

# Ergebnisse des westdeutschen IUFRO- Küstentannen-Provenienzversuches im Alter 27

Hans-Martin Rau, Armin König, Wolfhard Ruetz,  
Hendrik Rumpf, Egbert Schönfelder





Hans-Martin Rau, Armin König, Wolfhard Ruetz,  
Hendrik Rumpf, Egbert Schönfelder  
Ergebnisse des westdeutschen IUFRO-Küstentannen-  
Provenienzversuches im Alter 27

This work is licensed under the  
[Creative Commons](#) License 2.0 “by-nd”,  
allowing you to download, distribute and print the  
document in a few copies for private or educational  
use, given that the document stays unchanged  
and the creator is mentioned.  
You are not allowed to sell copies of the free version.



erschieden als Band 4 der Reihe  
„Beiträge aus der Nordwestdeutschen Forstlichen Versuchsanstalt“  
in den Universitätsdrucken im Universitätsverlag Göttingen 2008

---

Hans-Martin Rau, Armin König,  
Wolfhard Ruetz, Hendrik Rumpf,  
Egbert Schönfelder

Ergebnisse des  
westdeutschen  
IUFRO-Küstentannen-  
Provenienzversuches  
im Alter 27

Beiträge aus der  
Nordwestdeutschen  
Forstlichen Versuchsanstalt  
Band 4



Universitätsverlag Göttingen  
2008

## Bibliographische Information der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliographie; detaillierte bibliographische Daten sind im Internet über <http://dnb.ddb.de> abrufbar.

Global Forest Decimal Classification: 181.65, 56

### *Herausgeber*

Nordwestdeutsche Forstliche Versuchsanstalt (NW-FVA)  
Grätzelstr. 2, D-37079 Göttingen  
Tel.: +49 (0)551-69401-0, Fax: +49 (0)551-69401-160  
E-Mail: [zentrale@nw-fva.de](mailto:zentrale@nw-fva.de)  
[www.nw-fva.de](http://www.nw-fva.de)

*Schriftleitung der Reihe:* Prof. Dr. Hermann Spellmann  
*Redaktion:* Inge Kehr, Ulrike Gaertner

Titelfoto: Küstentannenzweig (Inge Kehr)

Dieses Buch ist auch als freie Onlineversion über die Homepage der NW-FVA, des Verlages sowie über den OPAC der Niedersächsischen Staats- und Universitätsbibliothek (<http://www.sub.uni-goettingen.de>) erreichbar und darf gelesen, heruntergeladen sowie als Privatkopie ausgedruckt werden. Es gelten die Lizenzbestimmungen der Onlineversion. Es ist nicht gestattet, Kopien oder gedruckte Fassungen der freien Onlineversion zu veräußern.

© 2008 Universitätsverlag Göttingen  
<http://univerlag.uni-goettingen.de>  
ISBN: 978-3-940344-60-1  
ISSN: 1865-6994

# Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	I
Zusammenfassung	1
Abstract	2
1 Einleitung	3
2 Versuchsmaterial und -flächen	4
3 Methodik der Versuchsanlage und aufgenommene Merkmale	12
4 Bewertung des Einflusses der Versuchsorte	17
5 Bewertung des Herkunftseinflusses anhand von Herkunftsgruppen	26
6 Bewertung der Herkünfte und ihrer Reaktionen auf verschiedene Anbauregionen	38
7 Untersuchungen zur zeitlichen Stabilität der Herkünfte	51
8 Diskussion	56
Literatur	61
Autoren	63



## **Ergebnisse des westdeutschen IUFRO-Küstentannen-Provenienzversuches im Alter 27**

Results from the 27 year-old IUFRO grand fir provenance trial in West Germany

### **Zusammenfassung**

Es wird über die Entwicklung der Küstentannen (*Abies grandis* Lindl.) auf 18 von verschiedenen Versuchsanstaltern angelegten Teilflächen des internationalen Küstentannen-Provenienzversuches bis zum Alter von 27 Jahren berichtet. Die Versuchsfächen verteilen sich über die Bundesländer Schleswig-Holstein, Niedersachsen, Nordrhein-Westfalen, Hessen und Bayern und Höhenlagen von 1 bis 800 m über NN. Aufgenommen wurden Stammzahl, Brusthöhendurchmesser, Höhen, Schaftform, Ästigkeit, Verzweiselung sowie eine Reihe von Schäden. Die untersuchten 65 Herkünfte stammen schwerpunktmäßig aus verschiedenen Höhenlagen der in Britisch-Kolumbien, West-Washington und Oregon liegenden Teile des natürlichen Verbreitungsgebietes. Entsprechend groß waren die Unterschiede in der Vitalität, Qualität und Schadanfälligkeit der Herkünfte bei beträchtlichen Niveauunterschieden je nach Standort der einzelnen Versuchsfäche. Die Küstentannen erreichen Leistungen, die denen der Douglasie nicht nachstehen. Die leistungsfähigsten Herkünfte kommen aus West-Washington und von Vancouver Island in Britisch Kolumbien. Herkünfte aus dem Küstenbereich von Süd-Oregon haben

hingegen weder in Leistung noch in Qualität überzeugen können. Die Küstentanne empfiehlt sich als Alternative zur Douglasie. Allerdings unterliegt sie in verschärftem Maße den Folgen der Einfuhr-Restriktionen des deutschen Forstvermehrungsgutgesetzes, weil bei ihr, anders als bei der Douglasie, über heimische Vorkommen bisher fast keine Ergebnisse aus Vergleichsprüfungen vorliegen.

**Stichworte:** Küstentanne, *Abies grandis*, Herkünfte, Vitalität, Qualität, Schadanfälligkeit

## Abstract

Results of surveys conducted in 18 provenance trials plots up to 27 years of age established by different German Forest Research Stations as part of the international IUFRO grand fir (*Abies grandis* Lindl.) progeny trials are presented. The sites, located in the German states Schleswig-Holstein, Lower Saxony, North Rhineland-Westfalia, Hesse and Bavaria, range in elevation from 1 to 800 m. Number of stems, diameter at breast height, height, stem form, degree of branching, forking and different types of damage were surveyed. The majority of the 65 grand fir trial provenances originated from different elevations within its natural distribution range in British Columbia, West Washington and Oregon. The large differences in provenance vitality, quality and susceptibility to damage corresponded to the considerable variation in site conditions found. The productivity of grand fir is comparable to that of Douglas fir. The provenances with the best growth originate from West Washington and Vancouver Island, British Columbia. In contrast, coastal provenances from South Oregon demonstrated poor production and quality characteristics. Grand fir is recommended as an alternative to Douglas fir. However, restrictions are imposed on importing grand fir seed under the German Forest Reproductive Material Act, which limits access to the natural North America seed sources. Furthermore, this restricted access cannot be compensated for by nominating grand fir provenances already present in Germany because, unlike Douglas fir, no thorough progeny trials have been carried out for these stands.

**Keywords:** grand fir, *Abies grandis*, provenances, vitality, quality, susceptibility to damage

## 1 Einleitung

In jüngster Zeit ist das Interesse an der Küstentanne in Deutschland gewachsen. Als ein Indiz dafür kann das mit rund 1,6 Millionen Euro vom Bundesministerium für Bildung und Forschung geförderte Forschungsprojekt „Buche und Küstentanne als Rohstoff für innovative Holzprodukte“ der Universität Göttingen gewertet werden. Mit diesem soll die Küstentanne in die heimische Flora und Fauna integriert und in Zusammenarbeit mit dem Kompetenznetz für nachhaltige Holznutzung ihre Verwertungsmöglichkeiten ausgeweitet werden (UNIVERSITÄT GÖTTINGEN 2006). Zusätzlich ist 2007 in den Heften 6 und 7 von Forst und Holz eine Serie von Beiträgen zur Küstentanne erschienen. Speziell zur Frage der genetischen Veranlagung von Herkünften der Küstentanne kann der folgende Beitrag eine wertvolle und fundierte Ergänzung liefern.

Bereits in den Jahren 1991 und 1998 wurde über eine Serie von in Westdeutschland angelegten Flächen eines internationalen Provenienzversuches mit Küstentanne berichtet (RAU et al. 1991 und 1998). 18 der damals untersuchten Flächen konnten jetzt erneut aufgenommen werden. Aus Mangel an Personal beziehungsweise Geldmitteln war dies bei den übrigen neun Flächen dieser Versuchsreihe nicht möglich. Ziel der erneuten Aufnahme war es festzustellen, inwieweit sich die Ergebnisse von damals stabilisiert haben, oder ob eine Neubewertung der Herkünfte vorgenommen werden muss. Zusätzlich wurden auf einigen Flächen weitere Merkmale in die Beurteilung einbezogen.

## 2 Versuchsmaterial und -flächen

Auf den 18 erneut aufgenommenen Flächen stocken insgesamt 65 Herkünfte. Ihre Bezeichnung, Seehöhe, Lage und Zugehörigkeit zu einer Saatzzone ergibt sich aus Tabelle 1 und Abbildung 1. Übernommen wird die 1998 gewählte Einteilung der Prüfglieder in neun Gruppen, die bestimmten Regionen zugeordnet werden können (RAU et al. 1998). Gegenüber damals fehlt lediglich die Herkunft Nr. 42, St. Joe NF, Porcupine Creek, 900 m ü. NN aus Idaho. 41 Herkünfte stammen aus von der IUFRO organisierten Beerntungen, 21 Provenienzen hat die damalige Bayerische Landesanstalt für forstliche Saat- und Pflanzenzucht in Teisendorf zum allergrößten Teil aus Oregon beschafft. Den Rest lieferte die Firma Reid Collins aus ihrem Handelssortiment (RAU et al. 1991). Auch wenn der Osten des natürlichen Verbreitungsgebietes, wie beispielsweise Idaho, Montana und das östliche Oregon, unterrepräsentiert sind, bietet das Versuchsmaterial dennoch eine einzigartige Vielfalt. Dieses erlaubt eine gründliche Beurteilung dieser Baumart gerade bezüglich der Herkünfte. Sie stammen aus den für Mitteleuropa aufgrund der Erfahrungen vor allem im Douglasienanbau so interessanten Regionen wie dem westlichen Oregon, Washington und Vancouver Island. Bezogen auf die Höhenlage deckt das Versuchsmaterial mit Lagen zwischen 5 und 1.500 m fast das ganze natürliche Verbreitungsgebiet der Küstentanne ab, das nur in den Blue Mountains in Oregon mit 1.800 m noch höher reicht (FLETCHER 1986).

Die Versuchsflächen sind in Tabelle 2 und Abbildung 2 beschrieben bzw. dargestellt. Die Ortsbezeichnungen haben sich seit der Publikation von RAU et al. 1998 teilweise geändert, sollen aber hier im Interesse besserer Vergleichbarkeit beibehalten werden. Von den für diese Veröffentlichung aufgenommenen Flächen fehlen in Nordrhein-Westfalen die Versuche Obereimer, Bad Driburg (ältere Teilfläche) und Steinfurt, in Schleswig-Holstein die Versuche in Barlohe und Kröppelshagen sowie in Niedersachsen die jüngere der beiden Flächen im Forstamt Braunlage. Trotz dieser Reduktion der Versuchsflächenanzahl um ein Drittel bleibt die standörtliche Vielfalt der Versuchsorte weitgehend erhalten. Die Jahresdurchschnitte bei den Temperaturen schwanken je nach Fläche zwischen 5,7 und 9,0 °C, bei den Niederschlägen zwischen 673 und 1.500 mm. Für die Vegetationszeit (Mai bis September) liegen die entsprechenden Durchschnittswerte zwischen 12,1 und 15,7 C bzw. 299 und 750 mm. Auch bei der Höhenlage der Flächen bleibt der Bereich von 1-800 m ü. NN abgedeckt.

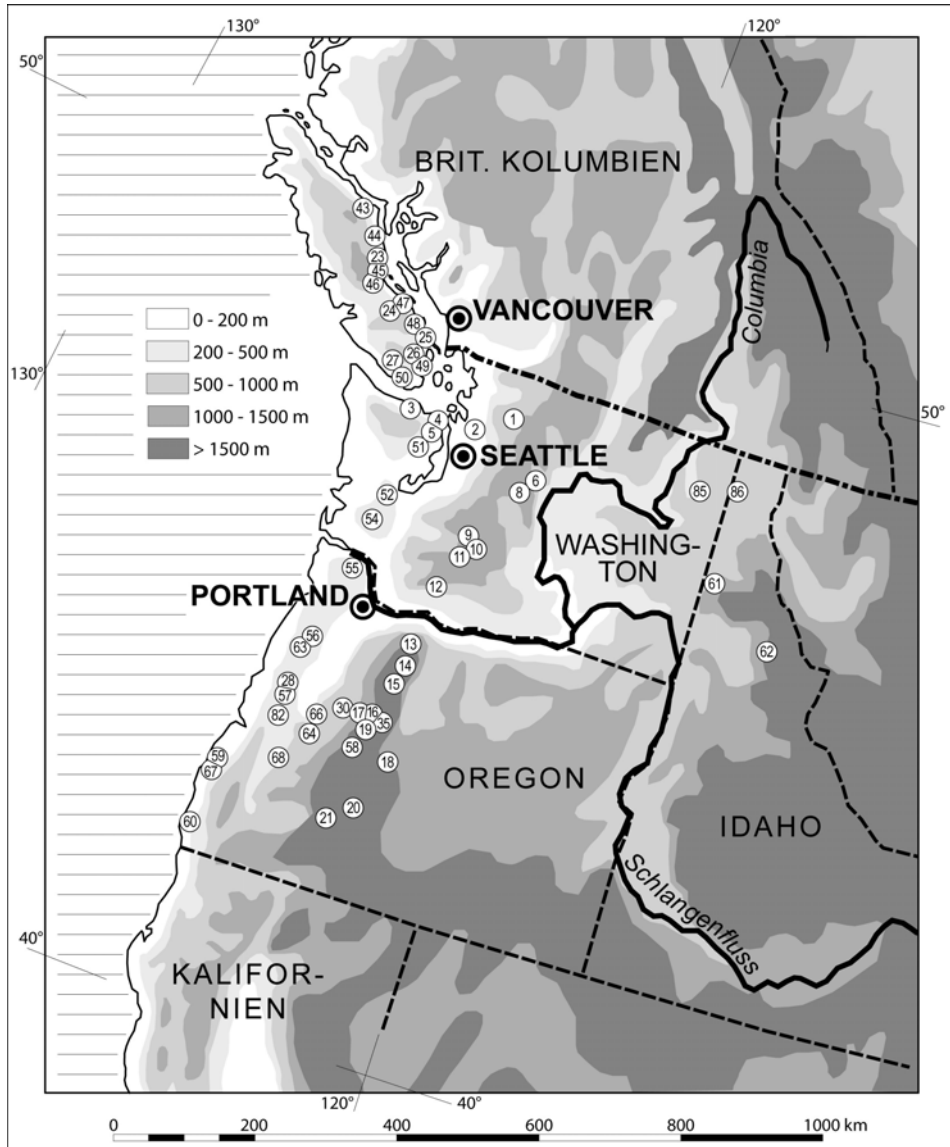


Abbildung 1: Lage der geprüften Herkünfte

Tabelle 1: Übersicht über das Versuchsmaterial

<b>Herkunftsgruppe</b>		<b>Mittlere</b>	<b>Samen-</b>	<b>Internat.<sup>1,2</sup></b>
<b>Provenienz</b>		<b>Seehöhe</b>	<b>zone</b>	<b>Nummer</b>
<b>Nr.</b>	<b>Name</b>	<b>(m)</b>		
<b>1 Vancouver Island, Brit. Kolumbien (VI, BK)</b>				
23	Courtenay	75	1020	---
24	Nanaimo Lakes	315	1020	---
25	Kuper Island	75	1020	---
26	Duncan	75	1020	---
27	Lake Cowichan	225	1020	---
43	Salmon River	25	1020	12040
44	Oyster Bay	5	1020	12041
45	Buckley Bay	45	1020	12042
46	Sproat Lake	25	1020	12043
47	Kay Road	50	1020	12044
48	Yellow Point	30	1020	12045
49	Mt. Prevost	75	1020	12046
50	Sooke	20	1020	12047
<b>2 Olympische Halbinsel, Washington (OH, WA)</b>				
3	Indian Creek	140	221	12003
4	Gardiner	30	221	12004
5	Bear Mountain	825	221	12005
51	Duckabush River	90	222	12048
<b>3 Puget Sound, Westkaskaden, Washington (PS, Wk, WA)</b>				
1	Buck Creek	400	403	12001
2	Tulalip Indian Res.	30	212	12002
52	Shelton	40	231	12049
54	Rainbow Falls Park	125	240	12051
<b>4 Ostkaskaden, Washington (Ok, WA)</b>				
6	Eagle Creek	760	622	12006
7	Eagle Creek	1200	622	12007
8	Jack Creek	825	622	12008
9	Cougar Flats	945	641	12009
10	Rattlesnake Creek	1300	641	12010
11	Clear Lake	945	430	12011
12	Cascade Creek	945	652	12012

<i>Herkunftsgruppe</i>		Mittlere	Samen-	Internat. <sup>1,2</sup>
Provenienz		Seehöhe	zone	Nummer
Nr.	Name	(m)		
<b>5 Westkaskaden, Oregon (Wk, OR)</b>				
30	Santiam R. Sweet Home	228	461	-1.0
31	Santiam R. Sweet Home	380	461	-1.5
32	Santiam R. Sweet Home	532	461	-2.0
33	Santiam R. Sweet Home	684	461	-2.5
34	Santiam R. Sweet Home	836	461	-3.0
58	Salt Creek	685	482	12055
64	Dexter/Bear Mt.	532	262	-2.0
65	Dexter/Bear Mt.	836	262	-3.0
68	Coast Fork Willamette R.	228	481	-1.0
69	Upper Mohawk Rivers	380	471	-1.5
66	Upper Mohawk Rivers	532	471	-2.0
<b>6 Hoch- und Ostkaskaden, Oregon (Hk, Ok, OR)</b>				
13	Cooper Spur	1040	661	12013
14	Beaver Creek	1040	671	12014
15	Sisi Butte	975	452	12015
16	Santiam Summit	1400	473	12016
17	Tombstone Prairie	1340	462	12017
18	Big Spring	1500	675	12018
19	Roaring River Ridge	1310	473	12019
20	Crescent Creek	1375	681	12020
21	Whisky Creek	1160	501	12021
35	Santiam Pass Sisters	684	675	-2.5
36	Santiam Pass Sisters	836	675	-3.0
37	Santiam Pass-Sisters	988	675	-3.5
38	Santiam Pass-Sisters	1140	675	-4.0

<i>Herkunftsgruppe</i>		Mittlere	Samen-	Internat. <sup>1,2</sup>
Provenienz		Seehöhe	zone	Nummer
Nr.	Name	(m)		
<b>7</b>	<b><i>Küstengebirge, Oregon (Kg, OR)</i></b>			
28	Philomath	228	252	-1.0
29	Philomath	380	252	-1.5
55	Pittsburg/Oregon	275	052	12052
56	Armstrong Road, Bluell	260	251	12053
57	Alsea Falls	275	061	12054
63	Falls City	380	251	-1.5
<b>8</b>	<b><i>Küste Süd-Oregon (K, SOR)</i></b>			
59	Norway	60	072	12056
67	Myrtle Point	76	072	-0.5
60	Otter Point	45	081	12057
<b>9</b>	<b><i>Binnenland Idaho /Montana/ Ost-Washington (Bi, ID)</i></b>			
61	St. Joe Area, Plummer Hill	850	---	12026
62	Clear Water	760	---	12038
85	Colville	---	---	12023
86	Kootenai	---	017	-0.2

<sup>1</sup> Internationale Nummer der IUFRO 12001 bis 12057

<sup>2</sup> Lieferantenummer -0.5 bis 4.0 entspricht einer Höhenlage von 1000 bzw. 4000 Fuß

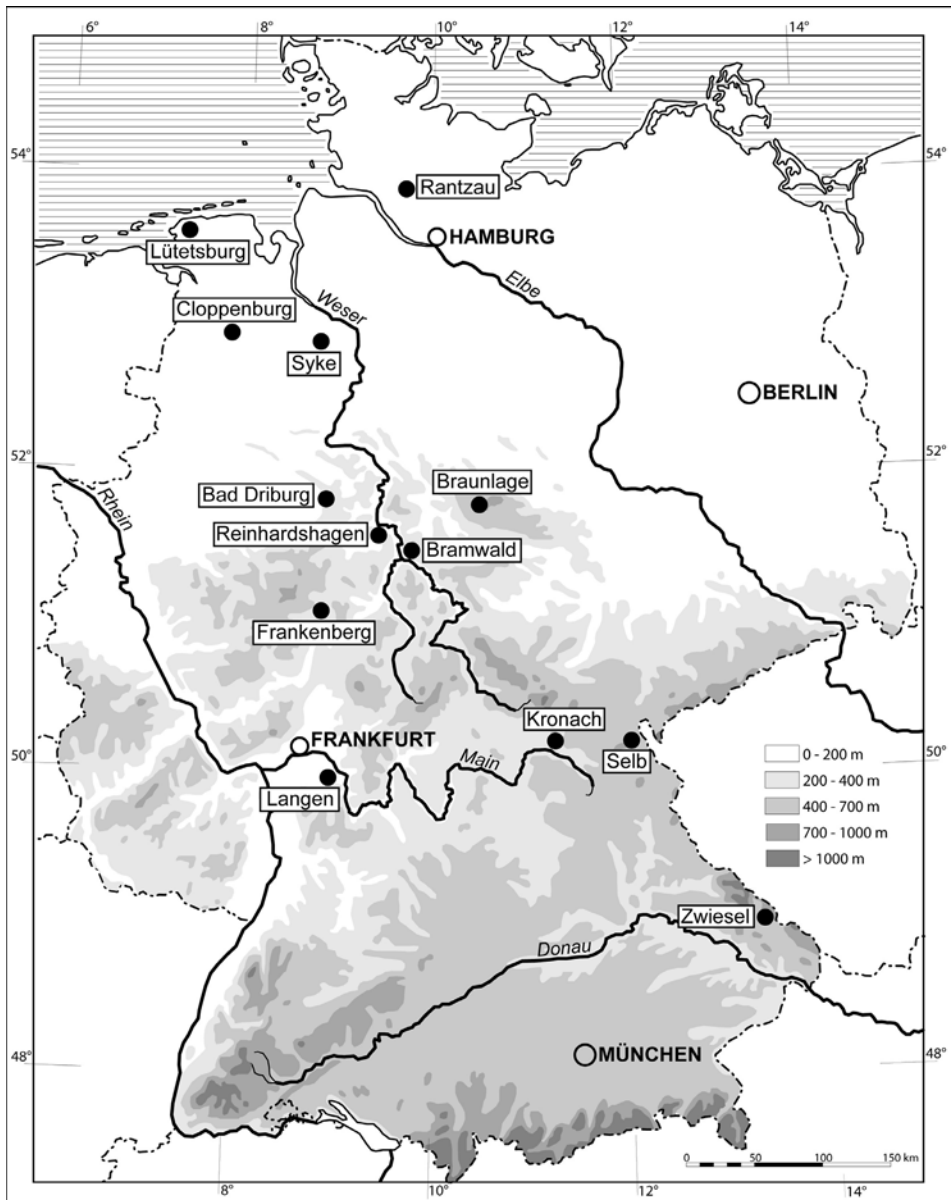


Abbildung 2: Lage der Versuchsflächen

Tabelle 2: Beschreibung der Versuchsstandorte

Region	Abt. (Zeitpunkt der Aussaat)	Mitd. Höhe über NN (m)	Temperaturen Jahr Mai-Sept. (°C)	Durchschnittliche Niederschläge Jahr Mai-Sept. (mm)	Grundgestein	Bodentyp	Wasserhaushalt	Trophie	Bemerkungen		
<b>Tiefenland (TFL)</b>											
Rantzau (Rant 236D)	236 D (A77)	30	7,9	14,0	817	411	Aldluv. Sandersande (geschichtl.)	Eisen-Humus-Podsol	sommertrocken	mesotroph	zwischen 50-jährigen Lärchenstreifen
Rantzau (Rant A76)	40 (A76)	30	8,4	14,6	750	364	Sander der Warthe-vereisung	Eisen-Humus-Podsol	sommertrocken	mesotroph	Startdüngung
Rantzau (Rant A77)	40 (A77)	15	8,6	14,5	760	360	Diluv. Sand	Basenarme Podsol-Braunerde	betont frisch	oligotroph	Startdüngung
Cloppenburg (Clop 656)	653 (A76)	30	8,3	14,5	734	360	Diluv. Sand, silikatarm	stark podsolisierte Braunerde	stark grundwasserbeeinflusst	oligotroph	Startdüngung
Cloppenburg (Clop 656)	656 (A77)	1	8,4	14,2	780	370	Marine Ablagerungen	Pseudogley	grundfrisch	schwach eutroph	in unmittelbarer Küstennähe
Lütetsburg (Lüte)	(A77)	25	8,4	14,5	741	346	Saale Grundmoräne	Podsolige Parabraunerde	wechselfeucht	mesotroph	Startdüngung
Syke (Syke 213)	213 (A76)	45	8,5	14,6	699	326	Saale Grundmoräne	schwach pseudovergl. Parabraunerde	frisch	mesotroph	Startdüngung
Syke (Syke 160)	160 (A77)	355	6,5	12,8	1040	500			frisch	oligotroph	Startdüngung
<b>Mittelgebirge (MGB)</b>											
Bad Driburg (BDri)	(A76)	420	7,1	13,7	825	410	Gault Sandstein	Basenarme Braunerde	frisch	oligotroph	vor der Anlage tiefgepflügt
Bramwald (Bram 135)	135 (A77)						Mitl. Buntsandstein	Pseudogley	frisch	oligotroph	Startdüngung

<i>Region</i>	<i>Abt. (Zeitpunkt der Aussaat)</i>	<i>Mittl. Höhe über NN (m)</i>	<i>Temperaturen Jahr (° C)</i>	<i>Durchschnittliche Niederschläge Jahr (mm)</i>	<i>Grundgestein</i>	<i>Bodentyp</i>	<i>Wasserhaushalt</i>	<i>Trophie</i>	<i>Bemerkungen</i>		
<b>Mittelgebirge (MGB)</b>											
Bramwald (Bram 73)	73 (A76)	345	7,5	14,2	756	384	Buntsandstein	Pseudogley-Braunerde	wechselfeucht	mesotroph	Stardüngung
Braunlage (Brau)	(A76)	580	5,7	12,1	1179	346	Dalman. Schiefer	Braunerde	mäßig frisch	mesotroph	Stardüngung
Frankenberg (Fran)	(A77)	330	7,5	14,2	673	299	Tonschiefer mit Löss	erodierte Braunerde	mäßig frisch	mesotroph	Stellhang
Reinhardshagen (Rein)	(A77)	290	7,8	14,2	738	359	Buntsandstein mit Löss	Pseudogley	wechselfeucht	mesotroph	
Kronach (Kron)	(A77)	480	5,8	13,3	980	430	Schiefer	Braunerde	frisch-mäßig frisch	mesotroph	
Selb (Selb)	(A77)	560	6,0	13,0	700	315	Granit	silikat. Braunerde, oberfl. pseudovergleyt	mäßig frisch	oligotroph	s. kontin. Klima, geringe Schneedecken
Zwiesel (Zwie)	(A77)	800	6,5	13,5	1500	750	Gneis	Braunerde	frisch	mesotroph	hohe Schneedecken
<b>Rhein-Main-Ebene</b>											
Langen (Lang)	(A77)	135	9,0	15,7	674	317	Diluv. Sand	Braunerde	frisch	mesotroph	Spätfrostlage

### 3 Methodik der Versuchsanlage und aufgenommene Merkmale

Zehn Flächen sind von der Abteilung Forstpflanzenzüchtung der ehemaligen Niedersächsischen Forstlichen Versuchsanstalt (NFV), je drei von der damaligen Bayerischen Landesanstalt für forstliche Saat- und Pflanzenzucht und der früheren Hessischen Forstlichen Versuchsanstalt und zwei von der früheren Bundesforschungsanstalt für Forst- und Holzwirtschaft (BFH), Institut für Forstgenetik und Forstpflanzenzüchtung, angelegt worden. Bei den meisten Versuchen wurde als Versuchsplan ein Dreisatzgitter verwendet. Die Anzahl der Prüfglieder bewegt sich zwischen  $3 * 3$  und  $7 * 7$ . Die BFH hat ihre Flächen als Blockanlage mit vierfacher Wiederholung konzipiert. Auch die hessische Fläche Frankenberg wurde als Blockanlage begründet. Allerdings weist sie wie alle übrigen Versuche nur drei Wiederholungen auf. Die Parzellen wurden je nach Versuchsort mit 16 bis 48 Bäumen bepflanzt, meist waren es 25 oder 36. Der Pflanzverband betrug  $2 * 2$  m, nur in Frankenberg waren es  $1,4 * 1,4$  m, weil diese Fläche ursprünglich nur zur Prüfung der Spätfrostempfindlichkeit angelegt worden war. Da in der entscheidenden Jugendphase keine Spätfroste auftraten, wurde der Versuch in die regelmäßigen Erhebungen der anderen Versuche mit einbezogen.

Jeder der genannten Versuchsansteller hat seine Pflanzen selber angezogen. Auch Flächenanlage, -betreuung und -aufnahme lagen weitgehend in den Händen der einzelnen Beteiligten. Deshalb unterscheiden sich die Flächen auch geringfügig im Alter der Pflanzen und im Zeitpunkt der Aufnahmen. Die NFV hat ihr Versuchsmaterial in den Jahren 1976 und 1977 (21 bzw. 35 Herkünfte) ausgesät. Die Aussaat 1976 enthält überwiegend Kaskaden-Herkünfte. 1977 folgten vor allem Provenienzen aus den küstennahen Tieflagen. Die Herkünfte Nr. 3 Indian Creek (nördliche Olympische Halbinsel) und Nr. 18 Big Spring (Kaskaden Oregon) kommen in beiden Aussaaten vor (s. Tab. 3). Die anderen Versuchsanstalten haben ihr Saatgut komplett 1977 ausgesät. Nur neun Herkünfte, meist aus peripheren Ursprungsregionen, kommen lediglich auf ein bis drei der aufgenommenen Flächen vor. Die meisten stocken auf mindestens sechs Versuchen. Die Herkunft Nr. 3 fehlt einzig auf der Fläche Rantzau Abt. 236. Das ermöglicht es einerseits, die Mittelwerte der einzelnen Herkünfte nicht nur mit dem Gesamtmittel jeder Versuchsfläche, sondern auch mit dem Mittelwert dieser Herkunft zu vergleichen. Andererseits kann überprüft werden, ob die Versuchsflächen, auf denen überwiegend Kaskadenherkünfte stocken, einen anderen Mittelwert aufweisen als diejenigen mit überwiegend Tieflandprovenienzen.

Tabelle 3: Verteilung der Pflanzglieder (PG)

PG-Nr.	Aussaat 1976						Aussaat 1977								Anzahl gesamt					
	Brau	BDri	Syke213	Bram73	Clop653	RantA76	Bram135	Syke160	Clop656	RantA77	Rein	Lang	Fran	Kron		Selb	Zwie	Rant236	Lüte	
1	X	X	X	X	X	X					X	X	X	X	X	X				12
2	X	X	X	X	X	X					X	X	X							9
3	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X		17
4	X	X	X	X	X	X											X			7
5	X	X	X	X	X	X					X	X	X							9
6	X	X	X	X	X	X					X	X	X					X		10
7	X	X	X	X	X	X														6
8	X	X	X	X	X	X					X	X	X							9
9	X	X	X	X	X	X														6
10		X	X	X	X	X														5
11	X	X	X	X	X	X					X	X	X					X		10
12	X	X	X	X	X	X						X	X					X		9
13	X	X	X	X	X	X						X	X					X		9
14	X	X	X	X	X	X					X	X	X					X		10
15	X	X	X	X	X	X						X	X							8
16	X	X	X	X	X	X					X	X								8
17	X	X	X	X	X	X														6
18	X	X	X	X	X	X	X	X	X			X	X					X		13
19	X	X	X	X	X	X												X		7
20	X	X	X	X	X	X					X	X						X		9
21	X	X	X	X	X	X							X					X		8
23							X	X	X	X										4
24							X	X	X	X										4
25							X	X	X	X										4
26							X	X	X	X										4
27							X	X	X	X										4
28										X	X	X						X		5
29							X				X	X	X	X	X	X	X	X		8
30							X				X	X	X					X		5
31							X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		11
32							X	X	X	X	X	X	X					X		8
33							X			X		X	X					X		5
34							X	X	X	X			X	X	X	X	X	X		9
35							X	X		X		X	X					X		6
36							X	X	X	X	X	X						X		7

PG-Nr.	Aussaat 1976						Aussaat 1977										Anzahl gesamt		
	Brau	BDri	Syke213	Bram73	Clop653	RantA76	Bram135	Syke160	Clop656	RantA77	Rein	Lang	Fran	Kron	Selb	Zwie		Rant236	Lite
37							X						X					X	3
38							X	X		X		X						X	5
43							X	X	X	X	X	X	X				X		8
44							X	X	X	X	X	X	X					X	8
45							X	X	X	X	X	X	X				X	X	9
46							X	X	X	X	X	X		X	X	X		X	10
47							X	X	X	X	X	X	X						7
48							X	X	X	X	X	X	X					X	8
49							X	X	X	X	X	X							6
50							X	X	X	X		X	X				X		7
51							X	X	X	X	X	X	X				X		8
52							X	X	X	X	X	X					X		7
54							X	X	X	X	X	X						X	7
55							X	X	X	X		X	X				X		7
56							X	X	X	X	X	X	X				X	X	9
57							X	X	X	X	X	X	X					X	8
58							X	X	X	X	X	X						X	7
59							X	X	X	X							X		5
60							X	X	X	X	X	X	X					X	8
61											X	X	X						3
62											X	X							2
63											X	X	X				X	X	5
64												X	X				X		3
65											X	X	X				X		4
66												X		X	X	X	X		5
67											X	X	X				X		4
68											X	X	X	X	X	X	X		7
69														X	X	X			3
85																		X	1
86																		X	1

Das Alter der Versuchsanlagen bringt es mit sich, dass auf den meisten Flächen die Stammzahl bereits reduziert werden musste bzw. natürliche Abgänge zu verzeichnen waren. Von den 15 Flächen, auf denen Höhen (h) und Durchmesser (BHD) gemessen worden sind, konnten auch Schlankheitsgrade und Volumina berechnet werden. Als Volumenformel für den Einzelbaum wurde eine Schaffholzformel von NAGEL (1988) für die Küstentanne verwandt:

$$V = \exp(1,86089 \cdot \ln(\text{BHD}) + 0,85685 \cdot \ln(h - 1,3) - 9,31895) \text{ für } h > 1,3$$

Aus den Einzelbaumvolumina und dem Anteil lebender Bäume je Parzelle wird unter Berücksichtigung der Parzellengröße das Volumen je Hektar hochgerechnet. Vornutzungen wurden nicht berücksichtigt. Es wurde nur teilweise schematisch durchforstet, da einige Versuche zu heterogen waren, als dass ein derartiger Eingriff waldbaulich sinnvoll gewesen wäre. Deshalb könnten in den nicht schematisch durchforsteten Versuchen die Unterschiede zwischen den Herkünften in Leistung und Qualität geringer ausfallen, als wenn die Parzellen unbeeinflusst geblieben wären.

Bei den aufgenommenen Merkmalen werden die Einflüsse der verschiedenen beteiligten Institutionen deutlich. Nicht alle Merkmale konnten überall und in gleicher Intensität und Abstufung erfasst werden. Insbesondere Schäden traten vielfach nur so vereinzelt auf, dass von einer weitergehenden Auswertung abgesehen wurde. Für fast alle Flächen liegen Informationen über die Anzahl der noch vorhandenen lebenden Bäume, ihre Brusthöhen-Durchmesser, Ovalität, Schaffform, Zwieselbildung und Ästigkeit vor. Daneben wurden aber auch die nicht durchgängig vorhandenen Parameter Höhe, Volumen des Einzelbaumes und pro Fläche, Abholzigkeit, Nadelverfärbung/-verlust, Rissbildung, Drehwuchs sowie Harzfluss betrachtet.

Da die Höhe nicht an allen Bäumen der Parzellen gemessen wurde (im Gegensatz zum BHD), wurde sie, wenn erforderlich, über den BHD geschätzt. Das Verfahren lässt sich wie folgt in drei Schritten beschreiben:

1. Für jede Fläche wird aus allen vorhandenen Einzelbaum-Wertepaaren BHD und Höhe der lineare Regressionskoeffizient  $b_0$  für
$$h = a + b_0 \cdot \text{BHD}$$
berechnet.
2. Für jede Parzelle wird aus den Parzellenmitteln  $h_{Pz}$  und  $\text{BHD}_{Pz}$  das Absolutglied  $a_{Pz}$  mit
$$a_{Pz} = h_{Pz} - b_0 \cdot \text{BHD}_{Pz}$$
geschätzt.
3. Jede fehlende Baumhöhe einer Parzelle wird mit
$$h = a_{Pz} + b_0 \cdot \text{BHD}$$
geschätzt.

Der Vorteil dieses Verfahrens liegt in der Robustheit, auch bei wenigen Wertepaaren je Parzelle (meist hier 3) eine vernünftige Schätzung der fehlenden Höhen unter Berücksichtigung der Parzellenbedingungen liefern zu können. Somit ist nun auch für jeden (BHD-)gemessenen Baum ein Volumen verfügbar. Um die altersabhängigen Merkmale der verschiedenen Flächen trotz der unterschiedlichen Aufnahmezeitpunkte vergleichen zu können, wurden die Werte auf das einheitliche Alter von 27 Jahren justiert.

Die Verrechnung der Werte erfolgte zunächst getrennt nach Versuchsflächen durch Verfahren für vollständige und unvollständige Blockversuche (SAS 9.1.2). Die Boniturvariablen wurden bezüglich der interessierenden Boniturstufe dichotomisiert und die Prozentwerte vor der statistischen Analyse transformiert. Alle weiteren Betrachtungen erfolgten jeweils mit den aus den Einzelanalysen geschätzten Prüfgliedmitteln je Fläche. Dichotome Variablen wurden dabei auf Prozentwerte zurücktransformiert.

Sowohl die Bewertung des Einflusses der Versuchsorte auf die Schätzwerte als auch die Unterschiede zwischen den Prüfgliedern werden durch das stark nicht-orthogonale Versuchsdesign geprägt (s. Tab. 3).

Das in der Praxis der Versuchsserienauswertung übliche Methodenspektrum zur Bewertung der Einflussfaktoren Prüfglied, Ort und Wechselwirkung Prüfglied \* Ort kann wegen der hohen Anzahl von Fehlstellen keine Anwendung finden. Somit werden im Weiteren verstärkt explorative Verfahren angewendet.

## 4 Bewertung des Einflusses der Versuchsorte

Die Prüfgliedschätzwerte für die wichtigsten, möglichst häufig erhobenen Merkmale sind anhand von Box-Whisker-Plots in den Abbildungen 3.1 bis 3.15 dargestellt. Dabei folgt die Darstellung der üblichen Konvention, dass die Länge der Box von der Distanz zwischen dem 25-sten und dem 75-sten Perzentil bestimmt wird. Sie enthält somit die Hälfte der Werte und veranschaulicht die Streuung derselben. Der Punkt im Box-Inneren repräsentiert das arithmetische Mittel und die horizontale Linie den Median; die senkrechten, von der Box ausgehenden Linien reichen bis zu den Extremwerten.

Als Anteilskennziffern werden die relative Anzahl der noch lebenden Bäume, der Anteil gerader Stämme, der Anteil nicht grobästiger Bäume und das Fehlen von Schadmerkmalen betrachtet (s. Abb. 3.1 und Abb. 3.8 bis 3.15).

Da sich hier wie auch bei den anderen Merkmalen der Einfluss der Fläche mit dem Einfluss der veränderten Prüfgliedzusammensetzung mischt, wurde die Lage des auf fast allen Flächen (mit Ausnahme Rantzau 236 D) vorhandenen Prüfgliedes 3 (Indian Creek, Seehöhe 140 m) in den Boxen als Dreieck gekennzeichnet.

Beim Vergleich des Anteils lebender Bäume fallen deutliche Niveauunterschiede zwischen Versuchsflächen wie die etwa 20 % von Braunlage gegenüber den etwa 80 % in Cloppenburg 653 und Rantzau 40 (A 76 = Aussaat 1976) besonders auf.

Weiterhin kann die Spannweite der Prüfglieder auf den Flächen höchst unterschiedlich ausfallen und das oben genannte Prüfglied 3 sowohl bei den höchsten als auch bei den niedrigsten Mittelwerten zu finden sein (s. Abb. 3.1).

Bei den gemessenen Merkmalen BHD (s. Abb. 3.2) und Höhe (s. Abb. 3.3) fällt zunächst auf, dass die Variation der Prüfgliedwerte auf den Flächen relativ klein ist im Verhältnis zur Variation der Flächenmittel, besonders wenn man den Vergleich zu den qualitativen Variablen zieht. Hier finden sich viele Flächenpaare, deren Spannweiten sich nicht überlappen. Da das Prüfglied 3 bei beiden Merkmalen stabil fast immer über den jeweiligen Flächenmitteln liegt, kann man auch an der Variation dieses Prüfgliedes die Flächenunterschiede erkennen.

Bei den Höhenwerten liegt die beste Fläche, Syke Abt. 160, etwa 100 % über den schlechtesten Flächen in Rantzau Abt. 40 sowie Cloppenburg Abt. 653 und 656. Beim BHD finden wir ebenfalls in Syke Abt. 160 und Braunlage doppelt so hohe Werte wie auf den gerade erwähnten vier Flächen in Rantzau und Cloppenburg (s. Abb. 3.2). Diese Überlegenheit setzt sich beim Volumen je Einzelstamm (s. Abb. 3.4) derart fort, dass hier die Syker Fläche etwa 400 % über diesen vier relativ schlechten Flächen liegt.

Der Volumenertrag pro Hektar (s. Abb. 3.5) wird wie zuvor erwähnt sowohl aus dem Einzelstammvolumen als auch aus dem Anteil lebender Bäume errechnet und ist zu beiden Variablen partiell proportional. So kann z. B. die Fläche Zwiesel ihren mittleren Rang beim Einzelstammvolumen durch einen höheren Anteil lebender Bäume deutlich verbessern.

Diese Fläche sowie die schon erwähnte Fläche in Syke Abt. 160 leisten mit 432 und 433 m<sup>3</sup>/ha mehr als das Doppelte wie zahlreiche andere Flächen und etwa das Vierfache wie die Fläche mit der geringsten Wuchsleistung in Selb (107 m<sup>3</sup>/ha). Sie standen bereits bei der vorangehenden Aufnahme an der Spitze aller gemessenen 27 Flächen, allerdings lag die Fläche Zwiesel damals noch deutlich hinter Syke. Zwiesel ist mit 800 m der höchstgelegenste und niederschlagreichste Standort mit hoher Schneelage im Winter.

Auffallend auf nahezu allen Flächen ist das wüchsige Verhalten des Standards, Prüfglied 3, das auf der Fläche Zwiesel den etwa dreifachen Ertrag im Vergleich zum Ertrag auf den fünf schlechtesten Flächen erbringt.

Die aus zwei über Kreuz gemessenen BHD-Werten errechnete und in Relation zum Durchmesser gesetzte Ovalität zeigt im Flächenvergleich keine deutlichen Unterschiede (s. Abb. 3.6).

Bei der aus Höhe und BHD errechneten Abholzigkeit (s. Abb. 3.7) fällt der niedrige Schlankheitsgrad der Küstentannen in Braunlage im Vergleich zum hohen Wert in Selb auf. Auch bei diesem Merkmal variieren die Werte des Prüfgliedes 3 gut in Analogie zum jeweiligen Flächenmittel. Dafür dürfte in erster Linie die Lückigkeit der Braunlager Fläche verantwortlich sein.

Da bei den im Folgenden beschriebenen Boniturmerkmalen immer auch ein Einfluss wechselnder Aufnahmeteams nicht ausgeschlossen werden kann, ist hier beim Vergleich der verschiedenen Versuchsflächen Zurückhaltung geboten.

Was den Anteil gerader Stämme anbelangt, liegen die Flächen Rantzau Abt. 40 (A76) und Frankenberg am weitesten auseinander (s. Abb. 3.8). Aber auch der Unterschied zu der benachbarten Fläche in Rantzau Abt. 40 (A77) fällt auf. Das könnte an der völlig unterschiedlichen Prüfgliedzusammensetzung der Aussaatserien 1976 bzw. 1977 liegen, denn in Cloppenburg und Syke, wo die beiden Herkunftskontingente auch auf zwei jeweils nahe beieinander liegenden Flächenpaaren geprüft werden, ist die gleiche Tendenz zu beobachten. Das deutet darauf hin, dass die in der ersten Aussaatserie dominierenden Herkünfte aus den östlichen Kaskaden den Provenienzen aus küstennahen Tieflagen überlegen sind.

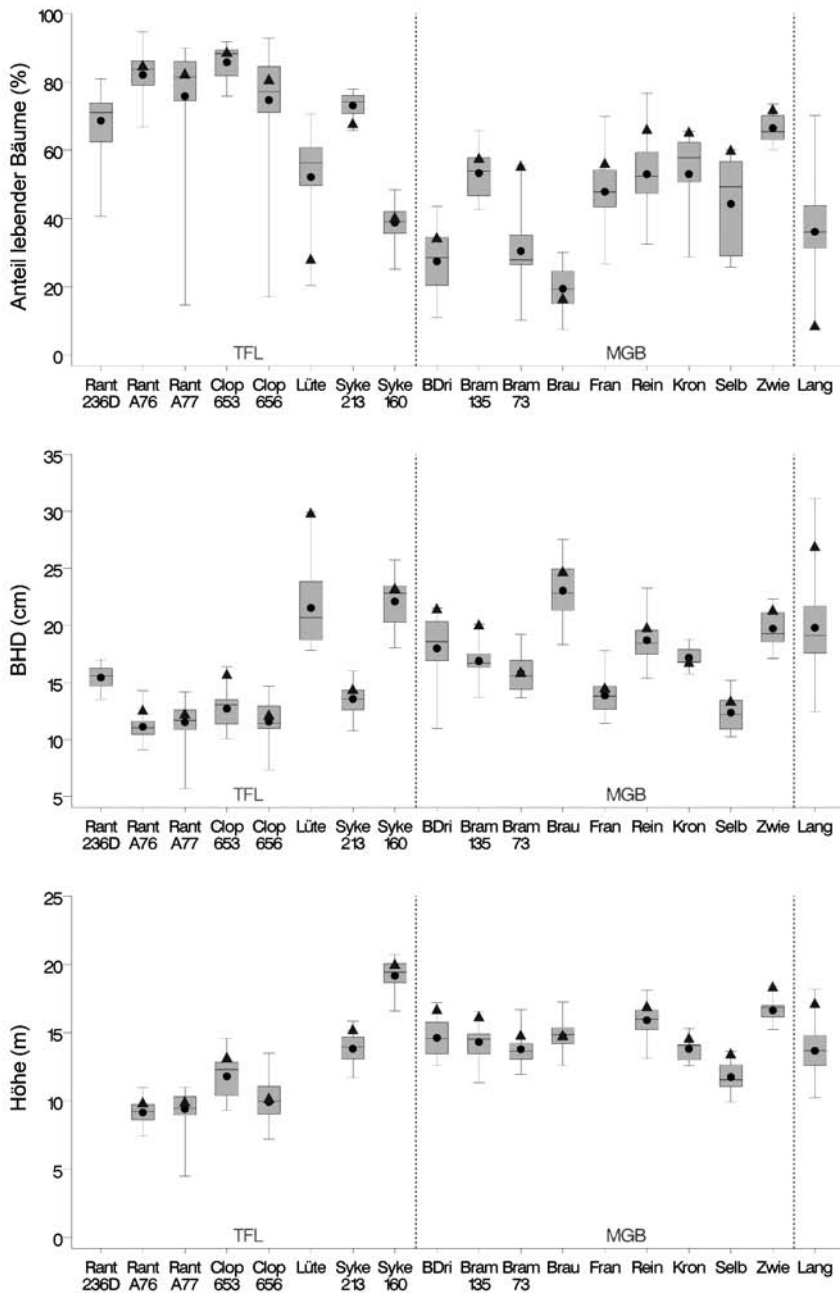


Abbildung 3.1 - 3.3: Boxplots zum Einfluss der nach Anbauregionen (TFL = Tiefland, MGB = Mittelgebirge) gegliederten Versuchsfelder bei verschiedenen Merkmalen

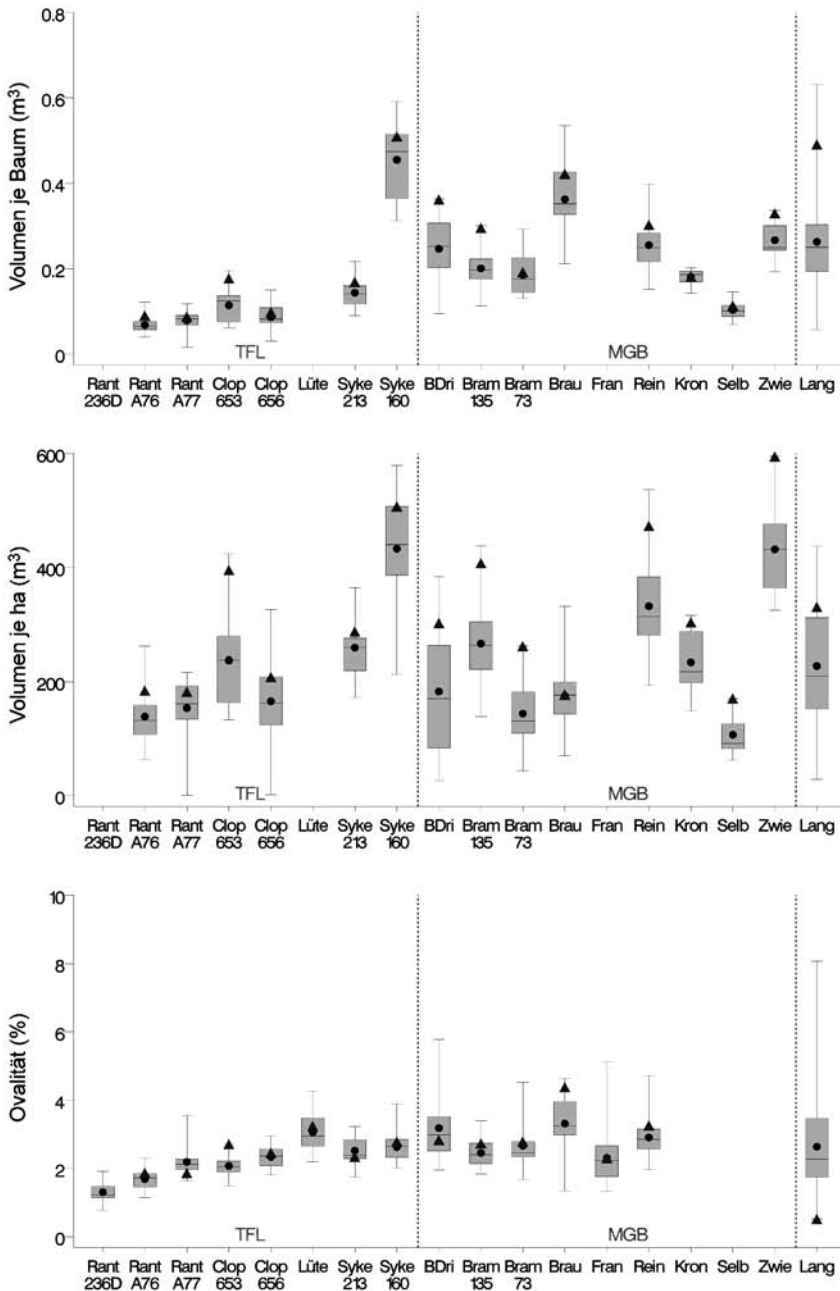


Abbildung 3.4 - 3.6: Boxplots zum Einfluss der nach Anbauregionen (TFL = Tiefland, MGB = Mittelgebirge) gegliederten Versuchsfelder bei verschiedenen Merkmalen

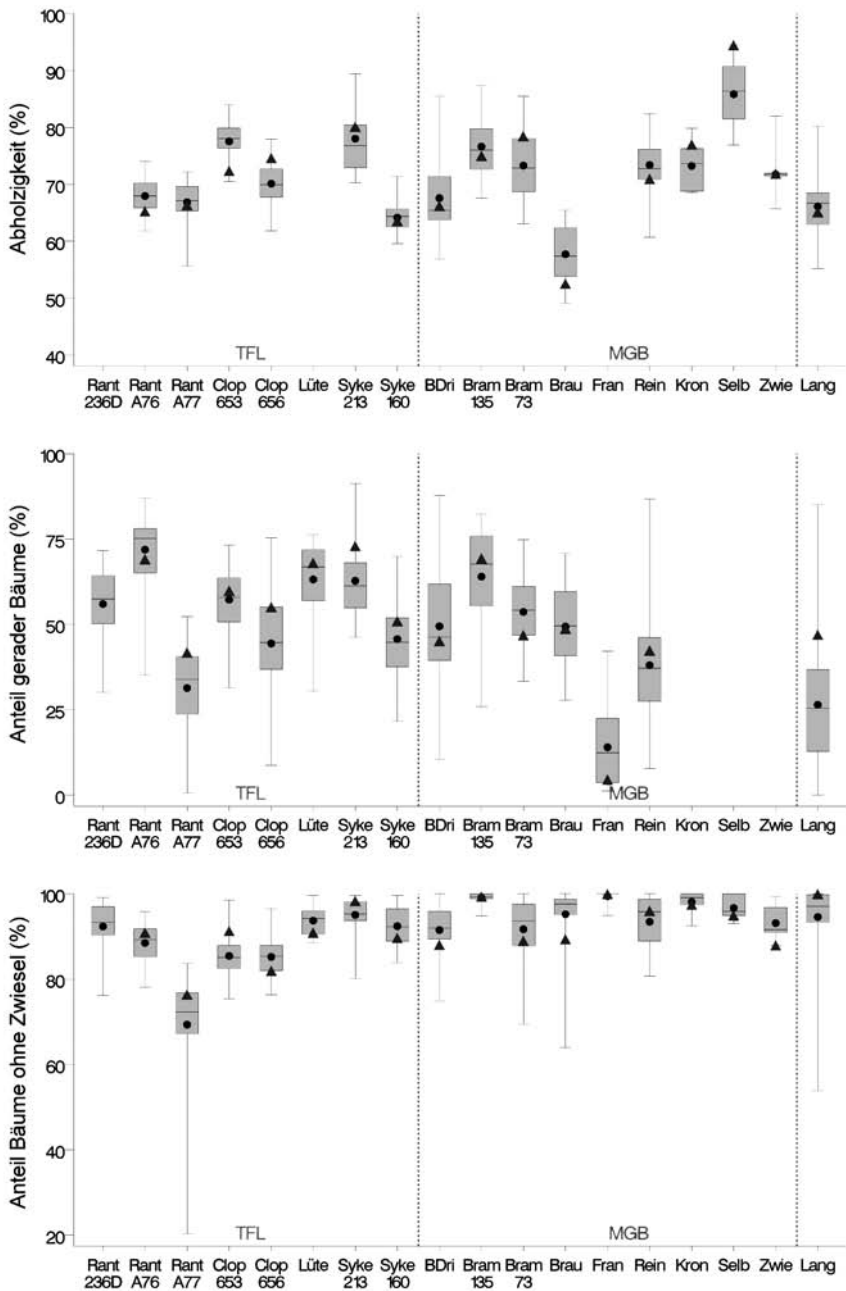


Abbildung 3.7 - 3.9: Boxplots zum Einfluss der nach Anbauregionen (TFL = Tiefland, MGB = Mittelgebirge) gegliederten Versuchsfelder bei verschiedenen Merkmalen

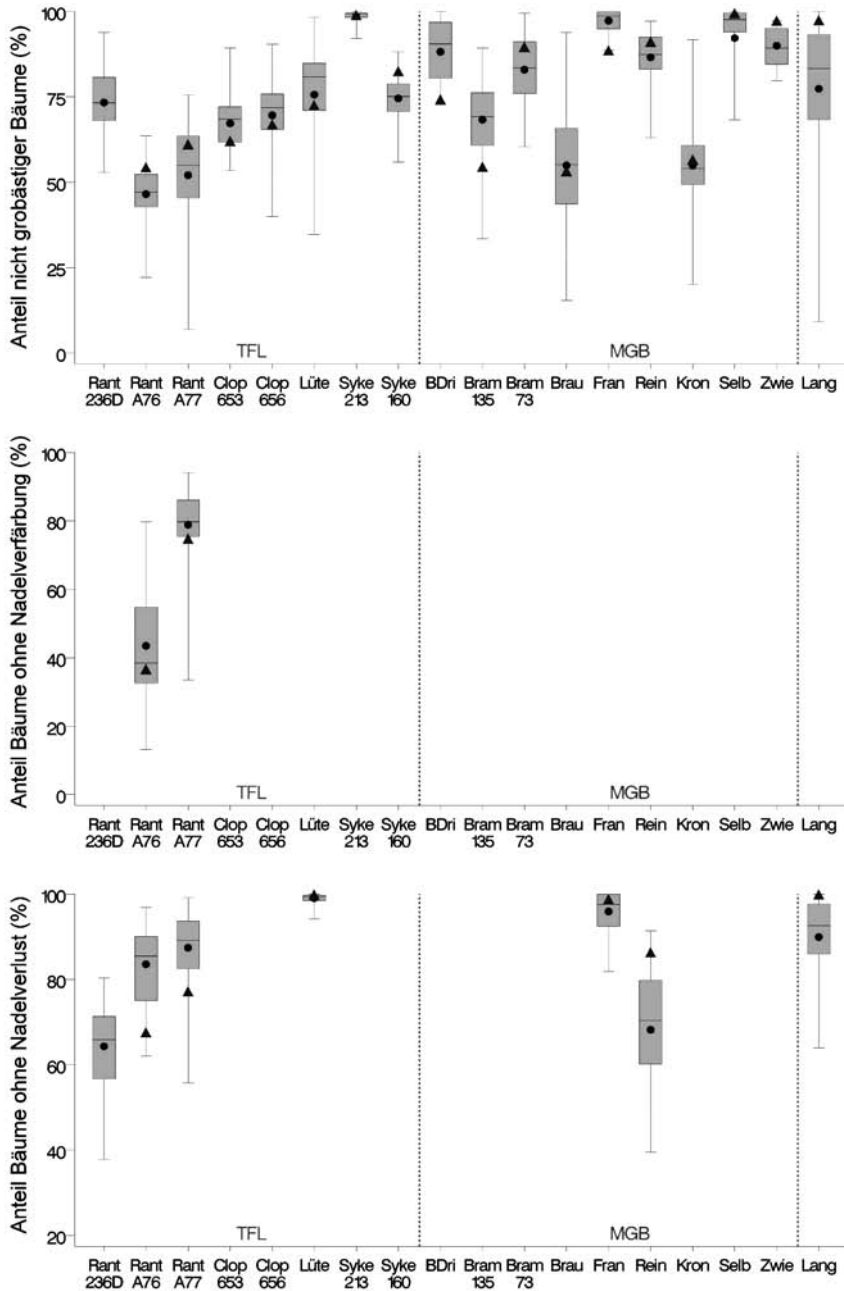


Abbildung 3.10 - 3.12: Boxplots zum Einfluss der nach Anbauregionen (TFL = Tiefland, MGB = Mittelgebirge) gegliederten Versuchsfelder bei verschiedenen Merkmalen

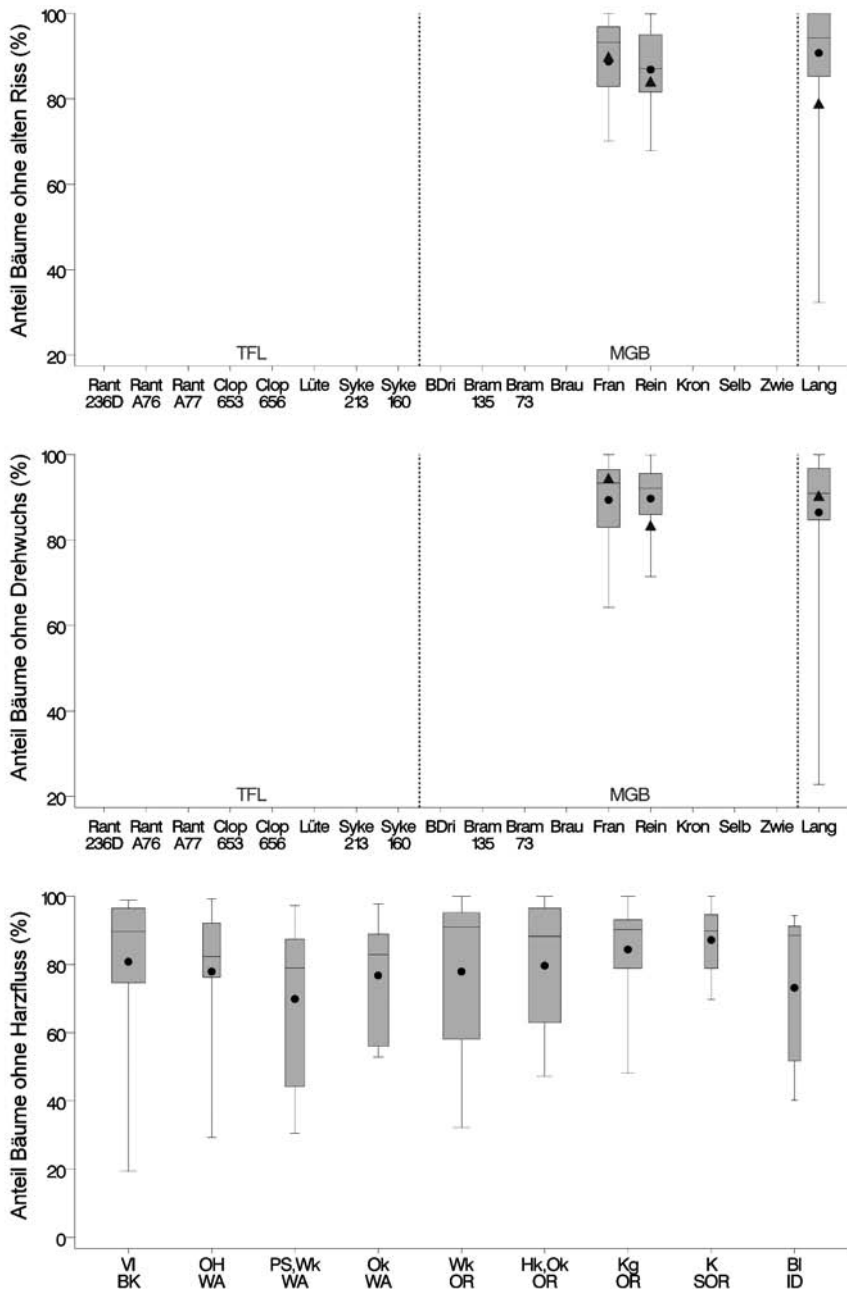


Abbildung 3.13 - 3.15: Boxplots zum Einfluss der nach Anbauregionen (TFL = Tiefland, MGB = Mittelgebirge) gegliederten Versuchsflächen bei verschiedenen Merkmalen

Die besonders geringe Geradschaftigkeit der Fläche Frankenberg überrascht zunächst. Angesichts des dort im Vergleich zu den anderen Flächen engeren Pflanzverbandes von 1,4 mal 1,4 m hätte man eher mehr gerade Bäume erwartet. Dass es umgekehrt ist, könnte eine Folge der ausgeprägten Steilhanglage dieser Fläche sein. Um diese Vermutung zu bestätigen, hätte man bei der Formansprache nach Höhe der Krümmung am Schaft differenzieren müssen. Auf den bayerischen Flächen ist die Schaftform nicht erhoben worden, weil die Küstentannen fast durchweg gerade waren. Nur der Zwieselanteil wurde erfasst.

Der Anteil nicht verzwielter Küstentannen schwankt je nach Fläche zwischen 71 und 99 % (s. Abb. 3.9). Erhöhte Zwieselanteile gab es in der jüngeren Fläche in Rantzau Abt. 40 und auf den Cloppenburgern Flächen. Auf den niedersächsischen Flächen handelt es sich meistens um Verzwiesselungen vom Boden weg, auf den Flächen der BFH und den hessischen Flächen war die Verzwiesselung im Hauptstammbereich und im Kronenbereich etwa gleich häufig zu finden wie in Bodennähe.

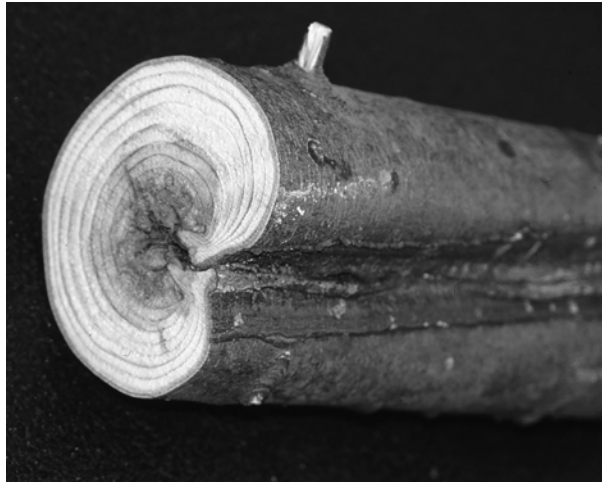
Beim Anteil nicht grobästiger Bäume heben sich vor allem die Flächen Syke Abt. 213, Frankenberg und Selb durch Mittel von nahezu 100 % positiv hervor (s. Abb. 3.10). Die meisten grobästigen Küstentannen hat der ältere Versuch in Rantzau Abt. 40, obwohl diese Fläche wenige Ausfälle aufweist. Auch auf der jüngeren Fläche in Rantzau, in Braunlage und in Kronach wurde fast die Hälfte aller Stämme als grobästig angesprochen. Zusammenhänge zwischen den qualitativen Variablen auf den Flächen lassen sich aus den Plots nur schwerlich ableiten.

Die nachfolgenden Merkmale wurden nicht auf allen Flächen erfasst und werden daher nur vollständigheitshalber behandelt.

Bei den Schäden sind vor allem Nadelverfärbung (s. Abb. 3.11) und Nadelverlust (s. Abb. 3.12) zu erwähnen, da sie auf den meisten Flächen erhoben wurden, und einzelne Versuche verstärkt betroffen waren. Nur diese Versuche tauchen in den Darstellungen auf. Besonders die beiden Flächen in Rantzau Abt. 40 fielen durch erhöhte Nadelverfärbung auf; sie unterscheiden sich aber stark, obwohl sie unmittelbar nebeneinander liegen. Die Fläche Rantzau 236 litt am stärksten unter Nadelverlust, weniger aber dennoch deutlich auch der Reinhardshagener Versuch. Dass dort parallel nicht auch verstärkte Vergilbung beobachtet wurde, kann an den Licht- und Sichtverhältnissen zum Zeitpunkt der Aufnahme gelegen haben, da gegen die Sonne eine leichte Nadelverfärbung kaum objektiv zu beurteilen ist. Ein anderer Grund ist darin zu sehen, dass diese Flächen zu einem Zeitpunkt aufgenommen wurden, zu dem die vergilbten Nadeln schon abgefallen waren.

Bei den von der NFV aufgenommenen Kronenbrüchen gab es zwischen den Flächen keine bedeutenden Unterschiede. Sie waren außerdem sehr selten. Stammrisse, Drehwuchs und Harzfluss sind nur in Hessen erfasst worden (s. Abb. 3.13 bis 3.15), weshalb ein Vergleich mit anderen Flächen nicht möglich ist.

Je nach Fläche und Art des Schadens traten diese Schäden bei mindestens 10 und bis hin zu 30 % der Küstentannen auf. Speziell die Stammrisse fanden sich bei 10 bis 15 % aller Bäume. Diese Risse waren teilweise mit bis in den Kern reichender Fäulnis verbunden (s. Abb. 4).



*Abbildung 4: Stammriss an Küstentanne*

Insgesamt sind bei der Analyse des Flächeneinflusses auf die forstwirtschaftlich interessanten Merkmale der Wüchsigkeit und Form sehr deutliche Flächenunterschiede zu finden, deren Ursache nur zum Teil durch eine unterschiedliche Prüfgliedzusammensetzung, andere klimatische oder standörtliche Bedingungen erklärbar ist.

## 5 Bewertung des Herkunftseinflusses anhand von Herkunftsgruppen

Im vorhergehenden Abschnitt wurde bei der Analyse des Flächeneinflusses die Schwierigkeit zur exakten Bewertung bei nicht orthogonalem Versuchsdesign deutlich. Eine dazu analoge Untersuchung der 65 Herkünfte unter Berücksichtigung der Flächenergebnisse erscheint zunächst wenig hilfreich. Daher werden im Weiteren die Ergebnisse der eingangs zitierten neun Herkunftsregionen unter der temporären Annahme diskutiert, dass Prüfglieder einer Region relative Ähnlichkeiten aufweisen.

In den Abbildungen 5.1 bis 5.15 sind die entsprechenden Box-Whisker-Plots für die Herkunftsgruppen und Merkmale aufgeführt. Als Einzelwerte fungieren die Mittelwerte der Prüfglieder auf den Flächen, auf denen sie angebaut sind (s. Tab. 3). Soweit nichts anderes angegeben, handelt es sich um Prozentwerte bezogen auf die Zahl der beurteilten Bäume, bei der Ovalität bezogen auf den BHD des jeweiligen Baumes. Als Besonderheit im Vergleich zu den Abbildungen 3.1 bis 3.15 wurde hier eine anzahlproportionale Boxplotbreite gewählt, um die häufig vertretenen Herkunftsgruppen 1 und 6 (jeweils 83 bzw. 99 Mittel) von den Herkunftsgruppen 8 und 9 mit nur 17 bzw. 7 vorhandenen Mitteln besser abzugrenzen.

Auf den ersten Blick fallen die im Vergleich zu den bereits diskutierten Flächenunterschieden geringen Variationen zwischen den Herkunftsgruppen bei fast allen Merkmalen auf. Nur die Gruppen 8 und 9 mit wenigen Prüfgliedern auf wenigen Flächen treten zumeist negativ (Gruppe 8) bzw. positiv (Gruppe 9) bei sonst einheitlichem Verhalten der übrigen Gruppen in Erscheinung.

Weiterhin fallen bei fast allen Merkmalen die großen, sich weit überlappenden Spannweiten der Prüfgliedmittel je Herkunftsgruppe auf. Diese Spannweiten erscheinen am ehesten mit den vorher diskutierten Flächenunterschieden erklärbar.

Um nun partielle Einflüsse von Herkunftsgebieten unter Berücksichtigung der großen Flächenunterschiede zu erkennen, wurden anstelle der absoluten Mittelwerte je Prüfglied und Fläche die relativen Mittel jedes Prüfgliedes zum Mittel der entsprechenden Fläche berechnet. Damit soll der Einfluss der starken Flächenunterschiede bei der Betrachtung des Herkunftseinflusses verringert werden.

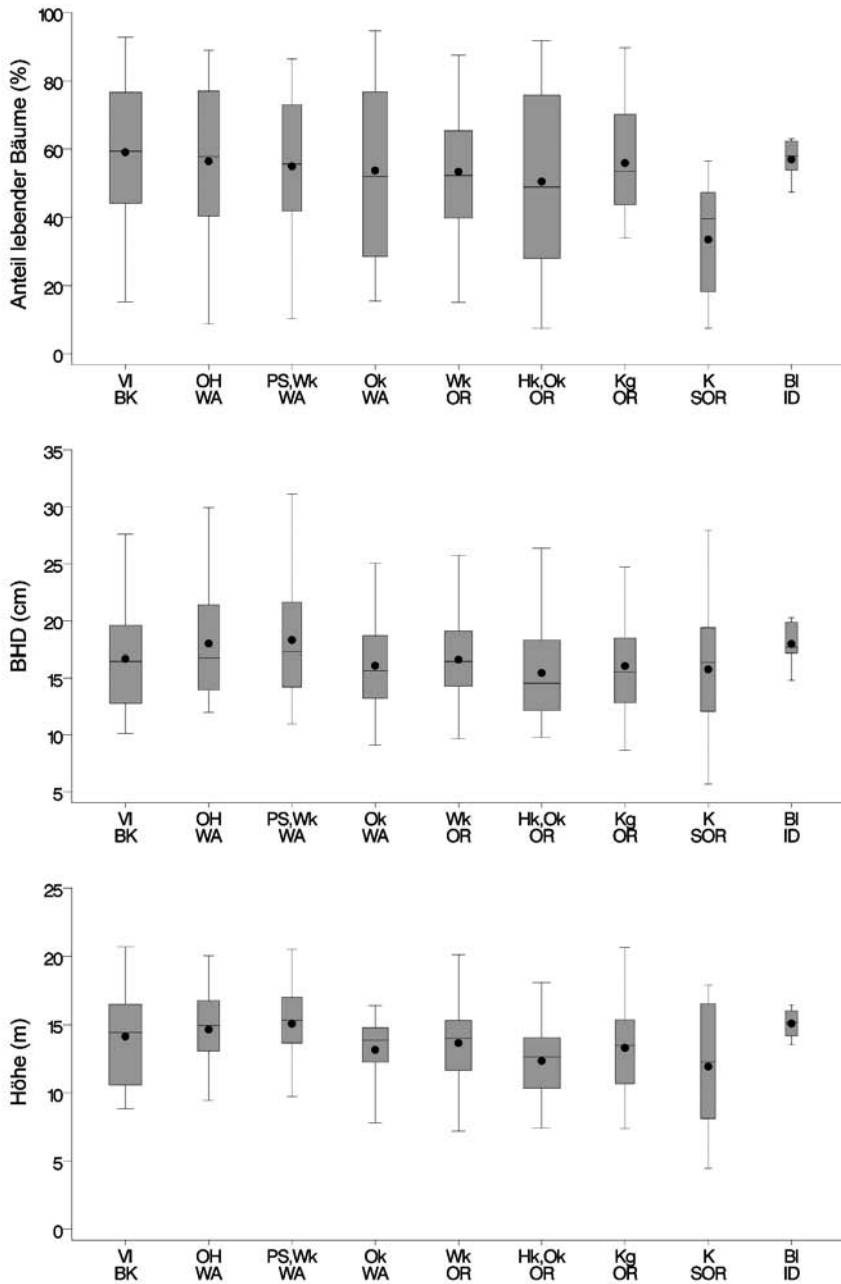


Abbildung 5.1 - 5.3: Boxplots zum Einfluss der Regionen (Herkunftsgruppen) auf die Merkmale (absolut)

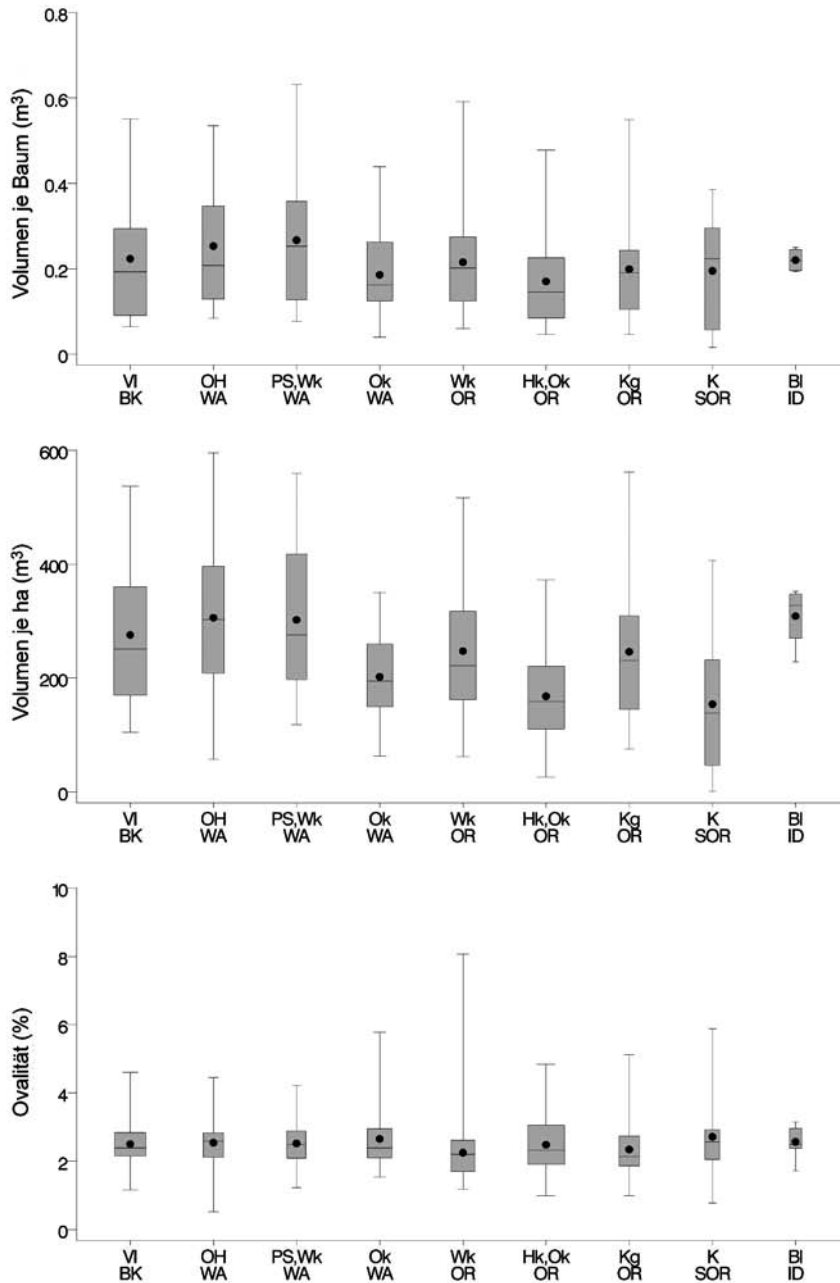


Abbildung 5.4 - 5.6: Boxplots zum Einfluss der Regionen (Herkunftsgruppen) auf die Merkmale (absolut)

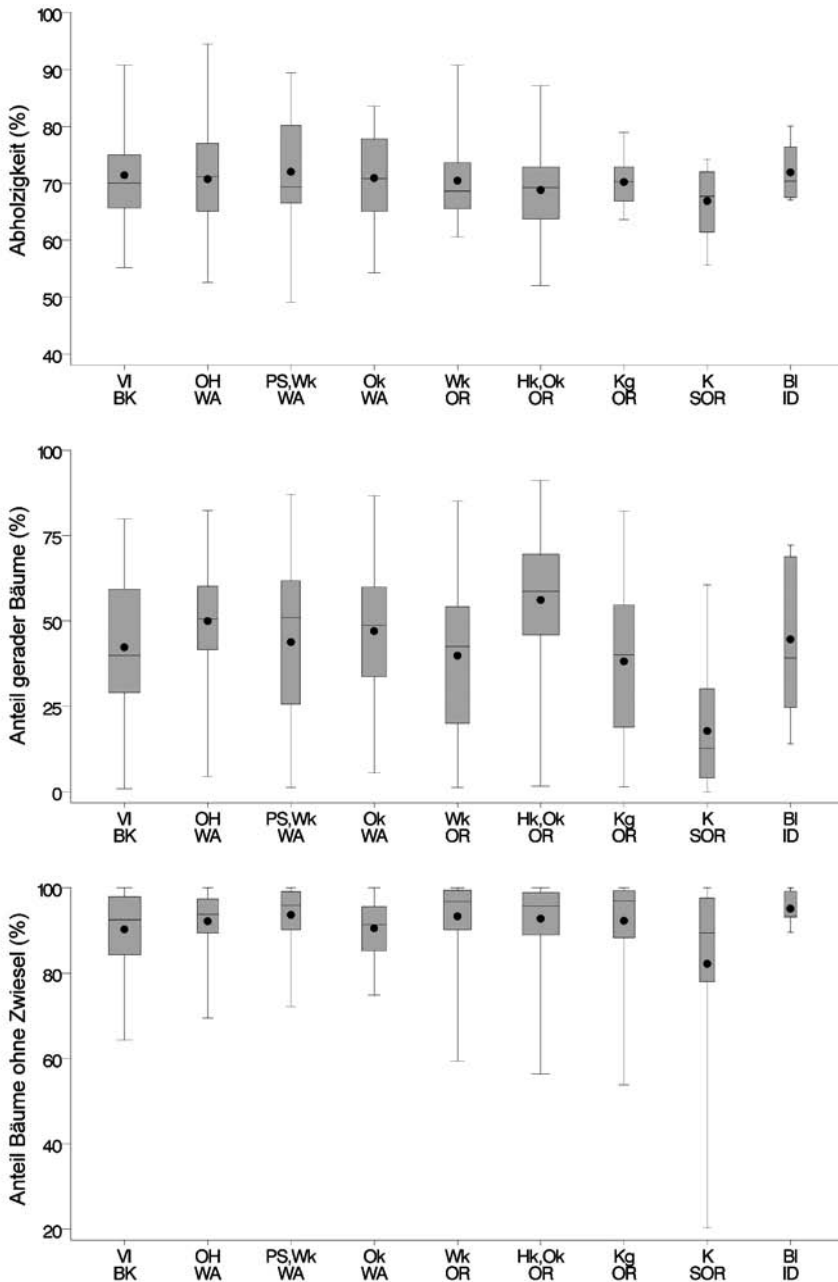


Abbildung 5.7 - 5.9: Boxplots zum Einfluss der Regionen (Herkunftsgruppen) auf die Merkmale absolut)

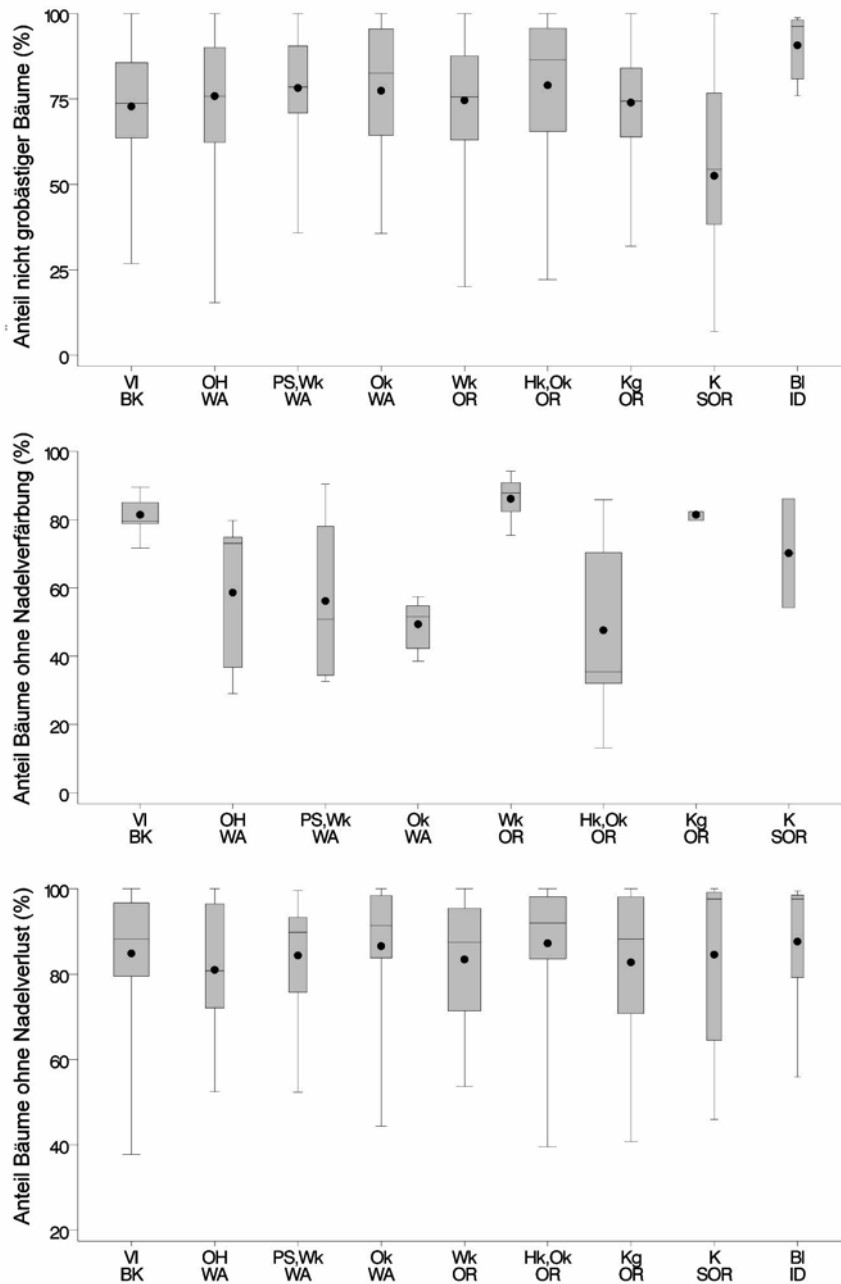


Abbildung 5.10 - 5.12: Boxplots zum Einfluss der Regionen (Herkunftsgruppen) auf die Merkmale (absolut)

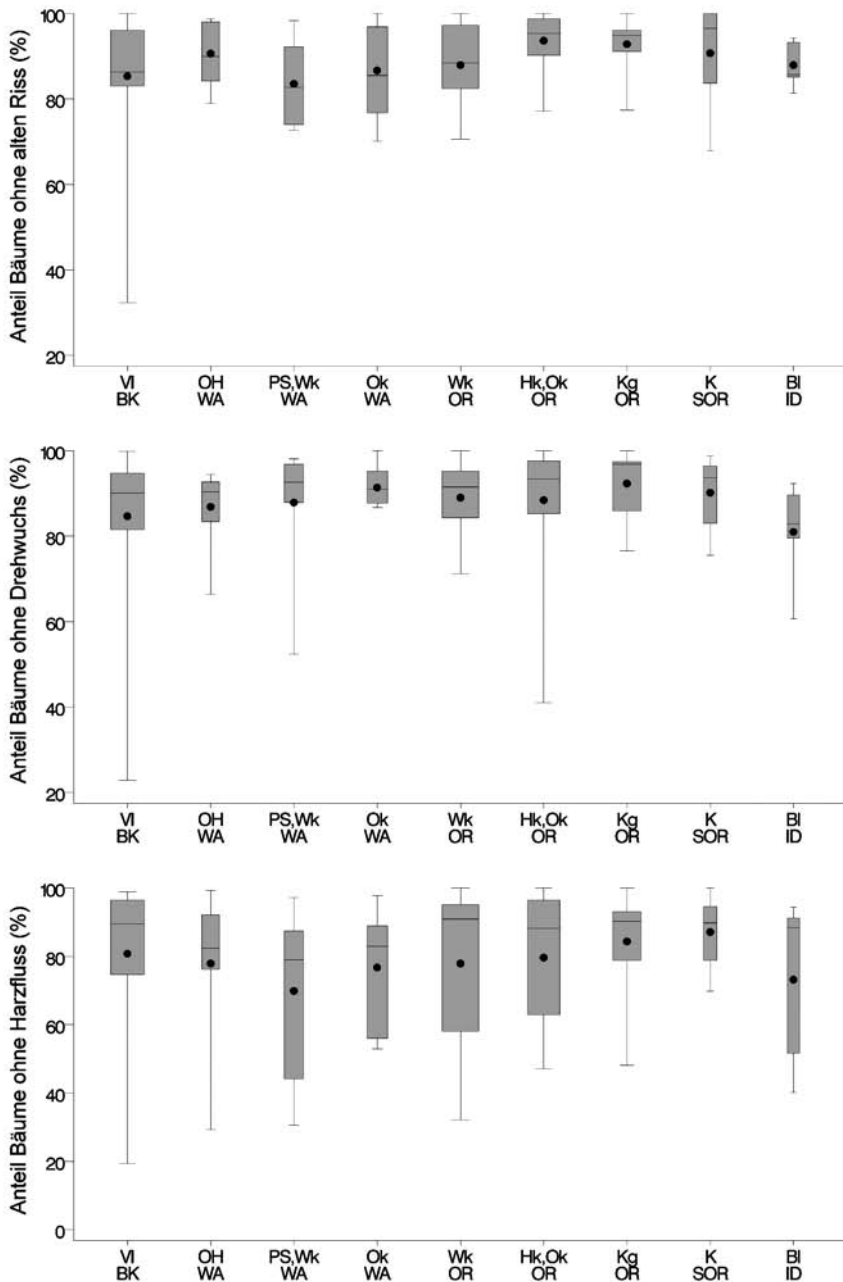


Abbildung 5.13 - 5.15: Boxplots zum Einfluss der Regionen (Herkunftsgruppen) auf die Merkmale (absolut)

In den Abbildungen 6.1 bis 6.15 sind die vorher betrachteten Merkmale als Prozent vom Flächenmittel dargestellt. Zur besseren Interpretation dienen zwei horizontale Referenzlinien bei 80 % bzw. 120 %. Diese Referenzwerte wurden im Sinne einer praktisch bedeutsamen Abweichung gewählt. Liegt die Box einer Herkunftsgruppe vollständig innerhalb der Grenzen und nur mit Extremwerten, d. h. einzelne Prüfglieder an einzelnen Orten, außerhalb beider Grenzen, so sind diese Abweichungen für die Praxis nicht relevant. Nur ein stark asymmetrisches Verhalten des einzelnen Boxplots zu diesem Referenzband wäre dann von Belang.

Bei dieser Vorgehensweise ist bei den Variablen Anzahl lebender Bäume, Schaftform und Ästigkeit nur bei der Küstenregion Süd-Oregon ein negatives Abweichen zu erkennen. Die wenigen Prüfglieder aus Idaho weichen dagegen verstärkt in positive Richtung ab. Bei den Variablen Ovalität und Abholzigkeit sind keine Einflüsse der Herkunftsgruppen erkennbar.

Bei den Ausgangsvariablen der Wuchsleistung – BHD und Höhe – zeigen die besten Gruppen 1 bis 3 relativ geringe positive Abweichungen, die beim Volumen pro Hektar deutlich verstärkt sind. Gleichzeitig werden bei der Gruppe 8 (Küste Süd-Oregon) aus einer sehr geringen Anzahl lebender Bäume, einem innerhalb der Bandbreite liegenden BHD und einer etwas unterhalb des 80 Prozent Schwellenwertes liegenden Höhe stark unterhalb desselben liegende Volumina je Hektar. Die große Gruppe der Hoch- und Ostkaskadenherkünfte Oregons (Gruppe 6) erzielt ebenfalls nur vergleichsweise geringe Volumenleistungen pro Hektar. Einige Prüfglieder der Gruppe Binnenland-Idaho (Gruppe 9) weisen auch beim Volumenertrag in positive Richtung.

Im Wesentlichen unauffällig erscheinen in diesem Zusammenhang die Schadensmerkmale.

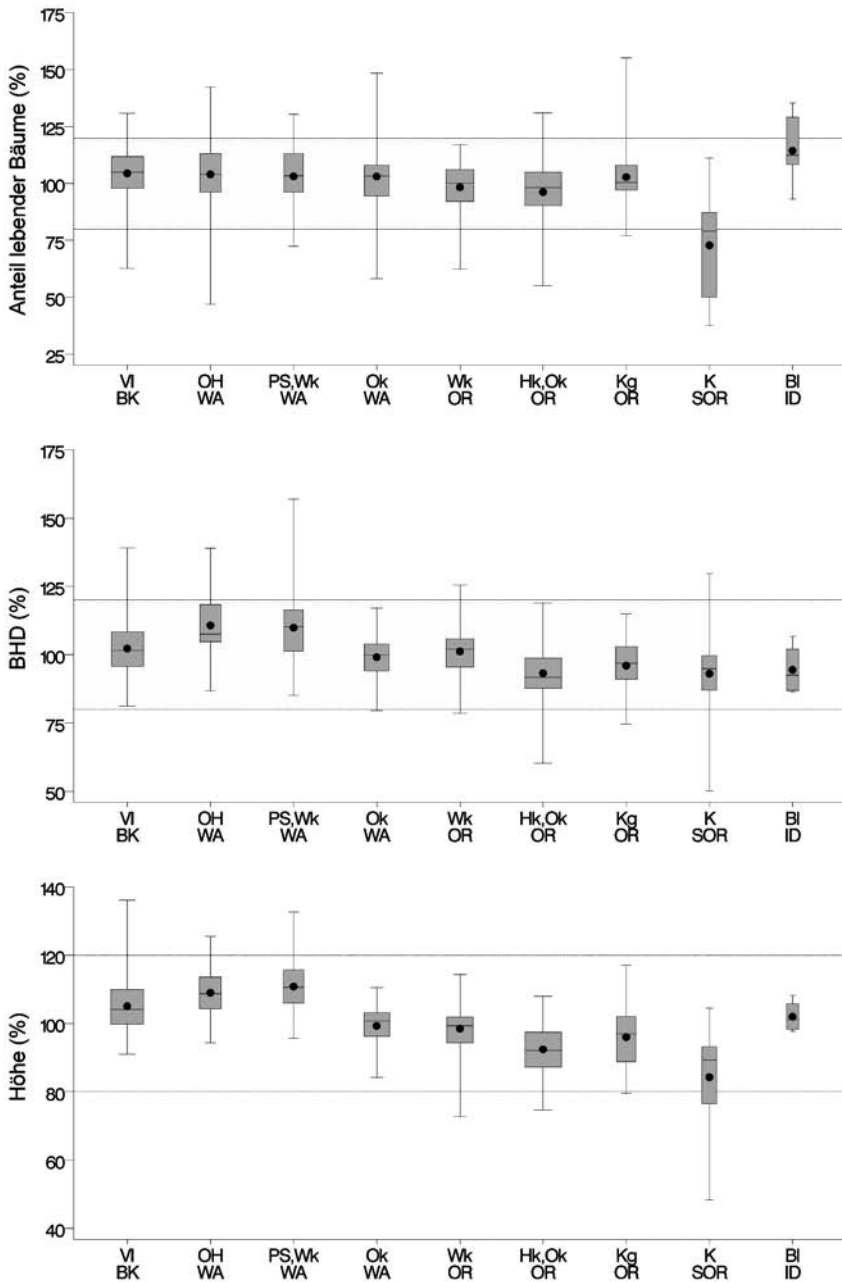


Abbildung 6.1 - 6.3: Boxplots zum Einfluss der Regionen (Herkunftsgruppen) auf die Merkmale (in % zum Flächenmittel)

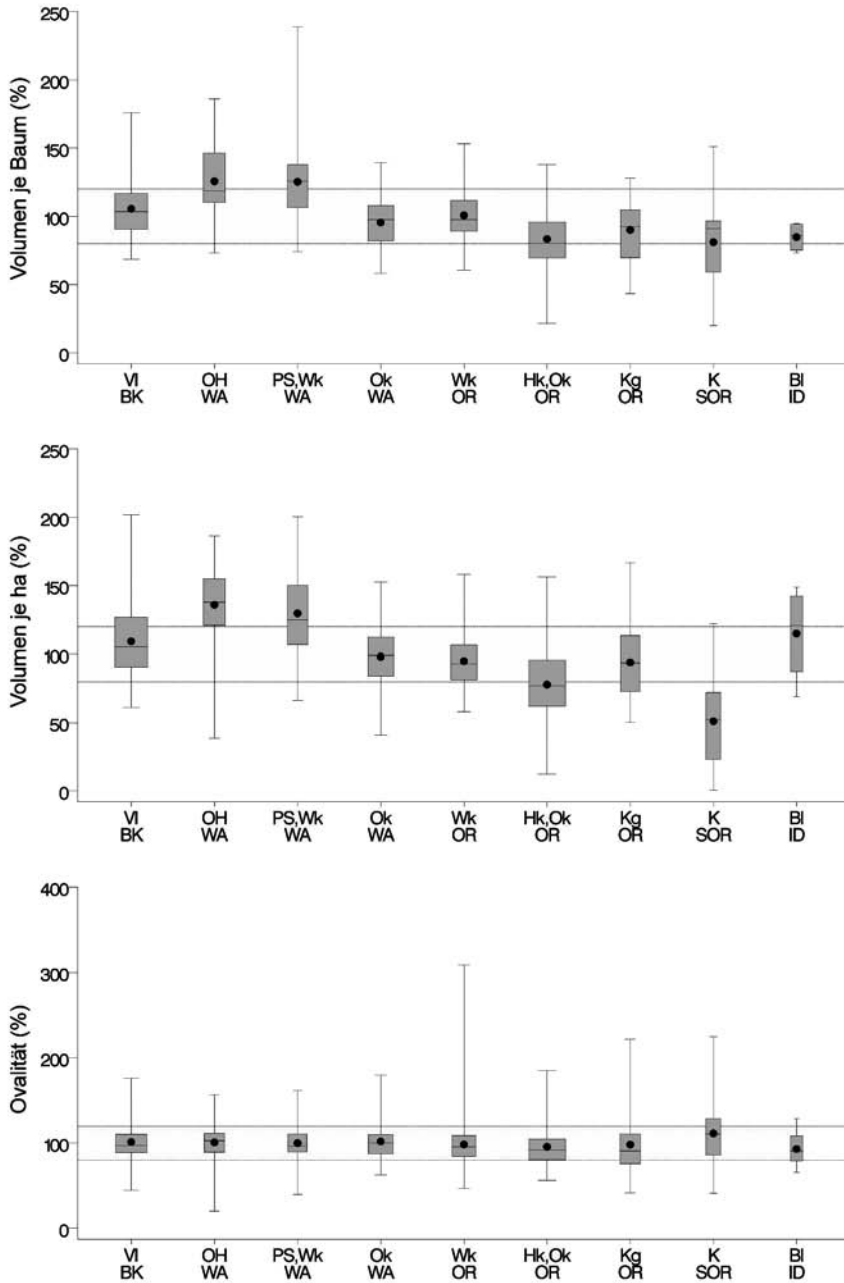


Abbildung 6.4 - 6.6: Boxplots zum Einfluss der Regionen (Herkunftsgruppen) auf die Merkmale (in % zum Flächenmittel)

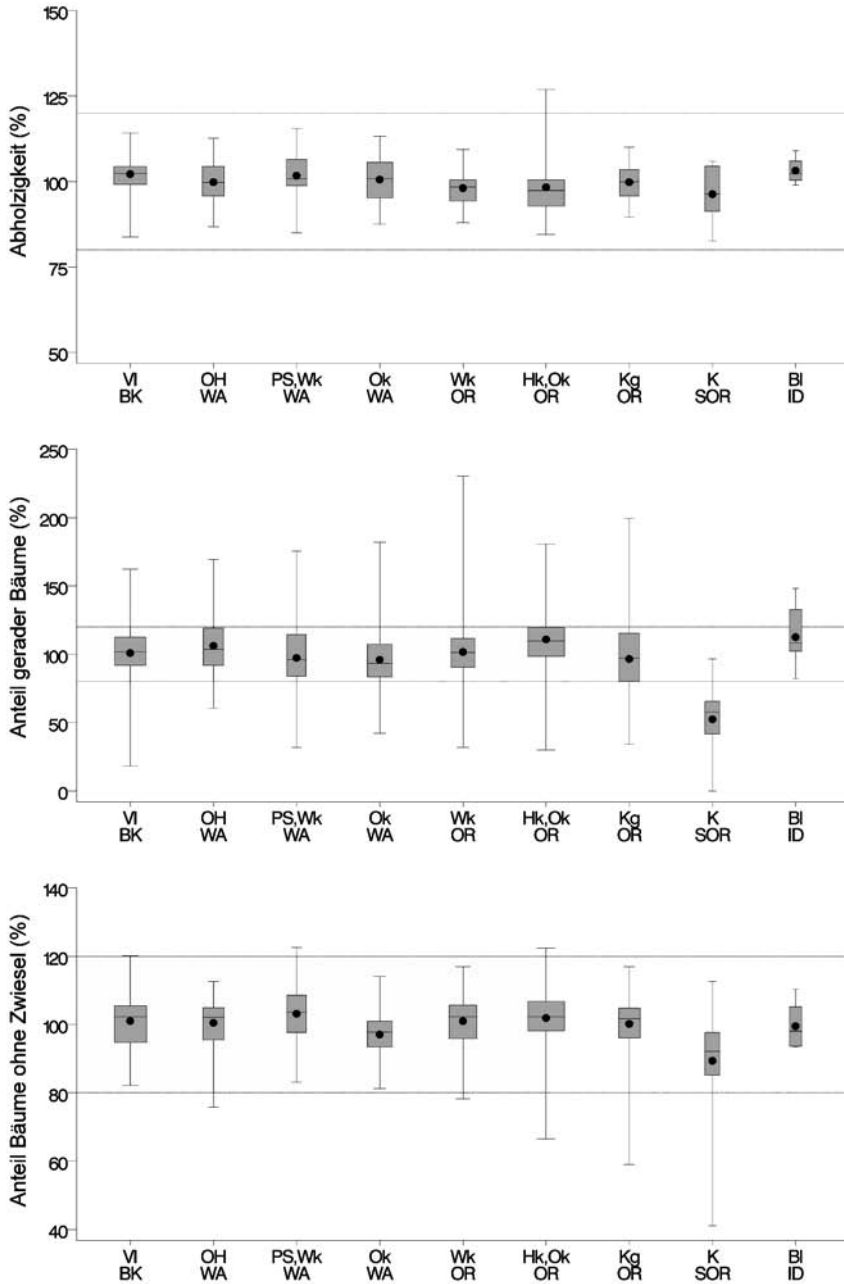


Abbildung 6.7 - 6.9: Boxplots zum Einfluss der Regionen (Herkunftsgruppen) auf die Merkmale (in % zum Flächenmittel)

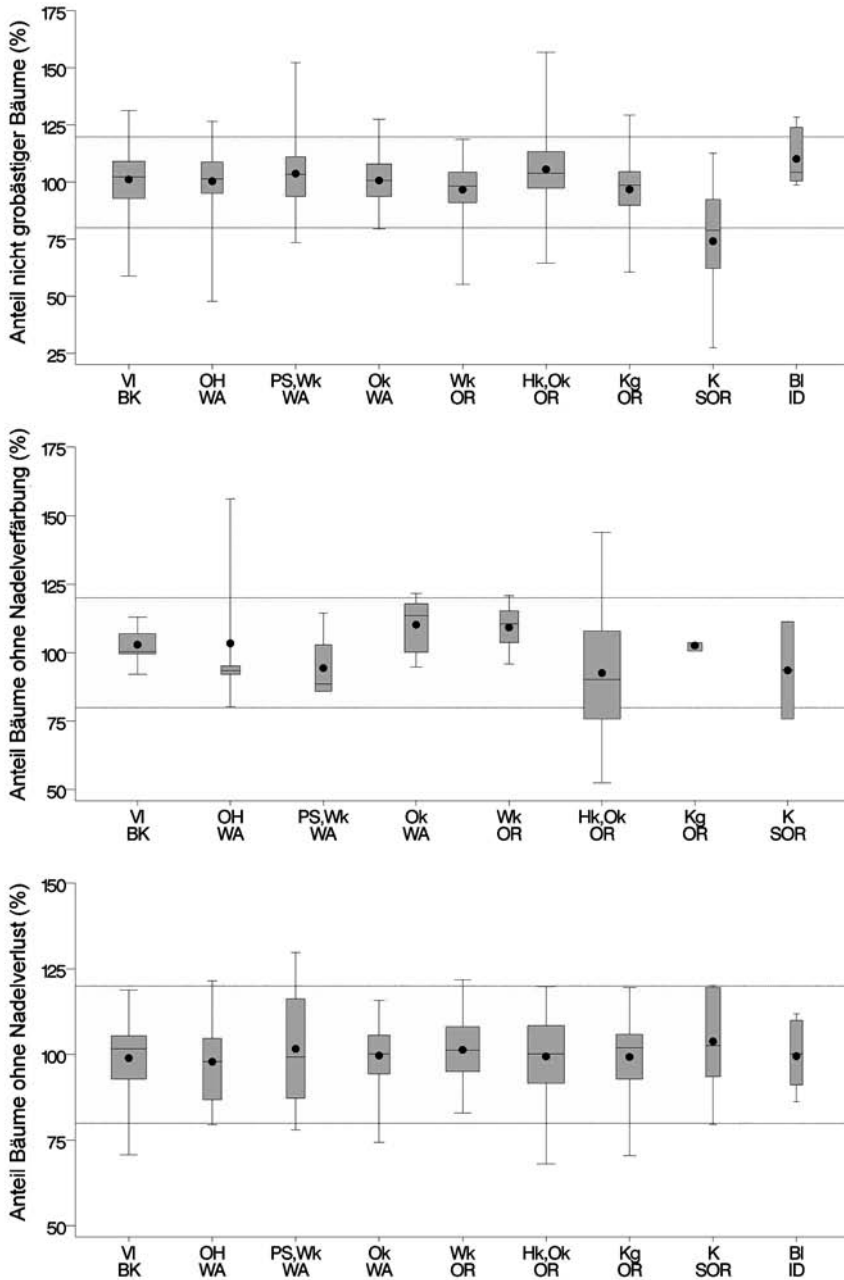


Abbildung 6.10 - 6.12: Boxplots zum Einfluss der Regionen (Herkunftsgruppen) auf die Merkmale (in % zum Flächenmittel)

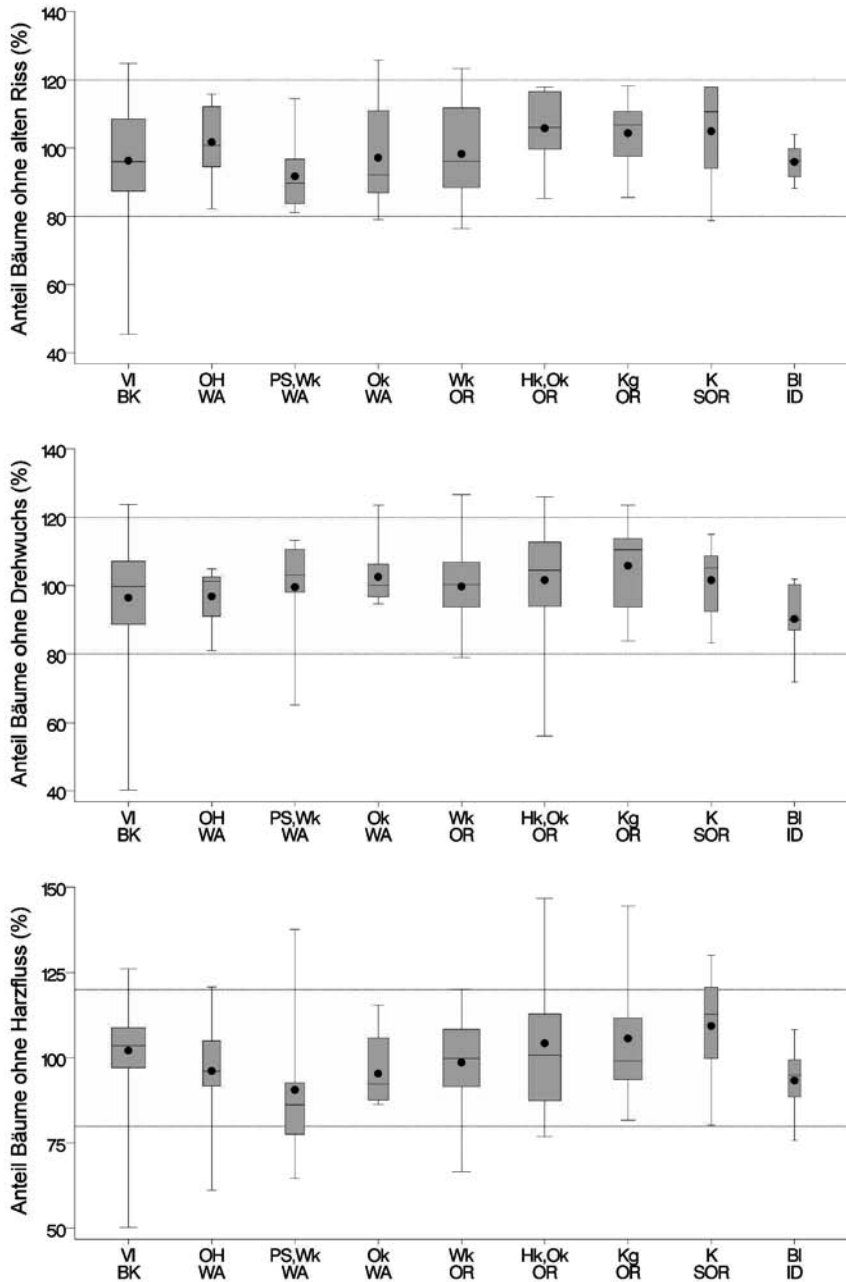


Abbildung 6.13 - 6.15: Boxplots zum Einfluss der Regionen (Herkunftsgruppen) auf die Merkmale (in % zum Flächenmittel)

## 6 Bewertung der Herkünfte und ihrer Reaktionen auf verschiedene Anbauregionen

Die erste grundlegende Frage eines solchen Provenienzversuches, ob es bei der Küstentanne überhaupt gesicherte Unterschiede zwischen verschiedenen Herkünften gibt, kann mit den vorgenommenen Signifikanztests klar bejaht werden, auch wenn signifikante Unterschiede immer nur für einzelne Versuchsflächen und einzelne Merkmale nachgewiesen werden können. Ihrem ausgedehnten natürlichen Verbreitungsgebiet entsprechend erweisen sich die hier getesteten Herkünfte als ähnlich variabel wie die der Douglasie (vgl. u. a. JESTAEDT 1980, RAU 2005).

Eine Herkunft wird dann als generell empfehlenswert bezeichnet, wenn sie auf vielen verschiedenen Standorten deutlich über dem Durchschnitt liegende Wachstumsleistungen zeigt, gute Qualitätseigenschaften entwickelt und möglichst frei von Schäden und Krankheiten bleibt. Die große Zahl der hier untersuchten Standorte und Herkünfte und die schon vergleichsweise lange Laufzeit der Versuche bieten einerseits große Chancen für eine fundierte Bewertung, andererseits stellen sie auch wegen des heterogenen Versuchsaufbaus und der vielen Beteiligten eine besondere Herausforderung dar.

Insgesamt wurden für alle relevanten Ort \* Merkmal-Kombinationen 180 verschiedene Blockversuche verrechnet. Die Ergebnisse sind in den Tabellen 4a und 4b dargestellt. Darin werden alle signifikanten Abweichungen vom jeweiligen Flächenmittel in positiver bzw. negativer Richtung nach dem LSD-Test, also vergleichsbezogen mit 5 % Irrtumswahrscheinlichkeit, für die einzelnen Prüfglieder aufsummiert. Die in den Tabellen 4a und 4b aufgeführten Zahlen geben die Anzahl signifikanter Tests unter Berücksichtigung der Gesamtzahl der Tests in Klammern an. Dabei wird das mehrfache Auftreten einzelner Prüfglieder je Fläche auch mehrfach gewertet.

Bei der Betrachtung der Prüfglieder unter dem Aspekt der Wüchsigkeit, also bei den Merkmalen BHD, Höhe, Volumen je Baum und Hektar, heben sich die Prüfglieder 1, 3, 5, 43 und 54 besonders hervor. Hier finden sich bei einzelnen dieser Merkmale auf i. d. R. mindestens der Hälfte des Auftretens (Ziffer in Klammern) signifikant positive Abweichungen vom Ortsmittel. Negativ treten diese Prüfglieder bzgl. der Wüchsigkeit nicht in Erscheinung, nur vereinzelt bei den Qualitätsvariablen Schaftform, Ästigkeit und Verzweiselung. Alle diese Prüfglieder gehören der im vorigen Abschnitt als positiv bei den Wachstumsleistungen diskutierten Herkunftsgruppen 1 bis 3 an. Umgekehrt treten bei den Prüfgliedern 12, 17, 18, 21, 36, 37, 59 und 60 bei den Wüchsigkeitsmerkmalen relativ häufig signifikant negative Abweichungen auf.

Tabelle 4a: Anzahl signifikant positiver Abweichungen vom Flächenmittel prüfgleichweise zusammengestellt (in Klammern: Gesamtzahl der Tests)

PG	VH	BHD	HOE	VOL	VHA	OVA	ABH	FOI	SON	AST12	NAD	NVL	ARI	DRE	HFL
1	Buck Creek	1(12)	2(12)	6(11)	2(11)	4(11)	0(9)	0(11)	1(9)	1(12)	3(12)	0(1)	0(4)	0(3)	0(3)
2	Tulalip Indian Res.	0(9)	3(9)	3(8)	3(8)	3(8)	1(9)	0(8)	0(9)	0(9)	0(9)	0(1)	0(4)	0(3)	0(3)
3	Indian Creek	3(23)	9(23)	7(21)	8(21)	10(21)	2(20)	1(21)	2(20)	0(23)	0(23)	0(3)	0(7)	0(3)	0(3)
4	Gardiner	0(13)	0(13)	4(12)	2(12)	2(13)	0(12)	0(13)	0(13)	0(13)	3(13)	0(2)	0(3)		
5	Bear Mountain	1(10)	9(10)	6(9)	8(9)	6(9)	0(10)	1(9)	1(10)	1(10)	0(10)	1(1)	0(5)	0(4)	0(4)
6	Eagle Creek	0(10)	0(10)	1(8)	0(8)	0(8)	0(10)	0(8)	0(10)	0(10)	0(10)	0(1)	0(5)	0(3)	0(3)
7	Eagle Creek	0(12)	1(12)	1(12)	1(12)	2(12)	1(12)	0(12)	0(12)	0(12)	0(12)	0(2)	0(2)		
8	Jack Creek	0(9)	0(9)	0(8)	0(8)	0(8)	0(9)	0(8)	2(9)	0(9)	0(9)	0(1)	1(4)	0(3)	0(3)
9	Cougar Flats	1(6)	1(6)	1(6)	1(6)	1(6)	0(6)	0(6)	0(6)	0(6)	0(6)	0(1)	0(1)		
10	Rattlesnake Creek	0(5)	0(5)	0(5)	0(5)	0(5)	1(5)	0(5)	0(5)	0(5)	0(5)	0(1)	0(1)		
11	Clear Lake	0(10)	0(10)	0(8)	0(8)	1(8)	0(10)	1(8)	0(10)	0(10)	0(10)	0(1)	0(5)	1(3)	0(3)
12	Cascade Creek	2(10)	0(10)	0(8)	0(8)	0(8)	0(10)	0(8)	0(10)	0(10)	0(10)	0(1)	0(4)	0(2)	0(2)
13	Cooper Spur	0(9)	0(9)	0(7)	0(7)	0(7)	0(9)	0(7)	0(9)	0(9)	0(9)	0(1)	0(4)	0(2)	0(2)
14	Beaver Creek	1(10)	0(10)	0(8)	0(8)	0(8)	0(10)	0(8)	1(10)	0(10)	0(10)	0(1)	0(5)	0(3)	0(3)
15	Sisi Butte	0(8)	2(8)	0(7)	2(7)	2(7)	0(8)	1(7)	0(8)	0(8)	1(8)	0(1)	1(3)	0(2)	0(2)
16	Santiam Summit	2(14)	0(14)	0(14)	0(14)	1(14)	0(14)	4(14)	0(14)	1(14)	1(14)	0(2)	1(4)	0(2)	0(2)
17	Tombstone Prairie	0(6)	0(6)	0(6)	0(6)	0(6)	0(6)	3(6)	0(6)	0(6)	0(6)	0(1)	1(1)		
18	Big Spring	0(13)	0(13)	0(11)	0(11)	0(11)	2(13)	1(11)	3(13)	1(13)	5(13)	0(2)	0(5)	0(2)	0(2)
19	Roaring River Ridge	0(7)	0(7)	0(6)	0(6)	0(6)	0(7)	0(6)	1(7)	1(7)	1(7)	0(1)	0(2)		
20	Crescent Creek	0(9)	0(9)	0(8)	0(8)	0(8)	1(9)	0(8)	3(9)	0(9)	1(9)	1(1)	0(4)	0(2)	0(2)
21	Whisky Creek	0(8)	0(8)	0(6)	0(6)	0(6)	0(8)	1(6)	1(8)	0(8)	2(8)	0(1)	0(3)	0(1)	0(1)
23	Courtenay	2(4)	0(4)	0(4)	0(4)	1(4)	0(4)	0(4)	0(4)	0(4)	0(4)	0(1)	0(1)		
24	Nanaimo Lakes	1(4)	1(4)	2(4)	1(4)	2(4)	0(4)	1(4)	3(4)	0(4)	2(4)	0(1)	0(1)		
25	Kuper Island	0(4)	0(4)	0(4)	0(4)	0(4)	0(4)	0(4)	0(4)	0(4)	0(4)	0(1)	0(1)		

VH = Vorhandensein, BHD = BHD, HOE = Höhe, VOL = Volumen pro Baum, VHA = Volumen pro Hektar, OVA = Ovalität, ABH = Abholzigkeit, FOI = Schaffform (fast) gerade, SON = Sonderform ohne Mangel, AST12 = Ästigkeit – nicht grobstufig, NAD = ohne Nadelverfärbung, NVL = ohne Nadelverlust, ARI = ohne alten Riss, DRE = ohne Drehwuchs, HFL = ohne Harzfluss

PG	VH	BHD	HOE	VOL	VHA	OVA	ABH	FOI	SON	AST12	NAD	NVL	ARI	DRE	HFL
26	Duncan	0(4)	1(4)	0(4)	1(4)	0(4)	0(4)	0(4)	0(4)	0(4)	0(1)	0(1)			
27	Lake Cowichan	0(4)	0(4)	1(4)	2(4)	0(4)	0(4)	2(4)	0(4)	0(4)	0(1)	0(1)			
28	Philomath	0(5)	0(5)	0(3)	0(3)	0(5)	0(3)	0(5)	0(5)	0(5)		1(4)	0(3)	0(3)	0(3)
29	Philomath	0(8)	0(8)	0(6)	0(6)	2(5)	0(6)	0(5)	0(8)	0(8)		0(4)	0(3)	0(3)	0(3)
30	Santiam R. Sweet Home	0(5)	0(5)	0(3)	0(3)	1(5)	0(3)	0(5)	0(5)	0(5)		0(4)	0(3)	0(3)	0(3)
31	Santiam R. Sweet Home	0(11)	2(11)	0(9)	2(9)	0(8)	1(9)	0(8)	0(11)	0(11)	0(1)	0(5)	0(3)	0(3)	0(3)
32	Santiam R. Sweet Home	1(8)	1(8)	0(6)	0(6)	0(8)	0(6)	0(8)	0(8)	0(8)	0(1)	1(5)	0(3)	0(3)	0(3)
33	Santiam R. Sweet Home	1(5)	0(5)	0(3)	0(3)	0(5)	0(3)	0(5)	0(5)	0(5)	0(1)	0(4)	0(2)	0(2)	0(2)
34	Santiam R. Sweet Home	1(9)	0(9)	0(7)	0(7)	0(6)	1(7)	0(6)	1(9)	0(9)	0(1)	0(3)	0(1)	0(1)	0(1)
35	Santiam Pass-Sisters	0(6)	0(6)	0(4)	0(4)	0(6)	1(4)	2(6)	0(6)	1(6)	0(1)	1(4)	0(2)	0(2)	0(2)
36	Santiam Pass-Sisters	1(7)	0(7)	0(6)	0(6)	0(7)	0(6)	2(7)	1(7)	1(7)	0(1)	1(4)	0(2)	0(2)	0(2)
37	Santiam Pass-Sisters	0(3)	0(3)	0(1)	0(1)	0(3)	0(1)	0(3)	0(3)	0(3)		0(2)	0(1)	0(1)	0(1)
38	Santiam Pass-Sisters	0(5)	0(5)	0(4)	0(4)	0(5)	1(4)	2(5)	0(5)	1(5)	0(1)	0(3)	0(1)	0(1)	0(1)
43	Salmon River	2(11)	2(11)	6(9)	3(9)	0(11)	0(9)	1(11)	1(11)	2(11)	0(2)	0(6)	0(3)	0(3)	0(3)
44	Oyster Bay	1(11)	1(11)	3(9)	2(9)	2(11)	0(9)	0(11)	0(11)	1(11)	0(2)	0(6)	0(3)	0(3)	0(3)
45	Buckley Bay	0(9)	0(9)	0(6)	0(6)	0(9)	0(6)	0(9)	1(9)	1(9)	0(1)	0(6)	0(3)	0(3)	0(3)
46	Sproat Lake	2(12)	1(12)	0(11)	1(11)	0(9)	2(11)	1(9)	0(12)	2(12)	0(1)	0(4)	0(2)	0(2)	0(2)
47	Kay Road	3(7)	0(7)	2(6)	0(6)	0(7)	0(6)	1(7)	0(7)	1(7)	0(1)	0(4)	0(3)	0(3)	0(3)
48	Yellow Point	0(8)	0(8)	0(6)	0(6)	0(8)	0(6)	0(8)	0(8)	0(8)	0(1)	0(5)	0(3)	0(3)	0(3)
49	Mt. Prevost	1(9)	0(9)	1(9)	0(9)	0(9)	0(9)	0(9)	0(9)	0(9)	0(2)	0(4)	1(2)	0(2)	0(2)
50	Sooke	0(7)	1(7)	0(5)	1(5)	1(7)	0(5)	0(7)	0(7)	0(7)	0(1)	0(4)	0(2)	0(2)	0(2)
51	Duckabush River	1(9)	0(9)	1(7)	0(7)	0(9)	0(7)	3(9)	0(9)	0(9)	0(1)	0(5)	0(3)	0(3)	0(3)
52	Shelton	0(8)	1(8)	1(7)	1(7)	1(8)	0(7)	2(8)	2(8)	2(8)	0(1)	0(4)	0(2)	0(2)	0(2)
54	Rainbow Falls Park	1(7)	4(7)	5(6)	3(6)	0(7)	0(6)	0(7)	0(7)	1(7)	0(1)	0(4)	0(2)	0(2)	0(2)
55	Pittsburg/Oregon	3(7)	0(7)	2(5)	0(5)	3(5)	1(7)	0(7)	1(7)	1(7)	0(1)	0(4)	0(2)	0(2)	0(2)

VH = Vorhandensein, BHD = Höhe, HOE = Höhe, VOL = Volumen pro Baum, VHA = Volumen pro Hektar, OVA = Ovalität, ABH = Abholzigkeit, FOI = Schaftform (fast) gerade, SON = Sonderform ohne Mangel, AST12 = Astigkeit – nicht grobstäbig, NAD = ohne Nadelverfärbung, NVL = ohne Nadelverlust, ARI = ohne alten Riss, DRE = ohne Drehwuchs, HFL = ohne Harzfluss

PG	VH	BHD	HOE	VOL	VHA	OVA	ABH	FOI	SON	AST12	NAD	NVL	ARI	DRE	HFL
56	0(9)	0(9)	0(6)	0(6)	0(6)	0(9)	1(6)	0(9)	1(9)	0(9)	0(1)	1(6)	0(3)	0(3)	0(3)
57	0(8)	1(8)	0(6)	0(6)	0(6)	0(8)	0(6)	2(8)	1(8)	0(8)	0(1)	0(5)	1(3)	0(3)	0(3)
58	0(7)	2(7)	0(6)	2(6)	1(6)	0(7)	0(6)	3(7)	1(7)	0(7)	0(1)	0(4)	0(2)	0(2)	0(2)
59	0(8)	0(8)	0(7)	0(7)	0(7)	1(8)	0(7)	0(8)	0(8)	0(8)	0(2)	2(3)			
60	0(12)	1(12)	0(10)	0(10)	0(10)	4(12)	4(10)	0(12)	0(12)	1(12)	1(2)	2(6)	0(3)	0(3)	0(3)
61	0(3)	0(3)	0(2)	0(2)	0(2)	0(3)	0(2)	0(3)	0(3)	0(3)		0(3)	0(3)	0(3)	0(3)
62	0(2)	0(2)	0(2)	0(2)	0(2)	0(2)	0(2)	1(2)	0(2)	0(2)		0(2)	0(2)	0(2)	0(2)
63	0(6)	0(6)	0(3)	0(3)	0(3)	1(6)	0(3)	2(6)	1(6)	0(6)		0(6)	0(4)	0(4)	0(4)
64	0(3)	0(3)	0(1)	0(1)	0(1)	0(3)	0(1)	0(3)	0(3)	0(3)		0(3)	0(2)	0(2)	0(2)
65	0(4)	0(4)	0(2)	0(2)	0(2)	0(4)	0(2)	0(4)	0(4)	0(4)		0(4)	0(3)	0(3)	0(3)
66	0(5)	1(5)	0(4)	0(4)	0(4)	0(2)	1(4)	0(2)	0(5)	0(5)		0(2)	0(1)	0(1)	0(1)
67	0(4)	1(4)	0(2)	1(2)	0(2)	1(4)	1(2)	0(4)	0(4)	0(4)		0(4)	0(3)	0(3)	0(3)
68	0(7)	0(7)	0(5)	0(5)	0(5)	0(4)	0(5)	0(4)	1(7)	0(7)		0(4)	1(3)	0(3)	0(3)
69	0(3)	0(3)	0(3)	0(3)	0(3)	0(3)	0(3)		0(3)	0(3)					
85	0(1)	0(1)				0(1)		0(1)	0(1)	0(1)					
86	0(1)	0(1)				0(1)		0(1)	0(1)	0(1)					

**VH** = Vorhandensein, **BHD** = Höhe, **HOE** = Volumen pro Baum, **VHA** = Volumen pro Hektar, **VHA** = Volumen pro Hektar, **OVA** = Ovalität, **ABH** = Abholzigkeit, **FOI** = Schaftform fast gerade, **SON** = Sonderform ohne Mangel, **AST12** = Ästigkeit – nicht grobstig, **NAD** = ohne Nadelverfärbung, **NVL** = ohne Nadelverlust, **ARI** = ohne alten Riss, **DRE** = ohne Drehwuchs, **HFL** = ohne Harzfluss

Tabelle 4b: Anzahl signifikant negativer Abweichungen vom Flächenmittel prüfgleichweise zusammengestellt (in Klammern: Gesamtzahl der Tests)

PG	VH	BHD	HOE	VOL	VHA	OVA	ABH	FOI	SON	AST12	NAD	NVL	ARI	DRE	HFL
1	0(12)	0(12)	0(11)	0(11)	0(11)	0(9)	5(11)	0(9)	0(12)	0(12)	0(1)	0(4)	1(3)	0(3)	1(3)
2	1(9)	1(9)	0(8)	0(8)	1(8)	1(9)	2(8)	1(9)	1(9)	0(9)	0(1)	1(4)	0(3)	0(3)	0(3)
3	3(23)	0(23)	0(21)	0(21)	0(21)	0(20)	0(21)	0(20)	0(23)	1(23)	0(3)	2(7)	0(3)	0(3)	0(3)
4	1(13)	1(13)	0(12)	0(12)	1(12)	0(13)	1(12)	1(13)	3(13)	0(13)	0(2)	1(3)	0(4)	1(4)	1(4)
5	1(10)	0(10)	0(9)	0(9)	0(9)	1(10)	0(9)	0(10)	0(10)	1(10)	0(1)	0(5)	0(3)	0(3)	0(3)
6	1(10)	0(10)	0(8)	0(8)	0(8)	0(10)	0(8)	5(10)	0(10)	0(10)	0(1)	0(5)	0(3)	0(3)	0(3)
7	0(12)	0(12)	0(12)	0(12)	0(12)	0(12)	0(12)	0(12)	2(12)	1(12)	0(2)	0(2)	0(3)	0(3)	0(3)
8	0(9)	0(9)	0(8)	0(8)	0(8)	0(9)	0(8)	0(9)	1(9)	0(9)	0(1)	0(4)	0(3)	0(3)	0(3)
9	0(6)	0(6)	0(6)	0(6)	0(6)	0(6)	1(6)	0(6)	1(6)	0(6)	0(1)	0(1)	0(3)	0(3)	0(3)
10	1(5)	1(5)	2(5)	1(5)	2(5)	0(5)	0(5)	0(5)	0(5)	0(5)	0(1)	0(1)	0(2)	0(2)	0(2)
11	0(10)	1(10)	1(8)	1(8)	1(8)	0(10)	0(8)	1(10)	0(10)	1(10)	0(1)	0(4)	0(2)	0(2)	0(2)
12	1(10)	2(10)	4(8)	2(8)	4(8)	0(10)	1(8)	0(10)	2(10)	0(10)	0(1)	0(4)	0(2)	0(2)	0(2)
13	0(9)	2(9)	1(7)	1(7)	1(7)	0(9)	2(7)	0(9)	0(9)	0(9)	0(1)	0(4)	0(2)	0(2)	0(2)
14	2(10)	0(10)	1(8)	1(8)	1(8)	0(10)	0(8)	0(10)	0(10)	0(10)	0(1)	0(5)	0(3)	1(3)	1(3)
15	0(8)	0(8)	0(7)	0(7)	0(7)	1(8)	0(7)	0(8)	0(8)	0(8)	0(1)	0(3)	0(2)	1(2)	0(2)
16	1(14)	5(14)	5(14)	5(14)	5(14)	1(14)	0(14)	0(14)	0(14)	0(14)	0(2)	0(4)	0(2)	0(2)	0(2)
17	0(6)	1(6)	5(6)	3(6)	2(6)	0(6)	0(6)	0(6)	0(6)	1(6)	0(1)	0(1)	0(2)	0(2)	0(2)
18	2(13)	3(13)	7(11)	4(11)	6(11)	0(13)	1(11)	0(13)	1(13)	0(13)	1(2)	1(5)	0(2)	0(2)	0(2)
19	2(7)	2(7)	1(6)	2(6)	2(6)	1(7)	1(6)	0(7)	0(7)	0(7)	0(1)	0(2)	0(2)	0(2)	0(2)
20	3(9)	3(9)	3(8)	2(8)	5(8)	0(9)	0(8)	0(9)	0(9)	1(9)	0(1)	0(4)	0(2)	0(2)	0(2)
21	2(8)	4(8)	4(6)	4(6)	3(6)	0(8)	1(6)	0(8)	0(8)	0(8)	1(1)	1(3)	0(1)	0(1)	0(1)
23	0(4)	0(4)	0(4)	0(4)	0(4)	0(4)	0(4)	0(4)	0(4)	0(4)	0(1)	0(1)	0(1)	0(1)	0(1)
24	0(4)	0(4)	0(4)	0(4)	0(4)	0(4)	1(4)	0(4)	0(4)	0(4)	0(1)	0(1)	0(1)	0(1)	0(1)
25	0(4)	0(4)	0(4)	0(4)	0(4)	0(4)	0(4)	0(4)	0(4)	0(4)	0(1)	0(1)	0(1)	0(1)	0(1)
26	0(4)	0(4)	0(4)	0(4)	0(4)	0(4)	0(4)	0(4)	0(4)	0(4)	0(1)	0(1)	0(1)	0(1)	0(1)
27	0(4)	0(4)	0(4)	0(4)	0(4)	0(4)	0(4)	0(4)	0(4)	0(4)	0(1)	0(1)	0(1)	0(1)	0(1)

VH = Vorhandensein, BHD = BHD, HOE = Höhe, VOL = Volumen pro Baum, VHA = Volumen pro Hektar, OVA = Ovalität, ABH = Abholzigkeit, FOI = Schaftform fast gerade, SON = Sonderform ohne Mangel, AST12 = Astigkeit – nicht grobastig, NAD = ohne Nadelverfärbung, NVL = ohne Nadelverlust, ARI = ohne alten Riss, DRE = ohne Drehwuchs, HFL = ohne Harzfluss

PG	VH	BHD	HOE	VOL	VHA	OVA	ABH	FOI	SON	AST12	NAD	NVL	ARI	DRE	HFL
28	Philomath	0(5)	1(5)	1(3)	0(3)	0(5)	0(3)	1(5)	1(5)	0(5)		0(4)	0(3)	0(3)	0(3)
29	Philomath	0(8)	0(8)	1(6)	0(6)	0(5)	0(6)	2(5)	1(8)	0(8)		1(4)	0(3)	0(3)	0(3)
30	Santiam R. Sweet Home	0(5)	0(5)	0(3)	0(3)	0(5)	0(3)	0(5)	0(5)	0(5)		0(4)	0(3)	0(3)	0(3)
31	Santiam R. Sweet Home	1(11)	0(11)	0(9)	0(9)	0(8)	0(9)	0(8)	1(11)	1(11)	0(1)	0(5)	1(3)	0(3)	0(3)
32	Santiam R. Sweet Home	0(8)	0(8)	0(6)	0(6)	0(8)	0(6)	1(8)	0(8)	2(8)	0(1)	0(5)	0(3)	0(3)	0(3)
33	Santiam R. Sweet Home	0(5)	0(5)	0(3)	0(3)	0(5)	0(3)	0(5)	0(5)	0(5)	0(1)	0(4)	0(2)	0(2)	0(2)
34	Santiam R. Sweet Home	0(9)	0(9)	1(7)	0(7)	0(6)	0(7)	0(6)	0(9)	1(9)	0(1)	0(3)	0(1)	0(1)	0(1)
35	Santiam Pass-Sisters	1(6)	0(6)	2(4)	1(4)	0(6)	0(4)	0(6)	0(6)	0(6)	0(1)	0(4)	0(2)	0(2)	0(2)
36	Santiam Pass-Sisters	0(7)	1(7)	3(6)	1(6)	0(7)	0(6)	1(7)	1(7)	0(7)	0(1)	0(4)	0(2)	0(2)	0(2)
37	Santiam Pass-Sisters	0(3)	0(3)	1(1)	1(1)	0(3)	0(1)	1(3)	0(3)	0(3)		0(2)	0(1)	0(1)	0(1)
38	Santiam Pass-Sisters	0(5)	0(5)	0(4)	0(4)	0(5)	0(4)	0(5)	0(5)	0(5)	0(1)	0(3)	0(1)	0(1)	0(1)
43	Salmon River	0(11)	0(11)	0(9)	0(9)	0(11)	1(9)	1(11)	0(11)	0(11)	0(1)	0(6)	0(3)	0(3)	0(3)
44	Oyster Bay	0(11)	0(11)	0(9)	0(9)	0(11)	0(9)	0(11)	0(11)	0(11)	0(1)	1(6)	1(3)	0(3)	0(3)
45	Buckley Bay	0(9)	2(9)	0(6)	1(6)	0(6)	1(6)	1(9)	1(9)	1(9)	0(1)	1(6)	0(3)	0(3)	0(3)
46	Sproat Lake	0(12)	0(12)	0(11)	0(11)	0(9)	1(11)	0(9)	1(12)	0(12)	0(1)	0(4)	2(2)	1(2)	0(2)
47	Kay Road	0(7)	0(7)	0(6)	0(6)	0(7)	1(6)	0(7)	1(7)	0(7)	0(1)	0(4)	0(3)	0(3)	0(3)
48	Yellow Point	1(8)	1(8)	0(6)	0(6)	0(8)	2(6)	0(8)	1(8)	1(8)	0(1)	0(5)	0(3)	0(3)	0(3)
49	Mt. Prevost	0(9)	0(9)	0(9)	0(9)	0(9)	0(9)	2(9)	1(9)	1(9)	0(2)	1(4)	0(2)	0(2)	0(2)
50	Sooke	0(7)	0(7)	0(5)	0(5)	0(7)	0(5)	0(7)	0(7)	0(7)	0(1)	1(4)	0(2)	0(2)	0(2)
51	Duckabush River	0(9)	0(9)	0(7)	0(7)	0(9)	0(7)	0(9)	0(9)	0(9)	0(1)	0(5)	0(3)	0(3)	0(3)
52	Shelton	0(8)	0(8)	0(7)	0(7)	0(8)	0(7)	0(8)	0(8)	0(8)	0(1)	0(4)	0(2)	0(2)	0(2)
54	Rainbow Falls Park	0(7)	0(7)	0(6)	0(6)	0(7)	0(6)	2(7)	0(7)	0(7)	0(1)	1(4)	1(2)	0(2)	0(2)
55	Pittsburg/Oregon	0(7)	0(7)	0(5)	0(5)	0(7)	0(5)	0(7)	0(7)	0(7)	0(1)	0(4)	0(2)	0(2)	0(2)
56	Armstrong Road, Bluell	0(9)	3(9)	2(6)	1(6)	0(9)	0(6)	0(9)	0(9)	4(9)	0(1)	0(6)	0(3)	0(3)	0(3)
57	Alsea Falls	0(8)	0(8)	0(6)	1(6)	0(8)	0(6)	0(8)	0(8)	1(8)	0(1)	0(5)	0(3)	0(3)	0(3)
58	Salt Creek	1(7)	0(7)	0(6)	0(6)	0(7)	0(6)	0(7)	0(7)	0(7)	0(1)	0(4)	0(2)	0(2)	0(2)
59	Norway	7(8)	5(8)	5(7)	6(7)	0(8)	1(7)	6(8)	3(8)	5(8)	1(2)	0(3)	0(3)	0(3)	0(3)
60	Ortter Point	8(12)	3(12)	5(10)	3(10)	1(12)	0(10)	10(12)	5(12)	7(12)	0(6)	0(6)	0(3)	0(3)	0(3)

VH = Vorhandensein, BHD = BHD, HOE = Höhe, VOL = Volumen pro Baum, VHA = Volumen pro Hektar, OVA = Ovalität, ABH = Abholzigkeit, FOI = Schaftform fast gerade, SON = Sonderform ohne Mangel, AST12 = Ästigkeit – nicht grobstäufig, NAD = ohne Nadelverfärbung, NVL = ohne Nadelverlust, ARI = ohne alten Riss, DRE = ohne Drehwuchs, HFL = ohne Harzfluss

PG	VH	BHD	HOE	VOL	VHA	OVA	ABH	FOI	SON	AST12	NAD	NVL	ARI	DRE	HFL
61	St. Joe Area	0(3)	0(3)	0(2)	1(2)	0(3)	0(2)	0(3)	0(3)	0(3)		0(3)	0(3)	0(3)	0(3)
62	Clear Water	0(2)	0(2)	0(2)	0(2)	0(2)	0(2)	0(2)	0(2)	0(2)		0(2)	0(2)	0(2)	0(2)
63	Falls City	0(6)	0(6)	0(3)	0(3)	0(6)	0(3)	0(6)	0(6)	1(6)		1(6)	0(4)	0(4)	0(4)
64	Dexter/Bear Mt.	0(3)	0(3)	0(1)	0(1)	0(3)	0(1)	0(3)	0(3)	0(3)		0(3)	0(2)	0(2)	0(2)
65	Dexter/Bear Mt.	0(4)	0(4)	1(2)	1(2)	0(4)	0(2)	0(4)	0(4)	1(4)		0(4)	0(3)	0(3)	0(3)
66	Upper Mohawk Rivers	0(5)	1(5)	1(4)	1(4)	0(2)	0(4)	0(2)	0(5)	1(5)		0(2)	0(1)	0(1)	0(1)
67	Myrtle Point	2(4)	0(4)	0(2)	1(2)	1(4)	0(2)	3(4)	1(4)	2(4)		1(4)	1(3)	0(3)	0(3)
68	Coast Fork Willamette R.	0(7)	0(7)	1(5)	1(5)	0(4)	0(5)	0(4)	0(7)	1(7)		0(4)	0(3)	0(3)	0(3)
69	Upper Mohawk Rivers	0(3)	0(3)	0(3)	0(3)		0(3)								
85	Colville	0(1)	0(1)			0(1)		0(1)	0(1)	0(1)		0(1)			
86	Kootenai	0(1)	0(1)			0(1)		0(1)	0(1)	0(1)		0(1)			

**VH** = Vorhandensein, **BHD** = BHD, **HOE** = Höhe, **VOL** = Volumen pro Baum, **VHA** = Volumen pro Hektar, **VHA** = Volumen pro Hektar, **OVA** = Ovalität, **ABH** = Abholzigkeit, **FOI** = Schaftform fast gerade, **SON** = Sonderform ohne Mangel, **AST12** = Ästigkeit – nicht grobstäbig, **NAD** = ohne Nadelverfärbung, **NVL** = ohne Nadelverlust, **ARI** = ohne alten Riss, **DRE** = ohne Drehwuchs, **HFL** = ohne Harzfluss

Neben einer globalen Empfehlung von Herkünften für alle Standorte und Merkmale ist es von praktischem Interesse, einzelne Herkünfte bzw. besser Gruppen von Herkünften zu bestimmen, die unter definierten Standortbedingungen für wenige, besonders wichtige Merkmale eine Überlegenheit zeigen. Dazu werden die Versuchsflächen in zwei Anbauregionen Tiefland (TFL) und Mittelgebirge (MGB) eingeteilt (s. Tab. 2). Die Fläche Langen wird wegen ihrer abweichenden standörtlichen Bedingungen keiner Gruppe zugeordnet und gesondert betrachtet.

Als Untersuchungsvariable wird ein zusammengesetzter Index aus den vier wichtigen Merkmalen „Anteil lebender Bäume (=:vh)“, „Brusthöhendurchmesser (=:BHD)“, „Anteil (fast) gerader Bäume(=:fo1)“ und „Anteil nicht grobästiger Bäume (=:ast12)“ verwendet, dessen Konstruktion in zwei Schritten definiert ist:

Für jedes der vier Merkmale wird aus den geordneten Rängen der Prüfglieder auf jeder Fläche der sogenannte van-der-Waerden-Score  $S$  gebildet, der eine normalverteilte Transformation der Ränge darstellt (SAS 9.1.2):

$$S_i = \Phi^{-1}(r_i / (n+1))$$

mit  $\Phi^{-1}$  als inverse kumulative Normalverteilungsfunktion und  $r_i$  als Rang der  $i$ -ten Beobachtung (Prüfglied) bei  $n$  Beobachtungen.

Aus den Einzelscores wird der Index nach

$$I = (S_{vh} \cdot 1 + S_{BHD} \cdot 3 + S_{fo1} \cdot 2 + S_{ast12} \cdot 2) / 8$$

gebildet. Hierbei werden die Einzelscores  $S_{vh}$ ,  $S_{BHD}$ ,  $S_{fo1}$  und  $S_{ast12}$  mit unterschiedlichen Gewichten multipliziert, die durch Bewertung der dahinterstehenden Merkmale festgelegt werden.

In der Tabelle 5 sind die mittleren Indexwerte für die beiden Regionen Tiefland und Mittelgebirge enthalten. Der Nachteil des schon diskutierten nicht-orthogonalen Versuchsdesigns kommt hier nur durch die unterschiedlichen Anzahlen der für die Mittelbildung herangezogenen Flächenindizes zur Wirkung.

In der Tabelle sind somit alle Prüfglieder aufgeführt, die auf beiden Flächengruppen mindestens je einen Wert haben. Die Anzahl der Prüfglieder reduziert sich dadurch auf 59. Je größer die Indizes für die Prüfglieder, desto besser werden sie bezüglich der Anbauregionen Tiefland bzw. Mittelgebirge bewertet.

Tabelle 5: *Mittlere Bewertungsindices (Scores) für die Regionen Tiefland und Mittelgebirge*

	<b>Prüfglieder</b>	<b>Tiefland</b>	<b>Mittelgebirge</b>	<b>Ø</b>
1	Buck Creek	0,80	0,66	0,71
2	Tulalip Indian Res.	-0,14	-0,06	-0,09
3	Indian Creek	0,48	0,28	0,39
4	Gardiner	0,14	-0,26	-0,03
5	Bear Mountain	0,64	0,43	0,51
6	Eagle Creek	-0,35	-0,18	-0,26
7	Eagle Creek	-0,06	-0,09	-0,08
8	Jack Creek	0,18	0,10	0,13
9	Cougar Flats	0,33	0,17	0,25
10	Rattlesnake Creek	-0,15	-0,39	-0,24
11	Clear Lake	-0,21	-0,01	-0,10
12	Cascade Creek	-0,38	-0,10	-0,24
13	Cooper Spur	-0,15	-0,01	-0,08
14	Beaver Creek	0,14	-0,07	0,02
15	Sisi Butte	0,43	0,14	0,26
16	Santiam Summit	-0,19	0,11	-0,02
17	Tombstone Prairie	-0,17	0,23	0,03
18	Big Spring	0,14	-0,52	-0,14
19	Roaring River Ridge	-0,08	0,09	-0,00
20	Crescent Creek	-0,35	-0,38	-0,37
21	Whisky Creek	-0,44	-0,17	-0,30
23	Courtenay	-0,16	-0,31	-0,19
24	Nanaimo Lakes	0,85	0,67	0,81
25	Kuper Island	-0,60	-0,03	-0,46
26	Duncan	-0,03	0,23	0,04
27	Lake Cowichan	0,53	0,42	0,51
28	Philomath	-0,70	-0,09	-0,40
29	Philomath	-0,52	-0,24	-0,31
30	Santiam R. Sweet Home	-0,02	0,03	0,02
31	Santiam R. Sweet Home	-0,05	0,24	0,07

	<b>Prüfglieder</b>	<b>Tiefland</b>	<b>Mittelgebirge</b>	<b>Ø</b>
32	Santiam R. Sweet Home	0,20	-0,16	0,04
33	Santiam R. Sweet Home	-0,08	-0,01	-0,04
34	Santiam R. Sweet Home	- 0,28	0,46	-0,03
35	Santiam Pass Sisters	-0,09	-0,04	-0,07
36	Santiam Pass Sisters	0,22	0,08	0,17
37	Santiam Pass-Sisters	-0,03	-0,56	-0,39
38	Santiam Pass-Sisters	0,10	0,08	0,09
43	Salmon River	0,60	0,27	0,46
44	Oyster Bay	0,03	0,38	0,18
45	Buckley Bay	-0,25	-0,10	-0,20
46	Sproat Lake	0,43	0,19	0,35
47	Kay Road	0,51	0,17	0,34
48	Yellow Point	-0,27	-0,37	-0,31
49	Mt. Prevost	-0,61	-0,08	-0,40
50	Sooke	0,01	0,11	0,05
51	Duckabusch River	0,56	0,61	0,58
52	Shelton	0,46	0,35	0,43
54	Rainbow Falls Park	0,31	0,47	0,36
55	Pittsburg/Oregon	0,40	-0,19	0,21
56	Armstrong Road, Bluell	-0,68	-0,42	-0,59
57	Alsea Falls	0,15	-0,14	0,02
58	Salt Creek	0,58	-0,05	0,37
59	Norway	-1,34	-0,48	-1,17
60	Otter Point	-0,98	-0,75	-0,88
63	Falls City	0,25	0,62	0,43
64	Dexter/Bear Mt.	-0,68	-1,05	-0,86
65	Dexter/Bear Mt.	-0,38	-0,56	-0,50
67	Myrtle Point	-0,99	-0,45	-0,63
68	Coast Fork Willamette R.	-0,62	-0,27	-0,38

Für die weitergehende, auch grafische Interpretation dieser Scores wurden zwei explorative Verfahren: Biplot und Clusteranalyse gewählt.

Beim Biplot werden die 59 Beobachtungen (Prüfglieder) durch ihre Nummern und die relative Position der zwei Variablen (Tiefeland, Mittelgebirge) als Vektoren in einem zweidimensionalen Hauptkomponentenraum dargestellt. Dadurch wird die Relation der Punkte sowohl untereinander als auch zu den beiden Anbauregionen verdeutlicht (s. Abb. 7).

Je näher die einzelnen Punkte sich an den Spitzen der Vektoren befinden, desto größer ist ihre Bedeutung bezüglich dieser jeweiligen Anbauregionen. Zu beachten sind die zwei verschiedenen Skalen (rechts und oben für Vektoren, links und unten für Punkte) (VENABLES u. RIPLEY 2002).

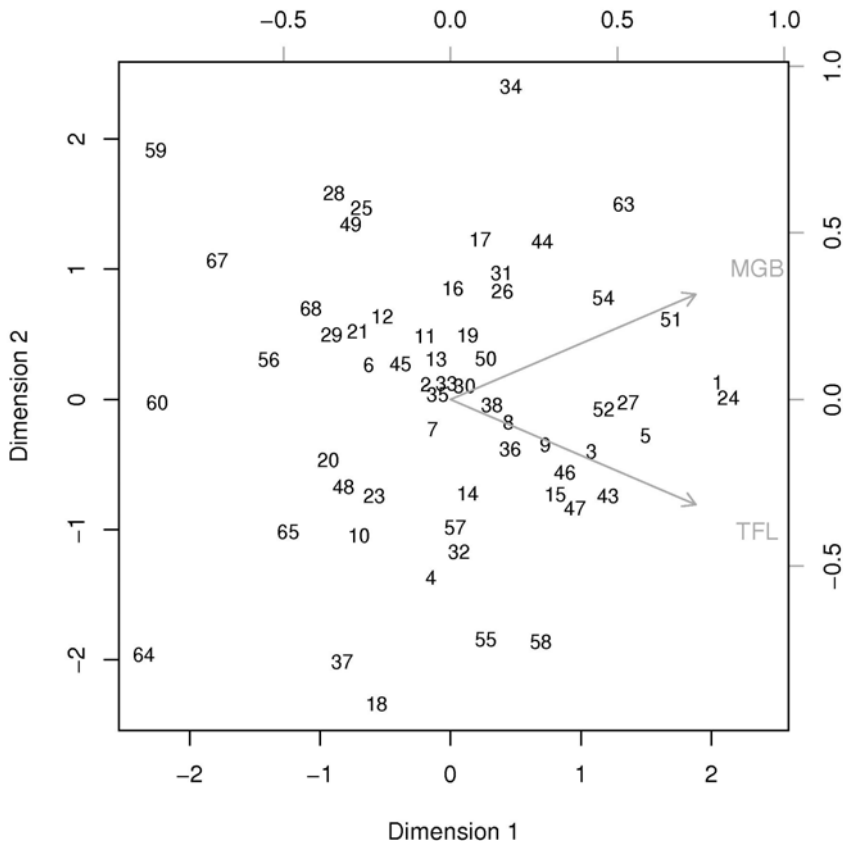


Abbildung 7: Bewertung der Herkünfte nach Anbauregionen (TFL = Tiefeland, MGB = Mittelgebirge) mittels Biplot

In der Abbildung 7 sind zunächst die beiden Prüfglieder 1 und 24 zu erkennen, die gleichermaßen sehr gut sowohl für Tiefland- als auch Mittelgebirgsbedingungen zu empfehlen wären. Etwas schwächer, aber weiterhin als gleichmäßig gut wären die Prüfglieder 5, 27 und 52 zu werten. Überwiegend für die Anbauregion Mittelgebirge sind die Prüfglieder 51, 54 und 63 und für das Tiefland die Herkünfte 43, 3, 15, 46 und 47 als geeignet anzusehen. Eindeutig ungeeignet für beide Regionen sind die Prüfglieder 59, 60, 64 und 67.

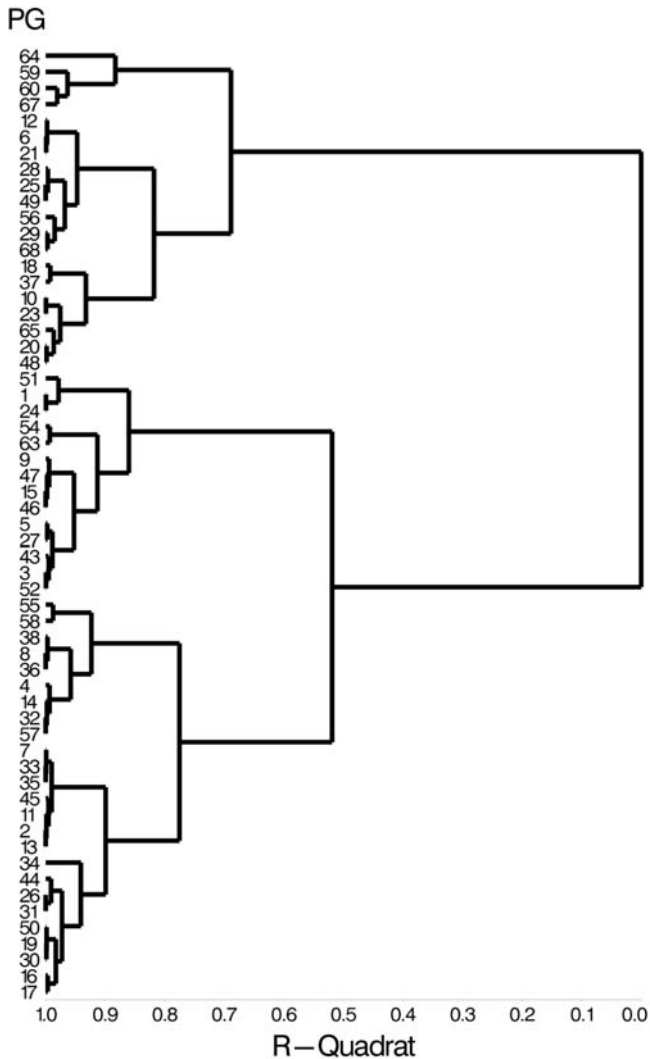


Abbildung 8: Bewertung der Herkünfte mittels Cluster-Dendrogramm (PG = Prüfglied)

Bei der Clusteranalyse (s. Abb. 8) werden die 59 Beobachtungen ihren Abständen untereinander entsprechend in hierarchische Gruppen, sogenannte Cluster, zusammengefasst. Auch hier verwenden wir als Variablenwerte die beiden Indizes für Tiefland und Mittelgebirge. Allerdings ist aus der Analyse bzw. deren grafischer Darstellung – dem Dendrogramm – nicht unmittelbar ersichtlich, welche Gruppen hinsichtlich eines hohen Index-Wertes optimal sind. Abbildung 8 zeigt ein solches Dendrogramm für die Clusterung nach dem Ward-Kriterium und die Darstellung des R-Quadrat-Wertes. Eine Clusterung für eine bestimmte Gruppenanzahl wird erreicht durch Einzeichnen einer Senkrechten zur x-Achse bei einem bestimmten R-Quadrat-Wert. Die Wahl von  $R^2 = 0.75$  ergibt hier eine Clusterung in vier Gruppen, die mit etwas Augenmaß auch in der Abbildung 7 zu erkennen ist. So ergibt das im Dendrogramm ganz oben angeordnete Cluster mit den Prüfgliedern 64, 59, 60 und 67 die vorher beim Biplot diskutierte schlechteste Gruppe. Das in der Mitte des Dendrogramms angeordnete Cluster, eingeschlossen von den Prüfgliedern 51 und 52, ergibt exakt die dort diskutierten besten Prüfglieder.

Bei der Bewertung des Sonderstandortes Langen (Rhein-Main-Ebene) anhand der Scores ist hervorzuheben, dass die guten Tieflandprüfglieder 43, 3, 15, 46 und 47 auch dort gute Ergebnisse erzielen. Gleichermäßen ungeeignet für diesen Standort sind ebenso die für Tiefland und Mittelgebirge schon negativ beschriebenen Prüfglieder 59, 60, 64 und 67.

Der Vorteil des Biplots besteht neben der Darstellung im zweidimensionalen Hauptkomponentenraum mit der Eigenschaft, dass die erste Hauptkomponente die meiste Information versammelt, besonders in der Miteinbeziehung der Vektoren als Zielgrößen für eine positive Wertung der Einzelpunkte und somit auch der gefundenen Cluster.

Von den auf den hessischen Flächen beobachteten alten Stammrissen waren die Herkünfte 1, 6, 30, 31, 44, 46 und 54 am stärksten betroffen; alles Herkünfte mit überdurchschnittlichem Wachstum, die aber aus verschiedenen Regionen stammen, so dass kein Zusammenhang mit der Herkunftsregion festzustellen ist. Bei den Herkünften 11, 45, 56, und 68 hingegen wurden keine oder nur sehr wenige Risse gefunden. Diese Herkünfte weisen ein durchschnittliches bis unterdurchschnittliches Wachstum auf.

## 7 Untersuchungen zur zeitlichen Stabilität der Herkünfte

Abbildung 9 bietet für alle Standorte einen Eindruck von der zeitlichen Stabilität bezogen auf das Merkmal BHD zwischen den auf 17 und 27 Jahre justierten Altern. Bei den meisten Flächen wird eine straffe Beziehung zwischen den Durchmesserwerten zu Beginn und am Ende der genannten Periode erkennbar. Weniger enge Beziehungen bestehen auf den bayerischen Flächen Kronach, Selb und Zwiessel sowie auf den in ihrem Bestandesschluss stark gestörten Flächen wie Braunlage, Langen und Lütetsburg. Das Dreieck kennzeichnet die auf allen Flächen außer Rantzau Abt. 236 ausgepflanzte Herkunft Indian Creek.

Diese Herkunft ist in der Regel in den stärkeren Durchmesserbereichen zu finden und liegt mit ihren Werten meist dicht an den gedachten Ausgleichslinien der Punktwolken. Bei den Merkmalen Höhe und Volumen pro Baum (s. Abb. 10 u. Abb. 11) finden sich die gleichen Tendenzen wie für den Durchmesser beschrieben.

In Abbildung 12 ist für das Merkmal Höhe die zeitliche Stabilität für die auf 7 bis 17 Jahren justierte Altersspanne dargestellt. Insgesamt ist zwar mit Ausnahme der oben erwähnten bayerischen Flächen, eine positive Korrelation erkennbar, sie ist aber nicht so eng, dass man in diesem jungen Alter schon von einer eindeutigen Höhendifferenzierung der Herkünfte sprechen kann.

Diese Aussage wird durch die Analyse der signifikanten Ergebnisse des Sidaktests der Herkünfte gegen das jeweilige Versuchsmittel je Versuchsfäche bestätigt. Bei den Ergebnissen der 15 Standorte finden wir in den Altern 7, 17 und 27 jeweils 31, 19 und 13 signifikant abweichende Herkünfte. Zusätzlich zu dieser abnehmenden Tendenz ist auffällig, dass von den 13 im Alter 27 signifikant abweichenden Herkünften vier im Alter 7 und fünf im Alter 17 nichtsignifikant abwichen. Von den 19 im Alter 17 signifikant abweichenden Herkünften unterschieden sich sieben im Alter 7 nichtsignifikant vom Versuchsmittel.

Für die Abbildungen 7 und 9 bis 12 wurde die Software R 2.6.0 verwendet (R DEVELOPMENT CORE TEAM 2007).

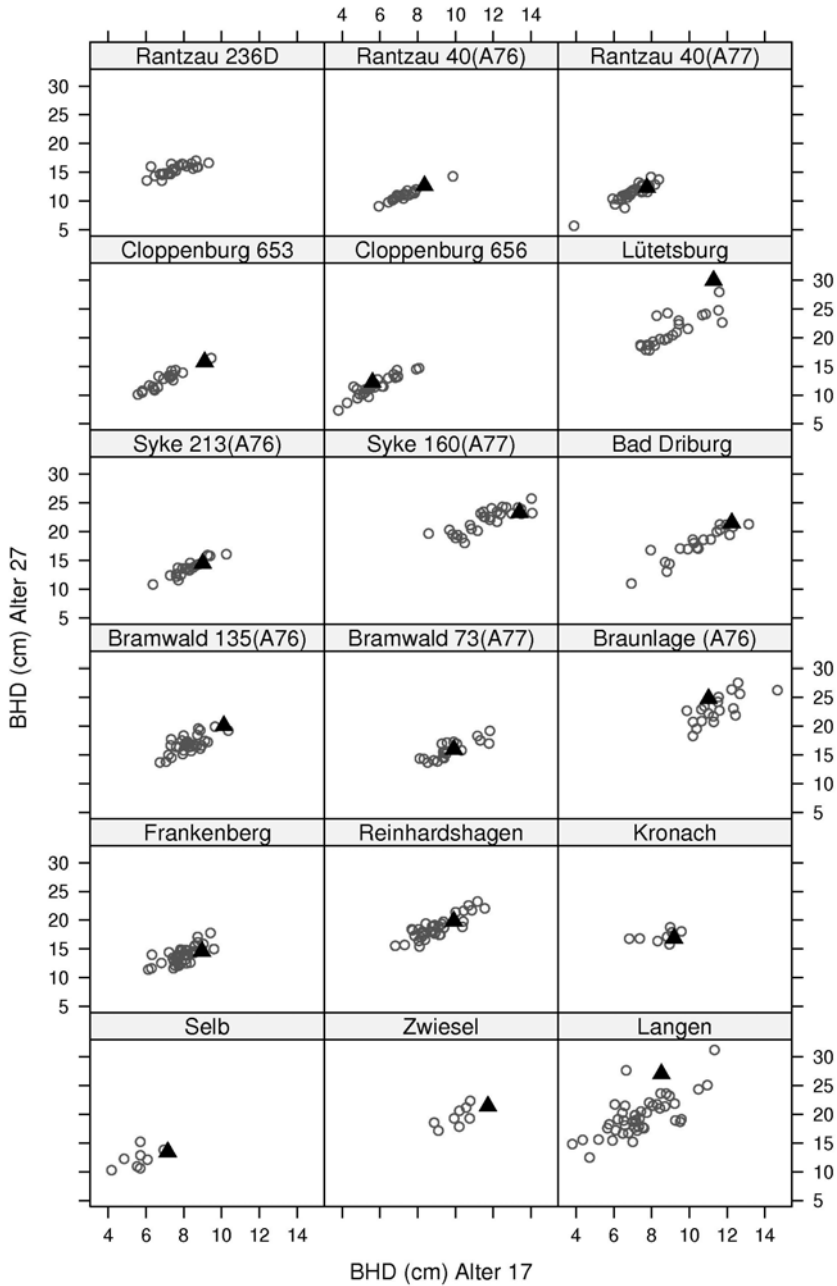


Abbildung 9: Zeitliche Stabilität (Alter 17 und 27) der Herkünfte beim BHD

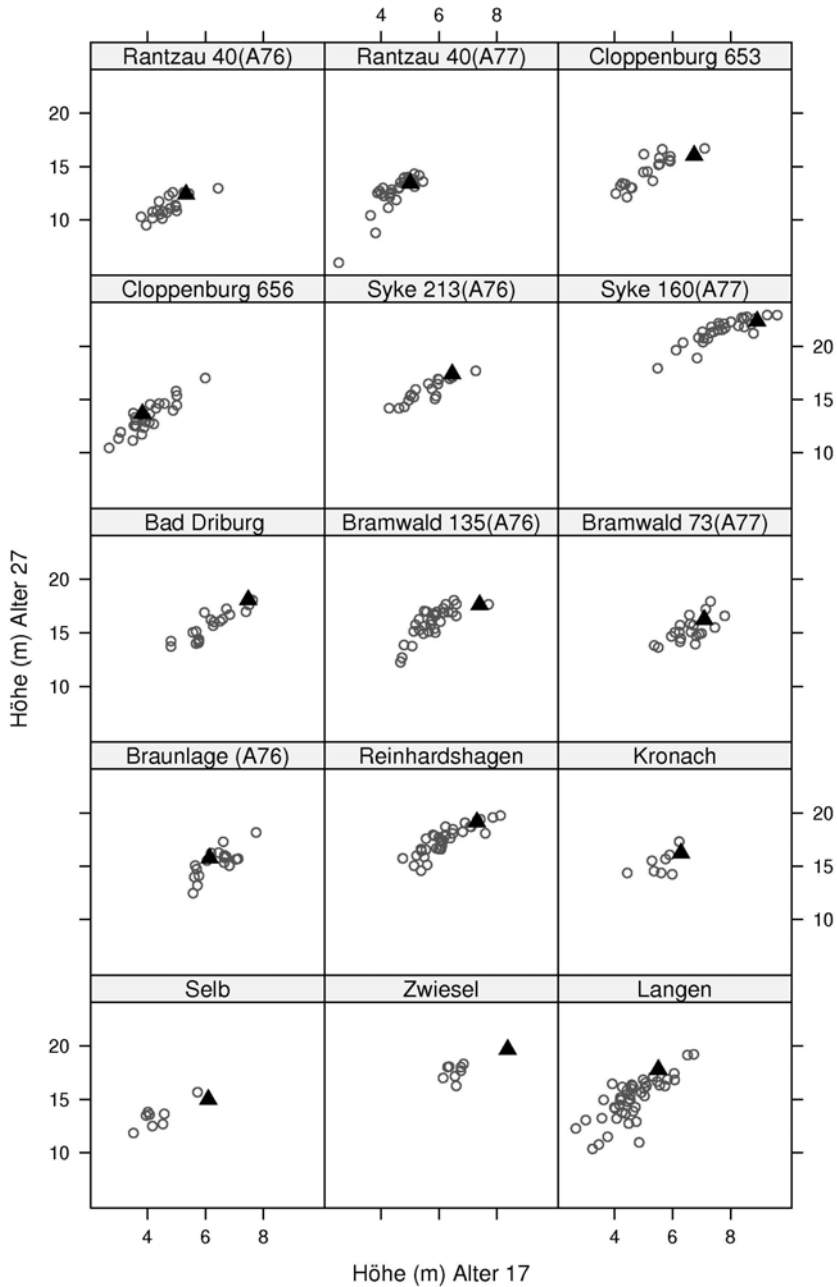


Abbildung 10: Zeitliche Stabilität (Alter 17 und 27) der Herkunft bei der Höhe

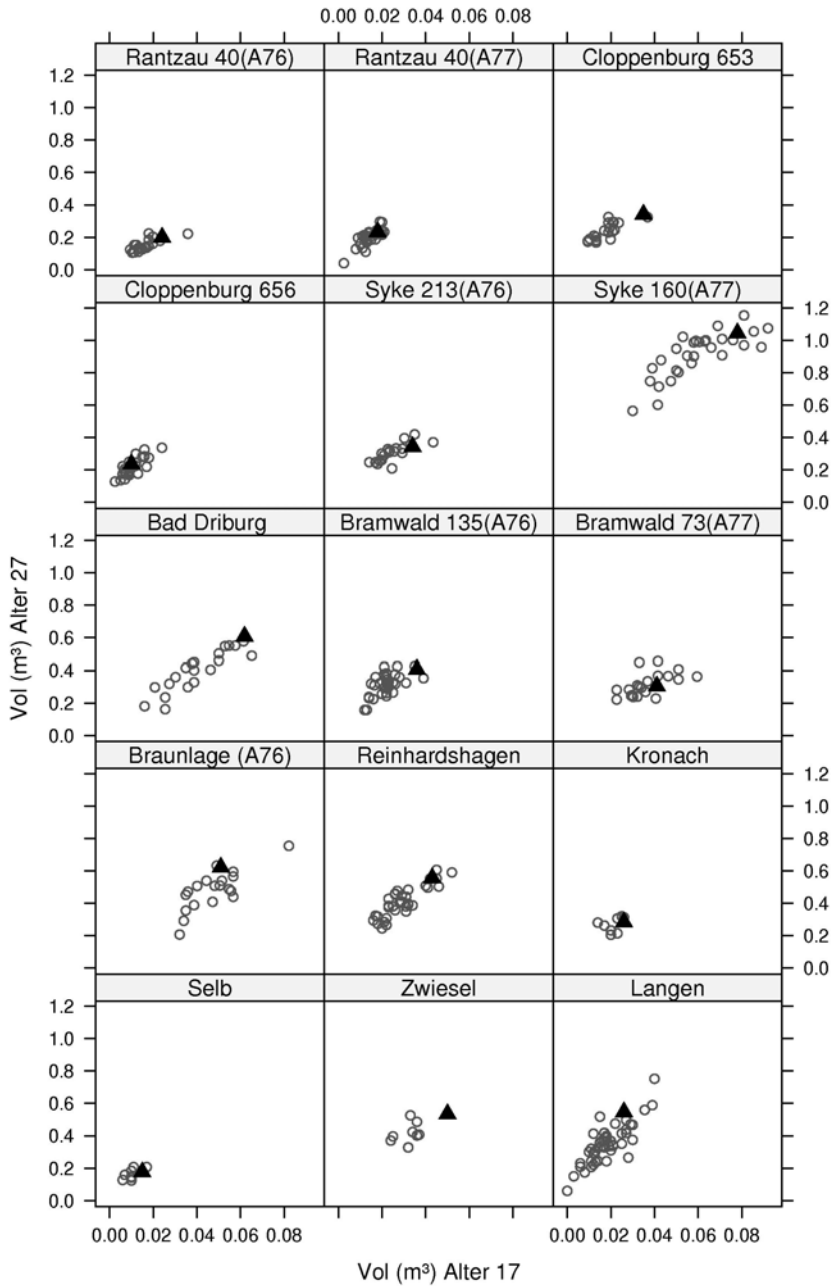


Abbildung 11: Zeitliche Stabilität (Alter 17 und 27) der Herkünfte beim Volumen

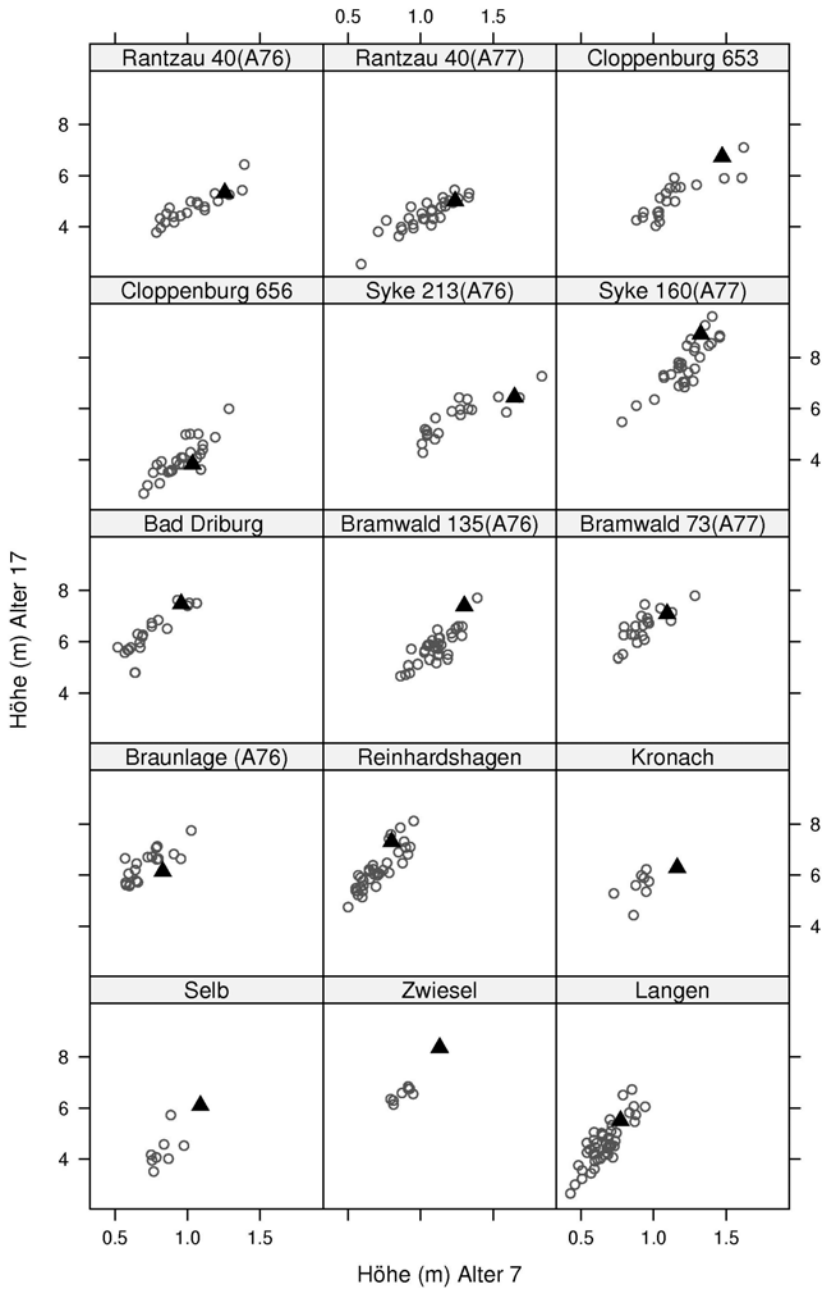


Abbildung 12: Zeitliche Stabilität (Alter 7 und 17) der Herkunftfe bei der Höhe

## 8 Diskussion

Die Aufnahmeergebnisse der hier untersuchten Flächen ergeben zumindest für den westdeutschen Raum ein sehr umfassendes Bild über das Wuchsverhalten von Küstentannenherkünften auf einer breiten Palette von Standorten. Bestimmte Herkünfte der Küstentanne haben sich dort bis zum Alter von 27 Jahren als grundsätzlich anbauwürdig erwiesen. Gleich alte Versuche mit Douglasienprovenienzen wie auch direkte Vergleichsanbauten der beiden Baumarten zeigen, dass die Küstentanne in ihrer Volumenleistung mit der Douglasie konkurrieren kann, sie mancherorts sogar übertrifft (LOCKOW u. LOCKOW 2007, RAU 2005, RÖHLE u. HEISS 1988).

Der Versuch hat ergeben, dass die Küstentanne stark auf standörtliche Unterschiede reagiert. Allerdings reichen die in den Versuchsakten dokumentierten Standortmerkmale nicht aus, um beispielsweise die gravierenden Leistungsunterschiede zwischen den sehr ähnlich beschriebenen Flächen in Syke zu erklären. Die Wuchsleistung der Küstentanne entspricht immerhin selbst auf den schwächsten Flächen in Rantzau Abt. 40 noch dem Niveau der ersten Ertragsklasse für Fichte nach der Ertragstafel von WIEDEMANN für mäßige Durchforstung. Unter optimalen Bedingungen sind Leistungen möglich, die, wenn überhaupt, in Deutschland nur von sehr wenigen Baumarten erreicht werden (Abb. 13).

Die Herkünfte 18 Big Spring, 20 Crescent Creek und 21 Whisky Creek kommen alle aus dem Bereich, wo sich die Verbreitungsgebiete von *Abies grandis* und *Abies concolor* überschneiden. Die Ernteorte gehören zu den höchstgelegenen im Versuch (1160 - 1500 m ü. NN). In ihrer Volumenleistung sind diese Herkünfte bisher besonders schwach, dafür aber sehr geradschäftig. Auf der Fläche Reinhardshagen konnte man zumindest im Jugendstadium an ihren deutlich längeren und aufgebogenen Nadeln die Verwandtschaft zur Koloradotanne erkennen.

Unter den 65 getesteten Herkünften sind nur einige wenige, von deren Anbau abgeraten werden muss, weil sie sowohl bei den quantitativen Merkmalen wie Anzahl lebender Bäume, Höhe und Volumen pro Hektar als auch bei den wichtigsten Qualitätsmerkmalen Schaftform und Ästigkeit deutlich unterlegen sind. Es sind dies die Herkünfte 59 Norway, 60 Otter Point und 67 Myrtle Point, die allesamt aus tiefen Lagen an der Küste von Oregon stammen, sowie die Herkunft 64 Dexter/Bear Mountain 532 m ü. NN aus den Westkaskaden in Oregon. Bemerkenswert ist, dass die Herkünfte Otter Point und Myrtle Point am Ende der vierjährigen Anzuchtphase in der hessischen Versuchsanstalt bezüglich des Höhenwachstums noch auf vorderen Rängen lagen.

Aus heutiger Sicht haben sich die Herkünfte 1 Buck Creek aus den Westkaskaden in Washington und 24 Nanaimo Lakes von Vancouver Island als universell einsetzbare Spitzenherkünfte erwiesen, mit gewissen Einschränkungen auch die

Herkünfte 5 Bear Mountain von der Olympischen Halbinsel, 27 Lake Cowichan von Vancouver Island und 52 Shelton aus der Region Puget Sound. Das sind durchweg Herkünfte aus Gebieten, aus denen auch die für den Westen und Norden Deutschlands besten Douglasienherkünfte stammen (KLEINSCHMIT 2000; RAU 2005). Auch die speziell auf den Mittelgebirgs- bzw. den Tieflandstandorten bewährten Küstentannenherkünfte kommen in der Regel aus diesen Regionen. In einer polnischen Versuchsreihe mit acht der hier getesteten Herkünfte und Flächen in den Beskiden führten im Alter von 27 bzw. 30 Jahren leistungsmäßig die Herkünfte 1, 3, 5 und 43, während die Herkünfte 16 und 20 am wenigsten überzeugen konnten (KULEJ u. SOCHA 2005, KULEJ u. SOCHA 2008).



*Abbildung 13: 67-jährige Küstentanne im Niedersächsischen Forstamt Ahlhorn, Höhe: 36,4 m, BHD: 98 cm, Derbbolzvolumen 12,2: m<sup>3</sup>*

Schäden und Krankheiten scheinen bei Küstentanne nach Überwindung der Kulturphase eine geringere Rolle zu spielen als bei der Douglasie, bei der bestimmte Herkünfte massive Probleme mit Frösten und der Rostigen Douglasien- schütte haben (BUSSLER u. BLASCHKE 2004, RÖHRIG 1978, STEPHAN 1981). Bei der Anlage und in den ersten Kulturjahren gab es keine artspezifischen Probleme. Bei Verwendung großer Pflanzen muss aber mit Anwuchsproblemen gerechnet werden. Auf manchen Flächen sind wiederholt einzelne Küstentannen durch Hallimasch ausgefallen.

Das Problem der Stammrisse wird von manchen Forstpraktikern in Baden-Württemberg als so ernst angesehen, dass sie vom Anbau der Küstentanne abraten. Es soll bei ca. 60-jährigen Küstentannen erhebliche Wertverluste durch tief ins Holz reichende Risse gegeben haben. LIESEBACH u. WEISSENBACHER 2007 vermuten einen Zusammenhang zwischen dem Auftreten von Stammrissen und einer starken Freistellung. LOCKOW u. LOCKOW 2007 haben bei ihren Untersuchungen von älteren Küstentannenbeständen in Brandenburg keine wirtschaftlich relevanten biotischen und abiotischen Schäden feststellen können. Möglicherweise besteht bei den Rissen ein Zusammenhang mit extremer Trockenheit. So fielen uns in einem 20-jährigen Herkunftsversuch im hessischen Forstamt Burghaun mit einem Teil der in dieser Arbeit untersuchten Herkünfte nach dem heißen Sommer 2003 verstärkt Risse auf, die genauer erfasst wurden (BOHNENS 2004 unveröffentlicht). 7 % aller Tannen hatten zumindest einen Riss. Die Bäume mit Riss waren mit einem BHD von 20,4 cm im Durchschnitt 6 cm stärker als die nicht gerissenen. Die Risse fanden sich selten in Bodennähe und verteilten sich auf alle Himmelsrichtungen. Sie waren im Durchschnitt 1,8 m lang, meist nur oberflächlich und überwallt und drehten sich oft von unten nach oben betrachtet nach links, teilweise stammumfassend.

Die Gruppierung der Herkünfte basiert auf den von FRANKLIN u. DYRNESS 1973 ausgewiesenen Regionen mit ökologisch vergleichbaren Bedingungen. Ziel der Gruppierung war es, die vom WESTERN FOREST SEED COUNCIL 1966 ausgewiesenen baumartenunabhängigen Saatzonen grundsätzlich nicht zu durchschneiden, so dass keine Saatzone in verschiedenen Gruppen vorkommt. Dies ist bei der neuen Aufteilung des natürlichen Verbreitungsgebietes in Teilgebiete mit als ähnlich betrachteten Populationen, wie sie von RANDALL u. BERRANG 2000 beschrieben werden, anders. Nach deren Einteilung ergäbe sich für die Herkünfte aus Washington folgende Gliederung:

Puget Sound - Herkünfte 2, 3, 4, 5, 51, 52

Upper Chehalis – Herkunft 54

Skagit – Herkunft 1

Cowlitz – Herkunft 11

Chelan – Herkünfte 6, 7, 8

Klickitat – Herkunft 12

Diese Gliederung ist insgesamt kleinräumiger als die hier von RAU et al. (1998) übernommene, wodurch die Anzahl der Herkünfte innerhalb von Gebieten meist noch geringer wird. Die Heterogenität innerhalb der Gruppen bei den verschiedenen Merkmalen wäre nach näherungsweise Prüfung dadurch nicht kleiner geworden. Die im hier behandelten Versuch bewährten Herkünfte aus Washington kommen alle aus den drei zuerst genannten Regionen.

Für die Oregon-Herkünfte war ein entsprechender Vergleich nicht möglich, weil die im Internet gefundenen Unterlagen zu ungenau sind, um die untersuchten Herkünfte exakt zuzuordnen zu können. Auch dort hätte aber der neue Vorschlag zu

einer feineren Gliederung geführt. Für die kanadischen Teile des natürlichen Verbreitungsgebietes liegen nach Kenntnis der Verfasser keine neuen Vorschläge zur Gliederung in Saatzone vor.

Die neun für diese Arbeit ausgewiesenen Herkunftsgruppen unterscheiden sich wie dargestellt meist wenig. Das könnte als Argument herangezogen werden, nur die wenigen, sich positiv oder negativ asymmetrisch verhaltenden Gruppen getrennt auszuweisen und den Rest in einer Gruppe zusammenzufassen. Ein solcher Schritt würde den Verkehr mit forstlichem Vermehrungsgut der Küstentanne erleichtern, weil weniger Einheiten getrennt zu halten wären. Doch weder der heterogene Versuchsaufbau noch die ökologische Heterogenität der betroffenen Regionen liefern eine ausreichende Rechtfertigung für einen solchen Schritt. Die im Vergleich zur Douglasie größere Homogenität in der Merkmalsausprägung bei Küstentanne könnte hingegen helfen, Bedenken gegen Importe von Saatgut aus den Ursprungsgebieten zu zerstreuen.

Seit dem Inkrafttreten des Forstvermehrungsgutgesetzes im Jahre 2003 darf bei Küstentanne nur noch Vermehrungsgut der Kategorie „geprüft“ nach Deutschland eingeführt und dort an Endverbraucher abgegeben werden. „Geprüft“ bedeutete in diesem Fall aber geprüft unter den Bedingungen des Ursprungslandes also der USA oder Kanadas. Wenn die meisten Regionen nicht wesentlich schlechter als der Durchschnitt abschneiden, dann dürfte es auch wenig riskant sein, solchermaßen „geprüftes“ Material in Deutschland zu verwenden, wenn es nicht aus dem Bereich der Südküste von Oregon stammt. Dieses Risiko erscheint zumindest nicht höher als die Verwendung völlig ungeprüfter deutscher Bestandesnachkommenschaften.

Um die Eignung dieses Materials für Deutschland einschätzen zu können, müssten neue Vergleichsprüfungen angelegt werden, deren Ergebnisse erst in 10 bis 20 Jahren vorliegen würden. Dasselbe träfe zu auf Vergleichsprüfungen mit Nachkommen von bereits in zweiter Generation in Deutschland stockenden Beständen und Samenplantagen der Küstentanne. Über deren Veranlagung ist bisher fast nichts bekannt. Sie werden aber zunehmend beerntet (LÜDEMANN 2007), vermutlich wegen der erwähnten rechtlichen Beschränkungen (s. Tab. 6). Wenn die Nachfrage nach Holz weiter steigen und die Vorbehalte gegenüber der Küstentanne im Allgemeinen und gegenüber ihrem Holz im Besonderen zurückgehen sollten, dann wäre damit zu rechnen, dass Küstentanne verstärkt angebaut werden würde. Es ist zweifelhaft, ob dafür im EU-Raum genügend Vermehrungsgut von geeigneter genetischer Qualität bereitgestellt werden kann. Daher wird dringend empfohlen, die Erkenntnisse aus der Provenienzforschung zu nutzen und die rechtlichen Restriktionen zumindest soweit zu lockern, dass auch nicht als „geprüft“ zugelassenes Vermehrungsgut aus bewährten Regionen nach Deutschland eingeführt und dort ausgepflanzt werden darf. Wenn deutsche Kontrollbehörden mit vergleichbaren Institutionen in den USA und in Kanada zusammenarbeiten würden, dann müsste es gelingen, ungeeignete Herkünfte auszuschließen. Zusätzliche Sicherheit

ergäbe sich, wenn es gelänge, ähnlich wie bei Douglasie, mithilfe von genetischen Untersuchungen Herkünfte zumindest großräumig voneinander zu unterscheiden. Erste Bemühungen in dieser Richtung sind vom Amt für forstliche Saat- und Pflanzenzucht in Teisendorf unternommen worden (KONNERT u. RUETZ 1997). Zumindest sollte aber ein Weg gefunden werden, in einer konzertierten Aktion der Bundesrepublik Deutschland kontrolliert von erfahrenen und zuverlässigen Fachleuten in einem guten Mastjahr größere Mengen an Saatgut von bei uns geprüften und bewährten Herkünften beernten zu lassen, solange die geprüften Ausgangsbestände noch existieren. Mit diesem Material sollten auch größere Bestände (Generhaltung) angelegt werden, die später einmal als Saatguterntebestände dienen könnten.

Tabelle 6: Ernten und Einfuhr von Küstentannensamen in kg

Erntejahr	geerntet in Deutschland	Einfuhr aus	
		EU	Drittländern
1997/98	1	16	396
1998/99	84	0	245
1999/2000	0	2	1.113
2000/01	68	13	208
2001/02	66	37	93
2002/03	23	12	50
2003/04	0	28	16
2003 Einführung des Forstvermehrungsgutgesetzes			
2004/05	189	43	0
2005/06	0	94	0
2006/07	716	70	0

Quelle: Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung

## Literatur

- BOHNENS, J. (2004): Interner Bericht NW-FVA
- BUSSLER, H.; BLASCHKE, M. (2004): Die Douglasie – (k)ein Baum für alle Fälle. LWF aktuell Nr. 46, 14-15
- FLETCHER, A. (Hrsg.) (1986): IUFRO *Abies grandis* Provenance Experiments: nursery stage results. Forestry Commission Research and Development Paper 139, 151 S.
- FRANKLIN, J.F.; DYRNESS, C.T. (1973): Natural vegetation of Oregon and Washington. Gen. Tech. Rep. PNW-8. Portland OR: U.S. Dptm. of Agriculture, For. Serv., Pacific NW-Forest and Range Exp. Stat., 417 S.
- JESTAEDT, M. (1980): Untersuchungen über die Jugendentwicklung von Douglasienprovenienzen in Hessen. Mitt. Hess. Landesforstverw., Bd. 16, Sauerländer's, Frankfurt/M., 105 S.
- KLEINSCHMIT, J. (2000): Mit der Douglasie in die Zukunft – ökologische und ökonomische Bilanz: Genetik. Forst und Holz 55, 713-715
- KONNERT, M.; RUETZ, W. (1997): Genetic variation among provenances of *A. grandis* from the Pacific Northwest. For. Genetics 4, 77-84
- KULEJ, M.; SOCHA, J. (2005): Productivity of selected provenances of Grand fir in the provenance experiment in the Krynica experimental forest. Electronic Journal of Polish Agricultural University 8(4), 10 S.
- KULEJ, M.; SOCHA, J. (2008): Effect of provenance on the volume increment of grand fir (*Abies grandis* Lindl.) under mountain conditions of Poland. Journal of Forest Science 54, 1-8
- LIESEBACH, M.; WEISSENBACHER, L. (2007): Erfahrungen mit *Abies grandis* in sommerwarmen Gebieten Österreichs. Forst und Holz 62, 77-84
- LOCKOW, K.W.; LOCKOW, J. (2007): Anbau der Großen Küstentanne in Brandenburg aus ertragskundlicher Sicht. Forst und Holz 62, 15-18
- LÜDEMANN, G. (2007): Die Große Küstentanne in den norddeutschen Bundesländern. Forst und Holz 62, 12-14
- NAGEL, J. (1988): Volumenfunktion. Interner Bericht der Niedersächsischen Forstlichen Versuchsanstalt
- R DEVELOPMENT CORE TEAM (2007): R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL <http://www.R-project.org>
- RANDALL, B.; BERRANG, P. (2000): Species specific seed zones for Washington and Western Oregon. Northwest Woodlands Magazine, 7 p.

- RAU, H.-M.; WEISGERBER, H.; KLEINSCHMIT, J.; SVOLBA, J.; DIMPFELMEIER, R.; RUETZ, W. (1991): Vorläufige Erfahrungen mit Küstentannenprovenienzen in Westdeutschland. *Forst und Holz* 46, 245-249
- RAU, H.-M.; KLEINSCHMIT, J.; RUETZ, W.; KÖNIG, A.; SVOLBA, J. (1998): Provenienzversuche mit Küstentanne (*Abies grandis* Lindl.) in Westdeutschland. *Allg. Forst- u. J.-Ztg.* 169, 109-115
- RAU, H.-M. (2005): Der internationale Douglasien-Provenienzversuch in Hessen – Ergebnisse bis zum Alter 27. *Forst und Holz* 60, 291-294
- RÖHLE, H.; HEISS, A. (1988): Die Wuchsleistung von *Abies grandis* im Stadtwald Augsburg im Vergleich zu Douglasie und Fichte. *AFZ* 43, 711-712
- RÖHRIG, E. (1978): Anbauergebnisse mit *Abies grandis* in Deutschland. *SchrR. Forstl. Fak. Universität Göttingen* 54, J. D. Sauerländer's Verlag, Frankfurt a. M., 37-52
- SAS 9.1.2, SAS Inst. Inc., Cary, NC, 2002-2004, URL <http://support.sas.com/onlinedoc/912/docMainpage.jsp>
- STEPHAN, B. R. (1981): Die Douglasienschütte. *Merkblätter der Forstlichen Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg* Nr. 2
- UNIVERSITÄT GÖTTINGEN (2006): Buche und Küstentanne als Rohstoff für innovative Holzprodukte. *Faltblatt*, 2 S.
- VENABLES, W.N.; RIPLEY, B.D. (2002): *Modern applied statistics with S*. Springer, New York
- WESTERN FOREST SEED COUNCIL (1966): *Tree seed zone map for Washington and Oregon*. Portland, Oregon

## **Autoren**

### **Hans-Martin Rau**

Nordwestdeutsche Forstliche  
Versuchsanstalt  
Abteilung C – Waldgenressourcen  
Prof.-Oelkers-Str. 6  
D-34346 Hann. Münden  
hans-martin.rau@nw-fva.de

### **Dr. Armin König**

Vormals in:  
Johann-Heinrich-von-Thünen-Institut  
Bundesforschungsinstitut für  
ländliche Räume, Wald und Fischerei  
Institut für Forstgenetik  
Sieker Landstraße 2  
D-22927 Großhansdorf  
fg@vti.bund.de  
armin.koenig@web.de

### **Dr. Wolfhard Ruetz**

Vormals in:  
Amt für forstliche Saat- und Pflanzen-  
zucht  
Forstamtplatz 1  
D-83317 Teisendorf  
poststelle@asp.bayern.de  
wolf.ruetz@t-online.de

### **Dr. Hendrik Rumpf**

Nordwestdeutsche Forstliche  
Versuchsanstalt  
Abteilung A – Waldwachstum  
Grätzelstraße 2  
D-37079 Göttingen  
hendrik.rumpf@nw-fva.de

### **Dr. Egbert Schönfelder**

Nordwestdeutsche Forstliche  
Versuchsanstalt  
Abteilung C – Waldgenressourcen  
Prof.-Oelkers-Str. 6  
D-34346 Hann. Münden  
egbert.schoenfelder@nw-fva.de



## **Beiträge aus der Nordwestdeutschen Forstlichen Versuchsanstalt**

Band

- 1 (2007) **Clusterstudie Forst und Holz Niedersachsen.** Burkhard Rüther, Jan Hansen, Agatha Ludwig, Hermann Spellmann, Jürgen Nagel, Bernhard Möhring, Matthias Dieter. 92 S.
- 2 (2008) **Die Waldkiefer – Fachtagung zum Baum des Jahres 2007.** Nordwestdeutsche Forstliche Versuchsanstalt (Hrsg.). 98 S.
- 3 (2008) **Ergebnisse angewandter Forschung zur Buche.** Nordwestdeutsche Forstliche Versuchsanstalt (Hrsg.). 343 S.

Alle Bände der „Beiträge aus der NW-FVA“ sind auch als freie Onlineversion über die Homepage der NW-FVA ([www.nw-fva.de](http://www.nw-fva.de)), des Verlages sowie über den OPAC der Niedersächsischen Staats- und Universitätsbibliothek (<http://www.sub.uni-goettingen.de>) erreichbar und dürfen gelesen, heruntergeladen sowie als Privatkopie ausgedruckt werden.

