

Blocked Disconnected Diallel (AA - Disconnected)

$$\frac{v(\hat{\sigma}_A^2)}{\sigma_A^2} = \left(2 \frac{2}{q} r_1 r_5 \frac{2}{r_6}\right) \times \left\{ 2 r_1 r_2 r_6 / n^2 + \frac{1}{H} 4 r_2 r_3 r_8 + \frac{1-H}{H} 2 r_2 r_4 r_8 \right. \\ \left. + \frac{1}{1-I} 2 r_1 r_4 r_6 / n^2 + \frac{1}{(1-H)(1-I)} 4 r_1 r_3 r_6 / n^2 \right. \\ \left. + \frac{1}{H(1-I)} 4 r_3 r_4 r_8 + \frac{1-H}{H(1-I)} 2 r_4 r_8 \right. \\ \left. + \frac{H}{(1-I)(1-H)} r_7 + \frac{(1-I)(1-H)}{H} \frac{2}{r_2} r_8 \right. \\ \left. + \frac{1}{H(1-H)(1-I)} 4 \frac{2}{r_3} r_8 \right\}$$

$$r_1 = q(s-2)(q-2p), \quad r_2 = 4n^{2(1-b)}(2n^b-1) - 3(2n-1)-rn^2, \quad r_3 = 2n-1, \quad r_4 = rn^2+2n-1,$$

$$r_5 = q-2p, \quad r_6 = rs, \quad r_7 = sr^2q(s-2)(q+s(q-4p)), \quad r_8 = (q-p)(qs-2p)/n^4$$

$$\frac{v(\hat{\sigma}_B^2)}{\sigma_B^2} = \left(64 \frac{2}{q} r^2\right) \times \left\{ 3 \theta_1 \theta_2 \theta_3 / 2 \theta_4 + \frac{1}{I} 2 \theta_5 \theta_7 \theta_9 + \frac{1}{I(1-I)} \theta_7^2 \theta_9 \right. \\ \left. + \frac{I}{(1-I)} 9 \theta_1 \theta_3^2 / 4 \theta_8 \right. \\ \left. + \frac{(1-I)}{I} [\theta_1 \theta_2^2 / n^{4b} + \theta_5^2 \theta_9] + \frac{1}{I(1-H)} 4 \theta_3 \theta_5 \theta_9 \right. \\ \left. + \frac{H}{I(1-H)} \theta_1 \theta_2 \theta_3 / \theta_4 + \frac{H}{(1-I)(1-H)} 3 \theta_1 \theta_3^2 / \theta_8 \right. \\ \left. + \frac{I}{(1-I)(1-H)} 4 \theta_3 \theta_7 \theta_9 + \frac{1}{I(1-I)(1-H)^2} 4 \theta_3^2 \theta_9 \right. \\ \left. + \frac{H^2}{I(1-I)(1-H)^2} \theta_1 \theta_3^2 / \theta_8 \right\}$$

$$\theta_1 = 1/[(qs-2p)(r-1)], \quad \theta_2 = 2n^b-1, \quad \theta_3 = 2n-1, \quad \theta_4 = n^{2(b+1)}, \quad \theta_5 = 4n^{2(1-b)}(2n^b-1)-$$

$$3(2n-1)-rn^2, \quad \theta_6 = q(s-2), \quad \theta_7 = rn^2+2n-1, \quad \theta_8 = 4n^4, \quad \theta_9 = 1/4 \theta_6 \theta_8$$

Beiträge zum geographischen Variationsmuster der Douglasie

VON K. STERN †

Zusammengestellt von A. KÖNIG¹⁾ und H. H. HATTEMER²⁾

(Eingegangen im Februar 1974)

Einleitung

Im Rahmen des Emslandprogrammes, eines Projektes zur Verbesserung der wirtschaftlichen Möglichkeiten in einem Landstrich in Nordwest-Deutschland, wurden im Forstamt Nordhorn im Bereich der Landwirtschaftskammer Weser-Ems vom Institut für Forstgenetik und Forstpflanzenzüchtung drei Herkunftsversuche mit Douglasien angelegt. Das Ziel war, die Erfahrungen über den Erfolg von Anbauten mit verschiedenen Provenienzen dieser Baumart zu ergänzen.

¹⁾ Institut für Forstgenetik und Forstpflanzenzüchtung der Bundesforschungsanstalt für Forst- und Holzwirtschaft, 2070 Großhansdorf 2 (Schmalenbeck), Siekerlandstraße 2

²⁾ Abteilung für Forstliche Biometrie der Universität, 3400 Göttingen, Büsingenweg 5.

Die Anlage, sowie die erste Auswertung der Feldversuche wurden unter Anleitung von K. STERN durchgeführt. Die im folgenden mitgeteilten Ergebnisse basieren auf seinem Bericht an die Deutsche Forschungsgemeinschaft.

Material und Methoden

Das Saatgut wurde von forstgenetischen Institutionen der USA und Canadas bezogen, die es selbst in autochthonen Beständen für eigene Versuche eingesammelt hatten. Die Samenproben stammen aus dem gesamten Verbreitungsgebiet der Douglasie, die Herkunftsgebiete sind jedoch unterschiedlich stark vertreten. Auch ist die Zahl der Bäume, von denen Zapfen geerntet wurden, pro Herkunft oft sehr gering.

Der im folgenden als Dgl. 3 bezeichnete Versuch enthält 81 Versuchsglieder, was 74 verschiedenen Herkünften (7 Herkünfte sind doppelt vertreten) entspricht. Der Versuch Dgl. 4 stellt eine Wiederholung von 56 der in Dgl. 3 enthaltenen Herkünften dar. Der Samen wurde im Frühjahr 1962 ausgesät. Beide Versuche wurden im Frühjahr 1965 mit 1- bis 2jährigen Pflanzen begründet. Im Versuch Dgl. 5 wurden 25 weitere Herkünfte einbezogen, und das Material ein Jahr später ausgesät bzw. ausgepflanzt. Einen Überblick über die geographische Lage der Herkünfte gibt Abb. 1.

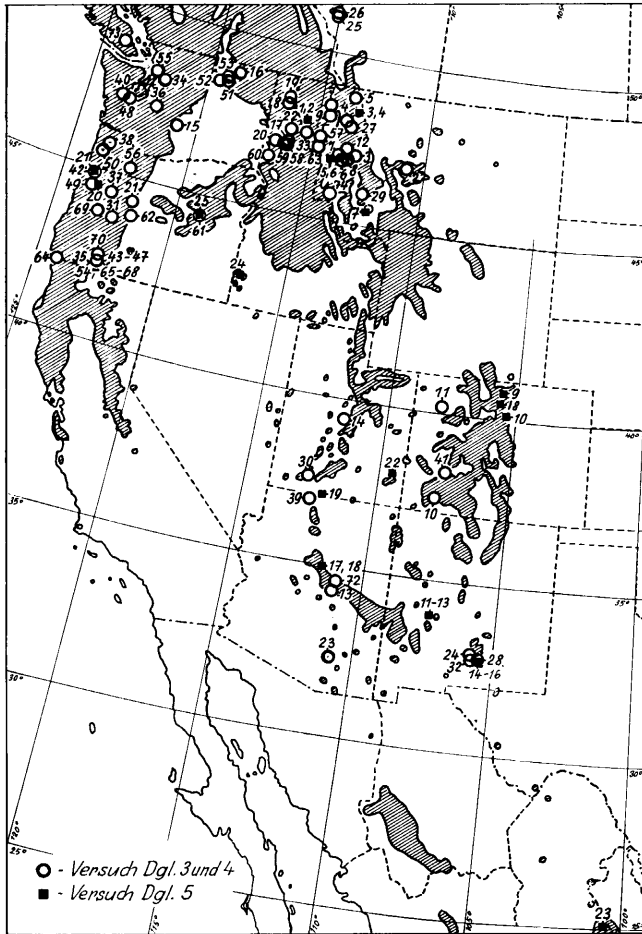


Abbildung 1.

Die drei Versuchsstandorte repräsentieren typische Böden des Emslandes: nährstoffarme pleistozäne Sande mit geringem Humusgehalt. Sie unterscheiden sich jedoch in einigen Merkmalen wie z. B. dem Abstand vom Grundwasser und der Frostgefährdung. Die Seehöhe liegt bei 50 m über NN, die jährlichen Niederschläge bei 700 mm. Die Feldversuche wurden als Gitteranlagen mit vier Wiederholungen angelegt, die Parzellen enthielten $4 \times 4 = 16$ Bäume im $1,5 \times 1,5$ m Verband. Bei Dgl. 3 und Dgl. 4 trennte man die Parzellen durch Zwischenpflanzung einer Baumreihe von Japanlärchen, um wenigstens nachträglich eine teilweise Überschildung zu erreichen. Der Abstand zwischen den Parzellen war deshalb größer: er betrug 3 m. Die Japanlärchen fielen auf einem Teil der Versuchsfläche Dgl. 3 der Trockenheit zum Opfer, während die Douglasien in den ersten Jahren nach der Pflanzung hiervon kaum beeinflusst waren. Nach 1970 wurden aber auch an den Douglasien keine Erhebungen mehr durchgeführt, da

die Ausfälle stark zugenommen hatten und das Wachstum im Vergleich zu den beiden anderen Versuchsflächen sehr gering war.

Die Messungen bzw. Bonituren waren, der kurzen Laufzeit des Versuchs entsprechend, beschränkt auf das Höhenwachstum (1967, 1969), die Anfälligkeit gegen Winterfröste, die nicht von den Schädigungen durch Herbstfröste zu trennen war (1968, 1969, 1970) und Frühjahrsfröste in den gleichen Jahren. Die Winterfrostschäden wurden nach einer ganzzahligen Skala eingestuft, wobei

- 0 = keine Frostschädigung
- 1 = sehr schwache Frostschädigung
- 2 = schwache Frostschädigung
- 3 = mittelstarke Frostschädigung
- 4 = starke Frostschädigung
- 5 = sehr starke Frostschädigung

bedeutet. Die Schädigungen durch Frühjahrsfrost wurden Ende Juni bis Anfang Juli folgendermaßen bonitiert:

- 0 = keine Frostschädigung
- 1 = 10% Frostschädigung
- 2 = 20% Frostschädigung
- 3 = 30% Frostschädigung
- 4 = 40% Frostschädigung
- 5 = 50% Frostschädigung
- 6 = 60% Frostschädigung
- 7 = 70% Frostschädigung
- 8 = 80% Frostschädigung
- 9 = 90% Frostschädigung
- 10 = 100% Frostschädigung

Ein Verlust der Gipfelknospe wurde zusätzlich vermerkt:

- 0 = Gipfelknospe gesund
- 100 = Gipfelknospe abgestorben

Ergebnisse

Die Herkunftsmittelwerte geben eine Vorstellung von der Größenordnung des Höhenwachstums, aber auch von den Verschiebungen der Rangordnungen in der Frostresistenz von Jahr zu Jahr — ein weiterer Beweis für die u. a. von HERMANN und LAVENDER, 1968, WRIGHT *et al.*, 1971, ROWE und CHING, 1973, hervorgehobenen Tatsache spezifischer Anpassung von Douglasienherkünften und folglich relativ hoher Interaktion zur Umwelt.

Mit den Parzellenmittelwerten wurde eine Streuungszersetzung durchgeführt, wobei zunächst nur die Unterschiede zwischen Herkünften und Blocks — neben dem Versuchsfehler — als Variationsursachen angenommen wurden. Bei Berücksichtigung der Gitteranlage ergaben sich gleiche Versuchsfehler für alle Frostschadenserhebungen. Nur bei den Messungen des Höhenwachstums führte die Einbeziehung der unvollständigen Blocks zu einer Effizienz von 105 bis 120%. Wegen der Zusammenhänge zwischen Pflanzenhöhe und Frostschadensrisiko wurde dieser Informationszuwachs jedoch vernachlässigt und so verfahren, als seien die Wiederholungen vollständige zufällige Blocks. Die Ergebnisse der Streuungszersetzung sind in Tab. 1 aufgeführt. Die Komponente für Blocks war bei allen Merkmalen übereinstimmend so gering, daß die angegebenen Komponenten für Herkünfte und Fehler mehr als 95 Prozent der gesamten Variation wiedergeben. Die Herkunftsunterschiede waren mit einer einzigen Ausnahme signifikant. Der Versuchsfehler war natürlich von Jahr zu Jahr und von Fläche zu Fläche verschieden, doch konnte er in keinem Fall die großen Unterschiede zwischen den Herkünften in den beobachteten Merkmalen überdecken. Die deutliche Beziehung zwischen dem Höhenwuchs sowie phä-

Tab. 1. — Ergebnisse der Streuungserlegung: F-Werte für Herkünfte und Varianzkomponenten.

Merkmal	Jahr	Dgl. 3			Dgl. 4			Dgl. 5		
		F-Wert	Herkünfte	Fehler	F-Wert	Herkünfte	Fehler	F-Wert	Herkünfte	Fehler
Höhe	1967	24,67	294,76	49,80	29,01	516,29	73,72	24,02	126,22	21,93
	1969	18,79	579,83	130,32	15,22	1102,61	310,09	17,53	508,68	123,06
Winterfrost	1966	6,11	0,26	0,21	—	—	—	—	—	—
	1968	16,31	1,28	0,34	16,85	0,96	0,24	6,20	0,08	0,06
	1969	14,42	0,36	0,11	14,42	0,59	0,17	5,32	0,09	0,09
	1970	20,93	0,80	0,16	13,22	0,31	0,10	11,75	0,23	0,08
Spätfrost	1968	7,32	1,04	0,66	7,74	0,96	0,57	4,11	0,06	0,08
	1969	7,23	0,69	0,44	1,88	0,003	0,014	3,32	0,01	0,02
	1970	15,92	4,00	1,07	5,98	1,07	0,86	2,21	0,01	0,04
Fehlende	1968	1,68	17,38	101,80	6,81	499,49	343,50	2,13	56,01	197,34
	1969	2,24	58,44	188,95	14,42	0,59	0,17	2,04	15,91	61,40
Gipfelknospe	1968	7,86	247,45	144,26	5,67	406,42	348,32	4,59	36,44	40,55
	1969	3,11	42,37	80,16	2,46	12,65	34,63	1,20	0,53	10,34
Ausfälle	1968	2,77	36,65	86,65	2,03	11,46	44,50	0,96	0,00	8,05
	1969	4,68	123,85	136,69	1,60	9,57	63,53	1,56	1,87	13,27
	1970									
Freiheitsgrade			80	240		55	165		24	72
F für P = 0,05		1,35			1,44			1,67		
F für P = 0,01		1,52			1,66			2,07		

nologischen Merkmalen und der Herkunft des Samens in Baumschulversuchen wurde auch von anderen Autoren (z. B. CHING and BEVER, 1960) beschrieben.

Nimmt man eine Unterteilung des Verbreitungsgebietes der Art — vor allem unter klimatologischen Gesichtspunkten — vor und ordnet jede Herkunft einem Gebiet zu, so läßt sich eine weitere Streuungserlegung mit den Variationsursachen „zwischen Herkunftsgebieten“ und „Teilpopulationen in den Herkunftsgebieten“ durchführen. Die

Gliederung des Verbreitungsgebietes wurde so vorgenommen:

- 1 Nördliche Rocky Mountains
- 2a Gebiet östlich der Kaskaden
- b Gebiet westlich der Kaskaden
- 3 Nord-Colorado und Nord-Utah
- 4 Süd-Colorado und Süd-Utah
- 5 Arizona
- 6 New Mexico
- 7 Mexico

In Tab. 2 wurden die einfachen Mittelwerte für jedes Merkmal nach Herkunftsgebieten getrennt zusammengestellt. Aus ihr sind die im Durchschnitt überlegenen Gebiete sowie auch die mittleren Schwankungen der Schädigungen durch Frost deutlich zu sehen.

Wie aus Tab. 3 hervorgeht, liegen sowohl zwischen Herkünften gleicher Gebiete als auch zwischen diesen Herkunftsgebieten Unterschiede vor. Beim Höhenwachstum sind im Versuch Dgl. 4 im Alter von 6 und 8 Jahren 63% bzw. 52% der Variation durch Unterschiede zwischen Herkunftsgebieten erklärt. Im Versuch Dgl. 3 sind die Zahlen ähnlich, und auch im Versuch Dgl. 5 überwiegt bei diesem Merkmal und in diesem Alter der Effekt der Herkunftsgebiete (= großräumige geographische Variation).

Ähnlich ist das Variationsmuster in zwei Versuchen beim Merkmal „Schäden durch Winterfrost“. Im Versuch Dgl. 5 überwiegt hingegen in allen Aufnahmejahren die Komponente „Variation innerhalb von Herkunftsgebieten“. Diese Unterschiede erklären sich offensichtlich durch die ganz andere Stichprobennahme in den erwähnten Gebieten. Bei den Spätfrostschäden ist die Variationsursache in Unkenntnis des Termins der Schädigung schwieriger zu erklären. Hier gibt es offenbar erhebliche Interaktionen von Jahr

Tab. 2. — Mittelwerte der Herkunftsgebiete.

Herkunftsgebiet	Höhe (ca)	Frostbonituren														
		Winterfrost				Spätfrost			Fehlende Gipfelknospe			Ausfälle (%)				
		1967	1969	1966	1968	1969	1970	1968	1969	1970	1968	1969	1970	1968	1969	1970
Douglasie 3	1	39	63	0,7	0,6	0,6	0,6	4,9	0,4	3,6	89	18	66	10	11	12
	2 a	50	74	0,8	2,2	1,6	2,1	5,9	1,0	6,5	92	18	89	14	18	28
	b	72	105	0,5	3,1	1,9	2,3	6,4	1,0	7,2	92	12	95	12	15	19
	3	42	56	1,9	0,7	0,8	1,1	5,6	2,6	5,3	98	29	86	2	2	2
	4	43	56	1,5	0,7	1,2	1,0	5,6	2,3	4,8	95	40	89	7	9	10
	5	64	91	2,0	1,7	1,5	1,3	6,5	2,7	3,9	97	29	92	5	5	9
	6	73	111	1,4	1,5	1,1	1,0	7,0	2,8	6,6	96	21	98	2	2	5
7	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
Douglasie 4	1	46	88	0,1	0,5	0,4	0,9	0,1	0,3	18	5	8	3	5	6	
	2 a	61	97	1,5	1,6	1,2	1,9	0,0	1,7	54	16	35	6	6	8	
	b	91	143	2,1	2,2	1,6	2,9	0,1	2,3	70	17	48	9	10	10	
	3	52	80	0,2	0,9	0,7	1,2	0,1	0,4	29	16	27	3	3	4	
	4	47	73	0,1	1,1	0,8	1,4	0,1	0,6	42	17	34	3	3	4	
	5	78	123	0,5	1,1	1,1	2,0	0,2	1,4	52	16	47	5	5	5	
	6	78	139	0,2	0,8	0,9	2,3	0,3	2,3	48	6	70	3	3	4	
7	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
Douglasie 5	1	41	94	3,0	4,5	2,5	1,6	3,1	4,1	17	4	2	0	0	0	
	2 a	31	75	0,2	4,5	0,0	4,7	0,1	3,3	5	3	2	2	2	2	
	b	70	142	1,2	2,3	0,2	1,1	1,1	1,3	39	6	6	1	1	2	
	3	32	65	0,5	2,6	1,8	0,4	0,4	0,1	22	13	2	2	2	2	
	4	34	69	0,3	0,2	1,7	0,1	0,4	0,6	25	13	11	0	0	1	
	5	38	79	0,4	0,4	0,3	6,4	0,3	0,6	37	14	12	2	2	2	
	6	48	102	0,6	0,3	0,2	4,0	0,3	0,5	31	11	8	1	1	1	
7	57	109	0,8	0,6	0,5	0,5	1,1	2,1	28	18	30	0	5	11		

Tab. 3. — Varianzkomponenten für Gebiete und Herkünfte in Gebieten (in Prozent).

Merkmal	Jahr	Dgl. 3			Dgl. 4			Dgl. 5		
		Gebiete	Herkünfte	Fehler	Gebiete	Herkünfte	Fehler	Gebiete	Herkünfte	Fehler
Höhe	1967	61	35	3	63	34	3	52	41	6
	1969	58	38	4	52	42	6	48	44	8
Winterfrost	1966	58	29	13	—	—	—	—	—	—
	1968	74	21	5	76	19	5	25	75	0
	1969	66	27	6	78	17	5	17	83	0
	1970	65	31	4	68	26	5	38	61	0
Spätfrost	1968	37	51	12	56	33	11	7	93	0
	1969	77	11	11	56	11	33	82	18	0
	1970	57	37	5	58	27	14	0	100	0
Fehlende Gipfelknospe	1968	15	26	59	77	10	12	76	9	14
	1969	47	14	39	63	36	1	53	37	10
	1970	58	31	11	76	9	15	84	1	15
Ausfälle	1968	13	56	30	26	32	41	27	62	11
	1969	22	56	22	13	39	48	46	54	0
	1970	38	42	20	7	31	62	81	11	8

zu Jahr sowohl für „Herkunftsgebiete“ als auch für „Bestände in Herkunftsgebieten“. An diesem Merkmal wird die Neigung der Douglasie zu spezifischer lokaler Anpassung besonders deutlich. Die Streuungserlegung über Vorhandensein oder Ausfall der Gipfelknospe läßt für dieses Merkmal großräumige geographische Variation erkennen.

Diskussion und Schlußfolgerungen

Bei fast allen Merkmalen ließ sich der Einfluß einer großräumigen geographischen Variation nachweisen. Zu den besten Herkunftsgebieten gehörten beim Merkmal Höhenwachstum immer das Gebiet westlich des Kaskadenkammes und New Mexico. Herkünfte westlich des Kaskadenkammes haben sich in Deutschland schon in mehreren Versuchen bewährt. SCHÖBER (1973) beurteilt ihre relative Wachstumsleistung auf Standorten in Küstennähe mit „sehr gut“. HADDOCK *et al.* (1967) stellten bei ihren Versuchen in British Columbia bei den meisten Küstenherkünften ein besseres Höhenwachstum als bei den Inlandherkünften fest. Die Versuche von WRIGHT *et al.* (1971) zeigten allerdings, daß Herkünfte aus dem pazifischen Westen für Gebiete mit strengen Wintern, wie in den nordöstlichen Staaten Amerikas, aufgrund hoher Mortalität nicht verwendet werden können. Dort waren die Herkünfte aus Arizona und New Mexico die raschestwüchsigen. Das gute Abschneiden der Herkünfte aus New Mexico in den Emslandversuchen war daher keine Überraschung. Auch in SCHWAPPACHS Versuch zeigte die einzige Herkunft aus New Mexico im Vergleich zu anderen Interior-Herkünften bis zum ersten Auftreten der Nadelschütte gutes Wachstum.

STEPHAN (1973) bonitierte den Befall durch *Rhabdocline pseudotsugae* auf den Versuchsflächen Dgl. 4 und Dgl. 5 in den Jahren 1972 und 1973. Er stellte hierbei im Jahre 1973 einen allgemein stärkeren Befallsgrad fest als im vorausgegangenen Jahr. Die Herkünfte westlich des Kaskadenkammes wurden nicht befallen, ein Ergebnis, das auch von anderen Autoren hervorgehoben wird. Bei den befallenen Herkünften stellt er eine große Variabilität zwischen und innerhalb von Herkünften fest. Interessant ist angesichts des guten Höhenwachstums der New Mexico-Herkünfte deren vergleichsweise geringer Befall.

Überraschend gutes Höhenwachstum zeigte anfangs auch die mexikanische Herkunft im Versuch Dgl. 5. Bei den Höhenmessungen 1972 liegt sie aber im Mittelfeld und hat mit rund 15% die meisten Ausfälle in diesem Versuch.

Die Zahlen der Tab. 2 bieten natürlich kein vollständiges Bild. Einmal sind die Herkunftsgebiete in jedem Versuch unterschiedlich stark vertreten und zum anderen geht aus ihnen die Variation innerhalb von Gebieten nicht hervor. Im Versuch Dgl. 3 und Dgl. 4 ist das Gebiet westlich der Kaskaden stärker vertreten als New Mexico, im Versuch Dgl. 5 ist es umgekehrt. Aus einem Vergleich der Herkunftsmittelwerte ist aber zu sehen, daß zwischen den küstennahen Herkünften Washingtons und Oregons größere Variation herrscht als zwischen den Herkünften New Mexicos. So wird die beste Herkunft aus New Mexico von einigen Herkünften aus Washington und Oregon übertroffen, obwohl die Gebietsmittelwerte in der gleichen Größenordnung liegen. HERRMANN (1973) hat die Herkünfte im Alter von 11 Jahren in einer Tabelle der Höhe nach geordnet, woraus nähere Details zu entnehmen sind.

Vergleicht man ähnlich raschwüchsige Herkünfte auf der Freifläche (Dgl. 5) mit denen auf den teilweise durch die überall vorwüchsigen Japanlärchen überschirmten Flächen, so sind die verschiedenen Schädigungen durch Winter- und Frühjahrsfröste nicht deutlich herabgesetzt. Die Japanlärchen boten aber einen gewissen Schutz gegen die Deformation der Leittriebe durch Wind.

Beim Merkmal „Winterfrostschäden“ liegen die Herkünfte aus New Mexico stets besser als die aus dem Küstengebiet von British Columbia, Washington und Oregon. Die Bonituren der Winterfrostschäden sind ganz allgemein bei den langsamwüchsigeren Herkünften — vor allem im ersten und teilweise auch im zweiten Aufnahmejahr — durch die deutliche Schutzwirkung der Schneeauflage verzerrt. Große Pflanzen wurden demzufolge zu gering und kleine zu gut eingestuft. Im ganzen dürfte dies jedoch keinen allzu großen Einfluß auf das Ergebnis haben.

Bei den Spätfrostschäden ist das Bild weniger klar. Die Herkünfte der beiden im Höhenwachstum an der Spitze stehenden Gebiete werden im Mittel auf zwei Versuchsflächen im Vergleich zum Versuchsmittel relativ stark, auf der dritten Fläche weniger stark geschädigt. Bei diesem

Merkmal bestehen offensichtlich deutliche Interaktionen von Jahr zu Jahr und zwischen den Versuchsstandorten. Ähnliches dürfte auch für das Merkmal „Fehlende Gipfelknospe“ zutreffen.

WRIGHT *et al.* (1971) heben hervor, daß es bei den Spätfrostschäden durch ein Zusammenwirken von Höhe der Pflanzen, Austriebstermin und Termin des Eintreffens, sowie der Stärke des Frostes in verschiedenen Jahren zu gegenläufigen Trends in der Schädigung kommen kann.

Bei der Mortalität herrscht neben der Variation zwischen Gebieten auch eine relativ hohe Variation zwischen Herkünften eines Gebietes. DONG (1973) untersuchte die Ausfallsprozente von Herkünften mit dem Schwerpunkt westlich des Kaskadenkamms und schreibt Unterschiede in der Mortalität vor allem den verschiedenen Höhenlagen zu.

Der praktische Forstpflanzenzüchter könnte nun die Frage stellen, ob es Douglasien mit einer idealen Merkmalskombination, nämlich gutes Höhenwachstum einerseits und Widerstandsfähigkeit gegen alle Arten von Frostschäden andererseits gibt. Eine ideale Kombination wurde bei keiner Region gefunden.

Das Herkunftsgebiet New Mexico schneidet bei der Kombination Höhenwachstum und Winterfrostschäden am besten ab. New Mexico-Herkünfte wurden aber auf zwei Versuchsflächen im Durchschnitt vergleichsweise stark durch Spätfröste geschädigt.

Das andere im Höhenwachstum an der Spitze liegende Gebiet, die Region westlich der Kaskaden, weist im Mittel die größten Winterfrostschäden und auch erhebliche Spätfrostschäden, sowie über dem Versuchsdurchschnitt liegende Ausfälle auf.

Bei der Auslese nach möglichst guten Merkmalskombinationen fehlt noch die Beurteilung des Risikos der Anfälligkeit gegenüber der Nadelschütte. Die Untersuchungen STEPHANS können hierüber noch keine endgültigen Aussagen liefern und sollen deshalb auch fortgesetzt werden. Ältere Versuchsergebnisse zeigen aber, daß das Risiko bei Küstenherkünften sicher geringer zu veranschlagen ist.

Man könnte nun fragen, ob nicht einzelne Herkünfte aus den beiden überlegenen Herkunftsgebieten als Folge der Anpassung an ein spezifisches Lokalklima der idealen Kombination näher kommen. HERMANN und LAVENDER (1968) fanden bei ihren Untersuchungen in Oregon, daß es schon aufgrund der Exposition des Standorts zu relativ großer Differenzierung kommen kann.

Auf der Versuchsfläche Dgl. 3 sind die Winterfrostschäden etwas, die Spätfrostschäden ein Vielfaches höher als beim Versuch Dgl. 4. Im Höhenwachstum liegen im Versuch Dgl. 3 im Alter von 8 Jahren zehn Herkünfte 140% oder mehr über dem Versuchsmittel. Es sind dies vier Herkünfte aus Washington, vier aus Oregon und zwei aus New Mexico. Im Versuch Dgl. 4 sind acht von diesen zehn Herkünften ebenfalls in der Spitzengruppe (140% oder mehr) vertreten. Im Versuch Dgl. 3 hatten alle acht Herkünfte westlich der Kaskaden, mit einer Ausnahme, 1968 Winterfrostschäden größer als 3,0 der Bonitieringsskala und bei sechs dieser Herkünfte waren 1968 und 1970 zwischen 62 bis 83% der jungen Triebe durch Spätfrost geschädigt.

Die beiden New Mexico-Herkünfte waren vergleichsweise winterfrohart, litten aber ebenso unter Spätfrösten (61 bis 67%).

Im Versuch Dgl. 4 weisen bei den neun im Wachstum überlegenen Herkünften (> 140%) nur zwei je einmal (Oregon) bzw. zweimal (Washington) Winterfrostschäden über 2,5 auf. Spätfrostschaden mit über 30% Schädigung tritt bei der Washington-Herkunft zweimal und sonst noch bei

zwei Küsten-Herkünften je einmal auf. Die in diesem Versuch an der Spitze liegende Herkunft aus Washington (Nr. 40) weist in allen Jahren des Beobachtungszeitraumes ausreichende Winter- und Spätfrostresistenz auf. Ihr Höhenwuchs ist doppelt so hoch wie das Versuchsmittel und ihre Gipfelknospe wird deutlich weniger geschädigt als bei anderen Herkünften. Die geringen Spätfrostschäden des Jahres 1969 fallen bei den Aussagen über Dgl. 3 und 4 kaum ins Gewicht.

Die Ergebnisse des Versuches Dgl. 5 geben ein etwas anderes Bild als die beiden oben beschriebenen Versuche. Zu den besten fünf Versuchsgliedern (Höhe 1969 beträgt 120% des Versuchsmittels oder mehr) zählen hier zwei „Herkünfte“ aus Oregon, eine aus New Mexico und zwei aus Montana. Die beiden Herkünfte aus Oregon liegen deutlich an der Spitze. Ihre Resistenz gegen Frühjahrsfröste war ausreichend. Einmal gab es größere Schädigungen durch Winterfröste. Ein direkter Vergleich mit den verbleibenden drei Versuchsgliedern der Spitzengruppe ist nicht möglich, da diese Einzelbaumabsaaten darstellen, während es sich bei den beiden Oregon-Herkünften um kommerziell erworbenes Saatgut (von vermutlich mehreren Bäumen) handelt.

Anmerkung

Unser Dank gilt den amerikanischen Institutionen, die die Einsammlung der Samenproben vornahmen, vor allem den Herren R. K. HERMANN, Corvallis und J. W. WRIGHT, East Lansing. Herr Oberforstmeister H. BARELMANN, Nordhorn, unterstützte uns bei der Anlage der Feldversuche. Die Bonituren und Messungen wurden von H. SCHRÖDER, Hann. Münden, durchgeführt. An den Auswertungsarbeiten beteiligte sich auch Herr Y. ŞİMŞEK, Ankara.

Zusammenfassung

In drei Feldversuchen wurden bei knapp 100 Herkünften der Douglasie das Höhenwachstum gemessen und in drei aufeinanderfolgenden Jahren Winter- und Spätfrostschäden bonitiert. Die Auswertungen ergaben, daß in zwei Herkunftsgebieten (Region westlich der Kaskaden und New Mexico) raschwüchsige Formen zu erwarten sind, daß aber kaum eine Herkunft rasches Höhenwachstum und Resistenz gegen alle Arten von Frostschäden zu kombinieren vermag. Das bessere Abschneiden einiger Herkünfte auf dem weniger frostgefährdeten Standort weist auf die spezifische Anpassungsfähigkeit der Douglasie hin.

Stichworte: Douglasie, Herkunftsversuch, Frostresistenz.

Summary

With about 100 seed sources of douglas-fir three field experiments were established in NW-Germany in 1965. Height was measured at the age of 6 and 8 years. Winter and late spring frost damage was assessed in three successive years. The analyses indicate that in two regions (west of Cascades and New Mexico) provenances with superior height growth can be expected. But there was almost no provenance which satisfactorily combined good height growth and resistance against all kinds of frost damage. The better performance of some seed sources on lesser frost endangered sites indicates a specific adaptation ability of douglas-fir.

Literatur

CHING, K. K., and D. BEVER: Provenance Study of Douglas-fir in the Pacific Northwest Region. *Silvae Genetica* 9, 11–17 (1960). — DONG, P. H.: Anbau-Folgerungen aus den bisherigen Ergebnissen über Ausfälle bei verschiedenen Douglasien-Herkünften im Aufwuchsstadium. *AFZ* 28, 1056–1058 (1973). — HADDOCK, P. G., J. WALTERS, and A. KOZAK: Growth of Coastal and Interior Provenances of Douglas-Fir (*Pseudotsuga menziesii* (MIRB.) FRANCO) at Vancouver

and Haney in British Columbia. Univ. of British Columbia Faculty of For. Res. Paper 79 (1967) (zitiert nach CHING, 1973, Douglas-Fir Meeting). — HERMANN, R. K., and D. P. LAVENDER: Early Growth of Douglas-Fir from Various Altitudes and Aspects in Southern Oregon. *Silvae Genetica* 17, 143—151 (1968). — HERRMANN, S.: Preliminary results from Douglas-Fir Provenance Tests in the Emsland. Paper presented at the meeting of the Working Party on Douglas-Fir Provenances in Göttingen (1973). — KUNG, F. H., and J. W. WRIGHT: Parallel and Divergent Evolution in Rocky Mountain Trees. *Silvae Genetica* 21, 77—85 (1972). — ROWE, K. E., and

K. K. CHING: Provenance Study of Douglas-Fir in the Pacific Northwest Region. II. Field Performance at Age Nine. *Silvae Genetica* 22, 115—119 (1973). — SCHÖBER, R.: Ergebnisse von Douglasien-Provenienzversuchen in Deutschland. Paper presented at the meeting of the Working Party on Douglas-Fir Provenances in Göttingen (1973). — STEPHAN, B. R.: Über Anfälligkeit und Resistenz von Douglasien-Herkünften gegenüber *Rhabdocline pseudotsugae*. *Silvae Genetica* 22, 149—153 (1973). — WRIGHT, J. W., F. H. KUNG, R. A. READ, W. A. LEMMIEN, and J. N. BRIGHT: Genetic Variation in Rocky Mountain Douglas-Fir. *Silvae Genetica* 20, 54—60 (1971).

The IUFRO 1964/68 Provenance Test with Norway Spruce (*Picea abies* (L.) Karst.)

By PETER KRUTZSCH

Department of Forest Genetics
Royal College of Forestry
S 104 05 Stockholm 50
Sweden

(Received February 1974)

In the southern parts of Sweden *Picea abies* is the economically most important tree species. Since the last decades of the 19th century it was more or less commonly known, that in lower altitudes of these regions natural spruce is inferior to provenances of Central European origin. Trials in the beginning of this century made it clear that Norway Spruce is a typical provenance species, showing a great genetic variability in climatic adaptive traits and growth rate and consequently a great variability in economic value.

The first large attempt of investigation was the IUFRO international trial with Norway Spruce in 1938. Sweden participated very actively: All 36 provenances were planted in three well designed field experiments in South, Central, and North Sweden (LANGLET, 1953, 1960, 1963, 1964 a, 1964 b).

Results from this international series have been published in quite a number of reports mostly based on single experiments in the participating countries, but some attempts have also been made for overall evaluations of different experiments (EDWARDS & LINES 1970).

The practical results of the 1938 IUFRO experiment are important in most European countries with regard to choice of provenance or at least with regard to attention to the question of provenances. As for Sweden, the results have been of an almost revolutionary character. Seed imports from certain regions of Central Europe for use in Southern Sweden have become an institution — well guarded by rules of control of origin as well as by recommendations for the use of certain provenances for different regions within Sweden.

The 1938 IUFRO experiments, though enormously encouraging for the use of "provenances" in forest practice, have a couple of disadvantages: We all agree that the number of provenances tested is too small, and we all have some doubts whether these provenances may be taken for true representatives of whole regions.

In 1959, on the initiative of professor OLOF LANGLET, Royal College of Forestry, Stockholm, Sweden, an inventory

provenance test was started as a second step in provenance research on a promising species. The test was meant to be inventory, as the purpose was to test as many provenances as possible, regardless whether the seed sources were autochthonous or not, and regardless whether the seed stands were within or outside the borders of the natural distribution of Norway spruce.

An intensive period of seed collecting stretched over the following 4 years. It would be quite a task to compile a list of all the kind contributors to this Stockholm collection, which in 1962 had come to the number of 1012 seed samples and in 1964 to the number of 1615.

The seed sources of this collection are of very different kinds. First the seeds are collected in different years. Second, there are seed lots 1) from single tree collections; 2) from a number of single tree collections within a stand and 3) from mixed collections from 10 to 20 trees per stand; 4) from collections within single stands for practical purposes, and 5) from collections from a number of adjacent stands. Finally there are samples from commercial collections, where the origin is given by the name of the forest district and the elevation above sea level in figures "from — to" or "above" etc. We are well aware that this standard of seed collection is not the ideal form. The costs, however, for collections with all desirable restrictions would have been tremendous. The standard of collection for the different samples has been filed in 6 "seed classes" and can be taken into account in the evaluation of data.

An investigation on the variation within Norway Spruce was of course the general aim of this experiment. Do regions of specific types of Norway Spruce exist, and how great is the variation between and within these regions? For practical purposes, it was urgent to find the best regions or provenances for seed supply. The final goal is to test a great number of genotypes as different as possible in a great number of localities, and to select among them for further tree breeding.