhausen. Besonders negativ wichen dagegen die Herkünfte 34 Tönnersjöheden, 6 St. Blasien, 20 Seeheim-Jugenheim Abt. 8 B, 142 Wittlich Ost, 61 Graf Görtzisches FoA Schlitz Abt. 152 b, 86 Seesen, 168 Saupark, 75 Göttingen, 147 Wiesbaden und 80 Dassel vom Durchschnitt ab.

Steiläste waren bei folgenden Herkünften am seltensten: 168 Saupark, 75 Göttingen, 123 Zwiesel Ost, 4 Todtnau VIII/4, 101 SHLF Hütten, 175 Bruxelles, 10 Baindt und 72 Grünberg Saasen. Die meisten Steiläste hatten die Herkünfte 70 Grünberg Lumda Abt. 45 A, 137 Merzalben, 9 Weingarten, 22 SHLF Dodau 894, 150 Fürst Solms-Lich, 43 Gerolstein, 17 und 21 Seeheim-Jugenheim Abt. 5 A bzw. 16 A, 66 Grünberg Lumda Abt. 21 und 86 Seesen.

Die letzte Spalte in Tabelle 5 dient der merkmalsübergreifenden Bewertung der Herkünfte. Sie zeigt das gewogene Mittel der Abweichung von den jeweiligen Flächenmittelwerten bei den Merkmalen Volumen ha^{-1}, Schaftform 1 oder 2, Kronenform 1 oder 2, ohne Zwiesel und ohne Steilast, wobei die Volumenwerte vierfach, alle anderen einfach gewichtet wurden. Nach der Höhe dieser Werte sind die Prüfglieder sortiert. Die merkmalsübergreifend besten und schlechtesten Herkünfte liegen etwa 30 % über bzw. unter dem Durchschnitt. Elf Herkünfte sind zu mehr als 10 % überlegen. Sechszehn Herkünfte liegen mehr als 10 % unter dem Durchschnitt. Die Herkünfte 113 Scharbeutz Abt. 421 a, 167 Lauterberg Kupferhütte und 73 Biedenkopf sind bei allen Merkmalen überlegen, die beiden letzteren sogar trotz der Tatsache, dass sie auf sechs bzw. acht verschiedenen Versuchsstandorten angebaut wurden. Wenn man mehr Wert auf die qualitativen Merkmale als auf die Wuchsleistung legt, dann zählt auch die Herkunft 123 Zwiesel Ost zu den besten. Sie ist besonders häufig geradschäftig und hat mit am seltensten Steiläste.

Unter den über alle Merkmale hinweg besten Herkünften sind drei (73 Biedenkopf 123 A 1, 75 Göttingen Stadtwald Distrikt 55 und 147 Wiesbaden-Chausseehaus Abt. 160), die aufgrund früherer Aufnahmen zur Zulassung für die Erzeugung von Saatgut der Kategorie „geprüft“ empfohlen waren.

Tabelle 6 zeigt die Leistung und Qualität der 47 Herkünfte, die 2008 auf mindestens zwei Standorten vertreten waren. Die vorletzte Spalte enthält wiederum das gewogene Mittel aus den Werten für das Volumen ha^{-1} (vierfach) sowie der Stamm- und Kronenform und für die Zwieselfreiheit (jeweils einfach gewichtet). Zum Vergleich stehen rechts daneben für diese Herkünfte noch einmal die entsprechenden Werte der Aufnahme 1999. Auch hier wird deutlich, dass gute Wuchsleistungen oft nicht mit guter Qualität verbunden sind. Die merkmalsübergreifend besten Herkünfte sowohl 1999 als auch 2008 sind Zwiesel Ost (1.190 m), Marquartstein (810 m), Lauterberg Kupferhütte (460 m), Wiesbaden-Chausseehaus (450 m) und Saupark (195 m). Sie erreichten eine im Vergleich zum Durchschnitt mindestens 10-prozentige Überlegenheit. Besonders schlecht schneiden dagegen die Herkünfte Corvey Ovenhausen (240 m), Münden 106/107 und Münden 566 (310 bzw. 320 m) sowie Bruxelles Enfant Noges (90 m) ab. Sie lagen bei beiden Aufnahmen mindestens 10 % unter dem Durchschnitt. Ferner kann man erkennen, dass einzelne Herkünfte sich in ihrem Gesamtbild stark verbessert haben (12 Metzingen, 13 Lichtenstein). Aber es gibt auch den umgekehrten Fall, dass eine 1999 eher im besseren Bereich angesiedelte Herkunft sich 2008 deutlich verschlechtert hat (v. a. 156 Oberaula Görzhain 8 A).

Tab. 6. Relativwerte der 2008 auf mindestens zwei Flächen aufgenommenen Herkünfte bezogen auf das jeweilige Versuchsflächenmittel. Bei Nummern in Fettdruck wurde die Herkunftsbezeichnung aktualisiert.
Relative values of the provenances assessed 2008 on at least two sites in percent of the respective trial mean. Provenance names with bold numbers have been updated.

Nr.	Forstbetrieb	Abteilung	Höhe [m ü. NN]	Anzahl Anbau-flächen	Volumen pro ha	Stammform 1+2	Kronenform 1+2	ohne Zwiesel	gewogenes Mittel**	
									2008	1999
					[%]					
123	Zwiesel-Ost Scheuereck	V 16	1.190	2	97	498	263	237	198	113
134	Marquartstein Bergen-West	VII 1c	810	2	120	140	126	133	126	120
167	Lauterberg Kupferhütte	1025a	460	5	106	205	118	128	125	111
173	St. Michel (Belgien) Hêtre au Corbeau		400	2	108	173	136	128	124	106
140	Hermeskeil-Ost Börfink	143a	645	4	100	218	119	121	123	103
12	Metzingen Gmdw. Sondelfingen	VII/1,2,3	390	5	103	137	148	135	119	99
136	Ettlingen	I/1	250	2	106	86	169	149	118	106
73	Biedenkopf	123 A 1	460	2	92	182	125	117	113	107
147	Wiesbaden-Chausseehaus	160 A	450	2	103	103	135	136	112	110
168	Saupark	2081b	195	2	112	53	142	142	112	110
13	Lichtenstein	VII/13	760	7	113	91	120	120	112	99
24	SHLF Revier Dodau	857c1	40	2	101	77	143	147	110	104
163	Reinhausen	3008a	290	4	103	129	111	101	108	98
65	Grünberg Reinhardshain	10a	320	2	117	107	161	118	107	112
5	Todtnau	VIII/4	925	3	91	166	107	109	107	117
23	SHLF Revier Scharbeutz	421d	30	3	100	119	112	100	104	108
7	Einsiedel	V/26	480	2	102	114	109	95	104	100
171	St. Michel (Belgien)	Noirbin	430	2	109	94	91	110	104	119
3	Überlingen Haltenhof	XI/2	670	3	97	73	134	129	103	98
80	Dassel Knobben	1063/1964b1	310	2	110	79	107	86	102	106
72	Grünberg Saasen	81a	310	2	90	65	170	113	101	120
8	Entringen Pfrondorf	X/11b	480	2	119	63	80	82	100	101
11	Metzingen Gmdw. Dettlingen	II/2	500	2	118	32	92	102	100	104
165	Dassel	4055	420	3	99	82	102	115	99	102
156	Oberaula Görzhain	8a	550	2	100	56	118	118	99	113
137	Merzalben	XI 10b	450	2	106	86	91	92	99	106
160	Dalheim	118a	300	2	115	10	117	93	97	103
170	Freienwalde	795	fehlt	2	84	133	109	94	96	93
151	Grünberg	Gemisch	290	3	105	46	112	92	96	104
14	Lichtenstein	III/6	770	2	113	77	70	69	95	105
139	Kirchheimbolanden Pfalz	XIV 6b	350	3	102	99	79	68	93	88
10	Baindt	III/33a	540	4	95	69	95	100	92	99
152	Johannisburg	62b	370	4	97	56	94	92	90	98
15	Würzburg Waldbrunn Obere Platte	I 7b	360	3	79	117	85	86	86	90
157	Kottenforst 103c/104b/113c/125b		170	3	89	73	90	83	86	105
155	Battenberg	81a	480	4	94	95	57	68	85	91
150	Fürst zu Solms-Lich	7 u.8a	225	4	100	56	69	73	85	91
159	Dalheim	116b	300	2	104	11	48	113	84	96
141	Bernkastel Haardt	108a	195	4	93	27	94	87	83	96
162	Lippischer Forstzweckverband	48a	250	3	100	38	76	64	83	95
145	Rennerod Weiherhof	28a	530	3	103	9	63	68	79	97
175	Bruxelles (Belgien) Enfants Noges		90	2	68	145	21	76	73	86
164	Münden	566	320	4	75	61	77	68	72	88
142	Wittlich-Ost Springiersbach	22 u. 24a	250	3	96	11	49	41	69	91
59	Münden	106/107	310	5	59	71	59	73	63	89
161	Corvey Ovenhausen	58a	240	2	71	46	29	58	60	80
115*	Rendsburg	55a1	30	2	*	37	137	79		

* Für Nr. 115 konnten 2008 keine aussagekräftigen Höhen mehr gemessen und deshalb auch kein Volumen berechnet werden.
** Mittel aus vierfachem Volumen pro ha sowie Stamm- und Kronenform 1+2, ohne Zwiesel jeweils einfach gewichtet

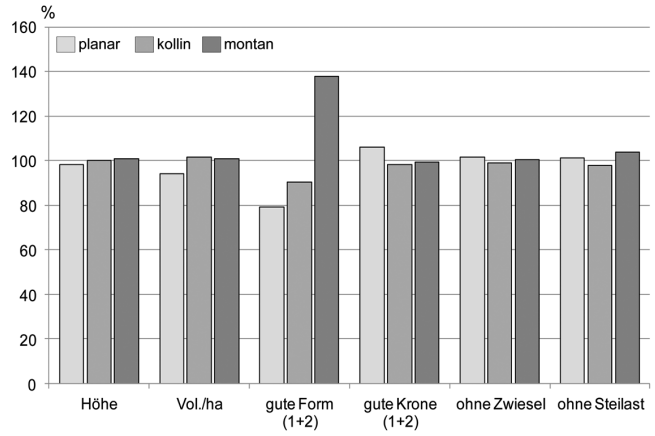

Abb. 2. Durchschnittliche Ausprägung verschiedener Merkmale aller 122 Herkünfte 1999 je nach Höhenstufe in Prozent des jeweiligen Flächenmittels.
Average expression of different characteristics of all 122 provenances by elevation class in 1999 in relation to the respective provenance trial mean.

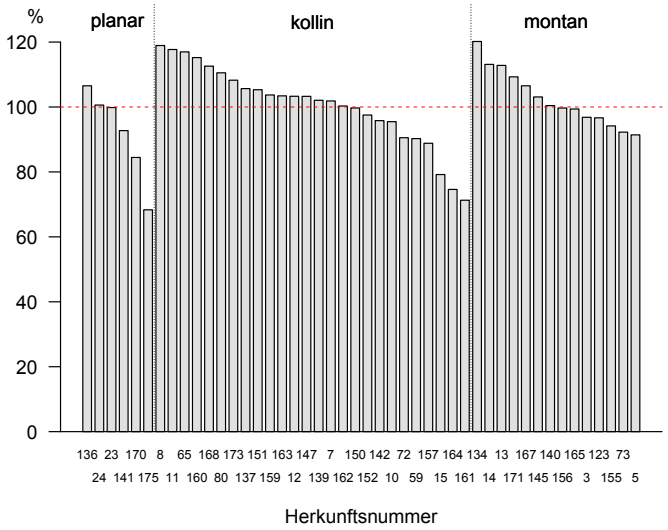

Abb. 3. Durchschnittliche Volumenleistung pro Hektar der 2008 aufgenommenen Herkünfte bezogen auf die jeweiligen Flächenmittel.
Average volume production per hectare of all provenances measured in 2008 in relation to the respective provenance trial mean.

Tab. 7. Relative Mittelwerte der nach Höhenstufen gruppierten Herkünfte 1999 und 2008.
Relative means of the provenances in elevation classes 1999 and 2008.

Höhenstufe	**planar**		**kollin**		**(hoch)montan**	
Jahr	**1999**	**2008**	**1999**	**2008**	**1999**	**2008**
Anzahl Herkünfte	23	8	70	25	29	14
	[%]					
Höhe	98,3	99,6	100,2	99,9	100,8	100,4
Stammzahl pro ha	101,8	96,8	99,1	97,7	100,7	105,8
Volumen pro ha	94,0	94,9	101,6	99,0	100,9	104,6
Form 1+2	79,3	82,4	90,5	80,6	138,0	142,5
Krone 1+2	106,0	97,9	98,4	93,8	99,3	111,6
ohne Zwiesel	101,7	96,4	99,2	93,8	100,6	112,6
ohne Steilast	101,0	n. erfasst	97,9	n. erfasst	104,0	n. erfasst

Vergleich zwischen den Herkunftsgruppen

Abbildung 2 zeigt die Abhängigkeit der Merkmalsausprägung aller 122 Herkünfte im Jahr 1999 von den drei Höhenstufen. Nur beim Merkmal „gute Stammform“ (Bonitурstufen 1 und 2) finden sich große Unterschiede. Die 29 Herkünfte aus der montanen Stufe sind weit häufiger gerade oder nur leicht gebogen als die 23 Tieflagenherkünfte. Die verbleibenden 70 Herkünfte aus der kollinen Stufe schneiden etwas besser als die Tieflagenherkünfte ab, sind aber den montanen Herkünften klar unterlegen. Tabelle 7 enthält zusätzlich die Vergleichswerte für die Aufnahme 2008. Abbildung 3 zeigt die Volumenleistung pro Hektar der 2008 noch einmal aufgenommenen und nach Höhenstufen gruppierten Herkünfte. Nur zwei der Tieflagenherkünfte übertreffen den Durchschnitt. Bei den Herkünften aus dem montanen Bereich gilt dies für die Hälfte der Prüfglieder und im kollinen Bereich für 15 von 26.

Auch wenn man das Verhalten der Herkünfte in Gruppen nach Herkunftsgebieten betrachtet, finden sich bei den meisten Merkmalen nur geringe Unterschiede. Abbildung 4 zeigt das beispielhaft für das Merkmal Höhe bei all den deutschen Herkunftsgebieten, die mit mindestens drei Herkünften vertreten sind. Nur beim Anteil zumindest ausreichend gerader Buchen ergeben sich große Unterschiede zwischen den auf das jeweilige Versuchsmittel bezogenen Relativwerten. Bei dieser Art der Darstellung wird wiederum deutlich, dass Buchenherkünfte mit einem hohen Anteil brauchbar geformter Stämme vor allem in den montanen beziehungsweise hochmontanen Stufen der Herkunftsgebiete Harz, Weser- und Hessisches Bergland, Bayerischer und Oberpfälzer Wald sowie Schwarzwald zu finden sind.

Diskussion

Auch wenn die heterogene Versuchsstruktur, insbesondere fehlende systematische Wiederholungen sowie die nichtorthogonale Verteilung der Prüfglieder, die Aussagekraft der Versuchsserien stark einschränkt und eine statistische Bewertung von Herkunftsunterschieden für den Gesamtversuch nicht sinnvoll erscheinen lässt, können für bestimmte Herkünfte bzw. Herkunftsgruppen trotzdem Entwicklungstrends aufgezeigt werden, die von praktischer Relevanz für aktuelle waldbauliche Planungen sind.

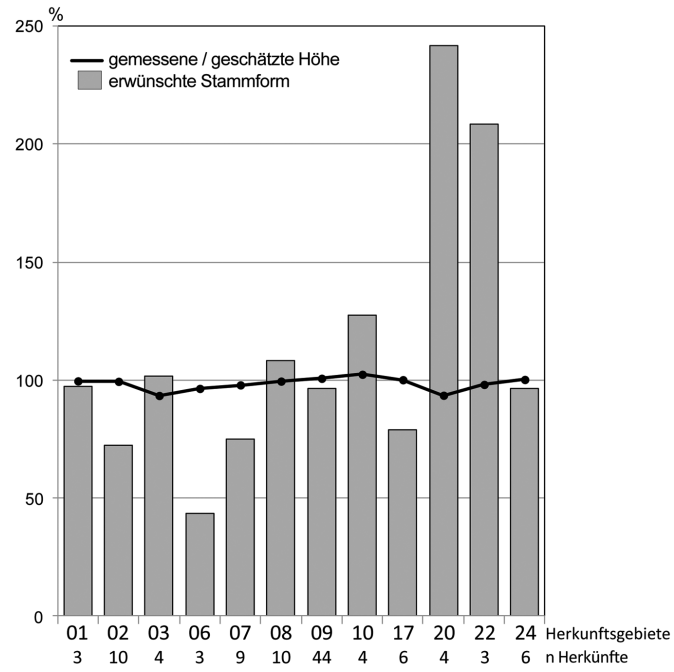

Abb. 4. Unterschiede zwischen den durch mindestens drei Herkünfte repräsentierten Herkunftsgebieten in Wuchshöhe und Anteil gut geformter Bäume.
Differences between provenance regions represented by at least three provenances concerning height growth and percentage of well formed trees.

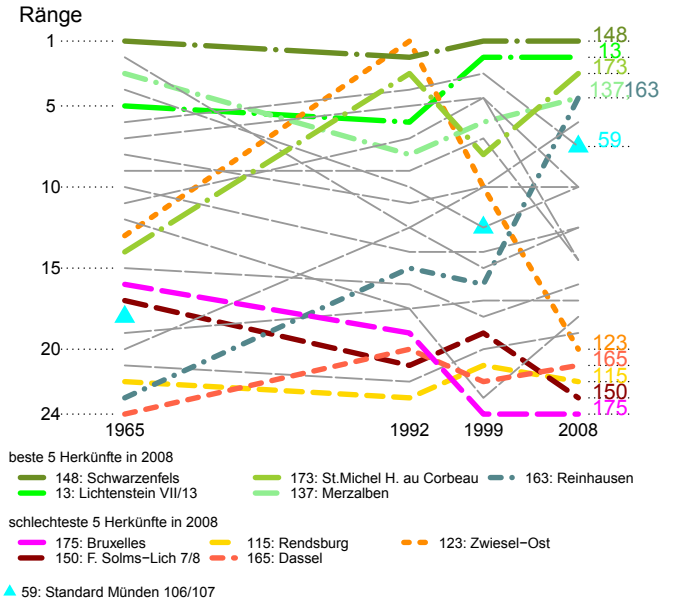

Abb. 5. Rangveränderungen in der Höhenwuchsleistung von 24 Herkünften auf der Fläche Münden 136.
Changes in height growth ranking of 24 provenances at the trial Münden 136.

Die Ergebnisse der Aufnahmen von 1999 und 2008 unterstreichen im Wesentlichen die Schlussfolgerungen, die Kleinschmit und Svolba (1996) nach Auswertung der 1992 erfassten Daten desselben Versuches gezogen haben. So zeigt die Buche für die untersuchten Merkmale überwiegend ökotypische Variationsmuster, d. h. dass keine klare geografische Differenzierung zu erkennen ist und sich unmittelbar benachbarte Herkünfte im Wuchsverhalten nicht zwangsläufig ähnlicher sind als solche, die geografisch weit voneinander entfernt liegen. Trotzdem lassen sich fallweise auch regional eng umrissene Gruppen von Herkünften identifizieren, die eine vergleichbare Entwicklung zeigen. Ein Beispiel dafür sind die Herkünfte 17–21 aus dem Bereich Seeheim-Jugenheim, die überwiegend eher schlecht abschneiden. Bei den Herkünften 22–24, 101, 113 aus dem Raum Eutin (SHLF-Reviere Dodau, Scharbeutz, Hütten) ist es umgekehrt. Allerdings weisen Herkünfte aus höheren Lagen meist bessere Stammformen auf bei zugleich eher verhaltenem Wachstum. Auch andere Autoren haben auf den Einfluss der Herkunft auf die Schaftformeigenschaften der Buche bzw. die ökotypische Variation hingewiesen (Hoffmann 1962, Dagenbach et al. 1989, Comps et al. 2010, Liesebach 2012). Die genetische Differenzierung der Buche zeigt ähnliche Variationsmuster (u. a. Turok 1996, Konnert et al. 2000).

Es ist unbestritten, dass die qualitative Entwicklung gepflanzter Buchenbestände neben genetischen Einflüssen auch ganz entscheidend von der Ausgangspflanzenzahl bestimmt wird. Besonders für Freiflächenkulturen lassen höhere Pflanzendichten von rd. 10.000 Pflanzen je ha eine bessere Qualitätsentwicklung erwarten (Krahl-Urban 1963, Richter 1990). Ott und v. Lüpke (2006) fordern für 10-jährige Buchenkulturen unter Freiflächenbedingungen eine Mindestpflanzenzahl von 5.000 Buchen je ha im Reinbestand. Untersuchungen von Leonhardt und Wagner (2006) an Buchen unter Fichtenschirm verdeutlichen, dass ab Pflanzenzahlen von 5.000 je ha mit abnehmender Pflanzendichte der Anteil schlechter Stammformen unabhängig von der Überschirmung deutlich zunimmt. Weitgehend unabhängig von der Dichte des Schirms erwarten Rumpf und Petersen (2008) an unter Kiefer vorangebauten Buchen im 2 x 1 m-Pflanzverband bei noch gutem Durchmesserwachstum eine günstige qualitative Entwicklung. Le Tacon (1985) führt die verstärkte Mehrtriebigkeit von unbeschirmt aufwachsenden Buchen darauf zurück, dass diese öfter ihre terminale Leittriebknospe verlieren und Seitentriebe das Höhenwachstum übernehmen. Durch einen engeren Pflanzverband und damit stärkere seitliche Konkurrenz der Buchen untereinander scheint diese Tendenz gemindert zu werden. Ähnliche Beobachtungen machten auch Hussendörfer et al. (1996) bei Untersuchungen in der Schweiz.

Im Vergleich zur heute üblichen Praxis wurden die vorliegenden Herkunftsversuche von Krahl-Urban zweifelsfrei mit sehr hohen Zahlen von meist 15.000 Pflanzen je ha im 1,3 x 0,5 m-Reihenverband begründet. Es liegt deshalb nahe, dass die dennoch recht deutliche qualitative Differenzierung zwischen den Prüfgliedern überwiegend herkunftsbedingt ist. In Analogie zu Untersuchungen an Traubeneichen ist davon auszugehen, dass sich der Einfluss der Herkunft mit abnehmender Pflanzendichte bis zu einer Untergrenze, ab der dann die Abhängigkeit vom Pflanzverband überwiegt, noch verstärken wird (vgl. Nagel und Rumpf 2010). Hinzu kommt, dass sich die Qualitäten „schlechter" Herkünfte durch die sicher nicht unkritische Entnahme von Protzen im Läuterungsstadium und eine Negativauslese im Herrschenden im Rahmen der Erstdurchforstung durchschnittlich verbessert haben und auf Versuchsebene bereits eine gewisse Nivellierung stattgefunden hat.

Das vergleichsweise hohe Alter der Versuche bietet Vor- und Nachteile. Zum einen besteht die Möglichkeit, das Wuchsverhalten von Buchen über einen langen Zeitraum hinweg zu verfolgen. Auf die Wichtigkeit der Betrachtung einer längeren Zeitreihe haben bereits Kleinschmit und Svolba (1996) verwiesen. Sie kommen zu dem Schluss, dass frühe Aufnahmen von Buchenherkunftsversuchen nicht zu verlässlichen Ergebnissen führen. Dieser Sachverhalt lässt sich beispielhaft anhand der Rangänderungen im Höhenwachstum

für die Fläche Münden 136 der Serie 221 belegen (Abbildung 5). Die Höhendifferenzierung über die letzten rund 50 Jahre (die erste Höhenmessung erfolgte kurz nach der Flächenanlage, ist aber nicht genau datiert) verdeutlicht, dass es einerseits stabile Herkünfte gibt, die den Bereich, in dem sie zu Beginn der Messungen lagen, in der Folge nicht verlassen haben, z. B. die sehr wüchsigen Herkünfte 148 Schwarzenfels oder 13 Lichtenstein VII/13. Aber auch von Anfang an zurückliegende Herkünfte, wie 115 Rendsburg oder 165 Dassel Knobben, erwiesen sich als stabil. Im Gegensatz dazu steht z. B. die Herkunft 163 Reinhausen 3008 a, die ihre Leistung mit zunehmendem Alter deutlich verbesserte und jetzt im obersten Drittel rangiert. Ähnlich verhält es sich auf der Fläche in Oerrel, obwohl dort zum Teil andere Herkünfte stehen. Die Standardherkunft 59 Münden Abt. 106/107 zeigt zu allen Messzeitpunkten eine mittlere Höhenwuchsleistung. In der Summe aller quantitativen und qualitativen Merkmale schneidet sie 1999 und 2008 weit unter dem Durchschnitt ab (vgl. Tabellen 5 und 6). Auch wenn sie auf der Versuchsfläche nur in Kleinstparzellen vorkommt, dafür aber häufiger wiederholt ist, zeigen die Versuchsergebnisse, dass es selbst für eine Pflanzung in derselben Region (Bramwald) wesentlich besser geeignete als diese örtliche Herkunft gibt. Vergleichbare Beobachtungen machte von Wühlisch (2012), bei dessen Untersuchungen vom Anbauort geografisch weit entfernte Buchenherkünfte den örtlichen Vorkommen teilweise deutlich überlegen waren.

Andererseits sind die allermeisten der in Prüfung befindlichen Ausgangsbestände entweder nicht mehr oder nur noch mit wenigen Bäumen vorhanden und stehen somit für eine Zulassung und Saatgutbeerntung nicht mehr zur Verfügung. Manche der Bestände waren bereits zum Zeitpunkt der Samenernte sehr alt. Dennoch konnten dank früherer Auswertungen dieser Versuchsserien etliche Bestände verschiedener Bundesländer Ende der 1980er-Jahre in der Kategorie „geprüft“ zugelassen werden. Dazu gehörten die in Niedersachsen unter der Bezeichnung Schimmerwald vielfach beernteten Bestände aus dem Harz ebenso wie Bestände in Baden-Württemberg, Hessen und Nordrhein-Westfalen. Die meisten von ihnen können aber mittlerweile nicht mehr beerntet werden, weil die Altbestände verschwunden sind oder weil sie infolge vollflächiger, hoher Verjüngung nicht mehr mit Erntenetzen unterlegt werden können. Im Sachverständigenbeirat für „geprüftes Vermehrungsgut“ wurde die Frage, ob die Zulassung eines „geprüften“ Buchenbestandes auf den Folgebestand übertragen werden kann, bislang kontrovers diskutiert. Mindestvoraussetzung wäre, dass der Folgebestand ausschließlich aus natürlicher Verjüngung des „geprüften“ Bestandes hervorgegangen ist und Beerntungen erst wieder stattfinden, wenn der neue Bestand das vorgeschriebene Mindestalter erreicht hat. Isoenzymatische Untersuchungen an den Prüfgliedern „Lauterberg Kupferhütte“ und „Dassel Knobben“ in der Fläche Münden 136 sowie den entsprechenden aus Naturverjüngung hervorgegangenen Folgebeständen an den Herkunftsorten zeigten allerdings keine nennenswerten genetischen Differenzierungen zwischen den Nachkommen aus Naturverjüngung und denen aus Pflanzung (Steiner und Rumpf 2006 unveröff.). Dieser Befund spricht zumindest nicht gegen eine Zulassung der Folgebestände im Rahmen der erwähnten Mindestanforderungen.

Der Umstand, dass in der Vergangenheit häufig ältere Bestände geprüft wurden, weil es wesentlich leichter war, aus ihnen ausreichend Saatgut zu gewinnen als aus Beständen, die gerade erst das Mindestalter für die Zulassung zur Beerntung erreicht haben, wirkt bei der Buche besonders nachhaltig. Selbst in einem wesentlich jüngeren Versuch zur Prüfung von niedersächsischen Buchen-Bestandesnachkommenschaften (Grotehusmann 2009) konnten nicht alle besonders bewährten Bestände für die Saatguternte in der Kategorie „geprüft“ zugelassen werden, obwohl die rechtlichen Voraussetzungen erfüllt gewesen wären. Da heute Buchenjungbestände aber zunehmend im Rahmen starker Hochdurchforstungen gepflegt werden und die vitalsten und qualitativ besten Bäume bereits wesentlich früher kräftige Kronen ausbilden, ist davon auszugehen, dass diese auch zeitiger und ergiebiger fruktifizieren. Hinzu kommt, dass bodenbeschattender Unterstand wesentlich länger am Leben bleibt und eine frühzeitige Verjüngung der Bestände verhindert (Nagel und Spellmann 2008). Somit werden sich die Beerntungsbedingungen in solchen Beständen künftig verbessern, Prüfglieder für Bestandesprüfungen können rechtzeitiger ausgewählt und mehr Ausgangsbestände der Kategorie „geprüftes Vermehrungsgut“ zugelassen werden.

Zu den wenigen noch vorhandenen Ausgangsbeständen der vorliegenden Untersuchung gehört die Herkunft 123 Zwiesel Ost, die vor allem wegen ihrer hervorragenden Qualitätseigenschaften in der Gesamtbewertung besticht (Tabellen 5 und 6), auch wenn sie in den letzten 20 Jahren auf den Flächen Münden 136 und Oerrel im Höhenzuwachs stark nachgelassen hat. Krahl-Urban (1958) hatte seinerzeit Bedenken, die Herkunft Zwiesel Ost im Bramwald auf größeren Flächen ohne schützenden Schirm anzubauen, da er befürchtete, sie könnte durch Frostschäden nach zu frühem Austrieb geschädigt werden. Dies hat sich jedoch auf den Versuchsflächen in den Forstämtern Münden und Oerrel nicht bestätigt. Da Zwiesel Ost heute im Nationalpark Bayerischer Wald liegt, darf der Bestand leider nicht mehr für die Saatguternte genutzt werden. Sowohl Bayern als auch Niedersachsen haben aber Erhaltungsbestände dieser wertvollen Herkunft angelegt.

Fazit und Ausblick

Nach wie vor ist in nahezu allen Waldbauprogrammen der Bundesländer sowie in den Förderrichtlinien für den Privatwald die Laub- und Mischwaldvermehrung fest implementiert. Hierbei nimmt die Buche aufgrund ihrer ökologischen Eigenschaften eine herausragende Stellung ein. Zum Beispiel hat der mit Buche bestockte Anteil der Holzbodenfläche in Deutschland zwischen den Bundeswaldinventuren 2 und 3 um 6,4 % zugenommen (Thünen-Institut 2012). Dies unterstreicht die Bedeutung der Buche für den Waldumbau. Der Bedarf an hochwertigem Vermehrungsgut wird damit auch künftig hoch sein.

Die vorliegenden Untersuchungen veranschaulichen, welch große Bedeutung die Wahl einer geeigneten Herkunft für die Entwicklung stabiler und leistungsfähiger Buchenbestände hat. Neben dem Pflanzverband führt der Einfluss der Herkunft zu teilweise erheblichen qualitativen Differenzierungen, sodass Bestände aus schlecht veranlagten Herkünften durch die spätere Bestandespflege nur in begrenztem Umfang verbessert werden können.

Ausgehend von den alten Versuchsserien findet die Herkunftsfrage bei der Buche seit Beginn des Waldumbaus Mitte der 1980er-Jahre immer größeres Interesse. Insbesondere dem Thünen-Institut für Forstgenetik ist es zu verdanken, dass seither in mehreren Serien auf internationaler Ebene Buchen-Herkunftsversuche mit knapp 400 Herkünften angelegt wurden (v. Wühlisch et al. 1998, Liesebach et al. 1998). Diese Versuche werden künftig eine unschätzbare Wissensgrundlage für den Buchenanbau in Europa liefern und bilden eine wertvolle Ergänzung zu den an Buchen durchgeführten biochemisch-genetischen Untersuchungen. Obwohl die genetische Variation sowohl zwischen Buchenvorkommen unterschiedlicher ökologischer Grundeinheiten (vgl. Forstvermehrungsgut-Herkunftsgebietsverordnung 2003) als auch zwischen Beständen innerhalb dieser Gebiete, soweit sie aus vergleichbaren Höhenlagen stammen, vergleichsweise gering ist (Konnert et al. 2000, Sander et al. 2001), unterstreicht die erkennbare Differenzierung in den Feldversuchen bereits heute die Bedeutung der Herkunft für die Entwicklung der Buche.

Es bleibt eine wichtige Aufgabe, die Herkunftsempfehlungen der Bundesländer dem jeweils aktuellen Erkenntnisstand anzupassen. Vor dem Hintergrund der projizierten Klimaveränderungen sollten darüber hinaus weitere anpassungsrelevante Merkmale, beispielsweise die Trockenstresstoleranz oder das phänologische Verhalten, zur Beurteilung der Anbaueignung verstärkt herangezogen werden.

Literatur

Bergel D. 1973. Masssentafel für Nordwestdeutschland I – Buche, Europäische Lärche, Japanische Lärche, Douglasie. Niedersächsische Forstliche Versuchsanstalt Abt. Ertragskunde, Göttingen (Hrsg.)

Comps B., Gömöry D., Letouzey J., Thiébaut B., Petit R.J. 2001. Diverging trends between heterozygosity and allelic richness during postglacial colonization in the European beech. Genetics 157, 389–397

Dagenbach H., Franke A., Hauff U. 1989. Vergleich der Nachkommenschaften von Weidbuchen und Buchenbeständen aus der Schwäbischen Alb. Ergebnisse der Pflanzschulphase. Mitteilungen des Vereins für forstliche Standortskunde und Forstpflanzenzüchtung 34, 67–75

Forstvermehrungsgut-Herkunftsgebietsverordnung vom 7.10.1994 (BGBl. I S. 3578), geändert durch die Verordnung vom 15.01.2003 (BGBl. I S. 238)

Grotehusmann H. 2009. Ergebnisse einer Prüfung niedersächsischer Buchenbestände. Forst u. Holz 64, 12–17

Hoffmann J. 1962. Die bisherigen Ergebnisse von Buchenprovenienzversuchen. Allg. Forstz. 17, 121–123

Hussendörfer E., Schütz J.-P., Scholz F. 1996. Genetische Untersuchungen zu phänotypischen Merkmalen an Buche (*Fagus sylvatica* L.). Schweiz. Z. Forstwes. 147, 785–802

Kleinschmit J., Svolba J. 1996. Ergebnisse der Buchenherkunftsversuche von Krahl-Urban. AFZ-DerWald 51, 780–782

Konnert M., Ziehe M., Tröber U., Maurer W., Janßen A., Sander T., Hussendörfer E., Hertel H. 2000. Genetische Variation der Buche (*Fagus sylvatica* L.) in Deutschland: Gemeinsame Auswertung genetischer Inventuren über verschiedene Bundesländer. Forst u. Holz 55, 403–408

Krahl-Urban J. 1958. Vorläufige Ergebnisse von Buchen-Provenienzversuchen. Allg. Forst- u. Jagdztg. 129, 242–251

Krahl-Urban J. 1963. Untersuchungen über Verbandsweiten bei Buchenpflanzungen. Forstarchiv 34, 157–164

Leonhardt B., Wagner S. 2006. Qualitative Entwicklung von Buchenvoranbauten unter Fichtenschirm. Forst u. Holz 61, 454–457

Le Tacon F. 1985. Die Pflanzung auf der Freifläche: Einer der Gründe für die schlechte Form der Buche im Nordosten von Frankreich. Der Forst- u. Holzwirt 40, 339–342

Liesebach M. 2012. Wachstum und phänologische Variation von sechs Herkünften der Rotbuche (*Fagus sylvatica* L.) an einem Standort in Schleswig-Holstein. Landbauforschung – Applied Agricultural and Forestry Research 62, 179–192

Liesebach M., Wühlisch G. v., Muhs H.-J. 1998. Anlage des Internationalen Buchen-Herkunftsversuches 1996/1998. Jahresbericht 1998 der Bundesforschungsanstalt für Forst- und Holzwirtschaft, Hamburg, 14

Nagel R., Rumpf H. 2010. Der Eichenverbandsversuch Ahlhorn: Ergebnisse nach 35-jähriger Beobachtungsdauer. Forst u. Holz 65, 14–22

Nagel R., Spellmann H. 2008. Wachstum, Behandlung und Ertrag von Reinbeständen der Buche (*Fagus sylvatica* L.) in Nordwestdeutschland. Beiträge aus der Nordwestdeutschen Forstlichen Versuchsanstalt 3, 221–265

Ott B. 2002. Analyse erfolgbestimmender Faktoren buchendominierter Freiflächenkulturen nach Sturmwurf im hessischen Vogelsberg. Berichte des Forschungszentrums Waldökosysteme Universität Göttingen Reihe A., Band 182

Ott B., Lüpke B. v. 2006. Erfolg von Buchenpflanzungen auf Sturmschadensflächen von 1990 im Vogelsberg. Forstarchiv 77, 119–126

Paar U., Guckland A., Dammann I., Albrecht M., Eichhorn J. 2011. Häufigkeit und Intensität der Fruktifikation der Buche. AFZ-DerWald 66, 26–29

Rau H.-M., König A., Ruetz W., Rumpf H., Schönfelder E. 2008. Ergebnisse des westdeutschen IUFRO-Küstentannen-Provenienzversuches im Alter 27. Beiträge aus der Nordwestdeutschen Forstlichen Versuchsanstalt 4

R Core Team 2013. R: A language and environment for statistical computing. Vienna, Austria

Richter J. 1990. Die Qualität von Buchenpflanzbeständen. Schriftenreihe der Landesanstalt für Forstwirtschaft Nordrhein-Westfalen 1, 35–52

Rumpf H., Petersen R. 2008. Waldumbau mit Buche unter Berücksichtigung ihrer ökologischen Ansprüche. Beiträge aus der Nordwestdeutschen Forstlichen Versuchsanstalt 3, 193–219

Sander T., Rothe G.M., Weisgerber H., Janßen A. 2001. Allelic and genotypic variation of 13 European beech (*Fagus sylvatica* L.) populations in Hesse, Germany. Forest Genetics 8, 13–24

Thünen-Institut 2012. Dritte Bundeswaldinventur – Ergebnisdatenbank: Index der Waldfläche nach Baumartengruppen. https//bwi.info, Auftragskürzel: 77V1PI_L637mf_0212_bi, Archivierungsdatum:2014-8-5 14:24:44.730 (aufgerufen am 12.02.2015)

Turok J. 1996. Genetische Untersuchungen bei der Buche – Genetische Anpassungsprozesse und die Erhaltung von Genressourcen in Buchenwäldern. Landesanstalt für Ökologie, Bodenordnung und Forsten NRW. LÖBF-Schriftenreihe, Band 8

Wilhelm G. 2008. Die Buche – Gewinnerin naturnaher Waldbewirtschaftung. In: Deutscher Forstwirtschaftsrat (Hrsg.) Buchenwälder – vielfältig, einmalig, nachhaltig. 2. Aufl., 8–13

Wühlisch G. v., Liesebach M., Muhs, H.-J., Stephan B.R. 1998. A network of international beech provenance trials. In: Turok J., Cremer A., de Vries S. (eds.) First EUFORGEN meeting in social broadleaves, IPGRI, Rome, 164–172

Wühlisch G. v. 2012. Anpassungsfähigkeit von Buchen an den Klimawandel. AFZ-DerWald 67, 22–24