

Der Süddeutsche Weißtannen (*Abies alba* MILL.)-Provenienzversuch

Jugendentwicklung auf den Versuchsflächen

Aus der Bayerischen Landesanstalt für forstliche Saat- und Pflanzenzucht in Teisendorf, der Forstlichen Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg in Freiburg und dem Lehrstuhl für Waldbau und Forsteinrichtung der Universität München

(Mit 6 Abbildungen und 6 Tabellen)

Von W. F. RUETZ, A. FRANKE und B. STIMM

(Angenommen Oktober 1997)

SCHLAGWÖRTER – KEY WORDS

Weißtanne; *Abies alba* MILL.; Provenienzversuch; Süddeutschland.

European Silver Fir; *Abies alba* MILL.; provenance test; South-Germany.

1. EINLEITUNG

Bedingt u. a. durch die Mitte der 70er Jahre verstärkt auftretenden Schäden an der einheimischen Weißtanne (*Abies alba* MILL.) wurde von den Ländern Baden-Württemberg und Bayern im Jahr 1979 ein umfangreicher Weißtannen-Provenienzversuch begonnen. Der Versuch umfaßt 42 süddeutsche und 17 weitere europäische Herkünfte, die z. T. identisch mit den Herkünften des IUFRO-Weißtannenversuches sind. Während die europäischen Herkünfte 1982 ausgesät wurden, erfolgte die Aussaat der süddeutschen Herkünfte erst 1983. Die Feldversuche wurden in den Jahren 1986 bis 1989 angelegt. Insgesamt wurden die Pflanzen auf 11 Flächen in Bayern und 8 Flächen in Baden-Württemberg ausgepflanzt (vgl. WOLF et al., 1994).

Ergebnisse über die Entwicklung der Pflanzen in der Baumschule und auf den Versuchsflächen wurden bereits auf dem 4., 5., 6., und 7. Tannen-Symposium in Syke, Zvolen, Zagreb und Altensteig vorge-tragen (GAUDLITZ et al., 1985, 1988; WOLF et al., 1992; RUETZ und STIMM, 1994). Eine Darstellung der Versuchsanlage sowie über weiterführende morphologisch-physiologische und biochemische Untersuchungen ist in dem Buch „Weißtannen-Herkünfte“ (WOLF, 1994) erschienen.

Über die Feldaufnahmen im Pflanzenalter von 11 (bzw. 12) Jahren auf 16 Prüfflächen wird im folgenden berichtet.

2. MATERIAL

Die in den Jahren 1982 und 1983 ausgesäten Herkünfte sind in Tabelle 1 und 2, gegliedert nach ausländischen und süddeutschen Herkünften, aufgelistet. Die in Tabelle 1 und 2 verwendeten Herkunftsbzeichnungen bzw. Länderdesignationen werden auch in weiteren Tabellen und Graphiken benutzt.

Die Saatgutbeschaffung erfolgte für die deutschen Herkünfte über Eigenernten der Klengen Laufen und Nagold, für die ausländischen Herkünfte über die Staatsklengen und Versuchsanstalten der jeweiligen Ländern. Besonderer Dank gilt dem ehemaligen Leiter des Forst-amtes Syke, Herrn W. KRAMER, der sich für die Saatgutbeschaffung aus den osteuropäischen Ländern einsetzte und auch die dortigen Bestände bereiste und beschrieb (vgl. KRAMER, 1979). Alle Erntebestände wurden aufgenommen und auf Karten dokumentiert.

2.1 Lage und Beschreibung der Versuchsflächen

In Tabelle 3 sind die Versuchsflächen kurz beschrieben. Auf den Flächen Tannesberg und Tiengen stehen auf getrennten Teilflächen Pflanzen der 1982er und der 1983er Aussaat.

Die Lage der Flächen ist in Abbildung 1 dargestellt. Aus versuchs-technischen Gründen konnte die Fläche Grafrath nicht in alle Be-

Tab. 1
Übersicht der Weißtannen-Herkünfte aus anderen europäischen Staaten
Silver fir provenances from other European countries

Nr	Herkunft provenance	HK-Gebiet provenance-region	Land country	Höhe über NN (m) elevation	Breiten- grad lat.	Längen- grad long.	Aussaat year sown
43	Les Fanges	Pyrenäen	F-Pyr.	800–1040	42° 45'	2° 27'	1982
44	Velay Vivarais	Massif Cent.	F-MC.	1080–1195	45° 21'	4° 32'	1982
45	La Joux	Jura	F-Jur	770	46° 50'	5° 52'	1982
46	Massif d. Donon	Vogesen	F-Vog	490–630	48° 30'	7° 8'	1982
47	Ochsenboden	Wallis	CH	1000–1500	46° 17'	7° 33'	1983
49	Garzino	Sondrio	I-Alps	1000	46° 5'	9° 38'	1982
50	Lavarone	Trento	I-Alps	1050–1400	45° 56'	11° 15'	1982
51	Val Noana	Trento	I-Alps	1100–1350	46° 9'	11° 50'	1982
52	Gariglione	Kalabrien	I-Kal.	1600–1850	39° 15'	16° 27'	1982
53	Stara Voda	Slow. Erzgeb.	SK	515–650	48° 46'	20° 37'	1982
54	Papuk	Kroatien	HR	660	45° 40'	17° 40'	1982
55	Donja Stupc.	Bosnien	BN	750	44° 7'	18° 40'	1982
56	Goc	Serbien	SER	900–1000	43° 5'	20° 40'	1982
57	Pelister	Mazedonien	MZ	1300–1400	41° 5'	21° 11'	1982
58	Avrig	Südkarpaten	RO	800–900	45° 40'	24° 26'	1982
59	Lapus	Nordkarpaten	RO	750–1000	47° 33'	24° 4'	1982
60	Ribarica	Balkan	BG	1000–1200	42° 49'	24° 31'	1982

Tab. 2
Übersicht der Weißtannen-Herkünfte aus Süddeutschland
Silver fir provenances from Southern Germany

Nr.	Herkunft provenance	HK-Gebiet		Land state	Höhe über NN (m) elevation	Breiten- grad lat.	Längen- grad long.	Aussaat year sown
		Alt	Neu					
		provenance-region						
		old	new					
1	Oberkirch	827 04	827 08	D-BW	500 – 700	48° 31'	8° 12'	1983
2	Pfalzgrfw. 1	827 04	827 08	D-BW	650 – 700	48° 32'	8° 30'	1982
3	Pfalzgrfw. 2	827 04	827 08	D-BW	650 – 700	48° 32'	8° 30'	1983
4	Alpirsbach	827 04	827 08	D-BW	660 – 800	48° 19'	8° 23'	1982
5	Balingen IV	827 04	827 08	D-BW	700 – 750	48° 13'	8° 54'	1983
6	Balingen VI-IX	827 04	827 08	D-BW	620 – 640	48° 17'	8° 49'	1983
7	Staufen	827 04	827 08	D-BW	450 – 550	47° 52'	7° 47'	1983
8	Tiengen 1	827 04	827 08	D-BW	600 – 800	47° 43'	8° 13'	1982
9	Tiengen 2	827 04	827 08	D-BW	600 – 800	47° 43'	8° 13'	1983
10	Gschwend	827 05	827 09	D-BW	400 – 500	48° 56'	9° 48'	1982
11	Ellwangen-Ost	827 05	827 09	D-BW	500 – 600	49° 0'	10° 11'	1983
12	Lorch	827 05	827 09	D-BW	300 – 350	48° 47'	9° 42'	1983
13	Bopfingen	827 05	827 09	D-BW	490 – 510	48° 54'	10° 12'	1983
14	Ravensburg	827 06	827 11	D-BW	700 – 750	47° 49'	9° 26'	1983
15	Kempten 1	827 06	827 11	D-BY	850 – 1060	47° 44'	10° 23'	1982
16	Kempten 2	827 06	827 11	D-BY	850 – 1060	47° 44'	10° 23'	1983
17	Altötting	827 06	827 10	D-BY	390 – 400	48° 13'	12° 50'	1983
18	Lichtenfels	827 07	827 10	D-BY	400 – 470	50° 5'	11° 14'	1983
19	Kelheim	827 07	827 10	D-BY	400 – 450	48° 53'	11° 52'	1983
20	Bad Steben	827 08	827 06	D-BY	440 – 560	50° 20'	11° 30'	1983
21	Kronach	827 08	827 06	D-BY	410 – 470	50° 15'	11° 20'	1983
22	Weißstadt	827 08	827 06	D-BY	610 – 655	50° 8'	11° 58'	1983
23	Goldkronach	827 08	827 06	D-BY	600 – 780	49° 57'	11° 46'	1983
24	Tännesberg	827 08	827 07	D-BY	635 – 715	49° 33'	12° 54'	1983
25	Waldmünchen	827 08	827 07	D-BY	620 – 750	49° 22'	12° 45'	1983
26	Zwiesel 1	827 08	827 07	D-BY	620 – 730	49° 3'	13° 14'	1982
27	Zwiesel 2	827 08	827 07	D-BY	620 – 730	49° 3'	13° 14'	1983
28	NPV Grafenau	827 08	827 07	D-BY	700 – 900	48° 55'	13° 25'	1983
29	Mauth	827 08	827 07	D-BY	700 – 900	48° 53'	13° 35'	1983
30	Neureichenau	827 08	827 07	D-BY	740 – 830	48° 45'	13° 45'	1983
31	Bad Tölz	827 09	827 11	D-BY	780 – 940	47° 46'	11° 34'	1983
32	Siegsdorf 1	827 09	827 11	D-BY	760 – 900	47° 49'	12° 39'	1982
33	Siegsdorf 2	827 09	827 11	D-BY	760 – 900	47° 49'	12° 39'	1983
34	Immenstadt 1	827 10	827 12	D-BY	960 – 1140	47° 34'	10° 13'	1982
35	Immenstadt 2	827 10	827 12	D-BY	960 – 1140	47° 34'	10° 13'	1983
36	Bad Tölz	827 10	827 12	D-BY	1015 – 1210	47° 46'	11° 34'	1983
37	Marquartstein	827 10	827 12	D-BY	810 – 1180	47° 45'	12° 28'	1982
38	Siegsdorf 3	827 10	827 12	D-BY	995 – 1195	47° 49'	12° 39'	1983
39	Gunzenhausen	827 11	827 10	D-BY	430 – 460	49° 11'	10° 48'	1983
40	Ottobeuren	827 11	827 10	D-BY	590 – 640	47° 57'	10° 18'	1983
41	FVG Grafrath	827 11	827 10/11	D-BY	560 – 580	48° 6'	11° 8'	1983
42	Griesbach	827 11	827 10	D-BY	490 – 500	48° 27'	13° 12'	1983

rechnungen miteinbezogen werden. Entsprechendes gilt auch für die mit nur zehn Herkünften bestockte Teilfläche Tännesberg 1983.

2.2 Versuchsflächen-Anordnung – Verteilung der Herkünfte

Die Versuchsflächen wurden so ausgewählt, daß möglichst viele Standorte, auf denen die Weißtanne auch natürlich vorkommt, repräsentiert sind. Auf einigen Flächen wurde ein Vorwald aus Schwarzerle (*Alnus glutinosa* (L.) GAERTN.) bzw. Aspe (*Populus tremula* L.) angelegt (Tab. 4). Die Zahl der ausgebrachten Herkünfte variierte je nach Flächen- und Parzellengröße zwischen 15 und 34, wobei je Parzelle 16, 25 oder 49 (Regelfall) Pflanzen und 3 Wiederholungen je Versuchsfläche ausgebracht wurden. Die Pflanzen wurden 4-, 5- oder 6jährig entweder wurzelnackt (w) oder als Ballen-(Container-)Pflan-

zen (c) gepflanzt. Der Pflanzverband betrug in der Regel 1,5 m x 2 m (Bayern) bzw. 1,5 m x 1,5 m (Baden-Württemberg).

2.3 Aufnahme und Bonitierung

Nach der Vegetationsperiode 1993 erfolgte mit Ausnahme der Flächen Tiengen (Aussaat 1982) und Neuenbürg (Aussaat 1982), die bereits im Jahre 1992 aufgenommen wurden, auf allen Flächen eine Vollaufnahme. Aufgenommen und bonitiert wurden rund 64 000 Einzelpflanzen auf insgesamt 19,25 ha Versuchsfläche. Registriert wurden die Ausfälle, Gesamthöhe, letztjähriger Zuwachs sowie die Zahl der Gipfeltriebe. Schäden (Frost, Pilz-/Insektenbefall, Nährstoffmangel/Chlorose, mechanische Schäden/Verbiß) wurden nach dem Grad der Schädigung (1 = leicht, 2 = mittel, 3 = stark) bonitiert. Auf den

Tab. 3
Standörtliche Verhältnisse auf den *Abies alba*-Flächen in Bayern und Baden-Württemberg
Description of *Abies alba* field test sites in Bavaria and Baden-Württemberg

Fl. Nr.	Prüfflächen Forstamt	Breiten-grad	Längen-grad	Höhe ü. NN (m)	Ex-position	Jahres-temp. in °C	Jahres-nieder-schlag in mm	Vegetations-zeit - Tage über 10 °C	Geologie
	test sites forest district	lat.	long.	elevation (m)	slope	annual temp.	annual precipit.	vegetation period days T > 10 °C	geology
1	Kelheim	48° 53'	11° 52'	400	NO	7,4	700	148	Jura
2	Nordhalben	50° 23'	11° 28'	620	S	6,2	900	130	Schiefer
3	Tännesberg	49° 33'	12° 22'	650	W	7,0	730	144	Granit
4	Deggendorf	48° 52'	13° 6'	690	SSO	6,7	1000	136	Gneis
5	Zwiesel	49° 6'	13° 13'	720	variabel	4,8	1250	118	Gneis
6	Griesbach	48° 30'	13° 25'	450	SO	7,6	740	151	Löß ü. Tertiär
7	Anzing	48° 12'	12° 5'	460	S	7,4	840	147	Altmoräne
8	Fürstenfeldbruck/ Grafrath	48° 8'	11° 9'	560	eben	7,2	1180	143	Endmoräne
9	Traunstein	47° 50'	12° 39'	600	WNW	7,2	1180	143	Molasse
10	Bad Reichenhall	47° 47'	12° 50'	850	N	6,3	1840	135	Flysch
11	Füssen	47° 33'	10° 46'	1120	SSW	5,5	1600	120	Wettersteinkalk
12	Pforzheim	48° 51'	8° 47'	450	NW	8,2	770	158	Muschelkalk
13	Neuenbürg	48° 48'	8° 34'	670	NO	7,5	1292	148	Buntsandstein
14	Tiengen	46° 44'	8° 15'	860	SO	6,1	1200	131	Urgestein

Tab. 4
Versuchsanordnung auf den *Abies alba*-Flächen in Bayern und Baden-Württemberg
Design of the Silver fir trial plots in Bavaria and Baden-Württemberg

Fl. Nr.	Wuchs-bezirk growing region	Forstamt test site	Aus-saat sown	An-lage estab-lished	Vor-wald shelter planting	Her-künfte proven-ances	Pflanzen-		N/ Parzelle trees/ plot	Fläche in ha area
							alter	material		
							planting stock			
							age	type		
1	6.2	Kelheim	1983	1988	Erle	31	2+3	w	49	2,00
2	8.1	Nordhalben	1982	1986	—	26	2+3	c	49	1,70
3	10.4	Tännesberg	1982/83	1987	—	30	2+3/4	w	49	1,50
4	11.2	Deggendorf	1983	1988	Aspe	31	2+4	c	49	1,40
5	11.3	Zwiesel	1983	1988	—	26	2+4	c	49	1,60
6	12.9	Griesbach	1983	1987	Erle	34	2+3	c	49	2,10
7	13.6	Anzing	1982	1987/88	Erle	23	2+3/4	w	49	1,90
8	14.4	Fürstenfeldbruck/ Grafrath	1983	1989	—	31	2+4	w	16	0,50
9	14.4	Traunstein	1982	1988	—	20	2+3/4	w	49	1,20
10	15.4	Bad Reichenhall	1982	1986	—	25	2+2	c	25	0,65
11	15.5	Füssen	1982	1987	—	27	2+3	c	49	1,50
12	3.02	Pforzheim	1983	1989	—	27	2+3+1	c	49	0,90
13	3.04	Neuenbürg	1982	1988	—	21	2+4	w	49	0,70
14	3.11	Tiengen	1982	1988	Erle	15	2+4	w	49	0,50
15	3.11	Tiengen	1983	1989	—	32	2+3+1	c	49	1,10

(Pflanzenmaterial - Plant material: w = wurzelnackt - bareroot; c = Kleinballenpflanzen - container)

Flächen Tiengen, Neuenbürg und Pforzheim stellte sich heraus, daß nur wenige Pflanzen Schäden hatten und nahezu alle Pflanzen nur einen Gipfeltrieb besaßen, so daß diese nicht bonitiert wurden. Besondere Vorkommnisse wurden zusätzlich registriert.

2.4 Auswertung, Statistik

Die statistische Auswertung der Daten erfolgte mit dem Programmpaket SAS, wobei die Prozeduren proc.GLM, proc.FREQ

und proc.STANDARD Anwendung fanden. Die Berechnung der Oberhöhe wurde sowohl an der gesamten Pflanzenzahl als auch an den 20 % wüchsigsten Pflanzen je Parzelle durchgeführt.

3. ERGEBNISSE

3.1 Pflanzenentwicklung auf den Prüfflächen

Aufgrund der teilweise unterschiedlichen Kombinationen der Prüfglieder auf den verschiedenen Versuchsflächen ist ein direkter

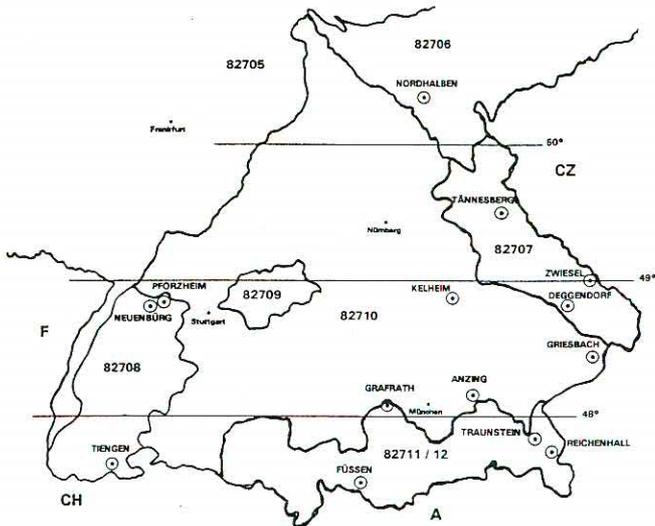


Abb. 1

Geographische Lage der *Abies alba*-Versuchsflächen in Bayern und Baden-Württemberg
Location of the *Abies alba* trial plots in Bavaria and Baden-Württemberg

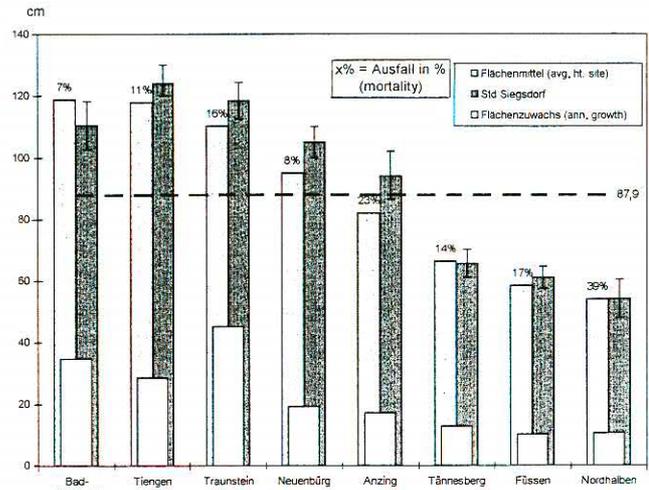


Abb. 2

Mittelhöhe aller Herkünfte und Standardherkunft sowie Zuwachs und Ausfälle der Aussaat 1982 (internationale Herkünfte) auf 6 bayerischen und 2 baden-württembergischen Versuchsflächen im Alter von 11 Jahren

Average height (cm) of all provenances and the standard provenance Siegsdorf and annual growth and mortality on 8 test sites (international provenances sown in 1982) at age of 11 years

Vergleich nur bedingt möglich. Dennoch kann die Entwicklung der Pflanzen auf den Flächen der Aussaat 1982 (Herkünfte des internationalen IUFRO-Provenienzversuchs) getrennt von denen der Aussaat 1983 (überwiegend süddeutsche Herkünfte) untereinander verglichen werden. Ein Abgleich zwischen den Flächen der unterschiedlichen Aussaatjahre ist durch die Standardherkunft Siegsdorf gegeben, die auf allen Flächen vertreten ist.

3.1.1 Flächen der Aussaat 1982 - Internationale Herkünfte

Die Pflanzen haben sich auf den Versuchsflächen sehr unterschiedlich entwickelt. Neben den differierenden Standortbedingungen liegen die Ursachen oft an speziellen Versuchsflächenereignissen wie Spätfrost, Dürre, mangelnde Kulturpflege, Wildverbiß u. a. Sowohl die Höhenwuchsleistung aller Herkünfte gemittelt für die jeweiligen Versuchsflächen, als auch der Standardherkunft Siegsdorf sowie die Ausfälle auf den 8 Versuchsflächen der Aussaat 1982 im Alter von 11 Jahren sind in Abbildung 2 dargestellt.

Die Ausfälle auf den Versuchsflächen variierten zwischen 7 % auf der Fläche Reichenhall und 39 % in Nordhalben. Insgesamt sind 18,5 % der Pflanzen der Aussaat 1982 (internationale Herkünfte) bis zum Alter von 11 Jahren ausgefallen.

Die mittlere Höhe aller Pflanzen (Alter 11) war mit 54 cm auf der Fläche Nordhalben am geringsten. Dort wurden auch die höchsten Ausfälle verzeichnet. Die höchste Mittelhöhe wurde mit 118,8 cm auf der Fläche Reichenhall beobachtet, die gleichzeitig die geringsten Ausfälle aufwies. Der Mittelwert über alle Pflanzen auf den 8 Flächen betrug 87,9 cm im Alter 11. Die Standardherkunft Siegsdorf 1 variierte zwischen 54,2 cm, ebenfalls auf der Fläche Nordhalben, und 123,7 cm auf der Fläche Tiengen. Die Streuung dieses Standards lag auf allen Flächen im Bereich des Flächenmittels aller Pflanzen, so daß ein Vergleich der Flächenmittel trotz unterschiedlicher Herkunftszusammensetzung durchaus gerechtfertigt ist.

Die mit wurzelnackten Pflanzen begründete Fläche Traunstein zeigte im Jahr 1993 einen erheblich höheren Jahreszuwachs (45,1 cm) als die Fläche in Bad Reichenhall (34,7 cm), die mit Containerpflanzen angelegt worden war.

3.1.2 Flächen der Aussaat 1983 - Süddeutsche Herkünfte

Die Ergebnisse der Höhenentwicklung gemittelt über die jeweiligen Versuchsstandorte sowie die Ausfälle auf den 8 Prüfflächen sind in Abbildung 3 dargestellt. Auch hier zeigt sich eine ähnlich variable Entwicklung wie auf den Flächen der Aussaat 1982.

Die Ausfälle auf den acht Versuchsflächen mit Pflanzen der Aussaat 1983 (überwiegend süddeutsche Herkünfte) lagen mit 12,1 % deutlich unter denen der Aussaat 1982. Die geringsten Ausfälle wurden mit nur 1 % auf der Fläche Tiengen (Containerpflanzen) ver-

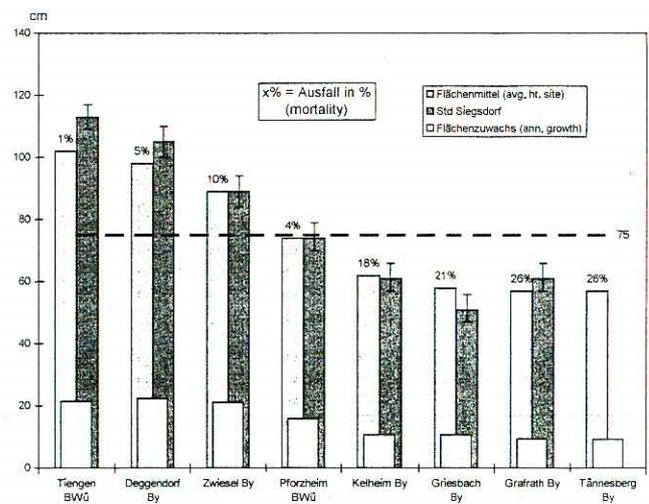


Abb. 3

Mittelhöhe aller Herkünfte und Standardherkunft sowie Zuwachs und Ausfälle der Aussaat 1983 (süddeutsche Herkünfte) auf 6 bayerischen und 2 baden-württembergischen Versuchsflächen im Alter von 11 Jahren

Average height (cm) of all provenances and the standard provenance Siegsdorf and annual growth and mortality on 8 test sites (South-German provenances sown in 1983) at age of 11 years

zeichnet. Die höchsten Ausfälle mit jeweils 26 % wiesen die beiden klimatisch benachteiligten Flächen Grafrath und Tännenberg auf. Auf der mit einem Aspenschirm überstellten Fläche in Deggendorf betrug die Ausfälle lediglich 5 %.

Die Höhenentwicklung bezogen auf die jeweilige Versuchsfläche im Alter 11 lag in einem ähnlichen Rahmen wie bei der Aussaat 1982. Mit einer Durchschnittshöhe von 57 cm waren die Pflanzen auf den Flächen Grafrath und Tännenberg am kleinsten (hier auch die höchsten Ausfälle). Am wüchsigsten waren die Pflanzen mit 102 cm auf der Fläche Tiengen, wo auch die geringsten Ausfälle verzeichnet wurden. Mit Ausnahme der Fläche Tännenberg war die Standardherkunft Siegsdorf 2 auf allen Flächen vertreten. Die Herkunft Siegsdorf 2 erreichte in Griesbach nur 51 cm, dagegen in Tiengen 113 cm. Alle anderen erhobenen Parameter dieses Standards waren auf allen Flächen nahezu identisch mit dem Flächenmittelwert.

3.1.3 Schäden auf den Versuchsflächen

In Tabelle 5 sind die Ausfälle, der Anteil von Pflanzen mit nur einem Gipfeltrieb sowie die Schadursachen auf den Flächen der 1982er und 1983er Aussaat dargestellt. Auf den Flächen Tiengen, Neuenbürg und Pforzheim mit geringen Ausfällen hatten nahezu alle Pflanzen nur einen Gipfeltrieb und auch keine nennenswerten Schäden, so daß diese nicht bonitiert wurden. Die genannten Flächen befanden sich alle im Zaun.

Die geringste Anzahl von Pflanzen mit nur einem Gipfeltrieb gab es auf der Fläche Grafrath mit 34 %, gefolgt von Nordhalben mit 67 % und Tännenberg (1983) mit 73 % und Kelheim 74 %.

Die meisten Frostschäden traten in Nordhalben auf, wo 18 % der Pflanzen im Jahr der Aufnahme geschädigt waren. In Grafrath waren dagegen nur 7 % der Pflanzen durch Frost geschädigt. Schäden durch

Pilze traten nur vereinzelt in Nordhalben auf (8 % der Pflanzen). Insektschäden waren ebenfalls von geringer Bedeutung und waren nur in Anzing mit 6 % geschädigter Pflanzen zu verzeichnen. Standortbedingte Chlorose-Schäden waren auf einigen Flächen dagegen häufig vertreten. So zeigten auf den beiden Flächen in Tännenberg 78 % bzw. 76 % der Pflanzen Chlorosen. Auf der Fläche in Nordhalben waren es 67 % der Pflanzen. Auch in Kelheim (31 %), Anzing (25 %) und Füssen (17 %) fanden sich deutliche Anteile chlorotischer Pflanzen.

Mechanische Schäden, i.d.R. Verbißschäden infolge undichter Zäune (!), waren am häufigsten auf der Fläche in Kelheim (94 % geschädigte Pflanzen) anzutreffen. Auch in Tännenberg mit 69 % bzw. 45 % lagen die Verbißschäden sehr hoch. Geringere Schäden gab es dagegen auf den Flächen Griesbach (23 %), Nordhalben (21 %) und Anzing (13 %).

3.1.4 Mittlere Pflanzenhöhe, Oberhöhe und Zuwachs der Herkünfte

In Tabelle 6 sind die Mittelwerte der Höhen und die Mittelwerte der Oberhöhen (20 % wüchsigste Pflanzen) sowie der mittlere Zuwachs auf den Versuchsflächen mit den entsprechenden Variationskoeffizienten dargestellt. Auf den Flächen mit stark variierenden Standortverhältnissen (Staunässe, Frostmulden usw.) lag der Variationskoeffizient über 40 % (Anzing, Tännenberg, Nordhalben, Griesbach). Durch Wertung der Oberhöhe konnte dieser Wert auf 21 % bis 30 % bereinigt werden. Damit wurden negative Auswirkungen infolge schlechter Pflanzung, ungünstiger Kleinstandorte und Schäden durch Abmähen ausgeschaltet. Die Variation aller Versuchsflächen sank insgesamt von 36,7 % (Flächen der Aussaat 1982) und 35,1 % (Flächen der Aussaat 1983) auf 19,4 % durch Wertung nur der 20 % wüchsigsten Pflanzen. Die Herkunftsunterschiede waren jedoch

Tab. 5
Ausbildung der Gipfeltriebe und Schäden auf den Weißtannenversuchsflächen
Development of terminal shoot and damage causes on the test sites

Versuchsfläche trial site	Anteil an Pflanzen mit nur einem Gipfeltrieb (in %) plants (%) with one terminal shoot	Klassifizierung nach Schadursache Anteil der Pflanzen mit Schäden (in %) damage cause and plants (%) with damage									
		1	in %	2	in %	3	in %	4	in %	5	in %
Nordhalben	67	1	18	2	8	3	1	4	67	5	21
Tännenberg	78	1	3	2	2	3	3	4	76	5	45
Anzing	87	1	3	2	0	3	6	4	25	5	13
Traunstein	94	1	0	2	0	3	0	4	1	5	6
Bad Reichenhall	97	1	1	2	0	3	0	4	1	5	3
Füssen	90	1	1	2	0	3	1	4	17	5	10
Tiengen 82 ¹⁾	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Neuenbürg ¹⁾	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Deggendorf	96	—	—	—	—	—	—	—	—	5	9
Zwiesel	95	—	—	—	—	—	—	—	—	5	7
Griesbach	84	—	—	—	—	—	—	—	—	5	23
Kelheim	74	1	1	2	0	3	0	4	31	5	94
Grafrath	34	1	7	—	—	3	1	4	2	5	3
Tännenberg '83	73	1	4	2	0	3	1	4	78	5	69
Pforzheim ¹⁾	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Tiengen '82 ¹⁾	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

¹⁾ not scored

1 = Frostschäden (frost)

2 = Schäden durch Pilze (fungi)

3 = Schäden durch Insekten (insects)

4 = Chlorosen (chlorosis)

5 = mechanische Schäden (besonders Verbiß) (mechanical/browsing)

Tab. 6

Mittelwert der Pflanzenhöhe, Pflanzenoberhöhe (oberen 20 %) und mittlerer Zuwachs mit Variationskoeffizient auf den Versuchsflächen
Average plant heights, plant upper height (best 20 %) and average annual height growth with respective coefficient of variation on the trial sites

Versuchsfläche trial site	Mittelwert Höhe average height cm	Jahr year	Variationskoeffizient coefficient of variation %	Mittelwert Oberhöhe upper height cm	Jahr year	Variationskoeffizient coefficient of variation %	Mittlerer Höhenzuwachs annual height growth cm	Jahr year	Variationskoeffizient coefficient of variation %
Aussaat 1982 (sown in 1982)									
Bad Reichenhall	153,5	93	30,5	210,2	93	21,2	34,7	93	73,1
Tiengen	118,4	92	26,4	149,5	92	12,7	56,9	90-92	41,9
Traunstein	155,4	93	31,5	212,3	93	13,4	45,1	93	35,8
Neuenbürg	94,7	92	34,2	127,3	92	16,1	38,3	90-92	60,0
Anzing	99,2	93	43,5	148,2	93	23,4	17,2	93	69,4
Tännesberg	79,2	93	45,9	128,0	93	21,6	12,8	93	83,0
Füssen	68,6	93	37,0	98,9	93	19,6	10,1	93	76,5
Nordhalben	66,1	93	44,4	90,8	93	27,1	10,5	93	90,1
			36,7			19,4			66,2
Aussaat 1983 (sown in 1983)									
Tiengen	102,1	93	24,0	128,0	93	11,2	42,8	91-93	39,4
Deggendorf	91,3	93	34,1	129,6	93	14,9	20,4	93	58,0
Zwiesel	89,1	93	31,1	124,9	93	11,9	21,1	93	50,8
Pforzheim	73,8	93	31,9	95,8	93	19,2	31,7	91-93	54,0
Kelheim	62,1	93	36,7	86,6	93	21,4	10,6	93	66,1
Griesbach	57,9	93	40,8	84,0	93	25,5	10,6	93	83,3
Grafrath	57,4	93	35,4	72,5	93	21,0	9,4	93	79,1
Tännesberg	56,5	93	46,6	85,3	93	30,0	9,3	93	84,1
			35,1			19,4			64,4

hochsignifikant, sowohl bei dem Mittelwert der Höhe wie auch bei der Oberhöhe, obwohl die „F-Werte“ bei der Oberhöhe meistens höher waren. Beim Höhenzuwachs war die Variation prozentual erheblich größer, besonders auf den kritischen Flächen mit allgemein geringem Zuwachs.

3.2 Entwicklung der Herkünfte

Zum Vergleich der Herkünfte untereinander war es erforderlich, die Absolutwerte der Pflanzenhöhen in Relativwerte der jeweiligen Versuchsfläche umzurechnen. Die Darstellung der Höhenentwicklung wurde nochmals gegliedert in alle Herkünfte der Aussaat 1982 (internationale Herkünfte) und Herkünfte der Aussaat 1983 (süddeutsche Herkünfte).

3.2.1 Höhenentwicklung auf den Flächen der Aussaat 1982 (internationale Herkünfte)

In Abbildung 4 ist die mittlere Höhe (%) der internationalen Herkünfte (Aussaat 1982) auf den 8 Versuchsflächen dargestellt. Die Herkünfte sind nach Regionen gegliedert, beginnend mit der westlichsten Herkunft Nr. 1 Les Fanges (Pyrenäen/Frankreich) und endend mit der südöstlichsten Herkunft Nr. 26 Ribarica (Bulgarien). Obwohl sich die Herkünfte auf den einzelnen Flächen zum Teil sehr unterschiedlich entwickelten, sind doch einige auffällige Tendenzen erkennbar.

Meist unter dem Durchschnitt liegen die 3 westlichsten Herkünfte aus Frankreich: Les Fanges (Pyrenäen), Velay Vivarais (Massif Cen-

tral), La Joux (Jura). Die französische Vogesenherkunft Donon (Nr. 4) sowie die Herkünfte aus dem Schwarzwald und dem Schwäbisch-Fränkischen Wald (Nr. 6 bis 9) rangieren in der Wuchsleistung meist über dem Durchschnitt.

Schlechte bis allenfalls durchschnittliche Leistung zeigen die Herkünfte aus dem deutschen Alpenbereich (Nr. 10 bis 13). Deutlich unter dem Durchschnitt präsentiert sich auf allen Flächen die Herkunft Zwiesel (Nr. 14) aus Ostbayern. Ebenfalls meist unter dem Durchschnitt liegen die drei Herkünfte aus Norditalien (Nr. 15 bis 17) und Kalabrien (Nr. 18).

Als vorläufig deutlich überlegen in der Wuchsleistung erweisen sich auf allen Flächen die Herkünfte Stara Voda (Nr. 19) aus der Slowakei sowie Avrig (Nr. 20) und Lapus (Nr. 21) aus Rumänien. Leicht über dem Mittelwert liegen die Herkünfte aus dem nördlichen Balkan (Nr. 22 bis 24), während die Herkunft Ribarica (Nr. 26) aus Bulgarien nahe dem Durchschnitt und die Herkunft Pelister (Nr. 25) aus Mazedonien deutlich unter dem Versuchsmittel plaziert sind. Obwohl die Streuung auf den einzelnen Versuchsflächen zum Teil erheblich ist (Stara Voda 95 % bis 136 %), sind die Herkunftsunterschiede hoch signifikant ($F = 3,78$).

3.2.2 Höhenentwicklung auf den Flächen der Aussaat 1983 (süddeutsche Herkünfte)

Die Entwicklung der mittleren Höhen (in %) der einzelnen Herkünfte, gegliedert nach der derzeit gültigen amtlichen Herkunfts-

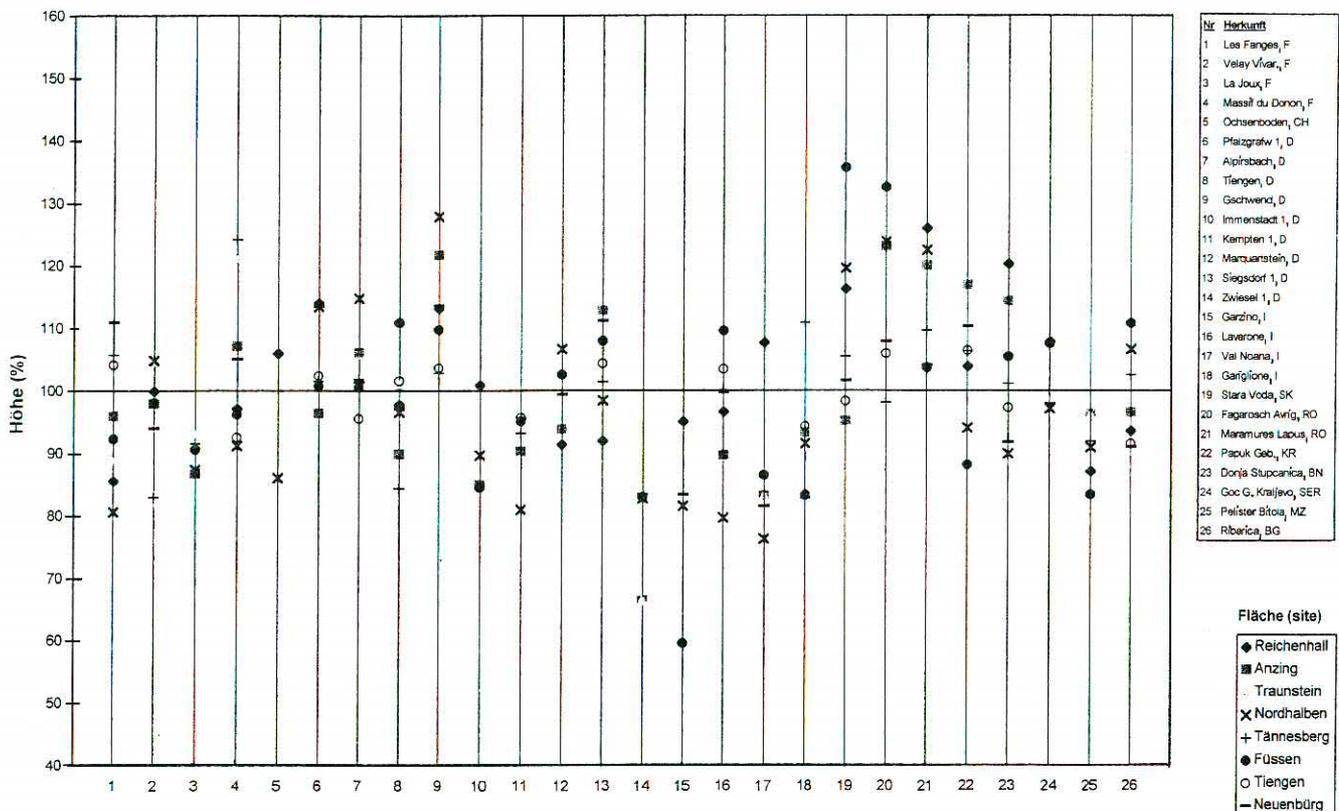


Abb. 4

Mittlere Höhe (%) der Provenienzen auf 8 Weißtannenversuchsflächen (internationale Herkünfte) gegliedert nach Region (West → Ost)
 Average height (%) of the provenances on 8 test sites (international provenances – sown 1982) grouped according to region (west → east)

Bezeichnung¹⁾, ist in Abbildung 5 dargestellt. Die Herkünfte sind von West nach Ost aufgelistet, wobei 11 und 12 die Alpen- und Alpenvorland-Herkünfte unter bzw. über 900 m über NN darstellen. Die Herkunft Grafrath liegt unmittelbar an der Grenze zwischen dem Gebiet 10 (Übriges Süddeutschland) und 11 (Alpen und Alpenvorland, submontane Stufe) (vgl. Abb. 1), wurde jedoch dem klimatisch nähergelegenen Gebiet 10 zugeteilt. Zum Vergleich sind noch die Höhenwerte (in %) für die auf 3 Flächen angebaute rumänischen Herkünfte sowie die einer mitangebauten *Abies grandis*-Herkunft (Fläche Kelheim) angegeben.

Die Streuung der Höhenmittelwerte in Prozent der einzelnen Herkünfte ist geringer als bei den internationalen Herkünften. Am wüchsigsten waren die Prüfglieder aus den Herkunftsgebieten 09 (Schwäbisch-Fränkischer Wald) mit 104,6 % und 10 (Übriges Süddeutschland) mit 104,3 %. Die geringwüchsigsten Herkünfte kamen aus dem Herkunftsgebiet 06 (Thüringisch-Sächsisch-Nordostbayrische Mittelgebirge) mit 95,2 % und dem Herkunftsgebiet 07 (Bayerischer und Oberpfälzer Wald) mit 96,3 %. Geringfügig besser schnitten die Herkünfte aus dem Alpenbereich ab mit 97,2 % für das Herkunftsgebiet 11 und 98,0 % im Gebiet 12. Eine nahezu durchschnittliche Höhenentwicklung zeigten die Prüfglieder aus dem Herkunftsgebiet 08 (Schwarzwald und Albtrauf) mit 99,3 %. Auffallend im Vergleich dazu waren die auf 3 Flächen angebaute Herkünfte aus Rumänien, die 120,5 % erreichten. Die mitangebaute *Abies grandis*-Herkunft auf der Fläche in Kelheim erreichte dort sogar eine Wachstumsleistung von 155 % gegenüber dem Versuchsmittel. Die Unterschiede zwischen den Herkunftsgebieten (ohne die rumänischen Herkünfte und ohne *Abies grandis*) sind signifikant ($F = 4,34$).

¹⁾ Beispiel: mit H.K.Nr. 08 ist das amtliche Herkunftsgebiet 827 08 Schwarzwald und Albtrauf gemeint.

Ein Kuriosum stellt die Herkunft Zwiesel dar, welche in der Aussaat 1982 (Zwiesel 1) in der Wuchsleistung sehr schlecht abschnitt (Abb. 4), jedoch in der Aussaat 1983 (Zwiesel 2) gut im Mittel aller Herkünfte lag (Abb. 5). Da es sich um 2 verschiedene Saatgut-Erntejahre desselben Erntebestandes handelt, haben möglicherweise die Bestäubungsverhältnisse der Ernte 1982 zu qualitativ (und genetisch?) schlechterem Saatgut geführt. Ähnlich verhält es sich mit den beiden schwachwüchsigen Herkünften Immenstadt und Kempten.

Daß sich Herkünfte beim Anbau auf Versuchsflächen, welche im Herkunftsgebiet liegen, besser entwickeln, konnte nicht allgemein bestätigt werden. Nur die Herkünfte aus dem Herkunftsgebiet 07 (Bayerischer und Oberpfälzer Wald) schnitten auf den zwei Prüfflächen im selben Herkunftsgebiet (Zwiesel - 97 % und Deggendorf - 100 %) besser ab als im Mittel über alle Versuchsflächen (96,3 %). Die beste Wachstumsleistung mit 102,5 % zeigten sie jedoch auf der Fläche in Griesbach, welche die östlichste im Herkunftsgebiet 10 (Übriges Süddeutschland) ist.

3.2.3 Wachstumsleistung und Ausfälle gegliedert nach Herkunftsregionen

Die Höhenwuchsleistung und die Ausfälle aller Herkünfte aus der Aussaat 1982 und 1983 auf den 16 Prüfflächen sind in Abbildung 6 dargestellt. Am wüchsigsten auf allen Prüfflächen waren die Herkünfte aus den rumänischen Karpaten, die mehr als 20 % über dem Durchschnitt (100%) lagen. Ebenfalls über 100 % lagen die Einzelherkünfte aus der Slowakei, Vogesen/Frankreich, Kroatien, Serbien und Bosnien.

Unter den süddeutschen Herkünften lagen über 100 % auch die 4 Herkünfte aus dem Herkunftsgebiet 09 (Schwäbisch-Fränkischer Wald) sowie die 7 Herkünfte aus dem Herkunftsgebiet 10 (Übriges Süddeutschland). Durchschnittliche Leistung brachten noch die

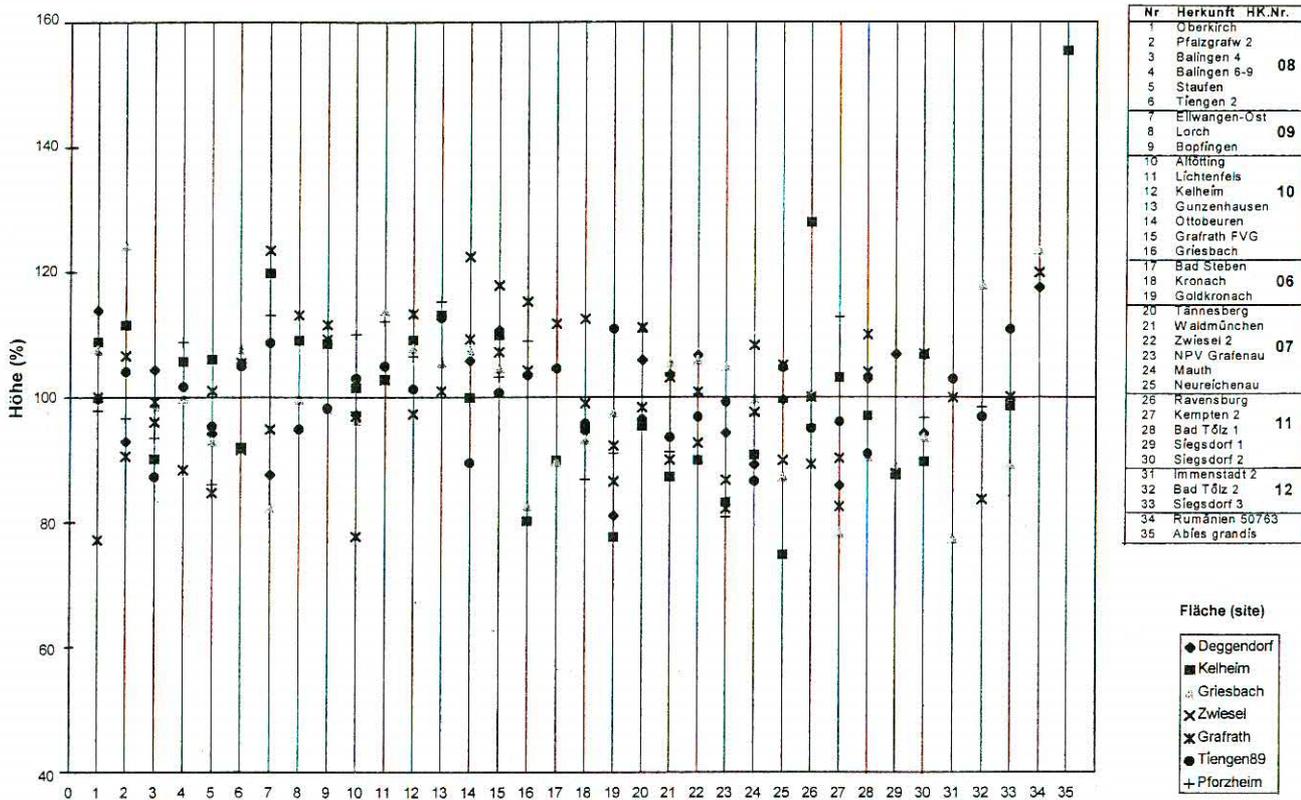


Abb. 5

Mittlere Höhe (%) auf 8 Weißtannenversuchsflächen (süddeutsche Herkünfte) gegliedert nach Herkunftsgebieten (Abb. 1)
 Average height (%) of the provenances on 8 test sites (S. German provenances – sown 1983) grouped according to provenance region (Fig. 1)

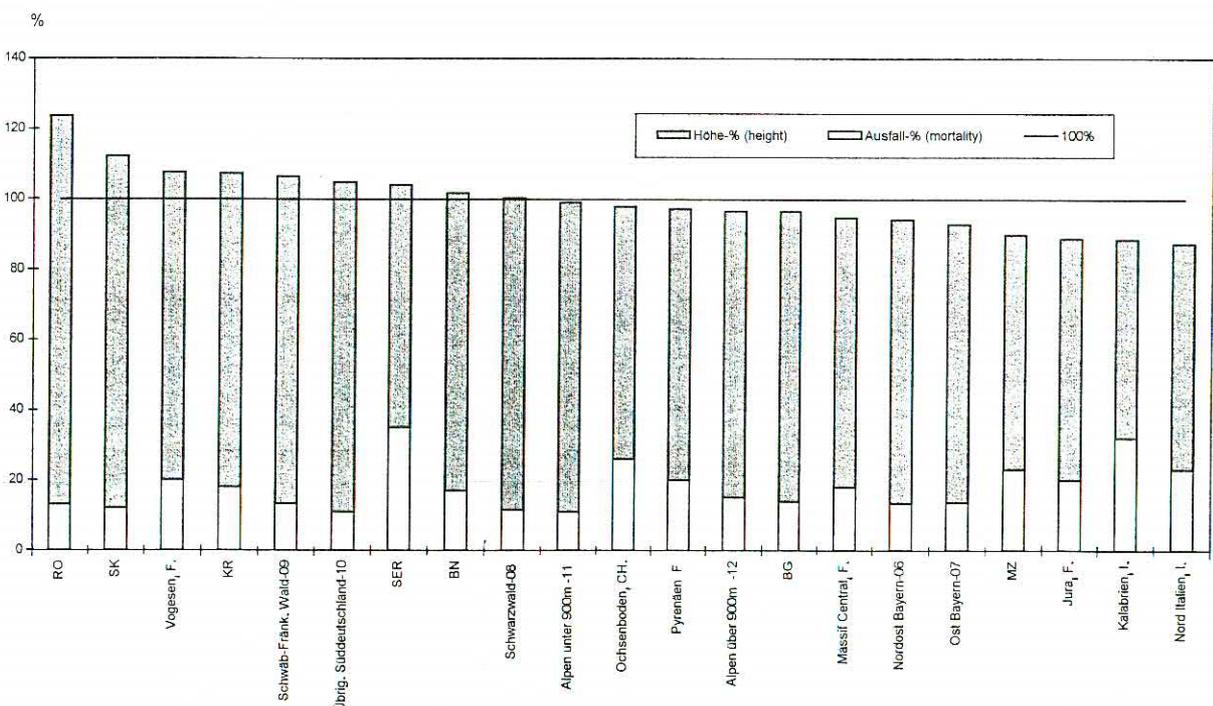


Abb. 6

Gesamthöhe und Ausfälle aller Herkünfte in % gegliedert nach Wüchsigkeit und Herkunftsregionen
 Total height and mortality (in %) of all provenances grouped according to growth rate and provenance region

Prüfglieder aus den Herkunftsgebieten 08 (Schwarzwald und Albtrauf) und 11 (Alpen und Alpenvorland, submontane Stufe = unter 900 m). Etwas geringwüchsiger waren die Alpenherkünfte über 900 m (Herkunftsgebiet 12). Deutlich unter dem Durchschnitt lagen die Nachkommenschaften aus den ost- und nordost-bayerischen Herkunftsgebieten 06 und 07. Noch geringere Wüchsigkeit zeigten die Herkünfte aus Mazedonien, dem Französischen Jura, Kalabrien/Süditalien und die 3 norditalienischen Herkünfte.

Bei allen Herkünften aus Deutschland waren vergleichsweise geringe Ausfälle (unter 15 %) zu verzeichnen, ebenso bei den sehr wüchsigen Herkünften aus Rumänien und der Slowakei (13 % bzw. 12 %). Sehr hohe Ausfälle charakterisieren dagegen die Herkünfte aus Serbien (35 %) und aus Kalabrien (32 %).

4. DISKUSSION

Die Ergebnisse bestätigen eindeutig, wie kritisch die Auswahl geeigneter Flächen für den Anbau der Weißtanne ist. Flächen mit hohen Ausfällen waren meist nach Süden geneigte Hangflächen (Nordhalben, Anzing), z.T. wechselfeuchte Standorte (Anzing, Tannesberg) oder nahezu ebene Flächen mit Frostgefährdung (Grafrath, Griesbach). Positiv dagegen waren nach Norden oder Nordwesten geneigte Hangflächen (Bad Reichenhall, Traunstein), wo Kaltluft problemlos abfließen kann. Ein Aspenschirm (3 m x 4 m Verband) hat sich auf den leicht nach Südosten geneigten Hangflächen in Deggenedorf sehr günstig ausgewirkt (nur 5 % Ausfälle). Positiv zu beurteilen sind auch die ca. 0,5 ha großen Lochhiebe für den Tannenbau in Zwiesel. Der zeitgleiche Anbau eines Erlenschirms auf der schwach nach Südosten geneigten Versuchsfläche von 1988 in Tiengen hat dagegen bislang keine wesentlichen Vorteile gebracht.

Schäden an den Weißtannen waren meist flächen- bzw. standortbedingt und nicht herkunftsbedingt: Verbiß und Frost haben auf einigen Flächen zu Zuwachsverlusten bzw. zu einer Verbuschung der Pflanzen mit mehreren Gipfeltrieben geführt. So zeigten die Tannen auf der Fläche in Nordhalben (kein Schirm, Südhang) nur einen Gesamtzuwachs von 32 cm innerhalb von 4 Jahren, dagegen lag der Zuwachs auf der im Optimum gelegenen Fläche Traunstein im gleichen Zeitraum bei 110 cm. Die gute Entwicklung der Pflanzen auf der Fläche in Traunstein bestätigt auch, daß frische, wurzelnackte Pflanzen durchaus in der Lage sind, gleiche Wuchsleistung zu erbringen wie optimal versorgte Containerpflanzen (Fläche Bad Reichenhall). Die beobachteten Chlorosen waren i. d. R. standortbedingt und wurden meist durch Staunässe (Tannesberg, Kelheim und Anzing) verursacht. In Nordhalben dürften die Ursachen in der Nährstoffversorgung liegen (Kalium, Magnesiummangel). Schäden durch Pilze oder Insekten traten nur selten auf und waren bislang unbedeutend. Undichte Zäune führten auf einigen Flächen zu den o. a. gravierenden Verbißschäden.

Die Flächen mit den geringsten Ausfällen hatten meistens auch das beste Wachstum bei beiden Versuchsansätzen. Wenn die Kaltluft abfließen kann und wenn die Hangneigung nicht gerade deutlich in südliche Richtung exponiert ist, kann die Weißtanne für Versuche innerhalb ihres Wuchsoptimums auch auf Freiflächen gepflanzt werden. Ein Schirm bzw. Schutz durch Nachbarbestände ist jedoch immer vorteilhaft. U. a. berichtet SEITSCHKE (1967) über die positiven Auswirkungen eines Birkenvorwaldes bei der Einbringung der Tanne auf Kahlflächen.

Im Gegensatz zu den Schäden waren die Ausfälle sowohl flächen-, wie auch herkunftsbedingt. Die signifikant höheren Ausfälle der Prüfglieder aus Serbien und Kalabrien können als ein Hinweis für mangelnde Anpassungsfähigkeit dieser Herkünfte an die Klima- und Standortbedingungen nördlich der Alpen gewertet werden (vgl. LARSEN, 1994; RUETZ et al., 1996). Isoenzymatische Untersuchungen (BERGMANN et al., 1990; BERGMANN, 1994) zeigten, daß kalabrische Herkünfte eine höhere genetische Vielfalt (mehr Allele) haben als

mitteleuropäische Weißtannenpopulationen. Daraus wurde auf eine höhere Anpassungsfähigkeit geschlossen. Derartige theoretische Überlegungen haben sich in unserem Versuch für die in Prüfung befindliche kalabrische Tannenherkunft Gariglione jedoch bislang nicht bestätigt, obwohl auch hier im Versuch mehr Allele gefunden wurden als bei anderen Herkünften (KONNERT, persönliche Mitteilung, noch unveröffentlicht).

Allgemein geringe Ausfälle zeigten Herkünfte aus Deutschland, aber auch aus dem östlichen Europa, wo die Klimabedingungen denen aus unserem Bereich ähnlich sind. KONNERT und BERGMANN (1995) fanden, daß Herkünfte aus Osteuropa ebenfalls über eine größere genetische Vielfalt (mehr Genvarianten) als deutsche Herkünfte verfügen. Es sind dies aber zum größten Teil andere Genvarianten als bei den untersuchten kalabrischen Tannen. Insofern zeigt sich hier einmal mehr, daß biochemische Untersuchungen Daten aus Provenienzversuchen sinnvoll ergänzen können und sollen, daß aber eine Überprüfung im Feld unumgänglich ist (vgl. SCHROEDER, 1988; HUSSENDÖRFER, 1994). Eine laufende Untersuchung der überlebenden Pflanzen mittels Genmarkern soll nun klären, ob der Selektionsdruck bestimmte Genotypen bevorzugt.

Trotz der sehr unterschiedlichen Entwicklung der Pflanzen auf den Versuchsflächen gab es signifikante Herkunftsunterschiede in der Wüchsigkeit bezogen auf alle Flächen. Eine meist überdurchschnittliche Wuchsleistung zeigten Herkünfte aus dem südwestdeutschen Raum, einschließlich Vogesen und Schwäbisch-Fränkischem Wald (Herkunftsgebiet 09), hier besonders die Herkunft Gschwend sowie die Tieflagenherkünfte aus dem Gebiet „Übriges Süddeutschland“ (Herkunftsgebiet 10). Die vergleichsweise höhere Wüchsigkeit der Herkünfte aus dem Alpen- und Voralpenbereich unter 900 m (Herkunftsgebiet 11) gegenüber den Herkünften aus Alpen-Lagen über 900 m (Herkunftsgebiet 12) bestätigt die Richtigkeit der Herkunftsgrenze bei 900 m im Alpenbereich. Unter den deutschen Herkünften präsentierten sich die Herkünfte aus Ost- bzw. Nordost-Bayern (Herkunftsgebiete 06 und 07) sowie die Herkünfte Kempten und Immenstadt aus dem Allgäu (Herkunftsgebiet 11 und 12) bislang als am wenigsten wüchsig.

Die höchste Wuchsleistung zeigten Herkünfte aus dem östlichen Verbreitungsgebiet (Slowakei, Rumänien), was auch in anderen Provenienzversuchen bestätigt wird (COMMARMOT, 1994; PAULE und HYNEK, 1994; SVOLBA, 1994). Herkünfte aus dem nördlichen Teil des ehemaligen Jugoslawiens (Donja Stupcanica und Goc) zeigten dagegen eine nur durchschnittliche Wuchsleistung mit fallender Tendenz nach Süden.

Die Herkunft Pelister (Mazedonien) lag auf allen Flächen unter dem Durchschnitt. Auch die bulgarische Herkunft Ribarica, aus einem kontinentaleren Klimabereich stammend, zeigte insgesamt nur eine leicht unterdurchschnittliche Wuchsleistung.

Als deutlich unterdurchschnittlich in der Wüchsigkeit erwiesen sich vor allem die westlichen französischen Herkünfte Les Fanges, Velay Vivarais und La Joux, die italienischen Herkünfte einschließlich Gariglione aus Kalabrien sowie die bereits erwähnten Herkünfte aus Ost-Nordost Bayern, außerdem Pelister aus Mazedonien (41. Breitengrad).

Auf den Versuchsflächen haben sich insofern für Süddeutschland zwei Regionen als Quelle zumindest in der Jugend wüchsiger Weißtannenherkünfte erwiesen. Es sind dies der südwestdeutsche Raum (evtl. einschließlich der Vogesen; leider nur eine Herkunft im Versuch) sowie der ost-europäische Raum – slowakisches Erzgebirge, Tatra und Karpaten (Rumänien). Für einen erweiterten Tannenbau außerhalb ihres natürlichen Verbreitungsgebietes können daher Herkünfte aus diesen Bereichen besonders interessant werden.

Ähnliche Gruppierungen der Herkunftsregionen wie nach Wüchsigkeit, ergeben sich auch aufgrund biochemisch-genetischer

Untersuchungen (SCHROEDER, 1988; KONNERT, 1994; WOLF, 1994; KONNERT und BERGMANN, 1995). So war es möglich, Herkünfte verschiedener Regionen anhand ihrer genetischen Strukturen einander zuzuordnen. Wünschenswert wären in diesem Zusammenhang noch weitere Untersuchungen an Herkünften aus Kroatien und Slowenien, speziell aus dem Karstbereich.

Die sehr unterschiedliche Entwicklung der Herkunft Zwiesel mit Saatgut aus 2 verschiedenen Erntejahren läßt Zweifel aufkommen, ob die Ernten repräsentativ waren oder ob möglicherweise schlechte Saatgutqualität (schlechte Bestäubung, hohe Inzuchtrate durch Selbstung) die Ursache war. Die Saatgutuntersuchungen (GAUDLITZ et al., 1985) zeigten bei der Herkunft Zwiesel für die Aussaat 1982 einen Hohlkornanteil von 86 % und eine Keimfähigkeit von nur 24 %. Dagegen hatte das Saatgut der Aussaat 1983 einen Hohlkornanteil von nur 35 % und eine Keimfähigkeit von 52 %. Das Saatgut der Aussaat 1982 stammte aus einer Rücklieferung vom Forstamt; die Ernte 1983 wurde in Eigenregie von der Klenge Laufend durchgeführt. Dadurch könnte das schlechte Abschneiden der Ernte Zwiesel 1982 erklärt werden. Es ist geplant, durch isoenzymatische Untersuchung an den Pflanzen in den Versuchspartellen diesem Phänomen nachzugehen.

Ähnlich verhält es sich mit den beiden schwachwüchsigen Herkünften Immenstadt und Kempten, bei denen ebenfalls die Aussaat 1983 in der Tendenz etwas besser lag als die Aussaat 1982. Auch hier waren die Ergebnisse der Saatgutprüfung der 1. Ernte die schlechteren, wobei insgesamt sehr hohe Hohlkornanteile und nur geringe Keimfähigkeit beobachtet wurden (vgl. GAUDLITZ et al., 1985).

Erste isoenzymatische Untersuchungen an der gleichfalls in 2 verschiedenen Jahren geernteten Herkunft Tiengen (die Unterschiede in der Wuchsleistung der Pflanzen dieser beiden Erntejahre sind allerdings viel geringer als im Falle Zwiesel) zeigten gewisse Unterschiede in den genetischen Strukturen der Kollektive aus den beiden Erntejahren (HUSENDÖRFER und KONNERT, 1997). Inwieweit dies mit der Wuchsleistung zusammenhängt, kann nicht gesagt werden. In jedem Fall sollten Saatguternten nur in guten Mastjahren durchgeführt werden, um die genetische Repräsentativität der Versuchsglieder für die betreffende Herkunft (Region) zu gewährleisten.

5. ZUSAMMENFASSUNG

Zwischen 1986 und 1989 wurden in Bayern und Baden-Württemberg 16 Weißtannen-Provenienzversuchsflächen angelegt. Auf 8 Flächen wurden schwerpunktmäßig 26 Herkünfte aus dem gesamten Verbreitungsgebiet der Weißtanne (*Abies alba* MILL.) der Aussaat 1982 ausgebracht. Weitere 42 Herkünfte aus dem süddeutschen Raum wurden 1983 ausgesät und ebenfalls auf 8 Flächen ausgepflanzt. Ergebnisse der Pflanzenentwicklung bis zum Alter von 11 bzw. 12 Jahren auf den Flächen werden dargestellt. Aufgenommen wurden die Pflanzenhöhe, der Zuwachs, die Zahl der Gipfeltriebe sowie Schäden und Ausfälle.

Herkünfte aus dem östlichen Verbreitungsgebiet zeigten allgemein eine gute Wuchsleistung und Vitalität, wobei die Herkünfte aus der östlichen Slowakei (Stara Voda) und aus Rumänien (Avrig und Lopus) besonders wüchsig waren. Von den mitteleuropäischen Herkünften zeigten die Herkünfte Donon (Vogesen/Frankreich), Alpirsbach, Gschwend und Pfalzgrafenweiler (alle Schwarzwald/Deutschland) noch eine gute Wuchsleistung. Eine unterdurchschnittliche Wuchsleistung wurde bei Herkünften aus dem westlichen Verbreitungsgebiet in Frankreich, den ostbayerischen Mittelgebirgen, dem Allgäu sowie aus Norditalien, Kalabrien und bei der südöstlichen Herkunft aus Mazedonien festgestellt. Die Herkünfte aus Serbien (Goc) und Kalabrien (Gariglione) hatten die höchsten Ausfälle.

Schäden durch Insekten oder Pilze waren ohne Bedeutung. Hauptschadensursachen waren auf einigen Versuchsflächen Verbiß

(infolge undichter Zäune) und Frost. Auch Chlorosen waren versuchsflächen- bzw. standortbedingt (Staunässe, Bodenverdichtung, Nährstoffversorgung). Die Auswahl von Versuchsflächen ist bei der Weißtanne besonders kritisch, da in der waldbaulichen Praxis die natürliche Verjüngung sowie die Pflanzung meist unter Schirm erfolgt. Bewährt haben sich deutlich geneigte Hangflächen (unter Ausschluß südlicher Expositionen) sowie der Anbau unter einem Aspenschirm.

6. Summary

Title of the paper: *The South-German European Silver-fir (Abies alba MILL.) provenance trial - development at the age of 11 years.*

Between 1986 and 1989 16 provenance trials with European silver fir (*Abies alba* MILL.) were established in Baden-Württemberg and Bavaria, Germany. Eight field trial sites were established with 26 provenances covering the entire distribution range of *Abies alba*; these provenances were sown in 1982. In 1983 a further 42 provenances from Germany were sown and an additional eight trial sites established. Results on growth rate, mortality, terminal shoot development and damage are presented for the 16 trial sites and 68 provenances at the age of 11 and 12 years.

Provenances from the eastern distribution range of *Abies alba* showed good growth and low mortality; especially the provenances from Slovakia (Stara Voda) and Romania (Avrig and Lopus). Of the central European provenances particularly those from the Vosges mountains in France (Donon), the Black Forest and the Schwabian-Frankonian Forest (Alpirsbach, Pfalzgrafenweiler and Gschwend) had the highest vitality and lowest mortality. Below average in growth were western provenances from France, from northern Italy, from Calabria, Italy, the southeastern provenance from Macedonia as well as provenances from the mountains in northeast Bavaria. The provenances from Serbia (Goc) and Calabria, Italy (Gariglione) had the highest mortality.

Damage due to insects or fungi was negligible. The most damage was due to browsing and frost on certain sites. Chlorotic foliage was also site specific and due to soil compaction, high water table or nutrient deficiency. The selection of trial sites is very critical with *Abies alba*. Best development was obtained on trial sites with cold air drainage and planting the fir under a preplanted Aspen shelterwood.

7. Résumé

Titre de l'article: *Expériences de provenances sur les sapins (Abies alba MILL.) du sud de l'Allemagne. Croissance juvénile dans les parcelles expérimentales.*

Entre 1986 et 1989, on a installé en Bavière et dans le Bade-Wurtemberg 16 expériences de provenances de sapin. Sur 8 dispositifs on a semé essentiellement des graines récoltées en 1982 sur l'ensemble de l'aire de répartition du sapin (*Abies alba* MILL.). Quarante-deux autres origines de la partie sud allemande de l'aire ont été récoltées en 1983 et semées également sur 8 dispositifs. On dispose donc des résultats sur la croissance des plants à 11 ou 12 ans. On a noté les hauteurs des plants, leur croissance, le nombre de pousses terminales ainsi que les dommages et la mortalité.

Les origines de l'est de l'aire de répartition ont fait preuve, en général, d'une bonne croissance et de vitalité, celles de l'est de la Slovaquie (Stara Voda) et de Roumanie (Avrig et Lopus) étant particulièrement vigoureuses. Des origines de l'Europe centrale, telles celles du Donon (Vosges, France), Alpirsbach, Gschwend, et Pfalzgrafenweiler (toutes les 3 de Forêt Noire, Allemagne) présentent encore une bonne croissance. On a pu constater un développement inférieur à la moyenne pour les origines françaises de la partie ouest de l'aire naturelle, pour celles des moyennes montagnes de l'est de la Bavière, de l'Allgäu, du nord de l'Italie et de Calabre ainsi que pour les origi-

nes du sud-est de l'aire, en Macédoine. Enfin celles de Serbie (Goc) et de Calabre (Gariglione) ont les taux de mortalité les plus élevés.

Les dommages provoqués par les insectes ou les champignons furent sans signification. Les dégâts les plus importants ont été dus à l'abroustissement dans quelques unes des placettes (en raison de clôtures présentant des trous). On a constaté aussi des chloroses liées aux placettes vu aux stations (sol engorgé, tassement du sol, disponibilité en éléments nutritifs). Le choix des placettes expérimentales pour le sapin est particulièrement éricable puisque dans la pratique sylvicole la régénération naturelle aussi bien que les plantations se font le plus généralement sous abri. Les résultats ont été particulièrement bons sur les pentes assez prononcées (exception faite des versants exposés au sud) ainsi que pour l'installation sous l'abri de trembles.

J.M.

8. Literatur

BERGMANN, F.: Die genetische Struktur in Weißtannen-Populationen Mittel- und Südeuropas. In: WOLF, H. (Hrsg.): Weißtannenherkünfte - Neue Resultate zur Provenienzforschung bei *Abies alba* MILL.. *Contributions Biologiae Arborum* Band 5. ecomed Verlag, Landsberg, 97-106, 1994

BERGMANN, F., GREGORIUS, H.-R. and LARSEN, J.B.: Levels of genetic variation in European silver fir (*Abies alba*). Are they related to the species' decline? *Genetica* 82: 1-10, 1990

COMMARMOT, B.: Internationaler Weißtannen-Herkunftsversuch: Entwicklung der Herkünfte bis zum Alter 12 auf der Versuchsfläche Bourrignon im Schweizer Jura. In: EDER, W. (Hrsg.): Ergebnisse des 7. IUFRO-Tannensymposiums „Ökologie und Waldbau der Weißtanne“, Mainz, 59-68, 1994

GAUDLITZ, G., RUETZ, W.F. und WIDMAIER, TH.: Süddeutscher Weißtannen-Provenienzversuch. I. Saatgutuntersuchungen und Entwicklung der Sämlinge. *Schriften aus der Forstl. Fakultät der Universität Göttingen und der Niedersächsischen Forstl. Versuchsanstalt* 80, 181-208, 1985

GAUDLITZ, G., RUETZ, W.F. und WOLF, H.: Der Süddeutsche Weißtannen-Provenienzversuch. II. Anzucht in den Pflanzgärten und Anlage der Versuchsfläche. In: PAULE, L. und KORPEL, S. (Hrsg.), 5. Tannensymposium, Zvolen, 67-87, 1988

HUSSENDÖRFER, E.: Erste Ergebnisse genetischer Inventuren in Weißtannenbeständen (*Abies alba* MILL.) der Schweiz. In: EDER, W. (Hrsg.): Ergebnisse des 7. IUFRO-Tannensymposiums „Ökologie und Waldbau der Weißtanne“, Mainz, 167-176, 1994

HUSSENDÖRFER, E. und KONNERT, M.: Untersuchungen zur genetischen Repräsentativität von Prüfgliedern im Provenienzversuch am Beispiel der Weißtanne. In Vorbereitung, 1997

KONNERT, M.: Ergebnisse isoenzymatischer Untersuchungen bei der Weißtanne als Entscheidungshilfen für forstliche Maßnahmen. In: EDER, W. (Hrsg.): Ergebnisse des 7. IUFRO-Tannensymposiums „Ökologie und Waldbau der Weißtanne“, Mainz, 30-43, 1994

KONNERT, M.: Genetische Variation der Weißtanne (*Abies alba* MILL.) in Bayern und Baden-Württemberg. In: *Genetik und Waldbau der Weißtanne. Schriftenreihe der Sächsischen Landesanstalt für Forsten*, Heft 5, 36-45, 1995

KONNERT, M. und BERGMANN, F.: The geographical distribution of genetic variation of silver fir (*Abies alba*, Pinaceae) in relation to its migration history. *Pl. Syst. Evol.* 196, 19-30, 1995

KRAMER, W.: Zur Herkunftsfrage der Weißtanne (*Abies alba* MILL.). *Forstarchiv* 50 (7/8), 153-160, 1979

LARSEN, J. B.: Die Weißtanne (*Abies alba* MILL.) und ihre waldbaulichen Probleme im Lichte neuerer Erkenntnisse. In: WOLF, H. (Hrsg.): Weißtannenherkünfte - Neue Resultate zur Provenienzforschung bei *Abies alba* MILL.. *Contributions Biologiae Arborum*, Band 5, ecomed Verlag, Landsberg, 1-10, 1994

PAULE, L. und HYNEK, V.: Die geographische Variation der Weißtanne (*Abies alba* MILL.) in Osteuropa aufgrund tschechoslowakischer Herkunftsversuche. In: WOLF, H. (Hrsg.): Weißtannenherkünfte - Neue Resultate zur Provenienzforschung bei *Abies alba* MILL.. *Contributions Biologiae Arborum*, Band 5. ecomed Verlag, Landsberg, 141-150, 1994

RUETZ, W.F., KONNERT, M. und BEHM, A.: Sind Waldschäden auch eine Frage der Herkunft? *AFZ/Der Wald* 51 (14), 759-761, 1996

RUETZ, W.F. und STIMM, B.: Der Süddeutsche Weißtannen-Provenienzversuch. IV. Entwicklung der Herkünfte der Aussaat 1982 auf den Versuchsflächen in Bayern bis zum Alter von 12 Jahren. In: EDER, W. (Hrsg.): Ergebnisse des 7. IUFRO-Tannensymposiums. „Ökologie und Waldbau der Weißtanne“, Mainz, 17-29, 1994

SCHROEDER, S.: Die Isoenzymvariation der Weißtanne (*Abies alba* MILL.) 16 europäischer Provenienzen. *Mitt. Verein f. forstl. Standortskunde und Forstpflanzenzüchtung* 32, 81-85, 1988

SEITSCHKE, O.J.: Die Weißtanne im Bodenseegebiet. *Forstwissenschaftliche Forschungen, Beiheft zum Forstwissenschaftlichen Centralblatt*, Heft 26. Paul Parey, Hamburg, 94 S., 1967

SVOLBA, J.: Weißtannenversuch (*Abies alba* MILL.) in Norddeutschland. In: EDER, W. (Hrsg.): Ergebnisse des 7. IUFRO-Tannensymposiums. „Ökologie und Waldbau der Weißtanne“, Mainz, 17-29, 1994

WOLF, H. (Hrsg.): Weißtannenherkünfte - Neue Resultate zur Provenienzforschung bei *Abies alba* MILL. *Contributions Biologiae Arborum*, Band 5. ecomed Verlag, Landsberg, 151 S., 1994a

WOLF, H.: Die Variation des Monoterpenmusters im Nadelharz verschiedener Herkünfte der Weißtanne (*Abies alba* MILL.). In: WOLF, H. (Hrsg.): Weißtannenherkünfte - Neue Resultate zur Provenienzforschung bei *Abies alba* MILL. *Contributions Biologiae Arborum*, Band 5. ecomed Verlag, Landsberg, 45-78, 1994b

WOLF, H., RUETZ, W.F. und FRANKE, A.: Der Süddeutsche Weißtannen-Provenienzversuch: III. Entwicklung der Herkünfte der Aussaat 1982 auf den Versuchsflächen bis zum Alter von 8 Jahren. Ergebnisse des 6. IUFRO-Tannensymposiums, Zagreb, Kroatien, 67-78, 1992

WOLF, H., RUETZ, W.F. und FRANKE, A.: Der Süddeutsche Weißtannen-Provenienzversuch: Ergebnisse der Baumschulphase und Anlage der Versuchsflächen. In: WOLF, H. (Hrsg.): Weißtannenherkünfte - Neue Resultate zur Provenienzforschung bei *Abies alba* MILL. *Contributions Biologiae Arborum*, Band 5. ecomed Verlag, Landsberg, 107-130, 1994