

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

**Herausgeber:** Schweizerischer Forstverein

**Band:** 148 (1997)

**Heft:** 5

**Artikel:** Anbauversuch mit kalabrischen Tannen in verschiedenen Höhenlagen : erste Ergebnisse

**Autor:** Commarmot, Brigitte

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-765460>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 08.02.2025

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

# Anbauversuch mit kalabrischen Tannen in verschiedenen Höhenlagen – erste Ergebnisse

Von *Brigitte Commarmot*

*Keywords:* *Abies alba*; Calabrian silver fir; provenance trials.

FDK 174.7 Abies: 232: (450)

## 1. Einleitung

Vitalitätsverluste bei der Weisstanne in den 80er Jahren waren der Auslöser für die Anlage von Anbauversuchen mit Tannen aus verschiedenen Herkunftsgebieten, nachdem als wesentliche Ursache für das «Tannensterben» eine genetische Verarmung der mitteleuropäischen Weisstanne vermutet wurde. Untersuchungen von *Larsen* (1986 b) hatten gezeigt, dass Weisstannen-Herkünfte aus Kalabrien im Gegensatz zu Herkünften aus Mittel- und Westeuropa bezüglich verschiedener Wachstumsparameter und Frostresistenz eine grosse Variation aufweisen, welche weitgehend durch die Höhenlage des Herkunftsortes erklärt werden kann. Auf diese Erkenntnisse gründete er die Hypothese, wonach das Tannensterben, welches hauptsächlich in Gebieten auftritt, wo eine geringe Variation zwischen den Provenienzen besteht, auf die ungenügende genetische Variation und daher fehlende Anpassungsfähigkeit der Weisstanne zurückzuführen sei (*Larsen*, 1986 a). In dänischen Provenienzversuchen haben sich Tannenherkünfte aus Kalabrien als überdurchschnittlich vital und wuchskräftig erwiesen (*Larsen*, 1981), weshalb sie in Dänemark für Anbauten besonders empfohlen werden. In Mitteleuropa ist man diesbezüglich vorsichtiger, da kalabrische Tannen eine geringere Frostresistenz aufweisen als mitteleuropäische Herkünfte (*Larsen*, 1986 b; *Nolte*, 1990). Ältere Anbauversuche mit kalabrischen Provenienzen fehlen hier allerdings.

Die Untersuchungen von *Larsen* bewogen die Gruppe Waldbau an der WSL, den Einfluss der Höhenlage des Anbauortes auf das Wachstum und die

Vitalität verschiedener Herkünfte aus Kalabrien und Mitteleuropa abzuklären. Dabei interessiert insbesondere auch die Frage der Wechselwirkungen. 1988 wurde deshalb ein Provenienzversuch mit Versuchsflächen in verschiedenen Höhenlagen gestartet. Der Versuch soll ausserdem darüber Auskunft geben, ob – und allenfalls welche – kalabrischen Herkünfte für einen Anbau in der Schweiz in Frage kämen.

## 2. Material und Methode

### *Verwendete Herkünfte*

Für den Versuch standen vier Herkünfte aus Süditalien sowie zwei aus der Schweiz zur Verfügung (*Tabelle 1*).

Die italienischen Herkünfte wurden uns 1988 als zweijährige Sämlinge von Professor Larsen (Göttingen) zur Verfügung gestellt. Anschliessend verbrachten sie drei Jahre im Pflanzgarten der WSL in Birmensdorf (550 m ü.M.). Die Schweizer Herkünfte wurden 1986 in Birmensdorf ausgesät und 1988 gemeinsam mit den italienischen Provenienzen verschult.

Bei den italienischen Herkünften handelt es sich um Mischproben von je sechs Bäumen, von der Herkunft «Lochwald» wurden 15, von der Herkunft «Ochsenboden» vier Bäume beerntet.

*Tabelle 1.* Übersicht über die angebauten Weisstannen-Herkünfte.

<i>Provenienz</i>	<i>Land</i>	<i>Gebiet / Kanton</i>	<i>Region</i>	<i>Nördl. Breite</i>	<i>Östl. Länge</i>	<i>Höhe ü.M.</i>
Archiforo	I	Kalabrien	Serra San Bruno	38°32'	16°20'	1150 m
M. Gariglione	I	Kalabrien	Sila Piccola	39°08'	16°39'	1760 m
San Francesco	I	Kalabrien	M. Pollino	39°57'	16°12'	1500 m
Bosco Abieti	I	Molise	Pescopennataro			
Soprani (Abt. 12 B)			(Abruzzen)	41°51'	14°17'	1360 m
Ochsenboden (Chippis)	CH	Wallis	Zentralalpen (inneralpin)	46°17'	7°33'	1050 m
Lochwald (Oberhelfenschwil)	CH	St.Gallen	Voralpen	47°20'	9°07'	750 m

### *Versuchsgebiet und Versuchsanlage*

Das Versuchsgebiet liegt zwischen Balsthal und Gänsbrunnen an einer Jura-Nordflanke im Kanton Solothurn (47°16'/7°30' – 47°18'/7°40'). Das

Gebiet ist insofern ideal, als über eine Höhenausdehnung von etwa 500 bis 1200 m ü.M. sehr ähnliche Bodenverhältnisse vorliegen, was für die Schweiz doch eher eine Ausnahme darstellt. Es handelt sich um sehr skelettreiche, tiefgründige, übermässig bis normal durchlässige Rendzinen auf Malmkalk. Die Morphologie und die physikalischen Eigenschaften dieser Rendzinen wurden von *Richard* und *Lüscher* (1983) und *Buchter* (1986) ausführlich beschrieben. Die Hangneigung beträgt 30 bis 60% (im Mittel 45%). Die Waldgesellschaft entspricht in den tieferen Lagen einem *Cardamino-Fagetum*, in den höheren Lagen einem *Abieti-Fagetum typicum*. Die Jahresmitteltemperatur beträgt 6,3°C, der Jahresniederschlag 1440 mm (Station Balmberg, 1075 m ü.M., Mittel der Jahre 1979 bis 1994).

Die Versuchsanlage umfasst zwölf Versuchsfelder von je 0,12 ha Grösse in vier verschiedenen Höhenlagen. Je drei Flächen wurden bei 650 m, 750 m, 900 m und etwa 1100 (1050–1130) m ü.M. angelegt. Jede Fläche wurde in sechs Felder unterteilt; die Zuteilung der Herkünfte auf die einzelnen Felder erfolgte zufällig. Pro Feld wurden im Normalfall 50 Tannen gepflanzt.

Die Versuchsfelder liegen innerhalb des Waldes. Sie wurden soweit möglich in kleineren Lücken angelegt, welche durch Windwurf entstanden sind. Dadurch und wegen der Nordexposition des Gebietes konnte auf einen Voranbau verzichtet werden. Allerdings müssen wegen der Lage der Flächen innerhalb des Waldes teilweise unterschiedliche Randeinflüsse in Kauf genommen werden. Die Flächen wurden eingezäunt.

Die Tannen wurden im Frühjahr 1991 im Alter von fünf Jahren (2/3) im Verband 2 x 2 m auf die Versuchsfelder gepflanzt. Im Frühjahr 1992 erfolgte eine Nachpflanzung mit Tannen derselben Aussaat, welche ein Jahr länger im Pflanzgarten der WSL verbracht haben. Da nicht von allen Herkünften genügend Pflanzen nachgezogen worden waren, konnten nicht alle Ausfälle ersetzt werden.

### *Bisherige Messungen und Ansprachen*

Die Messung der Ausgangshöhen erfolgte im Frühjahr 1991, kurz nach der Pflanzung. Eine weitere Höhenmessung wurde im Oktober 1996 durchgeführt. Gleichzeitig wurden auch allfällige Schäden erfasst. Bis 1994 fanden jährlich Ausfallkontrollen statt. 1994 und 1995 wurde zudem der Austrieb beobachtet.

Für die Erfassung des Austriebszeitpunkts erfolgten wöchentliche Kontrollen an allen Pflanzen. Dabei wurde nur festgehalten, ob die Pflanze ausgetrieben hatte. Beurteilt wurden die Terminal- und Seitenknospen am obersten Quirl des Endtriebes. Als ausgetrieben gilt, wenn 50% dieser Knospen aufgebrochen sind und die Nadeln freiliegen.

Leider konnten nur elf der zwölf Versuchsflächen in den Auswertungen berücksichtigt werden. Bei einer Fläche auf 900 m ü.M. war der Zaun in dem steilen Gelände nicht hoch genug, so dass wiederholt Gamsen eindrangen und die Tannen stark verbissen.

### 3. Erste Ergebnisse

#### Mortalität

Bis Oktober 1996 sind fast ein Viertel der gepflanzten Tannen (inklusive Nachpflanzungen) abgestorben (*Tabelle 2*), wobei ein grosser Teil der Ausfälle bereits im Sommer 1991 erfolgt ist. Die mit Abstand grösste Mortalität wies die kalabrische Herkunft «Archiforo» mit 46% auf, überdurchschnittlich hohe Ausfälle hatte auch die Herkunft «Bosco Abieti Soprani» aus Molise (29%). Positiv fällt die Schweizer Provenienz «Ochsenboden» auf, von welcher bis Ende 1996 lediglich 6% der Pflanzen abgestorben sind. Bei allen anderen Herkünften waren Ausfälle um 20 bis 22% zu verzeichnen.

Die varianzanalytische Auswertung der Ausfallprozent<sup>1</sup> ergab einen höchst signifikanten Unterschied zwischen den Herkünften ( $R^2 = 0,66$ ). Die Höhenstufe hatte keinen signifikanten Einfluss auf das Ausfallprozent. Auch die untersuchte Wechselwirkung zwischen Herkunft und Höhenstufe erwies sich als nicht signifikant.

*Tabelle 2.* Ausfälle 1991 bis 1994 (alle Flächen und Höhenlagen).

Herkunft	Pflanzen- zahl 1991	Nach- pflan- zungen	Ausfälle bis 10/91	Ausfälle 10/91–4/92	Ausfälle 4/92–7/93	Ausfälle 7/93–10/94	Ausfälle 10/94/10/96	Ausfälle 1991–96
	N	N	% *	% *	% **	% **	% **	% **
Archiforo	579	80	28,5	8,8	11,5	0,8	0,8	45,9
M. Gariglione	582	59	7,7	4,8	5,6	2,5	2,4	21,9
San Francesco	578	41	5,9	4,2	6,3	2,1	2,5	20,3
Bosco Abieti S.	555	96	14,1	5,9	9,8	1,2	1,0	29,1
Ochsenboden	551	12	2,0	0,5	1,2	0,7	1,7	6,1
Lochwald	563	62	8,5	4,6	5,8	1,3	1,5	20,4
<i>alle Herkünfte</i>	<i>3408</i>	<i>350</i>	<i>11,2</i>	<i>4,8</i>	<i>6,9</i>	<i>1,4</i>	<i>1,7</i>	<i>24,5</i>

\* % der Pflanzenzahl 1991.

\*\* % der Pflanzenzahl 1991 + Nachpflanzungen.

<sup>1</sup> Transformation mit  $\arcsin\sqrt{\text{Ausfall\%/100}}$ .

## *Allgemeine Vitalität und Schäden*

Bei der Aufnahme 1996 wurden 78% der lebenden Tannen als vital, 15% als kränkelnd, 5% als krank und 2% als absterbend beurteilt. Zwischen den verschiedenen Herkünften gab es keine bedeutenden Unterschiede in der Vitalität, hingegen zeigte sich eine abnehmende Vitalität mit zunehmender Höhenlage. Zwischen den verschiedenen Versuchsflächen innerhalb derselben Höhenstufe zeigten sich allerdings teilweise beträchtliche Unterschiede in der Vitalität der Tannen.

Infolge eines Spätfrostereignisses (Strahlungsfrost) am 15. Mai 1995, also mitten in der Austriebsphase, wiesen bei der Aufnahme im Oktober 1996 28% aller Tannen Verzweiselungen oder Verbuschungen auf. Am meisten Verzweigungsanomalien waren in den Versuchsflächen auf 750 und 900 m ü.M. festzustellen. Oberhalb 1000 m ü.M. hatten die Tannen zum Zeitpunkt des Frostes grossenteils noch nicht ausgetrieben. Von den Frostschäden waren alle Provenienzen gleichermassen betroffen, wobei «Lochwald» tendenziell etwas weniger geschädigte Bäume aufwies als die übrigen Herkünfte. Innerhalb der Versuchsflächen gab es wegen der Bestandesstruktur (Randeinflüsse, Nebenbestand) teilweise grosse Unterschiede in der Schadenhäufigkeit.

Andere Schäden waren relativ selten. 4,6% der Tannen wiesen Verletzungen, hauptsächlich durch den Menschen (Pflege!), teilweise aber auch durch Mäuse, auf. Bei 2,5% waren die Gipfelknospen bzw. der ganze Gipfeltrieb dürr, was möglicherweise durch Frostrocknis verursacht worden war. Bei den 2,6% Tannen mit Vergilbungen oder Nadelverlusten konnte die Ursache in der Regel nicht festgestellt werden. Weisstannentrieblaus-Befall wurde nur in vereinzelt Fällen beobachtet.

## *Höhenentwicklung*

Zum Zeitpunkt der Abspflanzung auf die Versuchsflächen im Alter von fünf Jahren unterschieden sich die verschiedenen Provenienzen in ihrer mittleren Pflanzenhöhe signifikant. Grosse Unterschiede zeigten sich insbesondere zwischen den verschiedenen Herkünften aus Kalabrien. So wies die Herkunft «Archiforo» mit 33,6 cm die grösste, die Herkunft «M. Gariglione» mit 22,9 cm die geringste Durchschnittshöhe auf. Die mittleren Höhen der anderen Herkünfte lagen zwischen 25 und 27,6 cm (*Tabelle 3*).

Tabelle 3. Ausgangshöhe 1991 (Alter 5).

Herkunft	Mittelhöhe (cm)	Std.Abw. (cm)
Archiforo	33,6	8,2
M. Gariglione	22,9	5,3
San Francesco	26,6	6,2
Bosco Abieti Soprani	27,6	6,0
Ochsenboden (Chippis)	24,9	5,4
Lochwald (Oberhelfenschwil)	26,7	5,1
Alle Herkünfte	27,1	

Ende 1996 haben die Tannen auf einer Höhenlage von 650 m ü.M. im Durchschnitt eine Höhe von 87,6 cm erreicht, in den auf 1100 m ü.M. gelegenen Flächen liegt die Mittelhöhe bei 57,0 cm. Mit einer Zunahme der Höhenlage um 100 m nahm der jährliche Höhenzuwachs durchschnittlich um 1,1 cm ab. Den grössten Höhenzuwachs seit der Pflanzung im Frühjahr 1991 zeigten die beiden Schweizer Herkünfte «Lochwald» und «Ochsenboden», den kleinsten «Bosco Abieti Soprani» und «San Francesco». «Archiforo» gehörte auf den tiefer gelegenen Flächen zu den gutwüchsigen, auf den höhergelegenen zu den schlechter wüchsigen Provenienzen, während es bei «M. Gariglione» gerade umgekehrt war (Abbildung 1).

Innerhalb einer Provenienz und Fläche streuten die Zuwachswerte stark. Dies äusserte sich in Variationskoeffizienten zwischen 37% und 97%. Auch gab es zwischen den verschiedenen Versuchsflächen innerhalb derselben Höhenstufe teilweise grosse Unterschiede im mittleren jährlichen Höhenzuwachs der einzelnen Provenienzen.

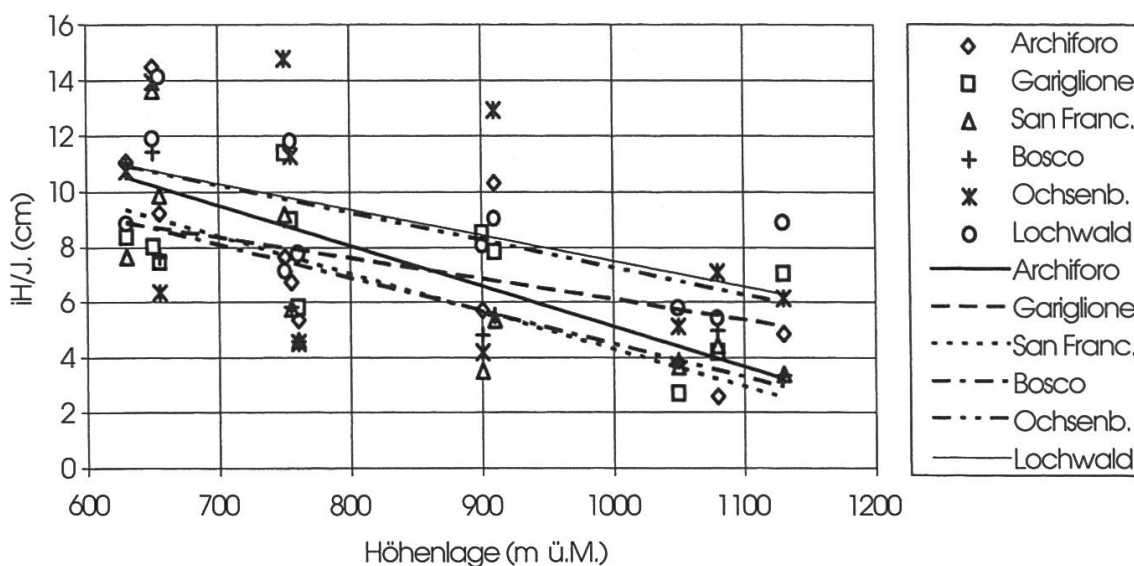


Abbildung 1. Mittlerer jährlicher Höhenzuwachs 1990 bis 1996 nach Herkunft und Höhenlage.

Bei der varianzanalytischen Untersuchung des mittleren jährlichen Höhenzuwachses zeigte sich der Einfluss der Höhenlage als hochsignifikant ( $p \leq 0,0001$ ), derjenige der Herkunft als schwach signifikant ( $p \leq 0,05$ ). Nicht signifikant war die Wechselwirkung zwischen Herkunft und Höhenlage. Der Anteil an der Gesamtvarianz, der durch die Faktoren «Höhe ü.M.» und «Herkunft» erklärt werden kann, beträgt 47,3%.

### Austriebszeitpunkt

Als durchschnittlicher Austriebstermin wurde 1994 auf einer Höhenlage von 650 m der 7. Mai festgestellt, 1995 der 11. Mai. Mit einer Zunahme der Höhenlage um 100 m ergab sich eine Verschiebung des mittleren Austriebstermins um vier Tage, dies sowohl 1994 als auch 1995. Die Standardabweichungen innerhalb einer Provenienz und Höhenstufe betragen rund fünf bis sechs Tage.

Die Herkunft «San Francesco» erwies sich auf allen Höhenstufen als frühtreibend, wobei die Unterschiede zu den anderen Provenienzen lediglich drei bis vier Tage ausmachten (Abbildung 2). «Archiforo» gehörte sowohl 1994 als auch 1995 auf den tiefer gelegenen Flächen (bis 750 m ü.M.) zu den eher frühtreibenden, auf den höher gelegenen Flächen zu den spätreibenden Provenienzen, während bei der Herkunft «Ochsenboden» ein umgekehrtes Verhalten erkennbar war (vor allem 1994). Die mittleren Austriebstermine der anderen Herkünfte liegen nahe beieinander.

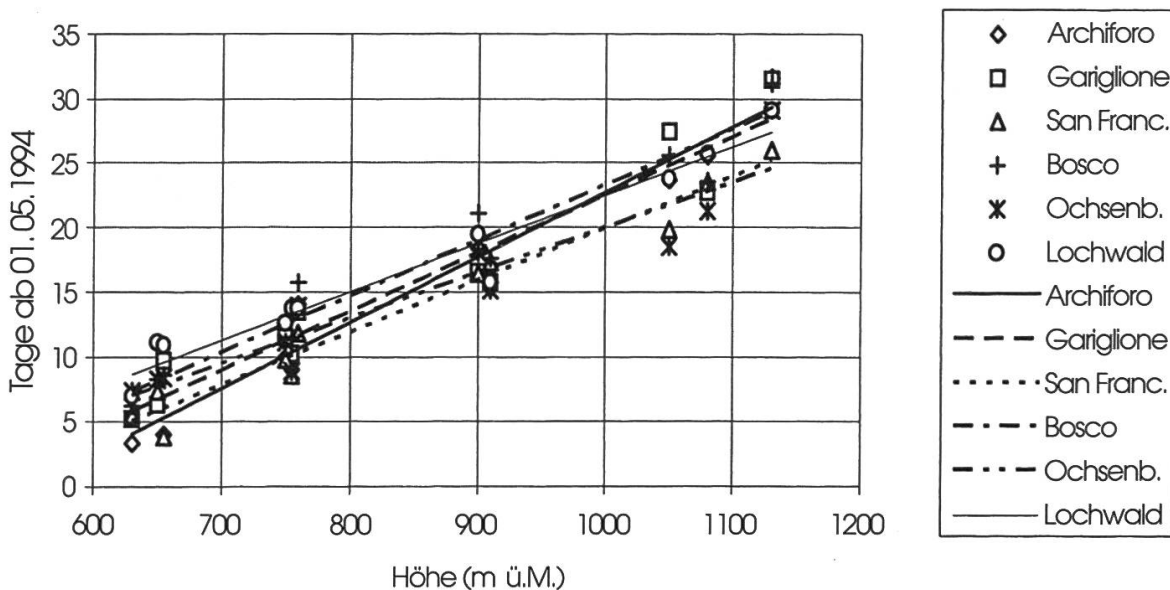


Abbildung 2. Mittlerer Austriebszeitpunkt 1994 nach Herkunft und Höhenlage.



Die varianzanalytische Untersuchung zeigte einen signifikanten Einfluss der Höhenlage, des Jahres, aber auch der Provenienz auf den mittleren Austriebstermin. Ausserdem ergab sich eine schwach signifikante Wechselwirkung zwischen Provenienz und Höhenlage. Hingegen konnte keine Wechselwirkung zwischen Provenienz und Jahr festgestellt werden, was bedeutet, dass der Austrieb der einzelnen Herkünfte in beiden Beobachtungsjahren ähnlich verlief.

#### 4. Diskussion der Ergebnisse

Der Anwuchserfolg von durchschnittlich 75% ist verglichen mit jenem auf den Schweizer Versuchsflächen des Internationalen Weisstannen-Herkunftsversuches der IUFRO von 1982 (*Commarmot*, 1995) eher schlecht. Da ein grosser Teil der Tannen bereits im Verlauf des Sommers 1991 abgestorben ist, wird als Hauptursache Trockenstress angenommen. Das Jahr 1991 war gekennzeichnet durch unterdurchschnittliche Niederschläge in den Monaten Februar bis Mai sowie längere Trockenperioden im Juli und vor allem im August, als bei überdurchschnittlichen Temperaturen während mehr als drei Wochen überhaupt keine Niederschläge fielen. Auch 1992 gab es zu Beginn und während der Vegetationsperiode längere Phasen ohne oder mit nur sehr geringen Niederschlägen, so im Mai und wiederum in den Monaten Juli und August. Niederschlagsdefizite gab es auch in den Wintern 91/92 und 92/93, was die Entstehung von Frosttrocknis begünstigte. Wie *Richard* und *Lüscher* (1983) zeigten, trocknen die Rendzinen im Versuchsgebiet wegen des hohen Skelettanteils sehr leicht aus. Die beiden schätzten, dass das leichtverfügbare Wasser im Hauptwurzelraum auf diesen Standorten im Sommer innerhalb von zwölf Tagen aufgebraucht ist. Frost und Winterkälte dürften in den betreffenden Jahren als Todesursache eine kleinere Rolle gespielt haben. Die tiefste Temperatur wurde im Januar 1993 mit  $-15,2^{\circ}\text{C}$  gemessen (auf 1075 m ü.M.), was über der von *Larsen* (1986 b) und *Nolte* (1990) angegebenen Winterfrostresistenz der kalabrischen Tannen liegt. Das Spätfrostereignis 1995 führte zwar zu Schäden, nicht jedoch zum Absterben von Tannen.

Nach Untersuchungen von *Kral* (1980) sind kalabrische Tannen Ökotypen mit hoher Trockenresistenz. Auch *Larsen* (1980) und *Mayer et al.* (1982) kommen aufgrund von älteren Anbauversuchen zum Schluss, dass kalabrische Tannen hinsichtlich Trockenresistenz den mitteleuropäischen Herkünften überlegen sind. Dies muss aufgrund unserer Untersuchungen zumindest für die Anwuchsphase in Frage gestellt werden. So war die Herkunft «Ochsenboden» die einzige, welche mit der im Sommer nach der Pflanzung aufgetretenen Trockenheit offenbar keine Probleme hatte. Die als «Trockentanne» bekannte Provenienz stammt aus dem Mittelwallis, dem extremsten Trockengebiet der Schweiz mit jährlichen Niederschlagssummen von ungefähr 600 mm im

Talboden (*Lingg*, 1986). Untersuchungen von *Marcet* (1971 und 1972) haben gezeigt, dass die Tannen vom Ochsenboden ein ausgeglicheneres Transpirationsverhalten, ein besseres Wasserspeichervermögen, eine höhere Dürre-resistenz und ein besseres Regenerationsvermögen aufweisen als Herkünfte aus dem niederschlagsreichen Schweizer Voralpengebiet. Zwar stammen auch die kalabrischen Tannen aus Gebieten mit ausgeprägter Sommertrockenheit (*Kramer*, 1992); nach Angaben von *Menguzzato* (1988) ist jedoch die Luftfeuchtigkeit wegen der Nähe zum Meer während des ganzen Jahres fast immer hoch, und es treten auch im Sommer häufig Nebel auf. Dadurch dürfte der Trockenstress erheblich vermindert werden. Dass die Herkunft «Archiforo» eine überdurchschnittlich hohe Mortalität aufwies, bedeutet nicht unbedingt, dass diese Herkunft empfindlicher auf Trockenheit reagiert als die anderen. Vielmehr lässt sich die hohe Ausfallquote damit erklären, dass die Tannen dieser Herkunft zum Zeitpunkt der Pflanzung deutlich grösser waren und damit auch eine höhere Transpiration aufwiesen als jene der anderen Provenienzen. Dies dürfte gerade in einer Phase, in der die Pflanzen noch nicht im Boden verwurzelt sind, von entscheidender Bedeutung sein. Auf den Zusammenhang zwischen Transpiration und Pflanzengrösse haben *Herzog* und *Rotach* (1988) hingewiesen.

Die deutlichen Unterschiede in der Ausgangshöhe (Höhe zum Zeitpunkt der Pflanzung 1991) der verschiedenen kalabrischen Herkünfte bestätigen die Beobachtungen von *Larsen* (1986 b), wonach das Höhenwachstum der kalabrischen Provenienzen je nach Höhenlage des Herkunftsortes stark variiert. Allerdings büsste die Herkunft «Archiforo» seit der Auspflanzung auf die Versuchsflächen ihren Wachstumsvorsprung insbesondere gegenüber den beiden Schweizer Provenienzen ein. Wieweit dies durch die grösseren Anwuchsschwierigkeiten dieser Herkunft bedingt ist, kann zur Zeit nicht beantwortet werden. Möglicherweise zeigt sich die von verschiedenen Autoren beschriebene überdurchschnittliche Wachstumsleistung der Herkünfte aus der Serra San Bruno (*Nolte*, 1990; *Patuszka*, 1988; *Larsen*, 1986 b, *Mayer et al.*, 1982) nur beim Anbau in tieferen Lagen. Darauf deutet zumindest die Beobachtung hin, dass die Herkunft «Archiforo» bisher auf den tiefer gelegenen Flächen zu den gutwüchsigen, auf den höhergelegenen jedoch zu den schlechter wüchsigen Provenienzen gehört, während es interessanterweise bei der kalabrischen Hochlagenherkunft «M. Gariglione» gerade umgekehrt ist. Ob sich diese Tendenz in den nächsten Jahren verstärkt, bleibt abzuwarten. Dass bei Provenienzen aus tiefen Lagen die Wachstumsleistung mit der Höhe des Anbauortes stärker abnimmt als bei solchen aus hohen Lagen, wurde teilweise bei anderen Baumarten, wie z.B. Fichte oder Lärche, festgestellt (*Nägeli*, 1932; *Bürgi*, 1990/91). Für die Tanne lagen bisher keine entsprechenden Beobachtungen vor. Die Tatsache, dass die kalabrischen Herkünfte grössere Unterschiede in ihrem Höhenwachstum aufweisen, während die beiden Schweizer Provenienzen ein sehr einheitliches Wuchsverhalten zeigen, stützt die Aussage von *Lar-*

sen (1986 b), wonach zwischen verschiedenen Tannenherkünften aus Kalabrien eine grössere Variation bezüglich verschiedener Wachstumsgrössen besteht als zwischen Herkünften aus Mitteleuropa.

Was das Austriebsverhalten betrifft, lassen sich keine Zusammenhänge mit dem Herkunftsgebiet oder der Höhenlage des Herkunftsortes herleiten. Auch lassen sich die aufgetretenen Wechselwirkungen zwischen Provenienz und Höhenlage des Anbauortes nicht dahingehend interpretieren, dass Hochlagenherkünfte in tieferen Lagen früher austreiben als Tieflagenherkünfte. Dass Herkünfte aus Kalabrien gegenüber mitteleuropäischen Provenienzen einen leicht verzögerten Austrieb aufweisen, wie dies *Larsen* und *Schaaf* (1985) festgestellt haben, kann nicht bestätigt werden, ebensowenig der von ihnen beobachtete geographische Trend bei den kalabrischen Herkünften (frühes Austreiben der Provenienzen aus dem Süden, späteres derjenigen aus dem Norden Kalabriens). Die Differenzen im mittleren Austriebstermin der verschiedenen Herkünfte von maximal vier Tagen sind zwar statistisch signifikant, dürften jedoch praktisch kaum von Bedeutung sein. Einheitliches Austriebsverhalten verschiedener Weisstannenherkünfte beschrieben *Kral* (1980), *Commarmot* (1992) und *Wolf et al.* (1994), während *Patuszka* (1988) und *Nolte* (1990) Unterschiede im mittleren Austriebstermin verschiedener Provenienzen von bis zu 14 bzw. 10 Tagen beobachteten. Allerdings lassen sich auch aus diesen Untersuchungen keine einheitlichen Tendenzen bezüglich Austriebsverhalten bestimmter Herkünfte oder Herkunftsgruppen erkennen. Aus den bisherigen Untersuchungsergebnissen kann man schliessen, dass das Austriebsverhalten wohl keinen begrenzenden Faktor für die Anbaumöglichkeit einzelner Tannenherkünfte darstellt.

Inwieweit die im Vergleich zu mitteleuropäischen Herkünften geringere Frostresistenz der kalabrischen Provenienzen (*Larsen*, 1986 b; *Nolte*, 1990) von Bedeutung ist, kann aufgrund unseres Versuches bisher nicht beurteilt werden. Vom Spätfrostereignis 1995, das zu einem Zeitpunkt auftrat, als die Tannen extrem empfindlich waren, waren alle Provenienzen gleichermassen betroffen.

## 5. Folgerungen

Wegen der erst kurzen Dauer dieses Versuches sind die beobachteten Unterschiede im Verhalten der verschiedenen Weisstannenherkünfte mit Vorsicht zu werten. Dennoch hat sich bereits jetzt bestätigt, dass auch bei der Weisstanne Mitteleuropas Provenienzen mit zumindest unterschiedlichen physiologischen Eigenschaften vorhanden sind und dass es auch hier Herkünfte gibt, welche der kalabrischen Tanne nicht nur bezüglich Frostresistenz, sondern vermutlich auch bezüglich Trockenresistenz überlegen sind. Die genetischen Inventuren von Hussendörfer haben gezeigt, dass es zwischen ver-

schiedenen Weisstannen-Populationen in der Schweiz auch bedeutende genetische Unterschiede gibt (Hussendörfer, 1995).

Angesichts der offenbar geringeren Frostresistenz kalabrischer Herkünfte sollte im Hinblick auf einen Anbau in Mitteleuropa vermehrt auch auf spezielle Ökotypen bei den mitteleuropäischen Weisstannenprovenienzen geachtet werden. Neben Anbauversuchen wären weitere ökophysiologische und genetische Untersuchungen wünschenswert, damit die Eignung bestimmter Herkünfte für spezielle Standorte besser beurteilt werden kann.

### **Zusammenfassung**

1991 wurde im Solothurner Jura ein Weisstannen-Herkunftsversuch mit Versuchsfeldern in verschiedenen Höhenlagen zwischen 650 und 1100 m ü.M. angelegt. Der Versuch umfasst vier Herkünfte aus Süditalien (drei aus Kalabrien, eine aus Molise) und zwei aus der Schweiz. Die Untersuchungen sollen zeigen, welchen Einfluss die Höhenlage des Anbauortes auf das Wachstum und die Vitalität der verschiedenen Herkünfte aus Kalabrien und Mitteleuropa ausübt und ob es Unterschiede in der Höhenabhängigkeit des Wachstums und anderer Merkmale innerhalb und zwischen den beiden Herkunftsgruppen gibt. Sowohl bezüglich Mortalität, Höhe und Austriebszeitpunkt zeigten sich signifikante Unterschiede zwischen den Provenienzen. Positiv fiel die Schweizer Herkunft «Ochsenboden» (Chippis) auf, welche eine überdurchschnittliche Überlebensrate (94% bei einer mittleren Mortalität aller Herkünfte von 24,5%) und gute Zuwachswerte aufwies. Es wird vermutet, dass die als «Trockentanne» bekannte Herkunft «Ochsenboden» mit der im Sommer nach der Pflanzung aufgetretenen Trockenheit besser zurecht kam als die anderen Herkünfte.

### **Résumé**

#### **Essai de culture de sapins blancs de Calabre réalisée à différentes altitudes – premiers résultats**

Un essai de culture de sapins blancs a été réalisé dans le Jura soleurois dès 1991 sur des parcelles situées entre 650 et 1100 m d'altitude. L'essai porte sur quatre provenances d'Italie de Sud (Calabre et Molise) et deux provenances suisses. Les questions les plus importantes concernent l'influence de l'altitude du lieu de plantation sur la croissance, la vitalité et le débourrement des différentes provenances de Calabre et d'Europe centrale ainsi que les différences à l'intérieur et entre les deux groupes de provenances. Les différences entre les provenances sont significatives en ce qui concerne la mortalité, l'accroissement en hauteur et la date moyenne du débourrement. Le

taux de survie de la provenance suisse du type «Ochsenboden» (Chippis) est sensiblement plus élevé que celui des autres provenances (94% de survivants par rapport à une mortalité moyenne de 24,5%); les plants de cette provenance présentent aussi un bon accroissement en hauteur. Nous supposons que le type «Ochsenboden», connu pour sa tolérance à la sécheresse, a mieux supporté les longues périodes sans pluie, en été de 1991 (année de la plantation), que les autres provenances.

## Abstract

### Provenance trial with Calabrian silver fir at different altitudes – first results

In 1991 a silver fir provenance trial with experimental plots at different altitudes ranging from 650 to 1100 m. a.s.l. was established in the Swiss Jura mountains near Solothurn. The experiment includes four provenances from southern Italy (three from Calabria and one from Molise) and two from Switzerland. The main questions are related to the influence of planting site altitude on growth, flushing and vitality of the various provenances, as well as to the differences between and within the two groups of provenances. Differences in mortality, height and mean date of flushing proved significant between the provenances. The Swiss provenance «Ochsenboden» survived significantly better than all other provenances (the survival rate was 94%, compared with an average mortality of 24.5%) and it also showed good height increment. We suppose that «Ochsenboden», which is known as an ecotype with a high drought resistance, was less stressed by the long periods without rainfall during the summer 1991 (the year of planting) than the other provenances.

## Literatur

- Buchter, B.*, 1986: Wasserhaushalt und Skelettstruktur eines Rendzina-Bodens. Mitt. Eidgenöss. Forsch.anst. Wald Schnee Landsch., 62, 4: 467–603.
- Bürgi, A.*, 1990/91: Wahl geeigneter Provenienzen und Standorte für den Anbau der Lärche ausserhalb ihres natürlichen Verbreitungsgebietes in der Schweiz. Mitt. Eidgenöss. Forsch.anst. Wald Schnee Landsch., 66, 1, 153 S.
- Commarmot, B.*, 1992: Internationaler Weisstannen-Herkunftsversuch in der Schweiz. In: *Prpič, P.; Seletković, Z.* (Hrsg.): 6. IUFRO-Tannensymposium. Forstl. Fakultät, Univ. Zagreb, Zagreb: 79–90.
- Commarmot, B.*, 1995: Internationaler Weisstannen-Herkunftsversuch: Entwicklung der Herkünfte bis zum Alter 12 auf der Versuchsfläche Bourrignon im Schweizer Jura. In: Ergebnisse des 7. IUFRO Tannen-Symposium der WP S.1.01–08, «Ökologie und Waldbau der Weisstanne»: 59–68.
- Herzog, M.; Rotach, P.*, 1988: Trockenresistenz und Immissionshärte der Weisstanne (*Abies alba* Mill.). Frühstuntersuchungen mit vier Provenienzen. Nationales Forschungsprogramm 14+: «Lufthaushalt und Luftverschmutzung in der Schweiz», 147 S.
- Hussendörfer, E.*, 1995: Untersuchungen bei der Weisstanne. Deutliche genetische Unterschiede. Wald Holz 76, 9: 18–20.

- Kral, F., 1980: Untersuchungen zur physiologischen Charakterisierung von Tannenprovenienzen. In: Mayer, H.: 3. Tannen-Symposium Wien 1980. Waldbau-Institut, Univ. für Bodenkultur, Wien: 139–157.
- Kramer, W., 1992: Die Weisstanne (*Abies alba* Mill.) in Ost- und Südeuropa. Eine Zustandsbeschreibung. 405 S., Stuttgart, Jena, New York, Gustav Fischer.
- Larsen, J.B., 1980: *Abies alba*-Provenienzen in Dänemark. In: Mayer, H.: 3. Tannen-Symposium Wien 1980. Waldbau-Institut, Univ. für Bodenkultur, Wien: 78–91.
- Larsen, J.B., 1981: Waldbauliche und ertragskundliche Erfahrungen mit verschiedenen Provenienzen der Weisstanne (*Abies alba* Mill.) in Dänemark. Forstwiss. Cent.bl. 100, 1: 275–286.
- Larsen, J.B., 1986 a: Das Tannensterben: Eine neue Hypothese zur Klärung des Hintergrundes dieser rätselhaften Komplexkrankheit der Weisstanne (*Abies alba* Mill.). Forstwiss. Cent.bl. 105, 5: 381–396.
- Larsen, J.B., 1986 b: Die geographische Variation der Weisstanne (*Abies alba* Mill.). Wachstum und Frostresistenz. Forstwiss. Cent.bl. 105: 396–406.
- Larsen, J.B. und Schaaf, W., 1985: Erste Ergebnisse des Weisstannenprovenienzversuches von 1982. Ergebnisse des 4. Tannensymposiums. Schr. Forstl. Fak. Univ. Gött. Niedersächs. forstl. Vers.anst. 80: 209–221.
- Ling, W.A., 1986: Ökologie der inneralpinen Weisstannenvorkommen (*Abies alba* Mill.) im Wallis (CH). Mitt. Eidgenöss. Anst. forstl. Vers.wes. 62, 3: 331–466.
- Marcet, E., 1971: Versuche zur Dürresistenz inneralpiner «Trockentannen» (*Abies alba* Mill.). Schweiz. Z. Forstwes. 122, 3: 117–135.
- Marcet, E., 1972: Versuche zur Dürresistenz inneralpiner «Trockentannen» (*Abies alba* Mill.). 2. Mitteilung. Schweiz. Z. Forstwes. 123, 11: 763–767.
- Mayer, H.; Reimoser, F.; Kral, F., 1982: Ergebnisse des Internationalen Tannenherkunftsversuches Wien 1967–1978, Morphologie und Wuchsverhalten der Provenienzen. Cent.bl. gesamte Forstwes. 99, 3: 169–191.
- Menguzzato, G., 1988: Möglichkeiten und Grenzen der Tanne in Kalabrien. 5. IUFRO Tannensymposium: 164–166.
- Nägeli, W., 1932: Einfluss der Herkunft des Samens auf die Eigenschaften forstlicher Holzgewächse. IV. Mitteilung. Die Fichte. Mitt. Schweiz. Centralanst. forstl. Vers.wes., 17: 150–237.
- Nolte, C., 1990: Ökophysiologische Untersuchungen an verschiedenen Weisstannen-Provenienzen (*Abies alba* Mill.) in Relation zum Tannensterben. Dissertation Forstl. Fak. Univ. Göttingen: 181 S.
- Patuszka, P., 1988: Results of Provenance Experiments with Silver Fir (*Abies alba* Mill.) in France. In: Paule L.; Korpel, S.: 5. IUFRO-Tannensymposium. Hochschule für Forstwirtschaft und Holztechnologie, Zvolen: 131–142.
- Richard, F.; Lüscher, P., 1983: Physikalische Eigenschaften von Böden der Schweiz. Bd. 3. Birmensdorf, Eidgenöss. Anst. forstl. Vers.wes., 112 S.
- Wolf, H.; Ruetz, W.F.; Franke, A., 1994: Der Süddeutsche Weisstannen-Provenienzversuch: Ergebnisse der Baumschulphase und Anlage der Versuchsflächen. In: Wolf, H. (Hrsg.): Weisstannen-Herkünfte. Neue Resultate zur Provenienzforschung bei *Abies alba* Mill. Ecomed, (Contributiones Biologiae Arborum, Nr. 5), Landsberg am Lech: 107–130.

Abbildungen gedruckt mit Unterstützung der Eidg. Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft (WSL), Birmensdorf.

Verfasserin:

Brigitte Commarmot, dipl. Forsting. ETH, Eidg. Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft (WSL), CH-8903 Birmensdorf.