

**Zeitschrift:** Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen = Swiss forestry journal = Journal forestier suisse

**Herausgeber:** Schweizerischer Forstverein

**Band:** 163 (2012)

**Heft:** 3

**Artikel:** Douglasien-Provenienzversuch von 1961 in Nordwestdeutschland : Ergebnisse nach 38 Jahren

**Autor:** Weller, Andreas

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-1097656>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 09.04.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

# Douglasien-Provenienzversuch von 1961 in Nordwestdeutschland: Ergebnisse nach 38 Jahren

Andreas Weller Nordwestdeutsche Forstliche Versuchsanstalt (DE)\*

## Douglas-fir provenance trials established 1961 in northwestern Germany: findings at the age of 38 years

The Douglas-fir provenance trials established on 14 sites in northwestern Germany in 1961 are the basis for a comparison of 26 North American Douglas-fir provenances. The following assessment criteria were formulated: (1) How do the provenances differ with respect to total volume growth after 38 years? (2) Can climate-induced variations be observed in provenance values? (3) Do provenances differ in regard to branchiness? Because of non-orthogonal trial set-ups and plot-related influences, overall trial sites analysis called for a standardisation of interval-scaled primary data. Relative rank classes were calculated on the basis of a mean plot value. With respect to total volume growth, the provenances Tenas Creek (D47) as well as Molalla (D74) and Timber (D41/59) proved provenances with stable and outstanding productivity. Among the tested local climate elements "long-term annual mean temperature", "mean annual precipitation" and "height above sea level" only the influence of long-term annual mean temperature is statistically relevant for productivity. Beside hardy ecotypes, which adapt to a wide spectrum of differing plot climates (e.g., Molalla [D74]), there are provenances with poor adaptive capabilities that react sensitively to local climatic conditions (e.g., Salmon Arm II [D46]). For the criterion "fine-branchiness", the provenances Conrad Creek (D43), Ashford (D67) and Gold Hill (D83) show the best, the provenances Detroit (D76), Carson (D87) and Salmon Arm II (D46) the poorest results.

**Keywords:** Douglas-fir, *Pseudotsuga menziesii*, provenance trials, climate-induced variation patterns of yield, categorical regression model, branchiness

**doi:** 10.3188/szf.2012.0105

\* Grätzelstrasse 2, DE-37079 Göttingen, E-Mail andreas.weller@nw-fva.de

Die Douglasie (*Pseudotsuga menziesii* [Mirb.] Franco) wurde 1826 durch David Douglas in Europa eingeführt (Hermann 1981). Ihr forstwirtschaftlich bedeutender Anbau begann in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts. Ab 1881 wurden auf Empfehlung des Verbandes Deutscher Forstlicher Versuchsanstalten wissenschaftlich begleitete Anbauversuche angelegt (Brosinger & Baier 2008), denen ab 1910 zahlreiche Herkunftsversuche folgten (Kleinschmit 1984). Die positiven Erfahrungen mit wüchsigen und schütterresistenten Provenienzen sowie die ökologische Verträglichkeit der Douglasie (Otto 1993) führten zu einer Zunahme der Anbaufläche. In Deutschland beträgt ihr Flächenanteil gemäss der zweiten Bundeswaldinventur knapp 2%. Regionale Anbauswerpunkte sind Rheinland-Pfalz und Baden-Württemberg.<sup>1</sup>

Die Douglasie besiedelt in Nordamerika ein ausgedehntes geografisch, topografisch, standörtlich und klimatisch heterogenes Gebiet, in dem sich

im Rahmen genetischer Differenzierung räumlich abgrenzbare Populationen den unterschiedlichen Umweltverhältnissen anpassen (Hermann 1981). Innerhalb von Herkunftsgebieten ist die Höhenlage entscheidend für die genetische Variation (Campbell & Franklin 1981). Amerikanische Dendrologen unterscheiden zwei auch chemosystematisch abgrenzbare Varietäten: *P. menziesii* var. *viridis*, die «grüne» Küstendouglasie, und *P. menziesii* var. *glauca*, die «blaue» Inlanddouglasie. Küsten- und Inlanddouglasie haben im südwestlichen Britisch-Kolumbien und im nordwestlichen Washington eine Introgressionszone, in der vor allem von europäischen Wissenschaftlern eine Übergangsform («graue» Douglasie; *P. menziesii* var. *caesia*) ausgewiesen wird (Flöhr 1958, Konnert 2009).

In vorliegendem Artikel wird untersucht, wie sich verschiedene Douglasienprovenienzen, die im

<sup>1</sup> www.bundeswaldinventur.de/enid/31.html (12.12.2011).

Jahr 1961 im Rahmen eines Provenienzversuchs an unterschiedlichen Standorten in Nordwestdeutschland gepflanzt wurden, bis zum Alter 38 Jahre hinsichtlich Gesamtwuchsleistung an Volumen und Ästigkeit entwickelten.

## Datengrundlage

Der II. Internationale Douglasien-Provenienzversuch wurde 1954 durch die Sektion Ertragskunde im Deutschen Verband Forstlicher Forschungsanstalten initiiert. In den Folgejahren wurden die im Ursprungsgebiet nach phänotypischen Gesichtspunkten ausgewählten Bestände kontrolliert beerntet (Schober et al 1983). Das Erntegebiet erstreckt sich vom Südwesten Britisch-Kolumbiens (Kanada) über Washington bis Oregon (USA). In der vertikalen Ausdehnung war das Erntegebiet auf Höhenlagen bis 1000 m ü. M. begrenzt (Tabelle 1).

Die nordwestdeutsche Serie wurde 1961 durch die Niedersächsische Forstliche Versuchsanstalt angelegt, umfasst 14 Anbauorte mit atlantischer bis subkontinentaler Klimatönung auf Standorten mittlerer bis geringer Leistungsfähigkeit (Tabelle 2) und bildet

die Grundlage der vorliegenden Auswertung. Die Einzelversuche wurden als tragfähiger Kompromiss zwischen Umfang der untersuchten Herkünfte und aufzufindender standortgleicher Fläche als unbalancierte Blockversuche angelegt (Schober et al 1983).

## Untersuchte Leistungsmerkmale und Auswertungsmethoden

### Herkunftsspezifische Produktionsleistung

Die Bewertung zielte auf die Gesamtwuchsleistung an Volumen (GWL<sub>V</sub> in Vorratsfestmetern Derbholz mit Rinde) ab. Der Einfluss der Standorte führte zu unterschiedlichen versuchsanlagenspezifischen Mittelwerten und zu unterschiedlicher Streuung der Herkunftswerte. Standortübergreifend war eine direkte Beurteilung des Leistungsverhaltens über die Urwerte daher nicht möglich. In Anlehnung an das von Kenk & Thren (1984) beschriebene Verfahren, dessen Anwendbarkeit die signifikante Unterschiedlichkeit der Herkünfte bezüglich des betrachteten Leistungsmerkmals voraussetzt, wurden die Werte standardisiert: Ausgehend vom Anlagenmittelwert wurden relative Rangklassen mit der Stu-

Physiografisches Gebiet	Saatgutzone (SZ)	Prüf.-Nr.	Herkunft, Staat	Varietät	Höhe ü. M. des Erntebestandes	Geografische Koordinaten (dezimal)		
						Nördl. Breite	Westl. Länge	
Ostküste von Vancouver Island	1020	D62	South Wellington, BC	<i>viridis</i>	60 m	49.117	123.917	
		D45	Cameron Lake, BC	<i>viridis</i>	210 m	49.250	124.667	
		D40/60	Duncan Paldi, BC	<i>viridis</i>	260 m	48.917	123.833	
Olympic-Halbinsel	221	D86	Louella, WA	<i>viridis</i>	85 m	48.133	123.167	
	030	D68	Humptulips, WA	<i>viridis</i>	55 m	47.200	123.917	
Küstengebirge	041	D78	Stella, WA	<i>viridis</i>	100 m	46.217	123.167	
	052	D41/59	Timber, OR	<i>viridis</i>	270 m	45.800	123.383	
Puget-Sound	430	D72	Vader, WA	<i>viridis</i>	110 m	43.417	123.000	
		D71	Baker, WA	<i>viridis</i>	300 m	46.333	122.583	
	421	D69	Orting, WA	<i>viridis</i>	130 m	47.083	122.233	
Willamette-Tal	261	D74	Molalla, OR	<i>viridis</i>	260 m	45.250	122.417	
Darrington am Kaskadenwesthang in Nord-Washington	403	D83	Gold Hill, WA	<i>viridis</i>	150 m	48.333	121.500	
		D43	Conrad Creek, WA	<i>viridis</i>	280 m	48.250	121.500	
		D47	Tenas Creek, WA	<i>viridis</i>	485 m	48.333	121.500	
		D85	Mte. Cristo Lake, WA	<i>viridis</i>	610 m	48.000	121.500	
Kaskadenwesthang in Mittel-Washington	042	D87	Carson, WA	<i>viridis</i>	280 m	45.700	121.667	
	422	D67	Ashford, WA	<i>viridis</i>	460 m	46.800	122.000	
	631	D82	Greenwater, WA	<i>viridis</i>	600 m	47.133	121.500	
Kaskadenwesthang in Mittel-Oregon	462	461	D79	Gates, OR	<i>viridis</i>	500 m	44.750	122.500
		D76	Detroit, OR	<i>viridis</i>	530 m	44.667	122.167	
		D44	Pamelia Creek, OR	<i>viridis</i>	750 m	44.667	121.833	
		D77	Marion Creek, OR	<i>viridis</i>	870 m	44.583	121.917	
		D42/58	Santiam River, OR	<i>viridis</i>	600 bis 1000 m	44.667	121.967	
Mittleres Binnenland	5010	D88	Fraser River, BC	<i>caesia</i>	750 m	52.500	121.500	
Südliches Binnenland (Shuswap Lake)	2040	D63	Salmon Arm I, BC	<i>caesia</i>	580 m	50.650	119.217	
		D46	Salmon Arm II, BC	<i>caesia</i>	650 m	50.833	119.167	

**Tab 1** Untersuchte Douglasienherkünfte. Kodierung: Prüfnummern der Nordwestdeutschen Forstlichen Versuchsanstalt. Gliederung des natürlichen Wuchsraums nach Rowe (1972) und Franklin & Dyrness (1973). Saatgutzone nach Hernandez et al (1993). Zuordnung der Herkünfte zu Varietäten nach Flöhr (1958).

Anbauort	Wuchsbezirk	Höhe über Meer (m)	N <sub>Jahr</sub> (mm)	T <sub>Jahr</sub> (°C)	Geländewasserhaushalt	Trophie
Rantzau 783	Holsteinische Vorgeest (01.02.01)	20	785	8.0	mässig frisch	oligotroph
Ankum 1093	Ems-Hase-Hunte-Geest (03.06.03)	45	690	8.0	frisch	mesotroph (-)
Riefensbeek 1235	Westlicher Oberharz (03.02.01)	310	1004	7.6	frisch–betont frisch	mesotroph
Lauterberg 3265	Hoher Ober- und Mittelharz (03.02.02)	570	1340	5.8	frisch	mesotroph
Rantzau 225	Holsteiner Geest (01.02.02)	32	777	8.0	mässig frisch	mesotroph (-)
Seesen 1037	Hoher Ober- und Mittelharz (03.02.02)	580	1349	5.8	frisch–feucht	mesotroph
Ankum 35	Ems-Hase-Hunte-Geest (03.06.03)	30	727	8.6	mässig frisch	mesotroph (-)
Neuhaus 2157	Hoher Solling (03.01.06)	495	1050	6.3	frisch	mesotroph
Oerrel 1320	Hohe Heide (03.05.03)	70	726	7.6	frisch	mesotroph
Harsefeld 1144	Wesermünder Geest (03.07.01)	45	664	8.5	frisch	mesotroph (-)
Trier 137	Moseleifel (07.09.01)	380	765	7.5	mässig trocken	oligotroph
Soonwald 41	Soonwaldvorstufe (07.05.04)	400	630	7.6	trocken	mesotroph (+)
Ahlhorn 1374	Geest-Mitte (03.06.02)	33	699	8.9	wechselfeucht	mesotroph (-)
Westerhof 139	Südwestl. Harzvorland (03.01.07)	300	811	7.6	frisch–betont frisch	mesotroph

Tab 2 Klimatisch-standörtliche Kennwerte der Anbauorte. N<sub>Jahr</sub>: durchschnittlicher Jahresniederschlag, T<sub>Jahr</sub>: langfristige Jahresmitteltemperatur.

Annahme bzw. Zielsetzung	Abhängige Variable (AV)	Prädiktorvariable bzw. Faktor	Statistische Verfahren (Prüfstatistiken)	Voraussetzungen für die Anwendbarkeit	Anzahl Stichproben (-gruppen) (N)	Stichprobenumfang (n)	Modifikation des Algorithmus
Normalverteilung der empirischen Werte	GW <sub>Lv</sub>	–	Kolmogorov-Smirnov-Anpassungstest	Stetige Verteilung der empirischen Werte	14	10 (min.) bis 50 (max.)	–
Varianzhomogenität der Werte in den Stichprobengruppen	GW <sub>Lv</sub>	–	Levene-Test	Stetige Verteilung der empirischen Werte	14	10 (min.) bis 50 (max.)	–
Signifikante Unterschiedlichkeit bzgl. der Herkunftswerte (AV)	GW <sub>Lv</sub>	Herkunft	Univariater Signifikanztest (Anova) (F; p ≤ 0.05)	Normalverteilung der empirischen Werte; Varianzhomogenität in den Stichprobengruppen	13	Ungleiche Stichprobenumfänge der Faktorstufen	Gewichtung der quadrierten Abweichungen der Faktorstufenmittelwerte vom Gesamtmittel mit dem Stichprobenumfang der Faktorstufe
Signifikante Unterschiedlichkeit bzgl. der Herkunftswerte (AV)	GW <sub>Lv</sub>	Herkunft	Univariater Signifikanztest (Kruskal-Wallis-Anova) (H; p ≤ 0.05)	Unabhängigkeit der Stichproben; stetige Verteilung der empirischen Werte	1	21	–
Differenzierender Effekt der Prädiktoren N <sub>Jahr</sub> (mm) und T <sub>Jahr</sub> (°C) auf AV	GW <sub>Lv</sub>	N <sub>Jahr</sub> (mm), T <sub>Jahr</sub> (°C)	Multivariater Signifikanztest (Anova) (F; p ≤ 0.05)	Normalverteilung der empirischen Werte; Varianzhomogenität in den Stichprobengruppen	2	385	–
Zusammenhangsprüfung zwischen Merkmalsausprägung (AV) und Prädiktorvariablen	GW <sub>Lv</sub>	N <sub>Jahr</sub> (mm), T <sub>Jahr</sub> (°C), ALT (m ü. M.)	Multivariate lineare Regression (Parameter b <sub>i</sub> , beta-Koeffizienten, Toleranzwerte T <sub>i</sub> )	Linearität des Modells; Normalverteilung der unkorrelierten Residuen (→ Residualanalyse)	1	265	–
Schätzung provenienzspezifischer Anteilerwartungswerte von 3 Astgüteklassen	Astgütekategorie (trichotom)	Herkunft, Kovariable: BHD (mm) der Probebäume	Multinomiale logistische Regression (± 95% CI, AIC, Residual Deviance)	AV ≥ nominales Skalenniveau; mind. 2-fach wiederholtes Vorkommen der Herkunft im Gesamtversuch	26	33 (min.) bis 590 (max.)	–

Tab 3 Übersicht über die angewendeten statistischen Methoden. GW<sub>Lv</sub>: Gesamtwuchsleistung an Volumen, N<sub>Jahr</sub>: durchschnittlicher Jahresniederschlag, T<sub>Jahr</sub>: langfristige Jahresmitteltemperatur, ALT: Höhe über Meer, BHD: Brusthöhendurchmesser (d<sub>1,3</sub>).

fenbreite  $\frac{3}{4}$   $\times$  Standardabweichung gebildet. Die Darstellung der Statistik einschliesslich der an deren Anwendung gebundenen Voraussetzungen erfolgt synoptisch in Tabelle 3.

#### **Klimainduzierte Variation der Herkünfte**

Auf der Basis der  $GWL_V$  bis Alter 38 Jahre und unter Betrachtung der ökologischen Variablen «langfristige Jahresmitteltemperatur» und «durchschnittlicher Jahresniederschlag» in der Klimanormalperiode 1961–1990 wurde untersucht, ob sich in der vorliegenden Versuchsserie «klimasensitive» von «klimaelastischen» Herkünften abgrenzen lassen. Als «klimasensitiv» gelten dabei Herkünfte, die mit einem geringen Anpassungsvermögen ausgestattet sind und deutlich auf die klimatischen Bedingungen eines Anbauortes reagieren. Dagegen sind «klimaelastische» Herkünfte gut angepasst an unterschiedliche Geländeklimate und zeigen nur eine geringe Variabilität. Die Variable «Höhe über Meer» eines Versuchsortes wurde als Kovariable unter der Annahme aufgenommen, dass die Höhenlage als Proxyvariable für die Charakterisierung eines Wärmegradienten (Ausprägung der «langfristigen Jahresmitteltemperatur») verwendet werden kann.

Die statistische Bedeutsamkeit des differenzierenden Effekts, den die ökologischen Variablen auf die Ausprägung der herkunftsspezifischen  $GWL_V$  haben, wurde varianzanalytisch geprüft. Die Prüfung des Einflusses der Klimatelemente auf die provenienzspezifische  $GWL_V$  erfolgte mithilfe multivariater linearer Regression. Die Residualanalyse zur Linearitätsprüfung (Plot der standardisierten Residuen gegen die korrigierten Prognosewerte) und zur Prüfung der Normalitätsvoraussetzung (Plot der beobachteten zufälligen Fehler gegen die erwarteten normalverteilten Residuen) zeigte keine allgemeine Fehlanpassung des Modells.

#### **Herkunftsspezifische Qualität (Ästigkeit)**

Die Bewertung basierte auf der Ästigkeit, nach Hapla (1986) das entscheidende Sortierkriterium für Rund- und Schnittholz aus Douglasie. Die Zukunftsbäume (Z-Bäume) wurden im Alter von 32 Jahren anhand der okularen Schätzung des Basisdurchmessers des stärksten Astes im näherungsweise in 5 m Höhe gelegenen Quirl den Astgüteklassen «feinastig» ( $\emptyset < 2$  cm), «normalastig» ( $\emptyset 2\text{--}3$  cm) und «starkastig» ( $\emptyset > 3$  cm) zugeordnet.

Methodisch wurde für die Quantifizierung des Provenienzeinflusses und für die Identifizierung von Herkunftsunterschieden ein multinominales logistisches Regressionsmodell mit einer ordinal skalierten trichotomen Zielvariablen angepasst (Tabelle 3; Hamerle et al 1996, Weller 2011). Das Modell schätzte auf empirischer Datengrundlage Stammzahlanteile der drei Astgüteklassen bezogen auf die Z-Bäume. Da die Ästigkeit im Zusammenhang mit der Baum-

dimension steht (Kenk & Thren 1984), wurde der Brusthöhendurchmesser (BHD) der Probestämme als Kovariable im Modell integriert. Die Anteilerwartungswerte für eine Herkunft-BHD-Kombination und für die drei Astgüteklassen summieren sich modellimmanent zu 1 auf.

Für den Provenienzvergleich wurden die modellierten Auftretenswahrscheinlichkeiten der Astgüteklasse 1 («feinastig») herangezogen. Die Anteilerwartungswerte wurden für den BHD mit beobachteter maximaler Streuung der Funktionswerte geschätzt. Auf der Basis der 95%-Vertrauensbereiche der provenienzspezifischen Funktionsverläufe wurde die Unterschiedlichkeit der Herkünfte bezüglich der Astgüteklassenanteile überprüft.

## **Ergebnisse**

#### **Herkunftsspezifische Produktionsleistung**

Die  $GWL_V$  bis zum Alter 38 beträgt im Durchschnitt 460  $m^3/ha$  (Tabelle 4), mit einer Spannweite der Herkunftswerte von 191 bis 691  $m^3/ha$ . Sie liegt damit zwischen der I. und der II. Ertragsklasse der Ertragstafel von Bergel (1985), die 567 und 404  $m^3/ha$  angibt.

Die Rangfolge der Herkünfte auf der Grundlage mittlerer Gesamtträge, berechnet als Mittelwert relativer Rangklassen für gesicherte Anbauorte, an denen sich die Unterschiedlichkeit der  $GWL_V$  mittels der Prüfgrösse «F-Wert» beziehungsweise «H-Wert» (im Falle des Versuches Soonwald) auf dem Signifikanzniveau  $\alpha = 0.05$  statistisch bedeutsam absichern lässt, stellt Abbildung 1 grafisch dar. Die kanadischen Herkünfte sowie die Provenienzen aus Washington und Oregon aus Höhenlagen über 600 m ü. M. mit Ausnahme von Pamela Creek (D44) zeigen an den nordwestdeutschen Versuchsorten einheitlich eine unterdurchschnittliche Leistung. Differenziert nach Herkunftsregionen sind die Provenienzen aus dem Shuswap-Lake-Gebiet (D46, D63) jedoch produktiver als die Herkünfte von der Ostküste Vancouver Islands (D40/60, D45, D62). Im Gesamtversuch deutlich abgeschlagen ist Fraser River (D88) aus dem mittleren Binnenland Britisch-Kolumbiens. Über alle Standorte haben Tenas Creek (D47) aus dem Darrington-Gebiet in Nord-Washington sowie Molalla (D74) aus dem Willamette-Tal (Oregon) am besten abgeschnitten. Eine gute bis sehr gute Leistung zeigen auch die Herkunft Timber (D41/59) aus dem Küstengebirge Nord-Oregons sowie einzelne Provenienzen vom Kaskadenwesthang in Mittel-Washington beziehungsweise im mittleren Oregon aus Höhenlagen bis 600 m ü. M., wie Greenwater (D82), Ashford (D67) und Gates (D79). Die Leistungsdichte in der Gruppe der guten Provenienzen ist hoch, die berechneten mittleren Gesamtträge liegen eng beieinander.

Herkunft	Gesamtwuchsleistung (GWL <sub>V</sub> ; m <sup>3</sup> /ha)													
	Rantzau 763	Rantzau 225	Harsefeld	Ahlhorn	Ankum 35	Ankum 1093	Oerrel	Neuhaus	Westerhof <sup>1)</sup>	Riefensbeek	Lauterberg	Seesen	Trier	Soonwald
Tenas Creek, WA (D47)	–	488	–	634	–	–	–	463	–	–	–	–	441	–
Molalla, OR (D74)	546	364	466	670	651	625	428	405	526	561	437	414	498	434
Timber, OR (D41/59)	518	–	480	–	616	602	365	463	542	562	–	449	408	430
Greenwater, WA (D82)	–	425	–	639	–	–	–	–	–	–	474	–	415	–
Ashford, WA (D67)	522	482	–	–	603	–	–	430	–	–	460	–	551	413
Gates, OR (D79)	–	–	–	580	–	–	–	409	–	–	–	–	523	–
Gold Hill, WA (D83)	502	423	–	595	–	–	–	422	–	–	461	–	420	417
Pamelia Creek, OR (D44)	–	380	–	–	–	–	–	440	–	–	469	–	418	–
Vader, WA (D72)	494	380	452	–	609	554	314	443	484	554	430	417	500	412
Baker, WA (D71)	513	376	446	–	601	550	366	499	520	552	428	363	414	–
Carson, WA (D87)	–	442	–	588	–	–	–	–	–	–	415	–	404	–
Detroit, OR (D76)	–	399	–	–	–	550	–	442	–	–	–	–	429	–
Humptulips, WA (D68)	591	505	467	–	571	521	399	451	478	538	448	325	376	–
Orting, WA (D69)	–	457	–	548	–	–	–	–	–	–	–	–	375	–
Louella, WA (D86)	498	407	–	–	–	–	–	450	–	–	406	–	391	441
Stella, WA (D78)	550	–	441	–	617	532	342	415	446	548	–	375	386	382
Conrad Creek, WA (D43)	541	420	–	–	–	517	–	429	–	–	447	–	405	406
Marion Creek, OR (D77)	–	355	–	–	–	–	–	–	–	–	456	–	393	–
Mte. Cristo Lake, WA (D85)	–	401	–	581	529	–	–	395	–	–	–	–	404	–
Salmon Arm II, BC (D46)	339	–	–	–	–	482	–	542	–	548	–	–	–	340
Salmon Arm I, BC (D63)	–	311	–	468	–	–	–	458	–	–	–	–	365	–
Santiam River, OR (D42/58)	422	386	387	–	540	480	312	393	493	499	–	383	384	356
Cameron Lake, BC (D45)	–	374	–	517	–	–	–	411	–	–	377	–	362	–
Duncan Paldi, BC (D40/60)	422	334	299	–	549	531	262	345	500	–	382	–	368	349
South Wellington, BC (D62)	430	231	273	501	516	550	–	404	516	494	434	–	268	390
Fraser River, BC (D88)	–	204	–	–	–	–	–	398	–	–	–	–	212	–
<b>Versuchsmittelwert</b>	<b>492</b>	<b>388</b>	<b>412</b>	<b>574</b>	<b>581</b>	<b>542</b>	<b>348</b>	<b>432</b>	<b>501</b>	<b>539</b>	<b>435</b>	<b>389</b>	<b>405</b>	<b>397</b>

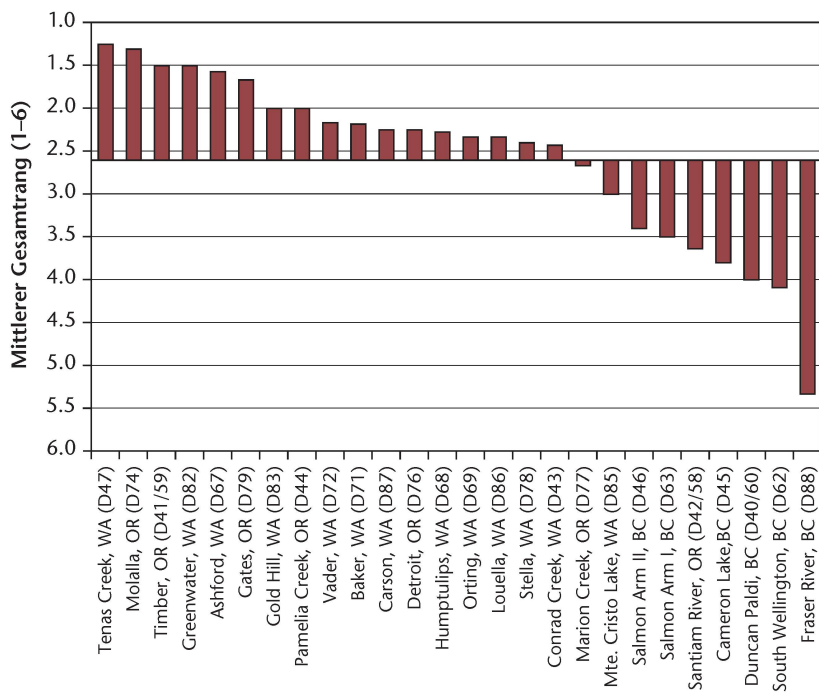
Tab 4 Herkunftsspezifische Gesamtwuchsleistung an Volumen (Herkunftsmittelwerte) bis Alter 38 Jahre getrennt nach Versuchsorten. <sup>1)</sup> Nicht gesicherter Anbauort.

### Klimainduzierte Variation der Herkünfte

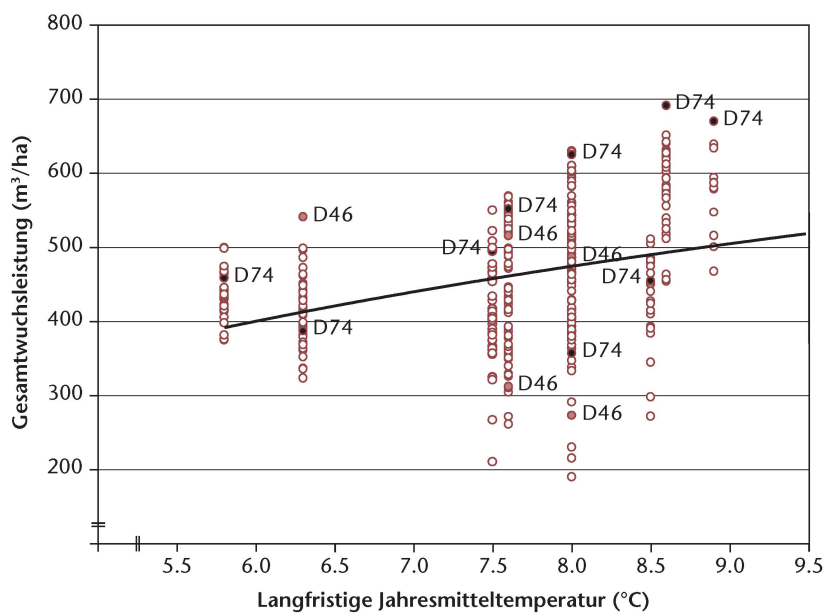
Die drei verwendeten Prädiktorvariablen («Höhe über Meer», «langfristige Jahresmitteltemperatur» und «durchschnittlicher Jahresniederschlag») erklären 40.1% der Gesamtstreuung der multivariaten linearen Regression für die GWL<sub>V</sub> (Tabelle 5). Die Absolutglieder der für die Regressionskoeffizienten b<sub>1</sub> bis b<sub>3</sub> berechneten beta-Koeffizienten zeigen die Bedeutung der erklärenden Variablen für das Modell (Tabelle 5).

Der multivariate Signifikanztest (Anova; Prüfstatistik «F-Wert»;  $\alpha = 0.05$ ) offenbarte eine klimatische Variation der Herkunftswerte nur in Abhängigkeit von der langfristigen Jahresmitteltemperatur. Während sich dieser Effekt in der Varianzanalyse auf dem 5%-Signifikanzniveau absichern lässt ( $F = 1.485$ ;  $p = 0.0040$ ), ist der differenzierende Effekt des durchschnittlichen Jahresniederschlags nicht signifikant ( $F = 0.9599$ ;  $p = 0.6131$ ). Zu ähnlichen Ergebnissen kamen auch Krakowski & Stoehr (2009) bei Untersuchungen in British-Kolumbien.

Für die Variablenselektion ist dieses Ergebnis der Anova möglicherweise dahin gehend zu interpretieren, dass der Untersuchungsraum auf Nordwestdeutschland begrenzt und damit die potenzielle klimatische Variabilität von vornherein eingengt ist und dass sich nicht alle geprüften Herkünfte sensitiv bezüglich der unterschiedlichen klimatischen Bedingungen der Versuchsorte verhalten. Ausserdem wird mit den durchschnittlichen Jahresniederschlägen nur die klimatische Komponente des Gesamtwasserhaushalts im Modell berücksichtigt. Denkbar ist, dass entweder der vergleichsweise geringe Niederschlag einiger Anbauorte hinsichtlich der Produktionsleistung der untersuchten Herkünfte tatsächlich keinen statistisch bedeutsamen Gradienten bewirkt oder dass die geringeren Niederschläge an diesen Anbauorten durch einen günstigen Gelände-wasserhaushalt ausgeglichen werden. In jedem Fall war das Datenmaterial nicht dazu geeignet, die in den küstennahen Versuchsorten herrschende hohe Luftfeuchtigkeit, die zu einer das Baumwachstum po-



**Abb 1** Mittlere Gesamtränge der 26 untersuchten Herkünfte bezüglich der Gesamtwuchsleistung an Volumen ( $m^3/ha$ ) bis Alter 38 Jahre, berechnet aus den relativen Rangklassen für die gesicherten Anbauorte. Arithmetisches Versuchsmittel: 2.6.



**Abb 2** Herkunftsspezifische Werte der Gesamtwuchsleistung an Volumen in Abhängigkeit von der langfristigen Jahresmitteltemperatur. Die schwarze Linie zeigt den Trend über alle Anbauorte und Herkünfte. Speziell hervorgehoben sind die Provenienzen Molalla (D74) und Salmon Arm II (D46). Erstere ist klima-elastisch, letztere klimasensitiv.

Variable	Erklärte Varianz = 40.1%				$p < 0.0000^{***}$	n = 265
	Parameter $b_0$ - $b_3$	beta-Koeff.	Toleranzwert $T_i$	t-Wert von b		
Konstante	$b_0 = -1206.3249$				0.0000***	
ALT	$b_1 = -0.1166$	0.2790	0.1884	2.5263	0.0121**	0.1545
$N_{\text{Jahr}}$	$b_2 = 0.4682$	1.0864	0.2086	10.3533	0.0000***	0.5396
$T_{\text{Jahr}}$	$b_3 = 163.8740$	1.5946	0.2004	9.9217	0.0000***	0.5233

**Tab 5** Multivariate lineare Regression für die Gesamtwuchsleistung an Volumen bis zum Alter 38 Jahre. ALT: Höhe über Meer (m),  $N_{\text{Jahr}}$ : durchschnittlicher Jahresniederschlag (mm),  $T_{\text{Jahr}}$ : langfristige Jahresmitteltemperatur ( $^{\circ}C$ ).

sitiv beeinflussenden, günstigeren Ausprägung des Gesamtwasserhaushalts führt, im Modell zu berücksichtigen.

In den höheren Jahresmitteltemperaturen einiger Anbauorte kommen die dort wärmeren Winter zum Ausdruck. Die Vegetationsperiode beginnt hier früher und endet später. Die Sommer sind dagegen auch an den Anbauorten mit höheren langfristigen Jahresmitteltemperaturen nur mässig warm. Die längeren Vegetationszeiträume ohne ausgeprägte Trockenperioden sowie die milderen und frostarmen Winter beeinflussen das Wachstum der Douglasie positiv. Diese Ergebnisse lassen die Interpretation zu, dass die Produktionsleistung der untersuchten Provenienzen unter abweichenden mesoklimatischen Bedingungen im Wesentlichen durch die Dauer der Vegetationsperiode bestimmt wird.

Die zum Formenkreis der Küstendouglasie gehörende Provenienz Molalla zählt aufgrund ihrer  $GWL_V$  zu den herausragenden Herkünften (Abbildung 1). Ihre relative Leistung über alle Anbauorte ist dabei sehr gleichmässig. Molalla gehört mit Ausnahme der Versuchsorte Rantau 225 und Neuhaus, wo sie jeweils einen mittleren Leistungsrang belegt, zu den wüchsigen Versuchsgliedern (Tabelle 4). Molalla wird daher zur Gruppe der klima-elastischen Provenienzen gerechnet, die ein breites Spektrum der Anpassung an die verschiedenen Geländeklimate aufweisen (Abbildung 2).

Die aus dem südlichen Binnenland Britisch-Kolumbiens stammende Herkunft Salmon Arm II (D46) befindet sich aufgrund ihrer  $GWL_V$  im unteren Drittel der Herkunftsrangfolge (Abbildung 1). An den im nordwestdeutschen Diluvium gelegenen Versuchsorten Rantau 783 und Ankum 1093 sowie am Mittelgebirgsstandort Soonwald ist sie in Relation zu den Vergleichsherkünften mattwüchsig (Tabelle 4). Im kühl-humiden Berglandklima in Neuhaus (Wuchsbezirk «Hoher Solling»; 03.01.06) und in Riefensbeek (Wuchsbezirk «Westlicher Oberharz»; 03.02.01) erbringt sie eine überdurchschnittliche Leistung (Tabelle 4). Salmon Arm II repräsentiert damit in der nordwestdeutschen Versuchsserie die Kategorie der klimatisch spezialisierten, mit einem geringen Anpassungsvermögen ausgestatteten Herkunft.

### Herkunftsspezifische Qualität (Ästigkeit)

Die mithilfe des kategorialen Regressionsmodells bei gegebenem BHD geschätzten herkunftsspezifischen Erwartungswerte der Astgütekategorie 1 bilden die Grundlage des Herkunftsvergleichs. In Abbildung 3 sind die Herkünfte nach ihrem für einen BHD = 200 mm modellierten Anteil feinstiger Z-Bäume absteigend geordnet: Die Herkünfte Conrad Creek (D43), Ashford (D67) und Gold Hill (D83) rangieren auf den vordersten Plätzen, die Herkünfte Detroit (D76), Carson (D87) und Salmon Arm II (D46)

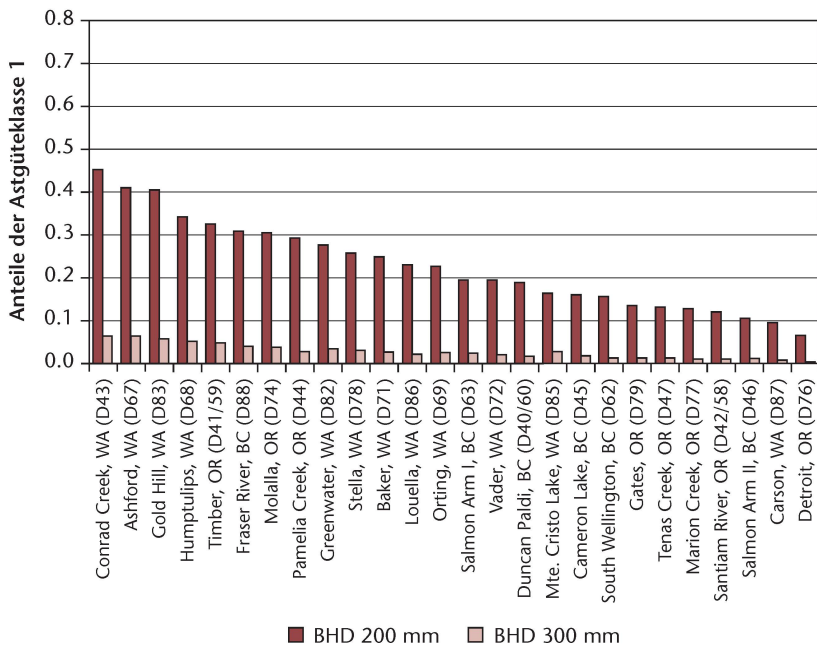


Abb 3 Modellerte Anteile des Z-Baum-Kollektivs mit Astgüteklasse 1 («feinästig») bei gegebenem BHD.

dagegen am Schluss. Die zusätzliche Darstellung der Erwartungswerte bei einem BHD von 300 mm verdeutlicht den nachlassenden Einfluss der Herkunft bei höheren Durchmesser: Beim stärkeren BHD war der Anteil der in 5 m Schafthöhe als feinästig beurteilten Bäume generell gering, und die Provenienzen zeigten nur noch geringe Unterschiede.

Unterschiede in den provenienzenspezifischen Erwartungswerten bei BHD = 200 mm für das Auftreten der Astgüteklasse 1 werden durch den Vergleich der zugehörigen 95%-Vertrauensbereiche überprüft. Die Unterschiede können nur punktweise, d.h. durch den Vergleich der Vertrauensintervalle bei einem BHD von 200 mm, quantifiziert werden, da der Wahrscheinlichkeitsvektor der Astgüteklassen auch vom BHD bestimmt wird. Die Abfolge der Herkünfte in Abbildung 4 basiert auf den ansteigend sortierten 97.5%-Quantilen der Prognoseintervalle für die Anteile der Astgüteklasse 1. Anteilserwartungswerte für Herkunft-Ast-Merkmal kombinationen mit umfangreicherer Datengrundlage lassen sich mit höherer Sicherheit schätzen, was an engeren Vertrauensintervallen zu erkennen ist. Solche Herkünfte lassen sich dann auch gegenüber anderen besser abgrenzen. Exemplarisch lässt sich die in Bezug auf die Astgüteeinstufung schlechteste Herkunft Detroit (D76) bezüglich ihrer Anteile feinästiger Stämme gegenüber 20 Vergleichsherkünften abgrenzen, wenn die Nichtüberlappung der Vertrauensintervalle als Kriterium verwendet wird. Die beste Herkunft Conrad Creek (D43) ist gegenüber 16 Provenienzen abgrenzbar. Insgesamt ergeben sich aus der in Abbildung 4 enthaltenen Reihenfolge der Provenienzen nach dem Erwartungswert des Anteils feinästiger Stämme keine klaren Hinweise auf denkbare gebietsspezifische Einflüsse.

## Diskussion und Wertung der Ergebnisse

Kleinschmit (2002) und Spellmann (2004) gehen davon aus, dass bei Douglasie die Herkunftswahl den Ertrag stärker beeinflusst als die waldbauliche Behandlung der Bestände. Das genetische Potenzial erscheint massgebend für Anpassungsfähigkeit, Anpassbarkeit, Wuchs- und Wertleistung der Baumart. Differenzierte Herkunftsempfehlungen bilden daher die Grundlage eines ökonomisch wie ökologisch risikoarmen Anbaus. Nordamerikanische Herkünfte sind auch nach dem Inkrafttreten gesetzlicher Saatgutimportbeschränkungen<sup>2</sup> aufgrund der Gleichstellungsentscheidung 2008/971/EG des Rates der Europäischen Union<sup>3</sup> von Bedeutung.

### Herkunftsspezifische Produktionsleistung

Flächenbezogene Leistungsmerkmale erfordern Mindestgrößen der einzelnen Messparzelle beziehungsweise Mindeststammzahlkollektive, um statistisch abgesichert berechnet werden zu können (Pretzsch 2002). Diese Flächengrößen sind in den umfangreichen Versuchsserien der IUFRO und des Bundesforschungs- und Ausbildungszentrums für Wald, Naturgefahren und Landschaft (BFW) nicht gegeben. Die Leistungsgrößen in diesen Versuchsserien reduzieren sich auf Mittelwerte für Baumhöhe und -durchmesser (Kleinschmit et al 1991, Schultze & Raschka 2002). Aus den Publikationen, die die Herkunftsleistung ebenfalls auf der Basis der  $GW_{LV}$  bewerten, wird auf diejenigen Bezug genommen, die in der Zusammensetzung der untersuchten Douglasienherkünfte weitgehend deckungsgleich sind.

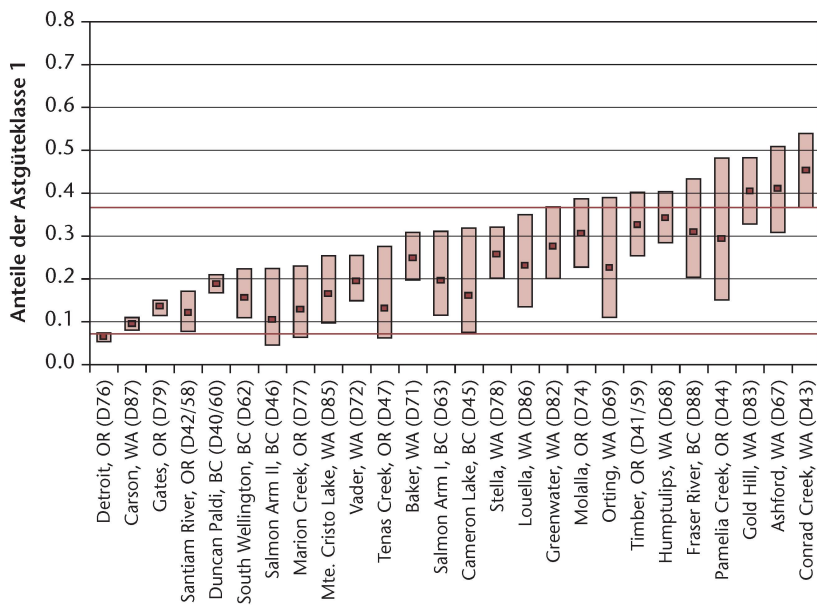
Nach Auswertung der Versuchsflächendaten aus dem vorpommerschen Eldena und dem mecklenburgischen Parchim war die Herkunft Humtulsips (D68) von der Olympic-Halbinsel Washingtons bis Alter 40 führend (Mehl 2001). Eine an beiden Versuchsorten unbefriedigende Produktionsleistung erbrachte die Herkunft Salmon Arm II (D46) aus dem südlichen Binnenland Britisch-Kolumbiens. Vader (D72) und Conrad Creek (D43) zeigen im bayerischen Kösching (Teilwuchsbezirk «Ingolstädter Donaualb»; 09.06.02/1) bis Alter 39 die höchste  $GW_{LV}$ . Die geringste  $GW_{LV}$  zeigt eine kanadische Herkunft aus dem Shuswap-Lake-Gebiet im südlichen Binnenland Britisch-Kolumbiens.<sup>4</sup> Im sachsen-anhaltinischen Nedlitz<sup>5</sup> betrug die mittlere  $GW_{LV}$  bis Alter 37 344 m<sup>3</sup>/ha

2 § 15 Abs. 1 Nr. 1 des Forstvermehrungsgutgesetzes vom 22. Mai 2002 (BGBl. I p. 1658).

3 Entscheidung des Rates der Europäischen Union vom 16. Dezember 2008 über die Gleichstellung von in Drittländern erzeugtem forstlichem Vermehrungsgut 2008/971/EG (ABl. L 345 [DE]. pp. 83–87).

4 UTSCHIG H (1997) Douglasien-Provenienzversuch Kösching 095 – Forstamt Beilngries. Dokumentation DVFFA: Exkursionsführer MWW-EF 61/3, LMU.06 – München. 17 p.

5 Auswertung der Versuchsdaten «Nedlitz 520» durch den Verfasser (Weller 2010, unveröffentlicht).



**Abb 4** Vertrauensintervalle (rosa) der bedingten Anteilerwartungswerte (rot) der Astgüteklasse 1 («feinastig») bei einem BHD von 200 mm (Darstellung des 97.5%-Quantils für das Prognoseintervall der schlechtesten Provenienz und des 2.5%-Quantils für das Vertrauensintervall der besten Herkunft durch eine rote Linie).

und dokumentierte damit das geringe standörtliche Potenzial des Versuchsortes. Die kanadischen Herkünfte aus dem Shuswap-Lake-Gebiet (Salmon Arm I [D63] und II [D46]) zeigten dort die höchste  $GWL_V$ . In der nordwestdeutschen Versuchsserie befinden sie sich bezüglich ihrer Produktionsleistung im unteren Drittel der Herkunftsrangfolge. Herkunftsgebiete mit einheitlich guter Produktionsleistung lagen in der Umgebung von Darrington und im Küstengebirge. Eine einheitlich geringe Massenleistung brachten die kanadischen Provenienzen von der Ostküste Vancouver Islands mit pazifischer Klimatönung.

Die aus den Ergebnissen der nordwestdeutschen Serie über unterschiedliche Anbaustandorte abgeleitete Bewertung der Herkünfte mit einer überdurchschnittlich guten Produktionsleistung stimmt mit derjenigen der vorausgehend erwähnten Versuche weitgehend überein: In Washington und Oregon trifft dies auf die pazifischen Herkunftsregionen mit der Olympic-Halbinsel und dem Küstengebirge, das Willamette-Tal sowie den Kaskadenwesthang bis 600 m ü. M. zu (Abbildung 1). Bezüglich der höhenzonalen Begrenzung empfehlenswerter Herkunftsgebiete bildet Pamela Creek (D44), dessen Mutterbestand sich auf 750 m ü. M. befindet, eine Ausnahme. Die überwiegende Anzahl der zum Vergleich herangezogenen Versuche bewertet die kanadischen Provenienzen aufgrund der gezeigten  $GWL_V$  ebenfalls übereinstimmend als gering.

#### Klimainduzierte Variation der Herkünfte

Für Mitteleuropa projizieren Klimamodelle einen Anstieg der Jahresmitteltemperaturen von 0.15 °C je Dekade (Weiel 2004) und eine Zunahme sommerlicher Trockenperioden (Spellmann et al

2007). Vor diesem Hintergrund dürfte die Bedeutung der Douglasie in Deutschland zunehmen, da sie im natürlichen Areal auch in ausgesprochen warme und sommertrockene Klimate vordringt (Ammer 2009). In ihrem natürlichen Verbreitungsgebiet stellt dabei vor allem die Inlanddouglasie ihre ausgesprochene Sommertrockenresistenz unter Beweis. Optimales Wachstum zeigt vor allem die Küstenform der Douglasie in den niederschlagsreicheren pazifischen Bereichen. Mit Ausnahme des unmittelbaren Küstensaums («fog belt») sind allerdings auch für den Bereich der Küstendouglasie jährlich aufgrund charakteristischer Grosswetterlagen bis zu mehrere Monate anhaltende sommerliche Trockenperioden typisch, und das Potenzial der Küstendouglasie reicht zum Teil bis in die ariden Bereiche östlich der Kaskadengebirgslinie.

Günstig für einen Anbau in Mitteleuropa erscheinen nicht die Provenienzen mit geringer klimatischer Amplitude, sondern klimaelastische Herkünfte, die für die Dauer einer Umtriebszeit sowohl für kühlere Bedingungen in der jüngeren Bestandesentwicklung als auch für wärmere Klimate der ferneren Zukunft ausreichendes Anpassungspotenzial aufweisen (Kölling 2008). Diese Kategorie klimaelastischer Provenienzen wird in der nordwestdeutschen Versuchsserie durch die Herkunft Molalla (D74) repräsentiert, die unter den verschiedenen klimatischen Versuchsbedingungen eine herausragende Wuchsleistung zeigt.

#### Herkunftsspezifische Qualität (Ästigkeit)

Die meisten Untersuchungen zu Douglasienherkünften bewerten deren Leistung ausschliesslich auf quantitativer Grundlage. Aufgrund der Bedeutung der Ästigkeit für die Sortierung von Rund- und Schnittholz aus Douglasie ist die Betrachtung einer möglicherweise provenienztypischen Aststärkenentwicklung für die Prüfung der Anbaueignung jedoch unerlässlich. In baden-württembergischen Herkunftsversuchen aus dem Jahr 1958 wurden Ästigkeitsparameter erhoben. Die verhältnismässig feinastigsten Prüfglieder fanden Kenk & Thren (1984) bei den Nachkommenschaften aus dem südlichen Binnenland Britisch-Kolumbiens (Shuswap-Lake-Gebiet).

Für die ab Frühjahr 1973 begründeten Herkunftsversuche des BFW liegen ebenfalls Ergebnisse einer Beurteilung der Ästigkeit vor (Boniturzeitraum 2004–2008). Den Einfluss der Dimension beachtete Weissenbacher (2008), indem er BHD zu Astdurchmessern in Relation setzte. Die Provenienzen unterschieden sich hinsichtlich der Aststärke deutlich. Die höchsten Anteile feinastiger Stämme besaßen Herkünfte aus der Saatgutzone 042 am Kaskadenwesthang in Mittel-Washington und aus der Saatgutzone 403 (Darrington) aus Höhenlagen unterhalb 600 m ü. M.

Wolf et al stellten Ergebnisse einer Qualitätsbonitur der sächsischen Douglasien-Herkunftsversuche von 1958 vor.<sup>6</sup> Die dort geprüften nordamerikanischen Provenienzen finden sich auch in der nordwestdeutschen Serie wieder. Die methodische Vorgehensweise ist mit derjenigen der vorliegenden Auswertung allerdings nicht vergleichbar. Die Prüfung erfolgte auf der Grundlage empirischer Güteklassenverteilungen ohne Berücksichtigung der Baumdimension, wobei die Probestämme auf der Basis nominal skalierten Daten fünf Güteklassen zugeordnet wurden. Der Vergleich der Herkünfte erfolgte anhand der relativen Anteile «sehr gering und gering beasteter» Stämme. Dabei wurde eine starke Variabilität des Qualitätsmerkmals Ästigkeit zwischen und auch innerhalb von Herkunftsgebieten beobachtet, wobei sich die feinastigsten Herkünfte im Gebiet des Puget-Sound fanden.

Die für die nordwestdeutsche Serie gefundenen Ergebnisse decken sich nur teilweise mit den vorausgehend dargestellten Beobachtungen. Das kategoriale Regressionsmodell schätzte bei definiertem BHD für die Herkünfte aus dem südlichen Binnenland Britisch-Kolumbiens unterdurchschnittlich geringe Anteile feinastiger Stämme, während Kenk & Thren (1984) diese Herkünfte als die feinastigsten Prüfglieder bewerteten, dabei aber möglicherweise den Dimensionseinfluss nicht ausreichend berücksichtigten. Die Grenzwerte der Astdurchmesser, die Weissenbacher (2008) zur Einteilung der Probestämme in die Aststärkekategorien «feinastig», «mittelstarke Äste» und «starkastig» zugrunde legte, sind nicht bekannt. Vergleicht man jedoch die Anteile feinastiger Stämme für die in beiden Versuchsreihen vorkommende Herkunft Ashford (D67), so ist die Übereinstimmung hoch. Während Weissenbacher (2008) Stammzahlanteile feinastiger Bäume von 38% berechnete, beträgt die in der vorliegenden Versuchsreihe geschätzte Auftretenswahrscheinlichkeit feinastiger Stämme 41%.

## Empfehlungen

Auf der Grundlage der hier vorgestellten Ergebnisse bezüglich  $GWL_V$  und Ästigkeit 26 nordamerikanischer Herkünfte der Douglasie an den 14 nordwestdeutschen Anbauorten des II. Internationalen Douglasien-Provenienzversuchs bis zum Alter 38 Jahre lassen sich für Nordwestdeutschland folgende Anbauempfehlungen ableiten: Allein schon aufgrund ihrer unterdurchschnittlichen  $GWL_V$  sind die kanadischen Provenienzen weder aus dem mittleren und

südlichen Binnenland Britisch-Kolumbiens noch aus dem pazifischen Klimabereich der Ostküste Vancouver-Islands empfehlenswert. Herausragende Produktionsleistung zeigen die Herkünfte Tenas Creek (D47; Westkaskadenhang/Washington), Molalla (D74; Willamette-Tal/Oregon) und Timber (D41/59; Küstengebirge/Oregon), die unter den variierenden standörtlich-klimatischen Versuchsbedingungen jeweils einen sehr stabilen Ertrag erbringen. Molalla (D74) und Timber (D41/59) verbinden dabei eine hohe Massenleistung mit einer genotypisch überdurchschnittlich guten Veranlagung bezüglich der Anteile feinastiger Bäume. ■

Eingereicht: 1. April 2011, akzeptiert (mit Review): 30. Januar 2012

## Literatur

- AMMER C (2009) Welche Baumarten trotzen dem Klimawandel? In: Agrarbündnis. Der kritische Agrarbericht 2009. Hamm: ABL. pp. 199–203.
- BERGEL D (1985) Douglasien-Ertragstafel für Nordwestdeutschland. Allg Forst- Jagdztg 157: 49–59.
- BROSINGER F, BAIER R (2008) Chancen und Grenzen des Waldbaus mit der Douglasie in Bayern. Freising: Bayer Landesanstalt Wald Forstwirtschaft, LWF Wissen 59. pp. 33–38.
- CAMPBELL RK, FRANKLIN JF (1981) A comparison of habitat type and elevation for seed-zone classification of Douglas-fir in Western Oregon. For Sci 27: 49–59.
- FLÖHR W (1958) Kennzeichnung, Varietäten und Verbreitung der Douglasie. In: Göhre K, Wagenknecht E, editors. Die Douglasie und ihr Holz. Berlin: Akademie. pp. 4–10.
- FRANKLIN JF, DYRNESS CT (1973) Natural vegetation of Oregon and Washington. Corvallis: Oregon State Univ Press. 452 p.
- HAMERLE A, KEMÉNY P, TUTZ G (1996) Kategoriale Regression. In: Fahrmeir L, Hamerle A, Tutz G, editors. Multivariate statistische Verfahren. Berlin: de Gruyter, 2 ed. pp. 211–252.
- HAPLA F (1986) Beeinflussen unterschiedliche Durchforstungsmassnahmen die Holzeigenschaften der Douglasie? Forstarchiv 57: 99–104.
- HERMANN RK (1981) Die Gattung *Pseudotsuga* – ein Abriss ihrer Systematik, Geschichte und heutige Verbreitung. Forstarchiv 52: 204–212.
- HERNANDEZ GT, ALONSO GV, PUERTO ARRIBAS G, JENKINSON G (1993) Screening Douglas-fir for rapid early growth in common-garden tests in Spain. Albany CA: USDA Forest Service, Pacific Southwest Research Station, Gen Techn Rep 146. 51 p.
- KENK G, THREN M (1984) Ergebnisse verschiedener Douglasienprovenienzversuche in Baden-Württemberg. Teil I: Der Internationale Douglasien-Provenienzversuch von 1958. Allg Forst- Jagdztg 155: 165–183.
- KLEINSCHMIT J (1984) Neuere Ergebnisse der Douglasien-Provenienzforschung und -Züchtung in der Bundesrepublik Deutschland. Schweiz Z Forstwes 135: 655–679.
- KLEINSCHMIT J ET AL (1991) Ergebnisse des IUFRO-Douglasien-Herkunftsversuches in West-Deutschland im Alter 20. Forst Holz 46: 238–241.
- KLEINSCHMIT W (2002) Herkunftsfrage aus Sicht der Betriebswirtschaft. In: Nordwestdeutscher Forstverein. Tagungsband zur Jahrestagung 2002 in Hann. Münden: Nordwestdeutscher Forstverein. pp. 28–33.

6 WOLF H, GEROLD DO, BACH C (2007) Ergebnisse des Internationalen Provenienzversuches von 1958 und des IUFRO-Provenienzversuches von 1970. Kolloquium Staatsbetrieb Sachsenforst am 13. März 2007, Autoren-Manuskript: 19 p.

- KÖLLING C (2008) Die Douglasie im Klimawandel: Gegenwärtige und zukünftige Anbaubedingungen in Bayern. Freising: Bayer Landesanstalt Wald Forstwirtschaft, LWF Wissen 59. pp. 12–21.
- KONNERT M (2009) Genetische Aspekte und Herkunftsfragen bei der Douglasie. Potsdam: Ministerium Infrastruktur Landwirtschaft Landes Brandenburg, Eberswalder Forstliche Schriftenreihe 43. pp. 28–32.
- KRAKOWSKI J, STOEHR MU (2009) Coastal Douglas-fir provenance variation: patterns and predictions for British Columbia seed transfer. *Ann For Sci* 66: 1–10.
- MEHL M (2001) Ergebnisse des internationalen Douglasien-Provenienzversuches von 1961 in Mecklenburg-Vorpommern. Schwerin: Landesforst Mecklenburg-Vorpommern, Mitt Forstl Versuchswesen Mecklenburg-Vorpommern 3: 9–17.
- OTTO HJ (1993) Fremdländische Baumarten in der Waldbauplanung. *Forst Holz* 48: 454–456.
- PRETZSCH H (2002) Grundlagen der Waldwachstumsforschung. Berlin: Paul Parey. 414 p.
- ROWE JS (1972) Forest regions of Canada. Ottawa: Department Environment, Canadian Forest Service Publication 1300. 166 p.
- SCHOBER R, KLEINSCHMIT J, SVOLBA J (1983) Ergebnisse des Douglasien-Provenienzversuches von 1958 in Nordwestdeutschland, Teil I. *Allg Forst- Jagdztg* 154: 209–236.
- SCHULTZE U, RASCHKA HD (2002) Douglasienherkünfte für den «Sommerwarmen Osten» Österreichs. Ergebnisse aus Douglasien-Herkunftsversuchen des Institutes für Forstgenetik. Wien: Forstliche Bundesversuchsanstalt, Ber 126. 95 p.
- SPELLMANN H (2004) Ursachen-Wirkungs-Beziehungen am Beispiel der Douglasie, waldwachstumskundliche Entscheidungshilfen für Waldbewirtschaftung und Forstplanung. *Allg Forst- Jagdztg* 175: 142–150.
- SPELLMANN H, SUTMÖLLER J, MEESENBERG H (2007) Risikovor-sorge im Zeichen des Klimawandels. Vorläufige Empfehlungen der NW-FVA am Beispiel des Fichtenanbaus. *Allg Forst Z Waldwirtsch Umweltvorsorge* 62: 1246–1249.
- WEIEL S (2004) Klimaänderungen: Konsequenzen auf Wasserhaushalt und Nährstoffausträge in Mitteleuropa. *Mittel-seminar: Management von Fluss-Küste-Systemen*. www.ikzm-d.de/ (5.3.2010)
- WEISSENBACHER L (2008) Herkunftswahl bei Douglasie – der Schlüssel für einen erfolgreichen Anbau. Wien: Bundesforschungs- Ausbildungszentrum Wald Naturgefahren Landschaft, Praxisinformation 16. pp. 3–5.
- WELLER A (2011) Prüfung der Anbaueignung von 38 autochthonen bzw. nichtautochthonen Douglasienherkünften (*Pseudotsuga menziesii* [Mirb.] Franco) in Bezug auf ihre Wuchsleistung und qualitative Entwicklung. Göttingen: Cuvillier. 274 p.

## Douglasien-Provenienzversuch von 1961 in Nordwestdeutschland: Ergebnisse nach 38 Jahren

Der in Nordwestdeutschland im Jahr 1961 mit 14 Einzelversuchen begründete Douglasien-Provenienzversuch ist Grundlage eines Vergleichs von 26 nordamerikanischen Douglasienherkünften. Folgende Fragestellungen werden untersucht: (1) Wie unterscheiden sich die Provenienzen nach 38-jähriger Beobachtung bezüglich ihrer Gesamtwuchsleistung an Volumen ( $GWL_V$ )? (2) Ist eine klimainduzierte Variation der  $GWL_V$  der Herkünfte zu beobachten? (3) Unterscheiden sich die Provenienzen hinsichtlich der Ästigkeit? Das nicht orthogonale Versuchsschema und variierende Einflüsse der Versuchsorte erfordern für die standortübergreifende Auswertung eine Standardisierung der Primärdaten. Ausgehend vom jeweiligen Mittelwert einer Versuchsanlage werden relative Rangklassen berechnet. Tenas Creek (D47), Molalla (D74) und Timber (D41/59) sind Provenienzen mit stabiler und herausragender  $GWL_V$ . Unter den in der Untersuchung berücksichtigten Klimacharakteristika «langfristige Jahresmitteltemperatur», «durchschnittliche Jahresniederschläge» sowie der Variablen «Meereshöhe» zeigt sich nur der Einfluss der langfristigen Jahresmitteltemperatur auf die  $GWL_V$  als signifikant. Neben klimaelastischen Herkünften, die ein breites Spektrum der Anpassung an verschiedene Geländeklimate besitzen (z.B. Molalla [D74]), sind auch Provenienzen zu erkennen, die mit einem geringen Anpassungsvermögen ausgestattet sind und mit ihrer  $GWL_V$  sensitiv auf die jeweiligen klimatischen Bedingungen eines Anbauortes reagieren (z.B. Salmon Arm II [D46]). In Bezug auf die Feinästigkeit rangieren die Herkünfte Conrad Creek (D43), Ashford (D67) und Gold Hill (D83) auf den vordersten Plätzen, die Herkünfte Detroit (D76), Carson (D87) und Salmon Arm II (D46) dagegen am Schluss.

## Résultats, après 38 ans, d'un essai de 1961 sur les provenances de douglas dans le nord-ouest de l'Allemagne

Dans le nord-ouest de l'Allemagne a été établi en 1961 un essai de provenances de douglas afin de comparer en 14 essais indépendants 26 provenances nord-américaines de douglas. Les questions suivantes ont été examinées: (1) après 38 ans d'observation, les provenances se différencient-elles en termes d'accroissement total en volume du peuplement ( $V_{tot}$ )? (2) Peut-on observer une variation du  $V_{tot}$  entre provenances causée par le climat? (3) Existe-t-il une différence entre les provenances en termes de nodosité? Une standardisation des données primaires était nécessaire pour pouvoir comparer les résultats des différents essais qui avaient été réalisés selon un schéma non orthogonal et soumis à des influences variables d'une station à l'autre. Partant de la valeur moyenne d'un essai, une classification relative en rangs a été calculée. Les provenances Tenas Creek (D47), Molalla (D74) et Timber (D41/59) ont un  $V_{tot}$  stable et élevé. De toutes les caractéristiques climatiques considérées (température moyenne annuelle à long terme, précipitations annuelles moyennes, altitude), seule la température moyenne annuelle à long terme a une influence significative sur le  $V_{tot}$ . A part les provenances insensibles aux variations climatiques (p. ex. Molalla [D74]), certaines provenances ont démontré peu d'adaptabilité et ont réagi sensiblement aux conditions climatiques de leur lieu de plantation (p. ex. Salmon Arm II [D46]). Concernant la nodosité, les meilleurs résultats ont été atteints par les provenances Conrad Creek (D43), Ashford (D67) et Gold Hill (D83), alors que les provenances Detroit (D76), Carson (D87) et Salmon Arm II (D46) étaient les plus branchues.