

Forstliches Erbgut in Gefahr

Auf der Tagung der **Arbeitsgemeinschaft für Forstgenetik und Forstpflanzenzüchtung** vom 9.—11. 10. 1984 an der Universität Göttingen über Probleme der Waldschäden wurde nach gründlicher Diskussion folgende Resolution verabschiedet:

Unsere Waldbestände besitzen ein durch generationenlange Auslese der Natur und des Menschen geprägtes Erbgut. Seine vorhandene Vielfalt erlaubte es bisher den Baumarten, sich natürlichen wie auch durch den Menschen geschaffenen Umweltbedingungen anzupassen. Neuerdings haben jedoch folgenschwere Eingriffe des Menschen und die dadurch sich plötzlich und drastisch verschlechternden Lebensbedingungen einen Teil dieser genetischen Vielfalt vernichtet. Die zunehmende Schädigung verschiedener Baumarten läßt befürchten, daß jetzt das Erbgut auch solcher Populationen verarmt und schließlich unwiederbringlich verschwindet, welche in einem herkömmlichen Sinne als angepaßt gelten konnten. Der fortschreitende genetische Verlust in unseren Wäldern wiegt im Hinblick auf die in naher Zukunft erforderlichen Aufforstungen besonders schwer.

Nach der Waldschadenserhebung von 1984 haben die Waldschäden gegenüber dem Vorjahr weiterhin erschreckend zugenommen, so daß etwa die Hälfte des deutschen Waldes Schäden aufweist. Nach allen Prognosen der zuständigen Bundes- und Landesstellen würde die Belastung in der Bundesrepublik Deutschland auch dann erst nach Jahrzehnten deutlich absinken, wenn sich drastische Maßnahmen zur Einschränkung der Immissionen sofort verwirklichen ließen. Die derzeitige Waldschadensforschung beschränkt sich fast ausschließlich auf die Erhebung dieser Schäden sowie die wissenschaftliche Erforschung ihrer Ursachen.

Aus den Beiträgen der Tagungsteilnehmer wurde zwar die Unmöglichkeit deutlich, etwa solche Bäume zu züchten, welche gegen die Vielzahl der komplexen Schadimmissionen dauerhaft resistent sind; allerdings können Forstgenetik und Forstpflanzenzüchtung Maßnahmen zur Erhaltung des Ökosystems Wald liefern. Deshalb fordern wir:

1. Vorrangiges Ziel muß die sofort einsetzende Reduzierung der Schadstoffemissionen sein, damit sich das Ökosystem Wald überhaupt jemals wieder stabilisieren kann.
2. Ein Katalog von Notmaßnahmen muß die Voraussetzung dafür schaffen, Wald auch jetzt zu erhalten und seine genetische Variation in immissionsärmere Zeiten hinüberzuretten:

- a) Erfassung aller noch vitalen Bestände und Einzelbäume in Immissionsgebieten
- b) Erarbeitung eines Programmes zur Erfassung und Erhaltung genetischer Variation
- c) Intensive Förderung der Erforschung negativer Wirkungen von Immissionen auf das Erbgut der Waldbäume
- d) Unter Berücksichtigung der Waldschadenssituation Zulassung aller hierfür geeigneten Bestände zur Saatguternte
- e) Maßnahmen zur Erhaltung der derzeitigen genetischen Information in Populationen von Waldbäumen mit Hilfe von
 - Evakuierung von Populationen in weniger belastete Gebiete
 - Saatguteinlagerung
 - Errichtung von Genbanken
 - Weiterentwicklung aller Techniken der vegetativen Vermehrung
- f) Erweiterung des Baumartenspektrums unter dem Gesichtspunkt der Stabilisierung geschädigter Bestände (Nebenbaumarten, Neuzüchtungen, Exoten)

Zum Teil sind solche Maßnahmen Inhalt bereits laufender Programme bei den Mitgliedsinstitutionen der Arbeitsgemeinschaft. Ihre Vervollständigung, die für den Wald existentielle Bedeutung besitzt, ist nur mit schneller, erweiterter finanzieller und personeller Unterstützung möglich.

Die Arbeitsgemeinschaft für Forstgenetik und Forstpflanzenzüchtung umfaßt folgende Institutionen:

Institut für Forstgenetik und Forstpflanzenzüchtung der Bundesforschungsanstalt für Forst- und Holzwirtschaft, 2070 Großhansdorf-Schmalenbeck

Abteilung Forstpflanzenzüchtung der Niedersächsischen Forstlichen Versuchsanstalt, 3513 Staufenberg, OT Escherode

Institut für Forstpflanzenzüchtung der Hessischen Forstlichen Versuchsanstalt, 3510 Hann. Münden

Abteilung für Forstgenetik und Forstpflanzenzüchtung, Universität Göttingen, 3400 Göttingen

Abteilung Botanik und Standortkunde der Baden-Württembergischen Forstlichen Versuchs- und Forschungsanstalt, 7000 Stuttgart 31

Lehrstuhl für Forstpflanzenzüchtung und Immissionsforschung, Universität München, 8000 München 40

Bayerische Landesanstalt für Forstliche Saat- und Pflanzenzucht, 8221 Teisendorf

Institut für Forstpflanzenzüchtung und Genetik der Forstlichen Bundesversuchsanstalt, A-1131 Wien-Schönbrunn

Eidgenössische Anstalt für das forstliche Versuchswesen, Abt. Forsttechnik und Raumplanung, CH-8903 Birmensdorf-Zürich

Ergebnisse eines Provenienzversuches mit tschechoslowakischen und polnischen Herkünften der Weißtanne (*Abies alba* Mill.)

Von ŠT. KORPEL und L. PAULE*)

Forstliche Fakultät der Hochschule für Forstwirtschaft und Holztechnologie, Zvolen, Tschechoslowakei

Eingegangen 29. April 1983

Zusammenfassung

Es werden Ergebnisse eines Provenienzversuches mit Weißtanne (*Abies alba* MILL.) mit insgesamt 27 Provenienzen vorgestellt. 16 Provenienzen stammen aus den Karpa-

ten und 6 aus dem herzynischen Raum der Tschechoslowakei; weitere 5 kommen aus Polen. Mit diesen Provenienzen wurden in der Mittelslowakei zwei Versuchsflächen in 760 m bzw. 890 m Höhe begründet. Versuch A wurde auf einer freien Fläche gepflanzt, während Versuch B unter Lärchenschirm begründet wurde.

*) ANSCHRIFT: DR. LADISLAV PAULE, Forstl. Fakultät der Hochschule für Forstwirtschaft und Holztechnologie, CS-960 53 Zvolen

Im Alter von 10 und 15 Jahren wurde das Höhenwachstum erhoben. Anfangs wuchsen die slowakischen Provenienzen am besten, im Alter von 15 Jahren sind es dann die aus der ostpolnischen Ebene stammenden Herkünfte Rogów, Tomaszów Lubelski und Zagodzkoń. Die besten slowakischen Provenienzen stammen aus dem nordöstlichen Teil der Slowakei (Zborov und Ulič) und aus dem östlichen Teil des slowakischen Erzgebirges (Košice). Im allgemeinen wurden Herkünfte aus dem herzynischen Gebiet durch Karpaten-Herkünfte im Wachstum überholt. In den ersten Jahren nach der Pflanzung wuchsen die Herkünfte auf der freien Fläche langsamer als unter dem Lärchenschirm. Zwischen dem Alter 10 und 15 Jahre wurde jedoch der Lärchenschirm so dicht, daß das Wachstum der Tannen später stark zurückging. Innerhalb von Provenienzen scheint die Variation viel größer zu sein als bei anderen Koniferenarten.

Schlagwörter: *Abies alba* MILL., Provenienzversuche, Höhenwachstum.

Summary

Results of a provenance experiment with 27 seed sources from Silver fir (*Abies alba* MILL.) are presented. 16 provenances are from the Carpathic and 6 from the Hercynic region of Czechoslovakia. Five seed lots are of Polish origin. Two field trials were established in Central Slovakia in altitudes of 760 m and 890 m respectively. In trial A the firs were planted in the open, where trial B was established under the shelter of Larch.

Total height was registered and evaluated at the age of 10 and 15. At the beginning the Slovak provenances were the best, but at the age of 15 the provenances Rogów, Tomaszów and Zagodzkoń from East Poland were ranging first. From the Slovak provenances showed the best growth those from NE Slovakia (Zborov and Ulič) and from the eastern part of the Slovak Ore Mountains (Košice). In general provenances from the Hercynic region remained in growth behind the Carpathic ones.

In the years after planting growth was slower in the open field than under the Larch shelter. Between the age of 10 and 15 years, growth in trial B diminished because the shelter had become too dense. Variation within provenances seems to be greater than in other conifers.

Key words: *Abies alba* MILL. provenance experiments, height growth.

Einleitung und Problematik

Die Weißtanne (*Abies alba* MILL.) gilt bis heute als die produktionsfähigste Baumart der mitteleuropäischen Gebirgswälder. Gleichzeitig stellt sie ein kaum zu ersetzendes, das Ökosystem stabilisierendes Element dar (KORPEL und VINŠ, 1965; MAYER 1979). Die Fähigkeit der Tanne, differenzierte Bestandesstrukturen zu bilden und zu erhalten, gewinnt mit steigenden Anforderungen an die Funktionen der europäischen Gebirgswälder an Bedeutung. In Europa ist in den letzten zwei bis drei Jahrzehnten ein starker Rückgang der Weißtanne zu verzeichnen. Die genauen Ursachen sind bis heute unbekannt. KORPEL *et al.* (1982) stellen hierzu verschiedene Hypothesen auf.

Die Frage der unterschiedlichen Eignung verschiedener Provenienzen wurde bisher wenig diskutiert, wohl vor allem deshalb, weil die Weißtanne vornehmlich natürlich verjüngt wird. Bei künstlicher Begründung wird im allgemeinen Saatgut der lokalen Provenienz verwendet. Das in seinem Ausmaß zunehmende Weißtannensterben hat in den letzten Jahrzehnten in mehreren Ländern Europas zu nationalen und internationalen Sammelaktionen von Tannensaatgut und zur Anlage von Provenienzversuchen geführt.

Der erste Provenienzversuch mit Weißtanne wurde in der Schweiz mit Schweizer Herkünften aus 850—1300 m Seehöhe angelegt. Hervorzuheben ist hierbei, daß Saatgut sowohl von jungen und alten als auch von herrschenden und unterdrückten Mutterbäumen verwendet wurde. Der Versuchsumfang war allerdings verhältnismäßig klein und die Variation innerhalb der Nachkommen einzelner Mutterbäume so hoch, daß keine Schlußfolgerungen bezüglich der Abhängigkeit bestimmter Merkmale von der Seehöhe des Ausgangsbestandes gezogen werden konnten. Dies führte zu der nicht gerechtfertigten Verallgemeinerung, daß die Weißtanne keine geographischen Rassen ausbilde, und hatte auch bei der künstlichen Begründung zur Folge, daß der Provenienzfrage keine Beachtung geschenkt wurde. Die Erfahrungen mit späteren, methodisch besser angelegten Provenienzversuchen zeigten allerdings, daß sich bei größerem Versuchsumfang wahrscheinlich signifikante Provenienzunterschiede ergeben hätten (VINŠ, 1966).

Die nächstältesten Provenienzversuche wurden in Italien bzw. parallel hierzu in Frankreich (PAVARI, 1951) sowie in Dänemark (LØFTING, 1955) angelegt. Sie erlauben einen besseren Einblick in das geographische Variationsmuster der Weißtanne. Im italienischen Versuch ergaben sich für die Merkmale Mortalität, Frost- und Dürre-resistenz, Höhen- und Durchmesserwachstum statistisch gesicherte Unterschiede zwischen den einzelnen Provenienzen. Die Provenienzen aus dem Süd-Apennin weisen größere Dürre-resistenz auf, sind jedoch weniger widerstandsfähig als die kontinentalen Alpenprovenienzen gegen tiefe Wintertemperaturen sowie gegen Spät- und Frühfröste. Morphologische Unterschiede zwischen den einzelnen Provenienzen waren statistisch nicht signifikant. Auch im französischen Parallelversuch wurden diese Provenienzen stark durch Frost geschädigt (LINES, 1960).

Von den in Dänemark in den Jahren 1936 und 1938 angelegten Versuchen mit 18 verschiedenen Provenienzen sind nur zwei Versuchsflächen — Bregentved und Frijsenborg — in einem Zustand erhalten geblieben, der bis heute eine Untersuchung des Wachstums und der Produktionsfähigkeit erlaubt. Das beste Wachstum, Feinästigkeit, Vollholzigkeit und Resistenz gegen Lausbefall zeigte die Provenienz Lăpus (Rumänien). Die niedrigste Höhe, das geringste Volumen und die schlechteste Qualität wurden bei den französischen Provenienzen verzeichnet (LARSEN, 1980).

Ein weiterer französischer Provenienzversuch wurde im Jahre 1963 mit 19 französischen und zwei rumänischen Herkünften angelegt. Auch hier wuchsen die beiden rumänischen Provenienzen (Prahova und Lăpus) überdurchschnittlich gut (ARBEZ, 1969). Das beste Wachstum zeigte jedoch eine Absaat aus einem nichtautochthonen französischen Bestand, die aber vermutlich als Provenienzhybrid anzusehen ist. Das beste Wachstum und verhältnismäßig gute Resistenz konnte für die Herkunft Lăpus auch auf drei Versuchsflächen in Niedersachsen mit 12 Provenienzen verzeichnet werden (KRAMER, 1979, 1980). Gutes Höhenwachstum zeigten auch die slowakischen Provenienzen. In einem englischen Versuch mit 26 Provenienzen auf vier Orten lagen die Herkunft aus Kalabrien sowie diejenigen aus Polen und der Slowakei in der Spitzengruppe (LINES, 1979).

Ähnliche Ergebnisse erbrachte auch der österreichische Versuch mit 19 Provenienzen, wo die Herkünfte Catanzaro (Kalabrien), Nawojowa (Polen) und Stará Voda (Slowakei) an der Spitze lagen. Dieser Versuch wurde insbesondere zum Studium der physiologischen Variabilität der Tanne

sowie der Geschichte ihrer Einwanderung benutzt (KRAL, 1980; MAYER *et al.* 1982).

Über den ersten Versuch in der Tschechoslowakei, für den tschechische und mährische Provenienzen verwendet wurden berichtet VINŠ (1966). Hierin zeigten sich die mährischen Provenienzen gegenüber den tschechischen als überlegen. Über weitere Ergebnisse aus der Tschechoslowakei, wo es z. Z. 10 Versuchsflächen gibt, berichten LAFFÉRS, 1978; KORPEL und PAULE, 1981. Hierin zeigte sich erneut die physiologische Variabilität der Tanne, wenn sie auch im Vergleich zu anderen Nadelbaumarten geringer ist. Der Versuch bestätigte im Hinblick auf das Wachstum die Überlegenheit der ostslowakischen Provenienzen. Die absolut höchsten Werte erreichten jedoch nicht immer die lokalen Provenienzen (LAFFÉRS, 1979; KORPEL und PAULE, 1981). Die Hypothese, daß die lokale Provenienz den jeweils örtlich herrschenden Umweltbedingungen am besten angepaßt sei, wird durch die vorliegenden Ergebnisse jedoch nicht erhärtet.

Die Ergebnisse aus den oben erwähnten Tannenversuchen widersprechen somit denen von ENGLER und weisen auf eine hohe Variabilität der Tanne hin. Sie sind jedoch methodisch nicht geeignet und auch nicht umfangreich genug, um alle wichtigen, mit dem Tannensterben zusammenhängenden Fragen zu lösen.

Material und Methoden

Im Frühjahr 1970 wurden im Lehrforstbetrieb der Hochschule für Forstwirtschaft und Holztechnologie, Zvolen

(Lage siehe Nr. 14 in *Abbildung 1*) zwei Versuchsflächen mit Weißtanne begründet. Für den Versuch fanden insgesamt 27 Provenienzen Verwendung, von denen 16 aus dem Karpatengebiet, 5 aus dem herzynischen Raum und 6 aus Polen stammen. Weitere Angaben zu den Provenienzen und den Versuchsflächen sind in *Tabelle 1* aufgelistet.

Das Saatgut stammt aus der Ernte 1964 und wurde im Frühjahr 1965 ausgesät. Zur Begründung der Versuchsflächen wurden somit 5jährige, einmal verschulte Pflanzen (2 + 3) verwendet. Für den Versuch A wurden alle 27 Provenienzen verwendet. Er wurde auf einer ehemaligen nach Südost geneigten Wiese in 760 m Seehöhe angelegt. Der Waldtyp ist ein Fagetum pauper. Vor Begründung des Versuches wurde Lärche gepflanzt, die als Schirmholzart dienen sollte. In den ersten Jahren erfüllte sie diese Funktion wegen ihrer geringen Höhe jedoch nicht. Der Versuch wurde als vollständiger, randomisierter Blockversuch mit drei Wiederholungen und 35 Pflanzen je Parzelle (5 × 7 Bäume) im Verband von 2 × 2 m begründet. Infolge des schnelleren Wachstums der Lärchen war es notwendig, ihre Anzahl im Winter 1977/78 auf die Hälfte zu reduzieren und im Winter 1980/81 alle Individuen herauszunehmen.

Der Versuch B wurde in einer Seehöhe von 890 m im Waldtyp Abieto-Fagetum mit 100 Pflanzen pro Parzelle ohne Wiederholungen angelegt. Die Pflanzung erfolgte unter einem Lärchenvorwald, der zum Zeitpunkt der Versuchsbegründung bereits 12 Jahre alt war. Für diesen Versuch wurden nur 22 Provenienzen verwendet.

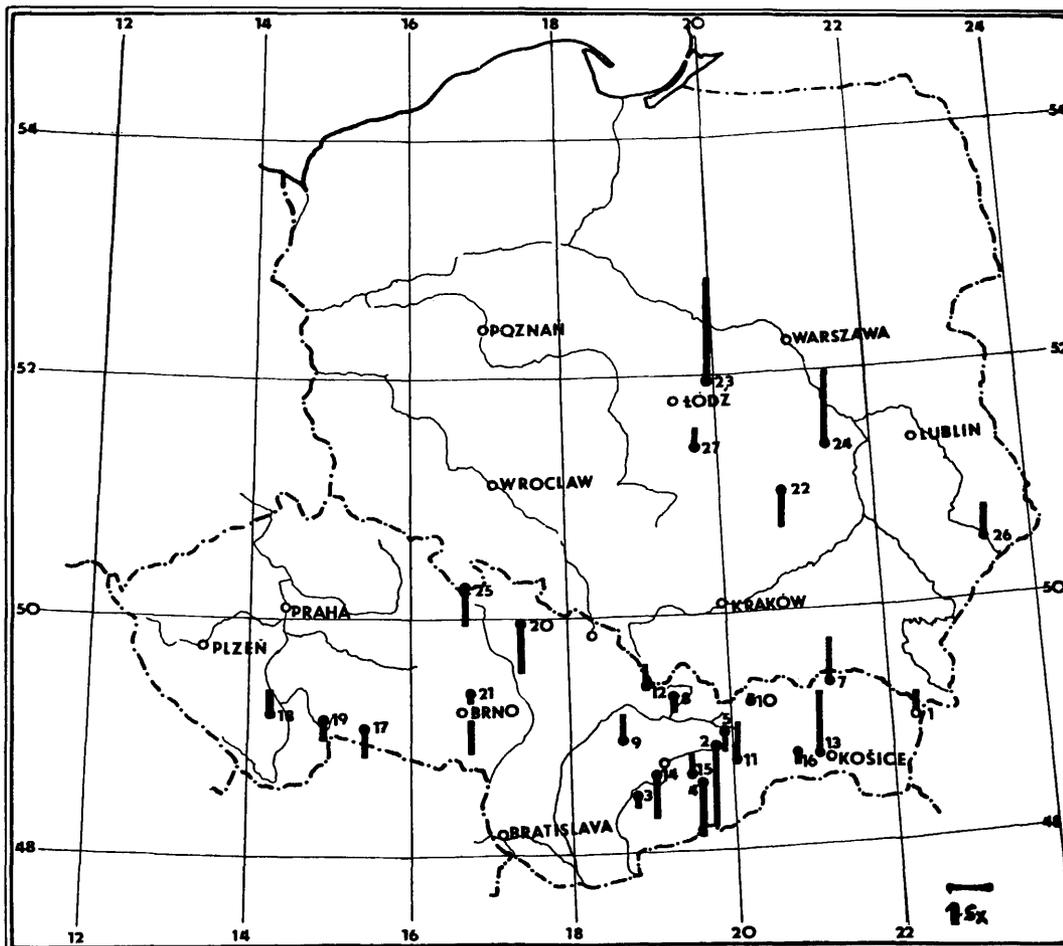


Abb. 1. — Verteilung der einzelnen Provenienzen der Weißtanne mit standardisierten Abweichungen der Mittelhöhen im Alter von 15 Jahren im Versuch A.

Tab. 1. — Geographischen Angaben, Saatgutcharakteristiken, Überlebensprozentwerte und Mittelhöhen der Tannenprovenienzen im Alter von 10 bzw. 15 Jahren.

Provenienz	See- höhe	Geogr. Lage	Langlet	Wiersma	Keimfä- higkeit	Tausend- korn- gewicht	Überlebensprozentwert				Mittelhöhe im Alter 10 J				Mittelhöhe im Alter 15 J				
							Versuch A		Versuch B		Versuch A		Versuch B		Versuch A		Versuch B		
							10 J	15 J	10 J	15 J	cm	%	cm	%	cm	%	cm	%	
1 Ulič	900	49°04'	22°32'	177.0	58.1	46.5	54.9	70	67	79	77	51.5	114	55.4	112	143.2	104	86.9	101
2 Beňuš	700	48°52'	19°47'	189.3	55.9	48.3	50.0	73	67	89	83	48.2	107	51.2	104	117.1	85	98.9	116
3 Banská Štiavnica	550	48°30'	18°45'	199.7	54.0	45.0	47.4	65	56	71	70	42.5	94	51.7	105	135.9	99	97.0	114
4 Kriváň	720	48°33'	19°37'	198.9	55.8	27.8	55.0	69	63	89	89	47.5	105	48.7	99	123.6	90	79.4	93
5 Čierny Váh	950	48°58'	19°58'	174.8	58.5	19.3	42.5	73	66	90	82	44.5	99	52.6	107	133.3	97	87.5	103
6 Hnúšťa	800	48°34'	19°51'	185.4	56.5	22.5	52.0	65	60	93	90	48.1	107	47.9	97	135.5	98	74.5	87
7 Zborov	480	49°15'	21°20'	199.4	54.1	25.5	40.6	57	56	76	71	43.2	96	57.9	117	150.1	109	96.7	114
8 Oravský Podzámok	750	49°14'	19°15'	184.4	56.7	34.3	50.7	65	62	71	67	49.1	109	49.8	101	134.4	98	86.6	101
9 Nitrianske Rudno	570	48°50'	18°27'	196.7	54.5	48.3	60.3	75	66	88	85	45.2	100	50.6	103	144.6	105	94.1	111
10 Tatras Nationalpark	930	49°10'	20°22'	174.8	58.5	43.0	44.0	78	72	-	-	48.5	107	-	-	135.5	98	-	-
11 Muráň	950	48°46'	20°04'	175.9	58.3	44.8	50.0	69	71	60	59	48.7	108	49.0	99	145.8	106	82.2	97
12 Čadca	700	49°30'	18°54'	185.7	56.5	31.5	57.1	84	81	83	81	46.4	103	53.5	108	142.5	103	88.0	103
13 Košice	680	48°47'	21°05'	190.9	55.6	31.5	57.1	80	75	94	88	45.9	102	58.3	118	155.3	113	97.1	114
14 Zvolen	880	48°40'	19°06'	180.3	57.5	59.5	64.0	58	49	87	82	39.5	88	50.5	102	126.1	92	87.7	103
15 Viglaš	1100	48°39'	19°28'	168.2	59.7	43.8	52.4	69	63	94	92	44.5	99	46.3	94	142.8	104	78.4	92
16 Stará Voda	570	48°47'	20°33'	197.0	54.5	46.3	63.0	72	70	87	71	45.1	100	46.6	95	135.5	98	73.4	86
17 Český Rudolec	550	49°06'	15°17'	196.3	54.6	42.3	63.0	69	62	90	86	45.0	100	46.0	93	131.1	95	93.6	110
18 Písek u Čížové	550	49°22'	14°10'	194.8	54.9	82.0	47.7	70	61	91	90	47.7	106	49.6	101	142.3	103	89.1	105
19 Kamenice nad Lipou	660	49°14'	14°57'	189.4	55.8	30.2	47.0	73	65	91	87	42.7	95	43.2	88	133.2	97	71.8	84
20 Janovice	780	49°55'	17°18'	179.0	57.7	76.5	38.4	76	71	91	86	44.0	97	41.2	84	124.8	91	66.5	78
21 Drnovice	360	49°16'	16°48'	205.9	52.9	80.8	58.0	76	60	90	83	40.0	89	44.3	90	121.4	88	84.7	99
22 Światokrzyski Park Nar.	320	50°55'	20°50'	198.7	54.1	56.0	54.1	67	57	69	65	39.1	87	50.4	102	128.9	94	83.8	98
23 Rogów	190	51°55'	19°50'	200.5	53.8	42.0	57.8	68	57	-	-	46.8	104	-	-	166.6	121	-	-
24 Zagodzkoń	140	51°30'	21°30'	205.3	52.9	43.7	45.0	67	58	-	-	51.0	113	-	-	157.1	114	-	-
25 Bystrzyca Kłodzka	590	50°15'	16°40'	187.6	56.2	42.0	50.0	69	68	71	68	42.2	94	38.9	79	127.8	93	77.8	91
26 Tomaszów Lubelski	350	51°30'	23°20'	193.7	55.0	53.0	57.5	68	65	-	-	46.1	102	-	-	145.7	106	-	-
27 Nagorzycze	195	51°30'	19°45'	202.2	53.5	46.3	51.1	61	37	-	-	43.3	96	-	-	142.7	104	-	-
A Zvolen	760	48°40'	19°07'	187.0	56.0														
B Zvolen	890	48°40'	19°06'	179.8	57.5														
Gesamtmittel						45.1	51.1	70	63	84	80	45.1	100	49.3	100	137.9	100	85.2	100
Variationskoeffizient						34.6	13.1	8,8	13,5	11,7	12,0	7,1		9,7		8,4		10,4	

Erhebungen wurden auf den Versuchsflächen im Frühjahr 1975 sowie im Herbst 1979, d.h. im Pflanzenalter von 10 bzw. 15 Jahren durchgeführt. Hierbei wurden das Höhenwachstum, der Längenzuwachs eines Astes und die Zahl der Äste in den drei zuletzt gebildeten Quirlen erhoben. Zur statistischen Auswertung wurden Varianzanalysen nach der Art einer Zweivegeklassifikation mit ungleicher Besetzung der Unterklassen (= Wiederholungen) durchgeführt. Varianzkomponenten wurden nach der Methode I von HENDERSON (HARVEY, 1975) geschätzt. Zur Quantifizierung der Abhängigkeit des Höhenwachstums und der Überlebensprozentwerte von ökologischen Variablen (geographische Länge und Breite, Länge der Vegetationsperiode in Tagen nach LANGLET (1936) und modifizierte geographische Breite nach WIERSMA (1963) wurden Korrelationskoeffizienten geschätzt. Alle Berechnungen sind mit dem Tesla 270 Rechner der Hochschule für Forstwirtschaft und Holztechnologie in Zvolen durchgeführt worden.

Ergebnisse

Mortalität

Auf den beiden Versuchsflächen zeigten die einzelnen Provenienzen unterschiedliche Mortalität. Im Versuch A, wo die Schirmwirkung der Lärchen kaum zur Geltung kam, schwankte der Überlebensprozentwert fünf Jahre nach der Pflanzung zwischen 58% (lokale Provenienz Zvolen) bzw. 57% (Zborov) und 84% (Čadca). Faßt man die Provenienzen nach Gebieten zusammen, so zeigt sich, daß von den Karpaten-Herkünften 70%, von den herzynischen 73% und von den polnischen Herkünften 65% der Pflanzen überlebt haben. Im Alter von 15 Jahren schwankt der Überlebensprozentwert zwischen 37% (Nagorzycze) und 81%

(Čadca). Die Variationsbreite beträgt nun bereits mehr als 40%. Selbst wenn man die hohe Mortalität der polnischen Provenienz Nagorzycze unberücksichtigt läßt, liegt sie noch bei über 30%. Die lokale Provenienz Zvolen liegt mit nur 49% überlebenden Pflanzen an vorletzter Stelle. Bei einem Vergleich von Karpaten- und herzynischen Provenienzen sind keine signifikanten Unterschiede festzustellen (65% bzw. 64%). Bei den polnischen Provenienzen ist die Mortalität zwischen den beiden Aufnahmejahren um 9% gestiegen.

Der Lärchenschirm auf der Versuchsfläche B bot der schattenbedürftigen Tanne offensichtlich viel bessere ökologische Bedingungen. Im Alter von 10 Jahren ist die Mortalität hier um 14% und im Alter von 15 Jahren um 17% geringer als auf der Versuchsfläche A. Im Alter von 10 Jahren betragen bei den slowakischen bzw. herzynischen Provenienzen die Überlebensprozentwerte durchschnittlich 83% bzw. 91%.

Höhenwachstum

Die mittlere Höhe des Versuches A stieg von 26 cm im Alter von 7 Jahren über 45 cm im Alter von 10 Jahren auf 138 cm im Alter von 15 Jahren an. Im Alter von 10 Jahren beträgt das kleinste Provenienzmittel 39.1 cm und das größte 51.5 cm, das sind 87% bzw. 114% des Gesamtmittels. In diesem Alter zeigen die Provenienzen Ulič, Zagodzkoń, Oravský Podzámok und Muráň das beste Wachstum; ihre Mittelwerte liegen höher als das Gesamtmittel plus der einfachen Standardabweichung. Die Provenienzen Zvolen, Drnovice und Bystrzyca Kłodzka wiesen kleinere Mittelhöhen als $\bar{x} - s_x$ auf.

Im Alter von 15 Jahren liegen die einzelnen Provenienzmittelwerte in einem Bereich zwischen 85% und 121% des Gesamtmittels. Das beste Wachstum zeigen die ostslowakischen Provenienzen und diejenigen aus dem nordöstlichen Teil des natürlichen Tannenareals in Polen (Rogów, Zagodź, Košice und Zborov). Im Wachstum zurück bleiben die Provenienzen Beňuš, Kriváň, Drnovice, Janovice und Zvolen.

Auf der Versuchsfläche B, unter dem Lärchenschirm, betrug die mittleren Höhen im Alter von 7, 10 und 15 Jahren 28, 49 und 85 cm. Im Alter von 10 Jahren liegen die einzelnen Provenienzmittelwerte relativ zum Gesamtmittel zwischen 79 und 118%. Durch gutes Wachstum zeichneten sich die Provenienzen Ulič, Zborov und Košice aus. Die mährischen Provenienzen Kamenica nad Lipou, Janovice und Drnovice und die polnische Provenienz Bystrzyca Klodzka zeigten geringes Höhenwachstum.

Im Alter von 15 Jahren bieten die Lärchen bereits einen guten Kronenschluß, weshalb das Gesamtmittel dieses Versuches bereits 40% unter dem des Versuches A liegt, während es im Alter von 10 Jahren noch 10% höher gewesen ist. Schnellwachsende Provenienzen sind Beňuš, Banská Štiavnica, Košice, Zborov und Nitrianske Rudno, und langsam wachsende Hnúšťa, Stará Voda, Kamenica nad Lipou und Janovice. Interessant ist die unterschiedliche Reaktion einiger Provenienzen auf Überschirmung. Die Provenienz Beňuš z. B. nimmt im Alter von 15 Jahren auf der überschrmtten Fläche den 1. Rang ein, während sie auf der Freifläche an letzter Stelle steht. Auf den einzelnen Versuchsflächen gab es zwischen den Jahren 1971 und 1974 bzw. zwischen 1974 und 1979 nach dem geschätzten Rangkorrelationskoeffizienten nach Spearman keine statistisch signifikanten Rangverschiebungen. Zwischen den beiden Versuchen gab es anfangs statistisch gesicherte Rangunterschiede, die mit zunehmendem Alter aber wieder verschwanden.

Die Varianzanalysen ergaben für alle Jahre statistisch signifikante Unterschiede zwischen den verwendeten Provenienzen. Die mit Einzelwerten durchgeführte Varianzkomponentenschätzung ergab, daß weniger als 3% der Gesamtvariation durch Provenienzunterschiede und 3–5% durch Wechselwirkungen zwischen Herkunft und Blöcken erklärt werden kann; der relative Anteil für den Rest beträgt mehr als 90%. Dies deutet darauf hin, daß der größte Teil der Variation durch Unterschiede zwischen Bäumen innerhalb von Provenienzen zurückzuführen ist.

Die entsprechenden Variationskoeffizienten lagen im Versuch A für die einzelnen Provenienzen zwischen 28 und 37% für das Alter 10 Jahre und zwischen 30 und 45% für das Alter von 15 Jahren. Unter dem Lärchenschirm betrug die Variationskoeffizienten 23 bis 36% bzw. 30 bis 70% für das Alter 10 bzw. 15 Jahre.

Bei Durchführung der Varianzanalyse über beide Versuchsorte ergeben sich sowohl für das Alter 10 als auch 15 Jahre für die Merkmale Höhenwachstum und Überlebensprozent keine statistisch signifikanten Unterschiede zwischen Provenienzen. Hochsignifikant von Null verschieden sind dagegen für beide Merkmale und für beide Aufnahmejahre die Effekte der Versuchsorte. Die relative Varianzkomponente, die Unterschiede zwischen Provenienzen erklärt, sank von 18% im Alter 10 auf 1.7% im Alter 15, während diejenige, die Unterschiede zwischen den Orten erklärt, von 33 auf 93% anstieg.

Die Merkmalsvariation scheint einen West-Ost-Gradienten aufzuweisen, dieser konnte aber statistisch nicht abge-

Tab. 2. — Korrelationskoeffizienten zwischen den Überlebensprozentwerten, bzw. Mittelhöhen und ökologischen Variablen (geographische Lage, Länge der Vegetationsperiode) der Tannenprovenienzen.

Variable	Versuch A				Versuch B			
	Überlebensprozent		Höhe		Überlebensprozent		Höhe	
	10 J.	15 J.	10 J.	15 J.	10 J.	15 J.	10 J.	15 J.
Geogr. Breite (x_1)	0.109	0.069	-0.382	-0.210	-0.326	-0.328	-0.294	-0.221
Geogr. Länge (x_2)	-0.166	0.071	0.243	0.298	-0.271	-0.340	0.640**	0.179
Langlet (x_3)	-0.032	-0.262	-0.333	-0.172	-0.022	-0.078	0.045	0.313
Wiersma (x_4)	0.028	0.272	0.392	-0.119	0.034	0.109	-0.043	-0.347

* = $P < 0.05$ level of significance.

sichert werden. Die Tabelle 2 faßt die geschätzten Korrelationskoeffizienten zwischen den erhobenen Merkmalen und den ökologischen Variablen zusammen. Nur einmal ergab sich ein statistisch signifikanter Schätzwert zwischen der geographischen Länge und der Höhe.

Die durchgeführten multiplen Regressionsanalysen ergaben nur im Versuch B signifikante multiple Korrelationen. Die Regression von Überlebensprozentwerten und Höhen im Alter von 10 Jahren auf die geographische Breite und Länge ergab $R^2 = 0.529$ bzw. $R^2 = 0.672$. Wird zusätzlich noch die modifizierte geographische Breite nach Wiersma verwendet, so erhöht sich R^2 auf 0.701.

Lateralzuwachs und Anzahl von Seitentrieben

Zur Spezifizierung der Kronenform einzelner Tannenprovenienzen dienten die Merkmale der Seitentriebe und das Wachstum der Äste. Das Wachstum der Äste wurde am 3. Quirl für zwei Perioden und zwar von 1972 bis 1974 und von 1977 bis 1979 erhoben. Im Alter von 10 Jahren wiesen die Pflanzen im Mittel auf der überschrmtten Fläche eine um etwa 10% größere Kronenbreite auf (Mittelwerte 28.4 cm bzw. 25.9 cm, Variationskoeffizienten 8.9% bzw. 11.7%). Auf der Freifläche zeigten insbesondere die Provenienzen Ulič, Nitrianske Rudno, Stará Voda und Bystrzyca Klodzka breite Kronen, während auf der überschrmtten Versuchsfläche hierzu die Provenienzen Ulič, Zborov, Čadca und Beňuš zu zählen sind.

Im Alter von 15 Jahren dagegen wurde eine starke Verminderung des Lateralzuwachses unter dem Lärchenschirm festgestellt. Der Zuwachs betrug nur 26.8 cm gegenüber 43.5 cm auf der freien Fläche. Breite Kronen waren jetzt vor allem bei den Provenienzen Ulič, Rogów, Zagodź und Tomaszów Lubelski zu verzeichnen. Ein Vergleich des Lateralzuwachses mit der Gesamthöhe zeigt allerdings, daß trotz unterschiedlicher ökologischer Bedingungen und unterschiedlicher Absolutwerte die Proportionen gleich bleiben. Im Alter von 10 Jahren betrug auf den beiden Flächen der Lateralzuwachs 57.9 cm bzw. 57.5% der Gesamthöhe. Im Alter von 15 Jahren waren es auf beiden Flächen 31.5%.

Hinsichtlich der Bildung von Seitentrieben ist auf der Freifläche eine um 8 bis 36% höhere Anzahl der Seitentriebe in den einzelnen Jahrgängen zwischen 2,7 und 3,5, während sie im Versuch B zwischen 2.4 und 2.9 lag. Hier ist die höhere Anzahl wahrscheinlich durch bessere klimatische Bedingungen während der Zeit der Knospenbildung bedingt worden.

Diskussion

Obwohl der Weißtanne in der Vergangenheit im Rahmen der Provenienzforschung wenig Aufmerksamkeit geschenkt worden ist, können wir heute sagen, daß sich auch diese Baumart aus zahlreichen geographischen Rassen zusammensetzt. Besonderes Interesse verdienen vor allem

diejenigen Provenienzversuche, in denen die gleichen oder benachbarte Provenienzen verwendet wurden. KRAMER (1979, 1980) erhielt in seinen, in Niedersachsen angelegten Provenienzversuchen ähnliche Ergebnisse, wie sie hier besprochen wurden. Durch gutes Wachstum zeichneten sich die Herkünfte Stará Voda und Bardejov aus. Die Provenienz Bardejov ist mit der hier verwendeten Provenienz Zborov vergleichbar. Diesen Trend zeigen auch die englischen Versuche, in denen neben kalabrischen Provenienzen diejenigen aus dem östlichen Teil des Slowakischen Erzgebirges (Stará Voda) an der Spitze stehen (LINES, 1979). Zu ähnlichen Schlußfolgerungen kommen auch MAYER *et al.* (1982) aufgrund der Ergebnisse des österreichischen Versuchs.

Alle erwähnten Versuche haben den Nachteil, daß sie nur vergleichsweise wenige Provenienzen enthalten. Dies erlaubt es nicht, von einem West-Ost-Klin hinsichtlich des Höhenwachstums zu sprechen. Es scheint aber wahrscheinlich, daß die Provenienzen mit dem besten Wachstum aus dem östlichen bzw. nordöstlichen Teil des Verbreitungsgebietes (Ostpolen, Ostslowakei) stammen. Andererseits sind auch die trockenresistenten Provenienzen aus Kalabrien und die Herkunft aus dem Lăpus-Gebirge besonders hervorzuheben.

In der Slowakei sind in der Vergangenheit die ersten Provenienzversuche erst in den 60er Jahren angelegt worden (LAFFÈRS 1978, KORPEL and PAULE 1981). In diesen Versuchen konnte das Wachstum und die Phänologie von osteuropäischen Provenienzen, insbesondere solchen aus dem Karpatengebiet, nicht studiert werden. Die neueren Versuche sollten eine bessere Grundlage für das Studium des geographischen Variationsmusters der Tanne geben. Die hohe Vitalität der Tanne in ihren natürlichen Beständen in der nordöstlichen Slowakei (Bardejov - Zborov, Ulič) und im östlichen Teil des slowakischen Erzgebirges (Košice, Stará Voda und Muráň) ist nicht nur in den hier beschriebenen, sondern auch in den von LAFFÈRS begründeten Versuchen zu beobachten. Zu den besten Provenienzen gehören ferner solche aus der Kleinen Fatra und dem östlichen Teil der Niederen Tatra (Poprad und Beňuš).

Abschließend ist anzumerken, daß außer der hier beschriebenen, Variation diese auch in anderen Untersuchungen festgestellt worden ist, wie z. B. in der Phänologie (KOČIOVA 1976) oder dem Chlorophyllgehalt und dessen

Reaktion auf veränderte ökologische Bedingungen (PAULE 1976). Im allgemeinen dürften die Übergänge zwischen benachbarten Provenienzen graduell sein (MAYER *et al.* 1982).

Literatur

- ARBEZ, M.: Étude comparative en pépinière de quelques provenances françaises de Sapin pectiné (*Abies alba* MILL.). Ann. Sci. Forest. 26: 475—509 (1969). — ENGLER, A.: Einfluß der Provenienz des Samens auf die Eigenschaften der forstlichen Gewächse. Mitt. Schweiz. Anst. forstl. Versuchswes. 8: 81—235 (1905). — HARVEY, W. R.: Least squares analysis of data with unequal subclass numbers. Agricultural Research Service, ARS-H-4: 1—157 (1975). — KOČIOVÁ, M.: Prvé poznatky z premenlivosti rastu potomstiev populácií jedle bielej (*Abies alba* MILL.). Les. Čas. 22 (4): 345—351 (1976). — KORPEL, S. und PAULE, L.: Provenienčné výskumné plochy lesných drevín. Etapa: jedlá biela. VŠLD, Zvolen (Forschungsbericht), 51 S. (1981). — KORPEL, S., PAULE, L. und LAFFÈRS, A.: Genetics and Breeding of Silver Fir (*Abies alba* MILL.). Annales Forestales (Zagreb) 9 (5): 151—184 (1982). — KORPEL, S. und VINŠ, B.: Pestovanie jedle. SVPL, Bratislava, 340 S. (1965). — KRAL, F.: Waldgeschichtliche Grundlagen für die Ausscheidung von Ökotypen bei *Abies alba*. In: 3. Tannensymposium, Wien, 158—168 (1980). — KRAMER, W.: Zur Herkunftsfrage der Weißtanne (*Abies alba* MILL.). Forstarchiv 50 (7—8): 153—160 (1979). — KRAMER, W.: Osteuropäische Herkünfte der Weißtanne (*Abies alba* MILL.). Forstarchiv 51 (9): 165—169 (1980). — LAFFÈRS, A.: Hodnotenie výškového rastu slovenských proveniencií jedle v 10. roku na provenienčnej ploche a v archíve proveniencií. Folia dendrologica 4: 109—147 (1978). — LAFFÈRS, A.: Zhodnotenie hmotnosti semien našich a cudzích proveniencií jedle bielej v závislosti na modifikovanej zemepisnej šírke a zemepisnej dĺžke a na jednotlivých pohoriach Európy. Les. Čas. 25: 111—125 (1979). — LANGLET, O.: Studier över tallens fysiologiska variabilitet och des samband med klimatet. Ett bidrag till kändedom om tallens ekotyper. Medd. Statens Skogsförs. Anst. 29: 219—470 (1936). — LARSEN, B.: *Abies alba* - Provenienzen in Dänemark. In: 3. Tannensymposium, Wien, 78—91 (1980). — LINES, R.: Common Silver Fir in Britain. Scott. For. 14: 20—30 (1960). — LINES, R.: Natural variation within and between Silver Firs. Forestry 33: 89—101 (1979). — LÖFTING, E. C. L.: Adelgranes proveniens problem i Danmark. Dansk Skogsför. Tidskr. 40: 107—114 (1955). — MAYER, H.: Zur waldbaulichen Bedeutung der Tanne im mitteleuropäischen Bergwald. Allg. Forstz. 21: 575—576 (1979). — MAYER, H., REIMOSER, F. und KRAL, F.: Ergebnisse des Internationalen Tannenherkunftsversuches Wien 1967—1978. Morphologie und Wuchsverhalten der Provenienzen. Cbl. f. g. Forstwesen 99: 169—191 (1982). — PAULE, L.: Content of pigments in assimilatory organs of Silver Fir (*Abies alba* MILL.). Biológia 32: 729—737 (1976). — PAVARI, A.: Esperienze e indagini su le provenienze e razze dell' Abete bianco (*Abies alba* MILL.). Publ. Staz. sper. Selv. (Firenze) 8: 1—96 (1951). — VINŠ, B.: Příspěvek k výzkumu proměnlivosti jedle (*Abies alba* MILL.). Rozpravy ČSAV 76: 1—82 (1966). — WIERSMA, J. H.: A new method of dealing with results of provenance tests. Silvae Genet. 12 (6): 200—205 (1963).

Sexual Breeding System and Morphological Variation in Some Stands of *Fraxinus syriaca* Boiss.*)

By C. GRUNWALD and R. KARSCHON

Department of Forestry, Agricultural Research Organization,
Ilanot, Israel

(Received 20th June 1983)

Summary

Fraxinus syriaca Boiss. is diploid ($2n = 46$), andromonoecious and protogynous. Size and germination of pollen grains from various provenances, from hermaphrodite and staminate flowers, and from a mutant with yellow anthers, are similar. Pollen germination was highest on a medium containing 15% sucrose. Morphological variation was analyzed by factor and cluster analysis to show patterns of

relationship among 12 measured traits and the various groupings recognized within a given population.

Key words: *Fraxinus syriaca*, breeding system, chromosome number, pollen, variation.

Zusammenfassung

Fraxinus syriaca Boiss. ist diploid mit $2n = 46$, andromonoecisch, wobei Protogynie besteht. Die Größe und der