F B V A - B E R I C H T E
Schriftenreihe der Forstlichen Bundesversuchsanstalt

Nr. 59 **1991**

V E G E T A T I V E V E R M E H R U N G

V O N F I C H T E

F Ü R H O C H L A G E N A U F F O R S T U N G E N

PHYSIOLOGISCHE UND PHÄNOLOGISCHE PROBLEME DER ANPASSUNG

FDK 232.411.4:232.13:181.8:174.7:(23)

von
K. HOLZER, F. OHENE-COFFIE°, U. SCHULTZE

°gefördert durch den Jubiläumsfond der
Österreichischen Nationalbank, Projekt 3241

Herausgegeben
von der
Forstlichen Bundesversuchsanstalt in Wien
Kommissionsverlag: Österreichischer Agrarverlag, 1141 Wien

Herstellung und Druck

Forstliche Bundesversuchsanstalt
A-1131 WIEN

Printed in Austria

INHALTSVERZEICHNIS

EINLEITUNG

Die Vegetationszone der alpinen Waldgrenze, aber auch die Schutzwaldzone und, etwas abgeschwächt, der Hochlagenwirtschaftswald, gehören von ihren standörtlichen und klimatischen Gegebenheiten her gesehen zu den sensibelsten Waldzonen überhaupt. Seit vielen Jahrhunderten greift nun der Mensch in immer starkerem Maße in diese Gebiete "regelnd" ein. Für die Sudholzerzeugung zur Salzgewinnung sowie zur Holzkohlenerzeugung für die Erzverhüttung wurden in den letzten Jahrhunderten weite Gebiete nahezu entwaldet. Aber vor allem der Futterbedarf für die Viehwirtschaft in höheren Lagen und die damit verbundene Rodung und Schwendung führte zu einer künstlichen Herabdrückung der Waldgrenze um manchmal bis zu 200 Höhenmeter und mehr.

Heute werden große Anstrengungen unternommen, um diese Flächen wieder aufzuforsten. Es soll dadurch die Waldgrenze wieder auf ihre ursprüngliche Seehöhe angehoben werden, um so das Entstehen von Naturkatastrophen wie Lawinen, Hochwässer oder Muren durch den wieder errichteten Wald zu verhindern oder unvermeidbare Schäden aus solchen Ereignissen zu verringern.

Für solche Maßnahmen kommen im Bereich der Alpen nur wenige Baumarten in Frage. Es sind dies hauptsächlich Zirbe, Fichte und Lärche, sowie einige wenige Laubbaumarten als Beimischung wie z.B. Bergahorn, Eberesche und Birke. Innerhalb dieser Arten sind darüberhinaus nur bestimmte Genotypen aus Hochlagenpopulationen dafür geeignet, die aufgrund jahrtausendelanger natürlicher Selektion durch das Gebirgsklima an dessen Bedingungen besonders angepaßt sind (Holzer 1967). Bei den Nadelbaumarten zeichnen sich bereits bestimmte Möglichkeiten zur Erkennung solcher Typen anhand von Frühtests ab, wobei diese Methoden bei der Fichte am intensivsten erforscht und erprobt sind. Die Methode der Sämlingstestung der Fichte erlaubt, unter den zahl-

reichen Beerntungen jene Herkünfte auszuwählen, die wegen ihrer Anpassung an eine kurze Vegetationsdauer für Hochlagen am besten geeignet sind, und diese für eine weitere Vermehrung heranzuziehen (Holzer 1988).

Bei den oben angeführten Baumarten standen bisher meist nur generativ vermehrte Pflanzen in größeren Stückzahlen zur Verfügung. Bei der Fichte besteht aber auch die Möglichkeit, durch vegetative Vermehrung über Stecklinge ("Klonierung") ausgewählte Genotypen zu erzeugen, was aber nur in einem jugendlichen Alter der Stecklingsausgangspflanzen mit gutem Bewurzelungserfolg möglich ist (Kleinschmit 1977). Diese Art der Vermehrung hat den großen Vorteil, daß innerhalb angepaßter Herkünfte besonders geeignete Individuen ausgewählt und in größeren Mengen vervielfältigt werden können, sodaß das Vorhandensein von Individuen mit mehr oder weniger unbekannten Eigenschaften, wie bei generativer Vermehrung, vermieden wird.

Es muß jedoch nachdrücklich darauf hingewiesen werden, daß gerade bei Hochlagenaufforstungen mit vegetativ vermehrten Fichten, trotz guter Anpassung, nur umfangreiche Klongemische verwendet werden dürfen, um die notwendige genetische Vielfalt zu erhalten. So soll ein überaus großes Anbaurisiko durch klonweisen Ausfall infolge spezieller Schadfaktoren biotischer und/oder abiotischer Art vermieden werden, das dadurch entsteht, daß mitunter einzelne Klone besonders anfällig sind und vermehrt absterben.

Am Institut für Forstpflanzenzüchtung und Genetik der Forstlichen Bundesversuchsanstalt wird seit 23 Jahren ein Forschungsprogramm der autovegetativen (Stecklings-) Vermehrung der Fichte gewidmet, um Fragen bei der Erzeugung erbgleicher Pflanzen für bestimmte Verwendungsziele zu klären (Holzer 1972, 1974; Holzer, Schultze, Pelekanos, Müller 1985).

SCHWIERIGKEITEN BEI HOCHLAGENAUFFORSTUNGEN

Ein großes Problem bei Hochlagenaufforstungen liegt darin, geeignetes Pflanzenmaterial entsprechenden Umfanges zur Verfügung zu haben. Aus extremen Hochlagen, in denen der Anteil bestangepaßter Pflanzen naturgemäß am höchsten ist, steht infolge klimabedingtem, oft jahrelangem Ausbleiben der Blütenbildung kaum Saatgut für Aufforstungszwecke zur Verfügung. Auch die Anlage von Samenplantagen für hochlagengeeignetes Fichtensaatgut ist mit Schwierigkeiten verbunden, da abgesehen von der arbeitsaufwendigen Erzeugung von Fichtenpfropflingen für solche Plantagen zwischen Begründung und wirtschaftlich interessanten Samenerträgen eine lange Zeitdauer liegt. So veranschlagt KLEINSCHMIT, 1975, für klimatische und standörtliche Verhältnisse in der BRD einen Zeitverlust von 15 - 20 Jahren zwischen Eingang der Informationen und Nutzung für die Praxis, weil Fichtensamenplantagen spät und auch dann nur unregelmäßig Zapfen tragen.

Ein weiteres Problem ist darin zu sehen, daß innerhalb einer generativen Nachkommenschaft eine sehr große Streuung aller Merkmale, seien es physiologische, morphologische oder Wachstumseigenschaften, gegeben ist und somit nicht alle Individuen für die strengen Anforderungen einer Hochlagenaufforstung geeignet sind.

Die Verwendung von Stecklingen (Verklonung) ist daher gerade in solchen Fällen eine alternative Lösungsmöglichkeit, da auf diese Art geeignete Genotypen in großem Umfang vermehrt und für Aufforstungszwecke zur Verfügung gestellt werden können. Doch dauert auch bei diesem Verfahren die Anzucht von Ausgangspflanzen zur Stecklingsproduktion in Mutterquartieren zumindest 8 - 10 Jahre, bis diese eine Größe erreicht haben, bei der eine genügend große Zahl an Reisern gewonnen werden kann. Solche Fichtenpflanzen sind aufgrund ihrer Anpassung an eine

sehr kurze Vegetationszeit sehr langsamwüchsig. In diesem Alter können aber bereits Minderungen der Bewurzelungsfähigkeit und der Qualität des Wurzelsystems auftreten. Auch gibt es bei den jungen Stecklingspflanzen Schwierigkeiten beim Aufrichten des Wipfels (orthotroper Wuchs), da mit zunehmendem Alter der Ausgangspflanzen die physiologische Umstellung vom Astwuchs länger dauert bzw. nicht mehr stattfindet (Kleinschmit 1975, 1977).

Um die Frage der Eignung für Hochlagenaufforstungen zu klären, ist es erforderlich, alle Klone zuerst einer eingehenden Testung auf ihre Angepaßtheit zu unterziehen, was nur unter den schwierigen Bedingungen eines Gebirgsstandortes durchführbar ist und viele Jahre umfassen muß (Genotyp-Standort-Interaktion). Zu diesem Zweck wurden vom Institut für Forstpflanzenzüchtung und Genetik an der Forstlichen Bundesversuchsanstalt zahlreiche Versuchsserien angelegt. Die zu prüfenden Klone wurden nicht nur an verschiedenen Hochlagenstandorten ausgepflanzt, sondern zugleich wurde meist auch eine Kontrollserie mit den gleichen Klonen als Klonarchiv im Wienerwald angelegt. Diese Vorgangsweise bringt den Vorteil, einerseits eingehende Untersuchungen des phänologischen Verhaltens durchführen zu können, andererseits stehen diese Klone für eine mögliche weitere Stecklingsgewinnung zur Verfügung (Holzer, Schultze, Pelekanos und Müller 1985).

Vorarbeiten zu diesen Versuchen erfolgten seit 1974 auf Versuchsflächen in Tirol. Um die Anpassungsfähigkeit von Fichten zu untersuchen, wurden 50 Klone, von Ausgangsbäumen mit unterschiedlichem Wuchsverhalten und aus verschiedenen Seehöhenstufen stammend, in einer Versuchsflächenserie im Wipptal zur langfristigen Beobachtung ausgepflanzt. Seither wurden die Klone wiederholt gemessen, beurteilt und auf ihr Anpassungsverhalten untersucht (Tranquillini et al. 1980, Zwerger und Holzer 1988).

VERSUCHSMATERIAL

In diesem Bericht werden zwei Testreihen einer Klonprüfung vorgestellt.

Die erste Testreihe soll Auskunft über die allgemeine Anpassung der Klone an die sich mit zunehmender Seehöhe ändernden Umweltbedingungen geben.

Sie umfaßt 3 Prüfreihen:

Prüfreihe "V" : Unterschiedlichste Klone verschiedener Herkünfte und Höhenstufen (vor allem aus Tief- und Hochlagenherkünften). Sie wurde 1984 auf acht Versuchsflächen in verschiedenen Seehöhen angelegt. Die Versuchsflächenstandorte reichen von 400 m Seehöhe im Wienerwald bis zur Waldgrenze in 1700 m Seehöhe am Westabfall der Saualpe.

Erweitert wurde diese Prüfreihe durch zwei Ergänzungspflanzungen mit speziell ausgelesenen Klonen:

Prüfreihe "H" : Ein Klongemisch aus ausgewählten Hochlagenklonen zur Prüfung der Anpassung an Extremklimate.

Prüfreihe "T" : Ein Klongemisch aus Tieflagenklonen zur Prüfung der Eignung in Tieflage und um herauszufinden, welche Klone die besten wirtschaftlichen Eigenschaften besitzen.

Die Ergänzungsserien wurden nur auf den Versuchsflächen ausgebracht, die in Seehöhenstufen liegen, welche denen der ausgewählten Klone entsprechen.

Die zweite Testreihe beinhaltet eine Auswahl von Klonen aus Hochlagenherkünften, die anhand der Knospenkennzahl ausgewählt wurden, welche bei der Frühtestung in einer Kulturkammer ermittelt wurde.

Die 1982 erzeugten Klone wurden 1987 sowohl auf einer Kontrollfläche im Wienerwald, als auch auf einer Hochlagenprüffläche auf der Hutterer-Höß (Totes Gebirge, Oberösterreich) in einem Seehöhenbereich zwischen 1700 und 1800 m, meist nordexponiert, ausgepflanzt. Diese Hochlagenfläche befindet sich 100 bis 150 Seehöhenmeter über dem letzten geschlossenen Fichtenbestand, zu einem Teil in einem lichten Lärchenaltholz, zum anderen Teil über der derzeitigen Waldgrenze in einem Latschengürtel.

Die mit Ballen in 1 Liter-Plastiksäckchen im Herbst 1986 angelieferten Fichtenstecklingspflanzen wurden in ca. 1600 m Seehöhe im Freien unter lockerem Altlärchenschirm überwintert, was ohne jegliche Schädigung ertragen wurde. Doch waren im Winter 1987/88 nach der Auspflanzung deutliche Auswirkungen eines Klimastresses (Frühfrost) erkennbar.

Das Versuchsmaterial der Kontrollfläche im Wienerwald beinhaltet neben den Klonen der Testreihe 2 (Tab. 1) zusätzlich Klone, die nach verschiedenen anderen Zielrichtungen ausgewählt worden waren. Ein großer Teil, 394 Klone, ist dem erwähnten Hochlagenprogramm zuzurechnen und wurde auch auf der Hutterer-Höß ausgepflanzt. Die restlichen 112 Klone gehören überwiegend zu einem Versuch mit rauchharten Auslesen, auf den hier nicht weiter eingegangen wird.

METHODIK

Für die beiden Testreihen wurden in den Jahren 1979 bis 1982 ca. 4000 Bäume durch Stecklinge vermehrt. Davon wurden 893 Klone für die vorliegenden Versuche verwendet: 577 aus Hochlagenherkünften, 71 Klone aus Mittellagen und 245 Klone aus Tieflagenherkünften (Tab. 1). Die Gesamtzahl der in diesen Versuchsreihen beobachteten Pflanzen beträgt 9229 Stück; bei 2454 wurde ein Jahr hindurch wöchentlich das phänologische Verhalten während der Wachstumszeit beobachtet und der laufende Zuwachs gemessen.

Diese Versuchsbeobachtungen auf den beiden Kontrollflächen im Wienerwald zu Testreihe 1 und Testreihe 2 (siehe Abb. 1) umfaßten neben der Feststellung des genauen Austriebszeitpunktes der einzelnen Pflanzen auch die laufende Triebstreckung bis zur erkennbar beginnenden Endknospenbildung.

In Tab. 2 ist das Aufnahmeschema der einzelnen Wachstumsstadien festgehalten. Dabei bezeichnen die Austriebsstufen 1 bis 4 die Knospenschwellung und Knospenöffnung, ab der Stufe 5 wurde das laufende Streckungswachstum in Zentimetern festgehalten.
Bis zum Ende der Beobachtung (sichtbare Knospenbildung) wurden etwa 95 % der gesamten Triebstreckung erfaßt. Die Ausreifung der Triebe wurde an zwei Terminen (26. Juli 1988 und 8. August 1989) nach der Farbe der Nadeln und der Endknospe klassifiziert (Tab. 3).

Auf fast allen Versuchsflächen wurde zusammen mit der Messung der einzelnen Jahrestriebe die Art der Wipfelbildung (ortotroper Wuchs) aufgenommen, wobei die Klasse 1 vollkommen ausgebildeten Wipfel, die Klasse 5 hingegen vollständigen Zweighabitus bezeichnet (Tab. 4).

Die Aufnahme der Schädigung der Pflanzen auf der Versuchsfläche "Hutterer-Höß" erfolgte derart, daß Klasse 0 vollkommen abgestorbene und Klasse 4 ungeschädigte Pflanzen bezeichnet (Tab. 5).

VERSUCHSANLAGEN

Die Beobachtungen und Messungen wurden auf folgend angeführten Versuchsflächen der beiden Messreihen vorgenommen (Abb. 1):

TESTREIHE 1 :

Prüfreihe "V" : Höhenstufenserie mit 180 Klonen

Fläche 1: "Großer Steinbach" Forstverwaltung der österreichischen Bundesforste in Purkersdorf, Niederösterreich;
Seehöhe 400 m;
712 Pflanzen (einschließlich der Ergänzungspflanzung);
ausgepflanzt am 16. April 1985.

Fläche 2: "Weyer 1" im Hirzybachgraben, Revier Weyer der Mayr-Melnhof'schen Forstdirektion Frohnleiten, Steiermark;
Seehöhe 400 m, Wiesenaufforstung;
1034 Pflanzen (einschließlich der Ergänzungspflanzung);
ausgepflanzt am 6. November 1984.

Fläche 3: "Hinterberg 1" im Revier Hinterberg der Forstverwaltung der HESPA Domäne Wolfsberg, Kärnten;
Seehöhe 900 m, nordexponiert;
218 Pflanzen;
angelegt am 1. Oktober 1984.

Fläche 4: "Hinterberg 2" , wie oben
Seehöhe 1200 m, südexponiert;
399 Pflanzen (einschließlich der Ergänzungspflanzung);
angelegt am 3. Oktober 1984.

Fläche 5: "Hinterberg 3" , wie oben
Seehöhe 1550 m, nordexponiert;
422 Pflanzen (einschließlich der Ergänzungspflanzung);
angelegt am 2. Oktober 1984.

Fläche 6: "Lölling 4" im Revier Lölling der Forstverwaltung der HESPA Domäne Wolfsberg, Kärnten;
Seehöhe 1550 m, südexponiert;
420 Pflanzen (einschließlich der Ergänzungspflanzung);
angelegt am 2. Oktober 1984.

Fläche 7: "Lölling 5" wie oben
Seehöhe 1710 m, nordexponiert;
Wiesenaufforstung;
854 Pflanzen (einschließlich der Ergänzungspflanzung);
angelegt am 1. Oktober 1984.

Prüfreihe "H" : Ergänzungspflanzung zur Höhenstufenserie mit 110 Klonen aus Hochlagenherkünften.

Fläche 1: "Großer Steinbach" mit 2-facher Wiederholung
Fläche 4: "Hinterberg 2" mit 1-facher Wiederholung
Fläche 5: "Hinterberg 3" mit 3-facher Wiederholung
Fläche 6: "Lölling 4" mit 1-facher Wiederholung
Fläche 7: "Lölling 5" mit 5-facher Wiederholung

Prüfreihe "T" : Ergänzungspflanzung zur Höhenstufenserie mit 97 Klonen aus Tieflagenherkünften.

Fläche 1: "Großer Steinbach" mit 2-facher Wiederholung
Fläche 2: "Weyer 1" mit 6-facher Wiederholung

Fläche 8: "Weyer 2" im Hirzybachgraben, Revier Weyer der Mayr-Melnhof'schen Forstdirektion Frohnleiten, Steiermark;
Seehöhe 500 m;
379 Pflanzen;
angelegt am 6. November 1984,
mit 4-facher Wiederholung

TESTREIHE 2 :

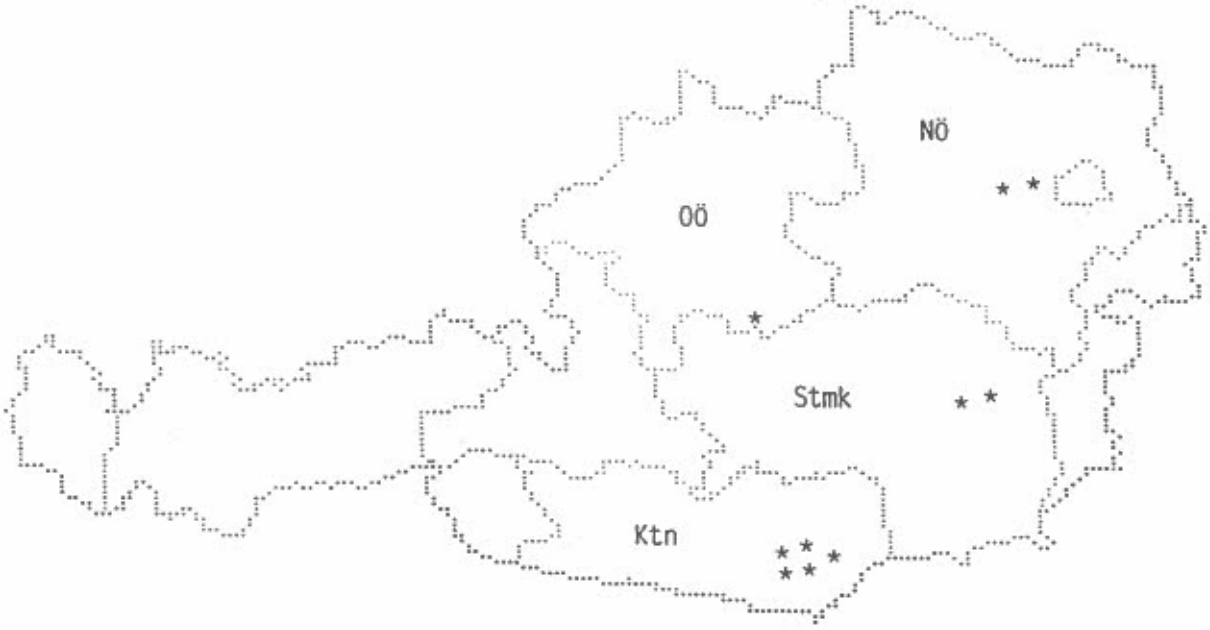
a) Hochlagenprüffläche "Hutterer-Höß", Totes Gebirge, Gemeinde Hinterstoder, Oberösterreich; Bauernwald.
Seehöhe 1700 - 1800 m
3500 Pflanzen (394 Klone)
angelegt vom 13. bis 23. Juli 1987 durch die Forsttechnische Abteilung der Wildbach- und Lawinenverbauung, Gebietsbauleitung Kirchdorf/Krems.

b) Kontroll- und Vergleichsfläche "Pressbaum", Waldort Klaushäuseln, Forstverwaltung Pressbaum der österreichischen Bundesforste, Niederösterreich;
Seehöhe 400 m
1742 Pflanzen (506 Klone)
angelegt am 13. und 14. April 1988.

Anmerkung: Die ursprüngliche Pflanzenzahl ist durch Ausfälle auf allen Flachen zum Teil stark reduziert und wurde hier nicht berücksichtigt. Die Planzenzahlen geben nur die in die Auswertungen einbezogenen Pflanzen an.

Abb. 1

LAGE DER EINZELNEN VERSUCHSFLÄCHEN DIESES BERICHTES



Testreihe 1

Niederösterreich (NÖ)	Versuchsfläche 1	"Großer Steinbach
Steiermark (Stmk)	Versuchsfläche 2	"Weyer I"
	Versuchsfläche 3	"Weyer II"
Kärnten (Ktn)	Versuchsfläche 4	"Hinterberg 1"
	Versuchsfläche 5	"Hinterberg 2"
	Versuchsfläche 6	"Hinterberg 3"
	Versuchsfläche 7	"Lölling 4"
	Versuchsfläche 8	"Lölling 5"

Testreihe 2

Oberösterreich (OÖ)	Versuchsfläche	"Hutterer-Höß"
Niederösterreich (NÖ)	Versuchsfläche	"Pressbaum"

AUFNAHMETÄTIGKEIT

Im Jahre 1988:

Auf der Hochlagenprüffläche "Hutterer-Höß" der Testreihe 2 wurden im Juli 1988 die im Winter 1987/88 erlittenen Schäden einzelpflanzenweise erhoben und bonitiert (Tab. 5 und 14).

Auf der Versuchsfläche "Pressbaum" der Testreihe 2 wurde ab Mitte April 1988 begonnen, in Abständen von je einer Woche, die Erfassung der phänologischen Daten der einzelnen Stecklingspflanzen durchzuführen, wobei das Triebwachstum nach insgesamt 23 Stufen erhoben bzw. gemessen wurde (Tab. 2, 6 und 7). Die Aufnahmen wurden bis Ende Juli durchgeführt.

Folgende phänologische Daten wurden einzelpflanzenweise erhoben und dann in Klassen zusammengefaßt:

Austrieb:

	Klasse	
- 4. Mai	sehr früh	(sf)
5. - 9. Mai	früh	(f)
10. - 13. Mai	mittel	(m)
14. - 17. Mai	spät	(sp)
18. Mai-	sehr spät	(ss)

Endknospenbildung:

- 31. Juni	sehr früh	(sf)
1. - 7. Juli	früh	(f)
8. - 14. Juli	mittel	(m)
15. - 21. Juli	spät	(s)
22. Juli-	sehr spät	(ss)

			Klasse	
Streckungsdauer:	- 25	Tage	sehr kurz	(sk)
	26 - 30	Tage	kurz	(k)
	31 - 35	Tage	mittel	(m)
	36 - 40	Tage	lang	(l)
	41 +	Tage	sehr lang	(sl)

Ausreifung: Wurde am 26. Juli in 4 Stufen erhoben (Tab. 3).

Zusätzlich wurden die Wuchsform der einzelnen Klone nach einer 5-teiligen Skala taxiert (Tab. 4 und 8) und der Zuwachs der vier vorangegangenen Jahre gemessen.

Im Jahre 1989:

Die Testreihe 1 - Höhenstufenserie einschließlich der Ergänzungspflanzungen - wurde im Sommer 1989 einzelpflanzenweise gemessen und die Wuchsform nach einer 5-teiligen Skala bonitiert (Tab. 4 und 10).

Auf der Versuchsfläche 7 "Lölling 5" wurde außerdem die Austriebsentwicklung zum Zeitpunkt des Aufnahmestichtages (26. Juni 1989) festgehalten.

Die Versuchsfläche 1 "Großer Steinbach" wurde von Anfang April bis Mitte August 1989 in gleicher Weise wie die Fläche "Pressbaum" beobachtet und anschließend der Zuwachs der vorherigen Jahre gemessen (Tab. 9).

AUSTRIEBSENTWICKLUNG UND WACHSTUMSFORTSCHRITT DER KLONE

Der mittlere Austriebszeitpunkt der Fläche "Pressbaum" im Jahre 1988 war der 10. Mai, wobei die ersten Bäumchen bereits am 26. April, die letzten am 29. Mai die Knospen öffneten.

Der Abschluß des Jahrestriebwachstums lag zwischen dem 24. Mai und dem 28. Juni. Eine direkte Beziehung zu den verschiedenen Austriebsterminen ist aber nicht feststellbar, da die Streckungsdauer insgesamt sehr unterschiedlich war und zwischen 22 und 54 Tagen betrug; im Mittel verstrichen vom Austrieb bis zur beginnenden Knospenbildung 33 Tage. Die phänologischen Daten der Klone, zusammengefaßt nach Herkünften, sind in Tab. 6 dargestellt, die Streuung innerhalb der einzelnen Herkünfte ist aus Tab. 7 ersichtlich.

Ebensolche Unterschiede wie oben angeführt zeigten sich entsprechend der unterschiedlichen Streckungsdauer der neu gebildeten Triebe auch beim Ausreifungsgrad. Er wurde am 26. Juli 1988 nach einer vierteiligen Skala erhoben (Tab. 3) und betrug im Mittel 2,6. Bemerkenswert ist hier der deutliche Unterschied zwischen den Klonen aus Tief- und aus Hochlagenherkünften, wobei letztere im Schnitt eine hellere, gelblichere Nadelfarbe aufwiesen, was bei der Beurteilung eine Verschiebung um eine halbe Klasse ergab. Bei den Tieflagenherkünften war die Herkunft Lenzing besonders gut ausgereift; diese wies einen um 10 Tage früher liegenden Abschlußzeitpunkt mit einem um eine Klasse höheren Ausreifungsgrad auf (Tab. 6). Die Beziehung der beiden phänologischen Parameter "Beginn der Endknospenbildung" und "Ausreifungsstadium zum angegebenen Beobachtungszeitpunkt" ist statistisch streng (zu 99 %) abgesichert.

Vergleicht man aber die Ergebnisse aus dem Jahr 1988 auf der Versuchsfläche "Pressbaum" mit den Aufnahmen auf der Versuchsfläche "Großer Steinbach" aus dem Jahr 1989, so müssen

die oben angeführten Werte als abnormal beurteilt werden. Durch das erst im Frühjahr des Beobachtungsjahres erfolgte Aussetzen der Fichtenstecklingspflanzen auf der Versuchsfläche war ihr jahreszeitlicher Entwicklungsgang und das Verhalten gegenüber Umwelteinflüssen gestört. Auch das bisherige Höhenwachstum der Pflanzen war stark beeinträchtigt. Der Einfluß durch Stecklingsschnitt, zweimalige Verschulung, Eintopfung und Auspflanzung war bei dem geringen Alter der Pflanzen voll wirksam, da eine Adaptation an die Versuchsflächenverhältnisse noch nicht gegeben war. Die erhobene Gesamtpflanzengröße ist daher nur als bedingt aussagekräftig anzusehen. Unter diesem Gesichtspunkt ist ein festgestellter Jahreszuwachs von 5 - 9 cm als zufriedenstellend zu bezeichnen. Eine Unterscheidbarkeit nach Herkünften ist nicht möglich.

Wesentlich bessere Aussagen ermöglicht der im Jahre 1989 in gleicher Weise beobachtete Versuch "Großer Steinbach", weil die Auspflanzung hier bereits 4 Jahre zuvor durchgeführt worden war. Da der Vegetationsbeginn im Frühjahr 1989 ein sehr zeitiger war, lag der mittlere Austriebszeitpunkt der Fichtenstecklingspflanzen schon am 21. April. Bereits am 11. April brachen die ersten Knospen auf und bis zum 16. Mai hatten alle Klone ausgetrieben (Tab. 9).

Der besonders auffallende Unterschied zum Jahr 1988 war die lange Streckungszeit, die zwischen 35 und 84 Tagen (im Mittel 58 Tage) dauerte; sie lag somit mehr als 50 % über den beobachteten Werten des Vorjahres. Die auf dieser Fläche vorhandenen viel längeren Triebe sind auf das vergleichsweise ungestörte Wachstum gegenüber "Pressbaum" zurückzuführen. Die Endknospenbildung der am frühesten abschließenden Klone begann am 23. Mai und erfolgte bei den am spätesten abschließenden am 14. Juli. Der mittlere Abschluß der Hochlagenklone erfolgte um 7 Tage früher als bei den Tieflagenklonen. Die am 8. August durchgeführte Aufnahme des Ausreifungsgrades erbrachte die im Vergleich zum Vorjahr gegensätzliche Feststellung, daß dieser bei

den Hochlagenklonen deutlich - das heißt um eine halbe Klasse - besser lag als bei den Tieflagenklonen, entsprechend dem im Mittel früheren Abschluß.

Es wurde auch eine überaus starke Augusttriebbildung beobachtet, deren Ausmaß auf den erhöhten Niederschlag während der Vegetationsperiode zurückzuführen sein dürfte. Diese zeigte sich bei den Tieflagenklonen (40,5% aller Klone) wesentlich stärker und zahlreicher als bei den Hochlagenklonen (11,5% aller Klone und meist nur an den Seitenzweigen).

Bei Zusammenfassung der Pflanzen nach der Seehöhe betrug der Zuwachs im Jahre 1989 im Mittel 40 cm bei den Tieflagenherkünften und 31 cm bei den Hochlagenherkünften. Daraus ergibt sich eine mittlere Streckungsgeschwindigkeit von 0,55 cm pro Tag bei Hochlagen-, bzw. 0,67 cm pro Tag bei Tieflagenklonen im Jahre 1989. Acht Jahre nach der Absteckung betrug die mittlere Pflanzengröße 135 cm, wobei die Tieflagenklone um 29 cm größer waren als die Klone aus Hochlagen (Tab. 10).

TESTREIHE 1

HÖHENZUWACHS IN ABHÄNGIGKEIT VON DER SEEHÖHE DES VERSUCHORTES UND DES URSPRUNGSORTES DER KLONE

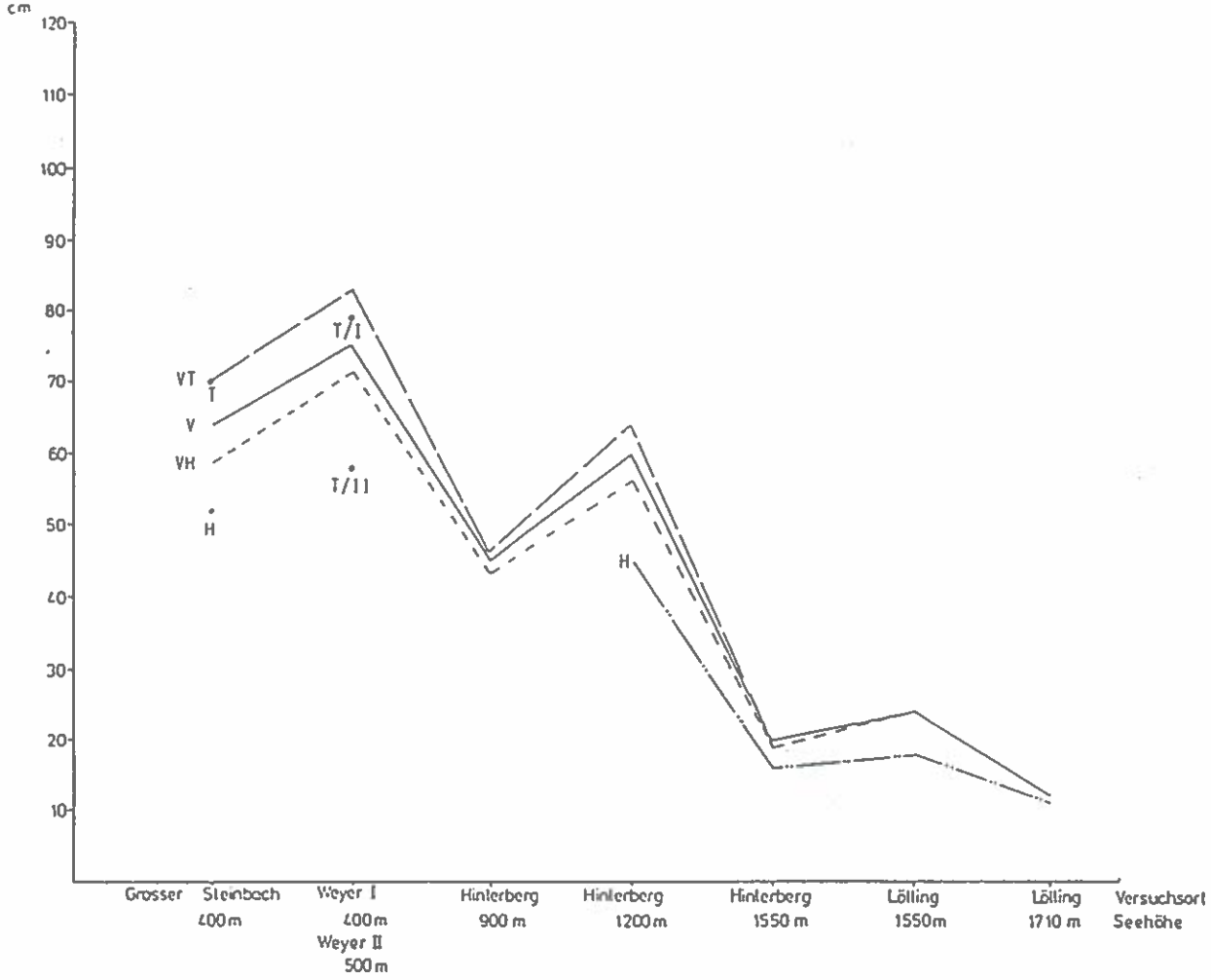
Bei der Fichte ist in der im Vorjahr angelegten Knospe bereits die heurige Triebausbildung vorgegeben, wobei deren weitere Entwicklung während der Triebstreckungsphase weitestgehend von den im jeweiligen Frühjahr herrschenden klimatischen Bedingungen abhängt (Tranquillini et al. 1980). Die detaillierte Abhängigkeit dieses Verhaltens von den am jeweiligen Versuchsort herrschenden klimatischen Bedingungen sollte durch diese Versuchsreihe geklärt werden. Durch die Anordnung der Versuchsflächen von 400 m Seehöhe bis zur Waldgrenze (hier in 1700 bis 1800 m Seehöhe gelegen) kann so die erblich fixierte Anpassung der einzelnen Klone und Herkünfte an die an ihrem Ursprungsort gegebenen Umweltbedingungen erkannt werden. Auch die Möglichkeit der Auswahl geeigneter Herkünfte, die auf dem in relativ kurzer Zeit in der Klimakammertestung ermittelten Knospenbildungsindex basieren, sollte so eine Bestätigung erhalten.

Prüfreihe "V" :

Anhand der Höhenstufenserie, die in verschiedenen Seehöhen von 400 bis 1700 m angelegt ist, wurde versucht, den sich mit zunehmender Seehöhe ändernden klimatischen Einfluß auf das Triebwachstum zu erfassen (Abb. 2). In Tab. 10 sind die mittleren Pflanzengrößen in den Jahren 1985 bis 1988, getrennt nach Tief- und Hochlagenklonen, angeführt. Die Höhe 1985

Abb. 2

GESAMTZUWACHS 1985 BIS 1988 AUF ALLEN VERSUCHSFLÄCHEN
DER SERIEN "V", "T" UND "H"



V = Höhenstufenserie

VT = Tieflagengruppe innerhalb der Serie "V"

VH = Hochlagengruppe innerhalb der Serie "V"

T = Ergänzungspflanzung mit Tieflagenklonen

H = Ergänzungspflanzung mit Hochlagenklonen

beinhaltet den ersten Trieb nach der Auspflanzung der Stecklingspflanzen. Zu Tieflagenklonen werden alle Pflanzen aus Seehöhen unter 900 m gerechnet, zu Hochlagenklonen solche aus Seehöhen über 1300 m.

Der anfänglich noch geringe Größenunterschied zwischen den beiden Gruppen wird mit zunehmendem Alter der Pflanzen auf den tiefer gelegenen Versuchsflächen immer deutlicher. Klone aus Hochlagen bleiben stark hinter den Tieflagenklonen zurück. Auf den drei höchst gelegenen Versuchsflächen, alle über 1500 m Seehöhe, sinkt der Größenunterschied auf 5 cm ab.

Die mittlere Gesamthöhe 1988 aller Stecklingpflanzen nimmt von der tiefst zur höchst gelegenen Fläche von 109 cm auf 41 cm ab. Sie hat an der Waldgrenze (1710 m) in den vier Aufnahmejahren nur um rund 12 cm zugenommen, im Vergleich zur Zunahme um 75 cm auf der besten Fläche "Weyer 1" in 400 m Seehöhe (Abb. 3).

Prüfreihe "T":

Auf der Versuchsfläche "Weyer 1" erreicht die durchschnittliche Pflanzengröße 1988 einen um 10 cm größeren Wert als auf der in gleicher Seehöhe gelegenen Versuchsfläche "Großer Steinbach" (Abb. 4). Daraus und aus der Tatsache, daß auch die Tieflagenklone der Prüfreihe "V" eine ähnliches Ergebnis zeigen (Tab. 10), kann erkannt werden, daß der Anbauort "Großer Steinbach", außerhalb des natürlichen Verbreitungsgebietes der Fichte im Wienerwald gelegen, wie zu erwarten war, für diese Baumart nicht optimal geeignet ist.

Der beachtliche Größenunterschied von durchschnittlich 22 cm der Pflanzenhöhe 1988 auf dem Versuchsort "Weyer 2" gegenüber der nur 500 m entfernten Fläche "Weyer 1" findet

Abb. 3

MITTLERE HÖHE 1985-1988 ÜBER ALLE VERSUCHSFLÄCHEN DER SERIE "V"

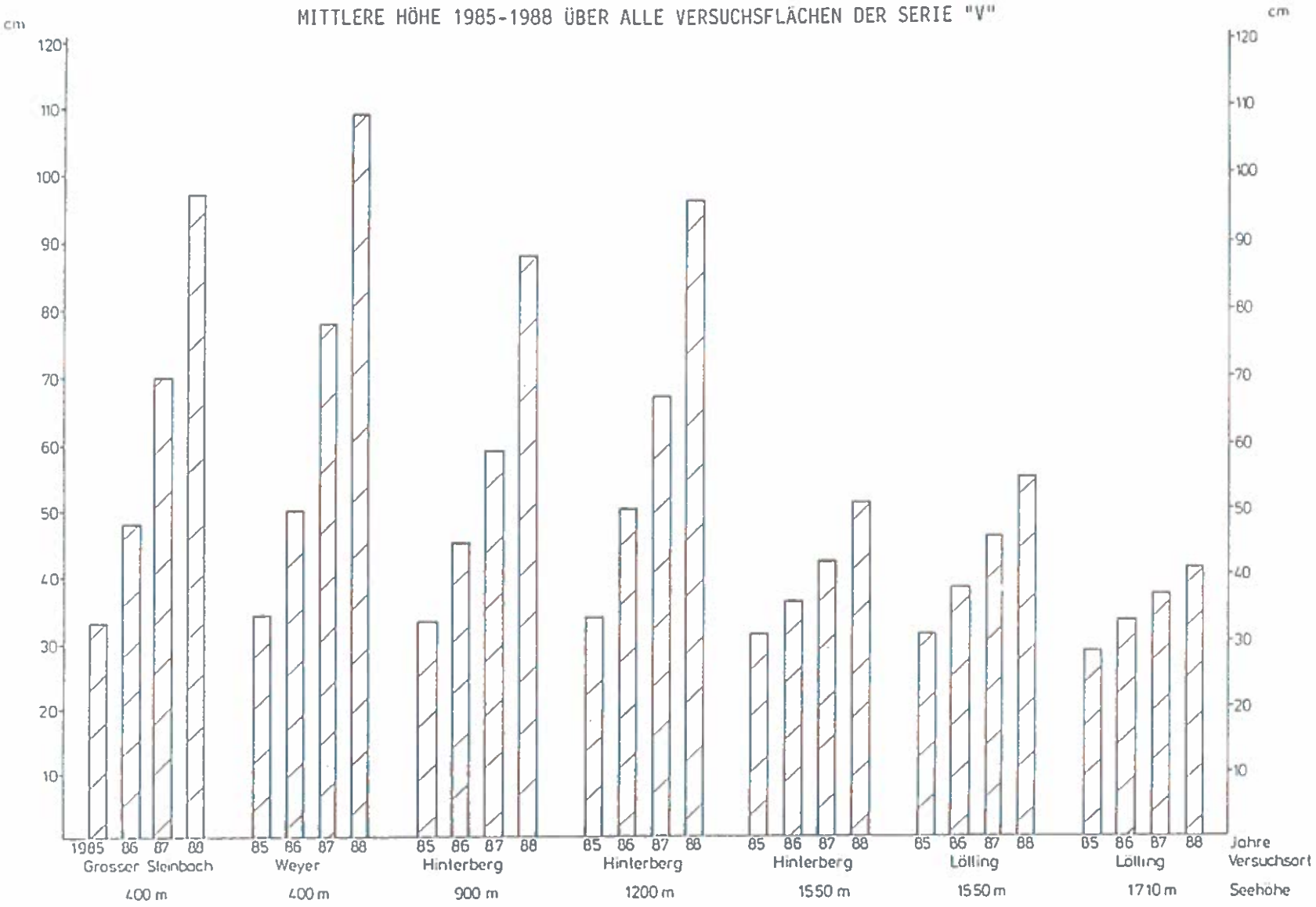


Abb. 4

MITTLERE HÖHE 1985-1988 ÜBER ALLE VERSUCHSFLÄCHEN DER SERIE "T"

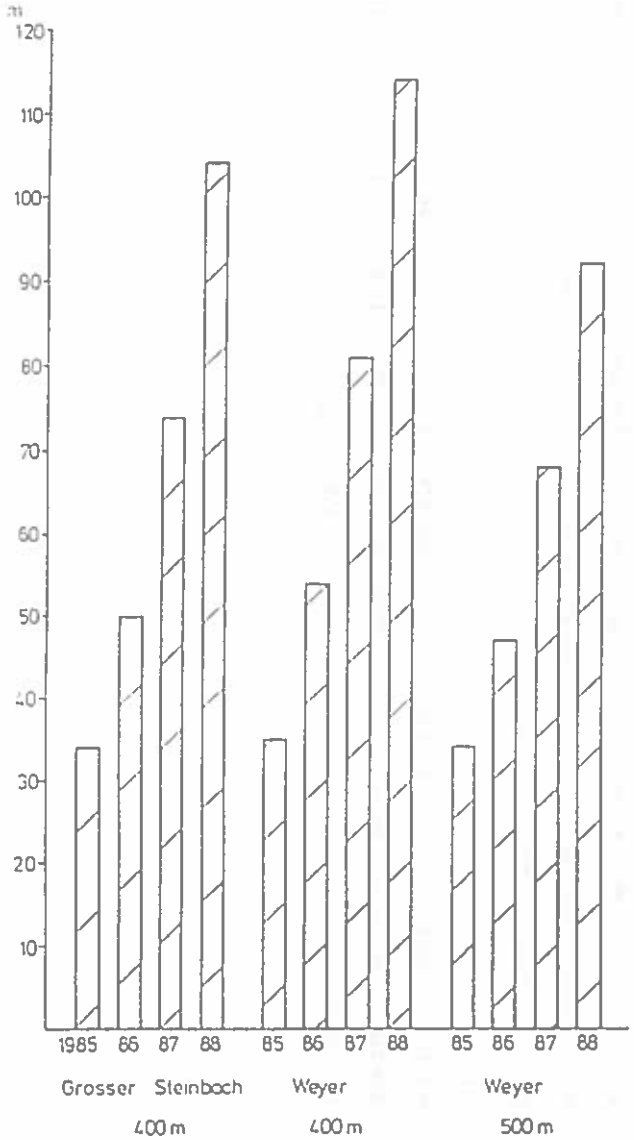
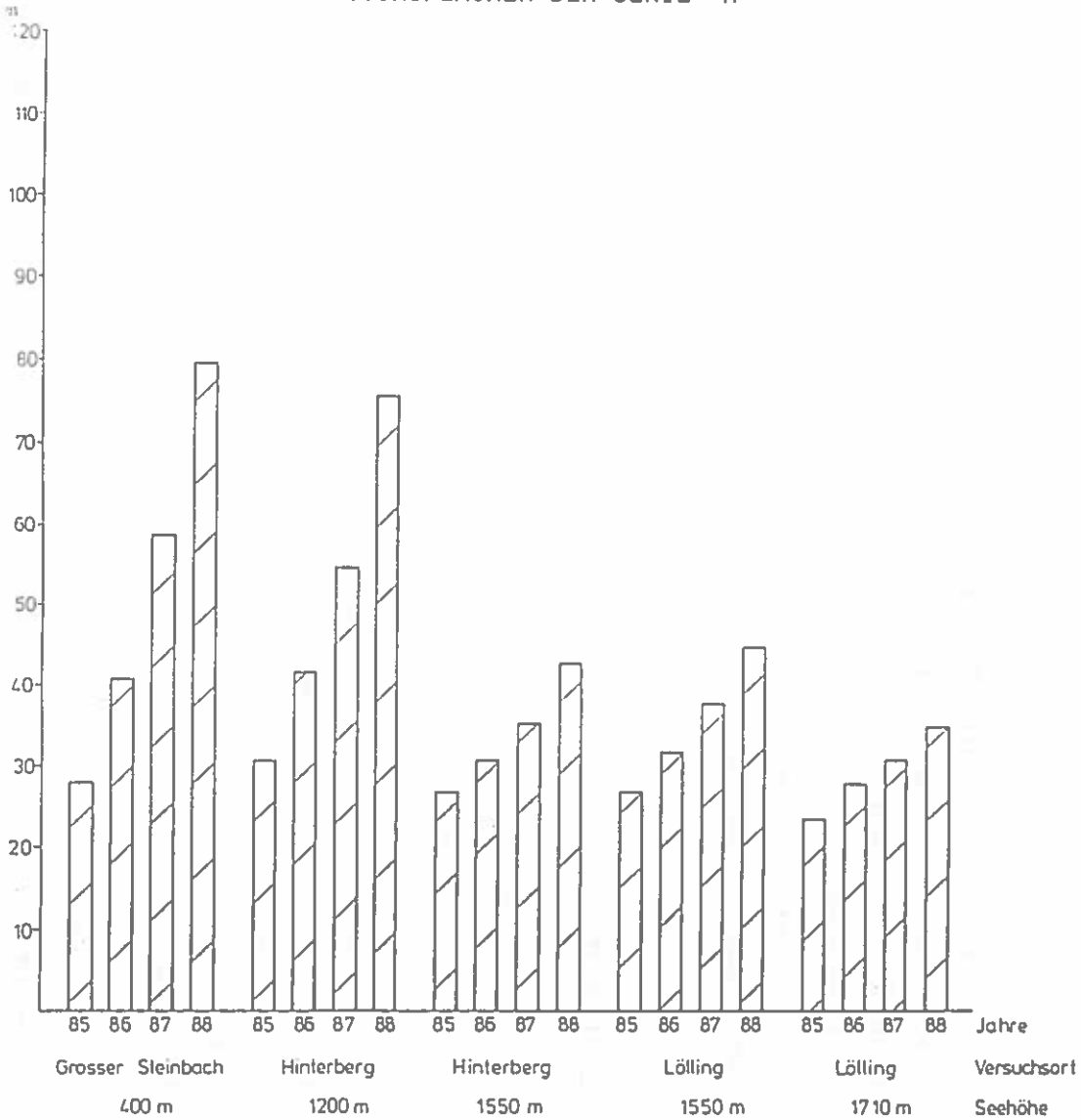


Abb. 5

MITTLERE HÖHE 1985-1988 ÜBER ALLE VERSUCHSFLÄCHEN DER SERIE "H"



seine Erklärung nicht nur in der Tatsache, daß diese um 100 Seehöhenmeter höher liegt, sondern auch in der stärkeren Nordexposition. Außerdem ist "Weyer 2 " im Gegensatz zu "Weyer 1" (Wiesenaufforstung) ein Waldstandort und weist damit eine schlechtere Nährstoffversorgung auf, was Mitursache des geringeren Wachstums sein dürfte (Tab. 11, Abb. 4).

Prüfreihe "H":

Die Klone aus den höheren Lagen erreichten auf der tiefst gelegenen Fläche "Großer Steinbach" bis zum Jahre 1988 eine beachtliche durchschnittliche Pflanzengröße von 80 cm, was nur um 24 cm geringer ist als die von den Tieflagenklonen gezeigte Leistung. Die mittlere Pflanzengröße liegt in 1200 m Seehöhe noch bei 76 cm, fällt aber dann rasch mit zunehmender Seehöhe auf 45 cm in 1550 m Seehöhe und sogar auf 35 cm in 1710 m Seehöhe ab (Tab. 12, Abb. 5).

Wurden die im Vergleich zu Tieflagenklonen im Pflanzgarten langsamwüchsigen und beim Auspflanzen daher kleineren Hochlagenklone, auch auf den höher gelegenen Flächen nach 4 Jahren noch von den Tieflagenklonen überragt, so zeigt ein Vergleich des jährlichen Zuwachses ein anderes Bild. Aus dem Zuwachsverlauf ist erkennbar, daß die Hochlagenklone an der Waldgrenze ein im Verhältnis besseres Wachstum zeigen. Der Zuwachs 1985 bis 1988 beträgt bei den Hochlagenklonen 44 - 46 % der Gesamtgröße gegenüber 37 % bei den Tieflagenklonen. Die Hochlagenklone der Prüfserie "V" haben trotz geringerer Gesamtgröße sogar einen gleich großen Zuwachs wie die Tieflagenklone der selben Serie (Tab. 10 bzw. 12, Abb. 2).

FROSTSCHÄDEN

Im Spätherbst 1987 trat auf der in 1710 m Seehöhe an der Waldgrenze gelegenen Fläche "Lölling 5" ein Frühfrostschaden auf, der vor allem die spätabschließenden Klone betraf. Die noch nicht voll ausgereiften Triebe wurden je nach Ausreifungsgrad unterschiedlich davon erfaßt, ebenso auch Knospen und etliche neue Nadeln. In der Folge starb dann oft der ganze Trieb ab und die Pflanzen mußten im nächsten Jahr neue Triebe aus Ersatzknospen bilden, was für diese einen starken Wachstumsrückschlag bedeutete.

TESTREIHE 2

FRÜHFROSTSCHÄDEN AUF DER HOCHLAGENPRÜFFLÄCHE "HUTTERER-HÖSS":

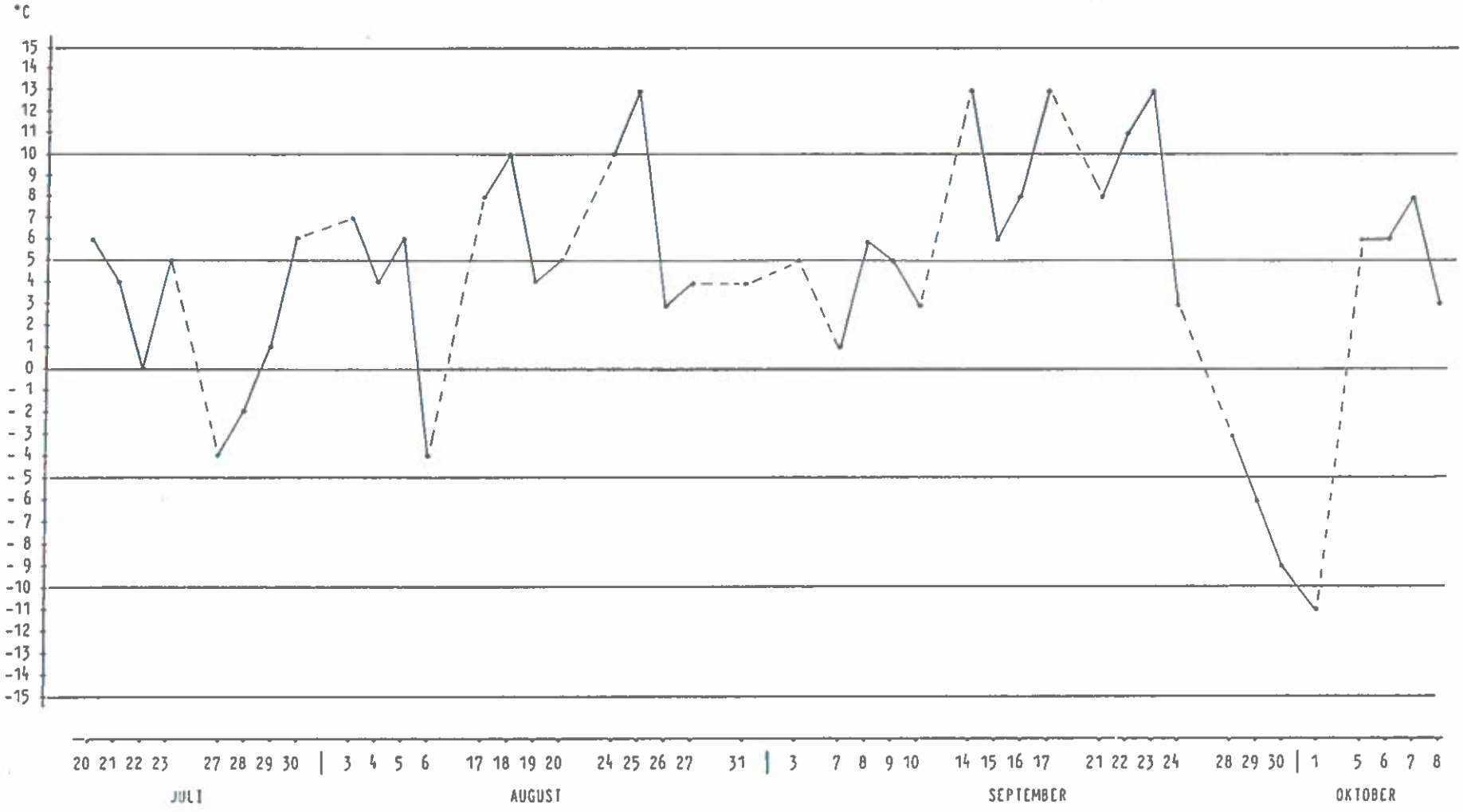
Auf der Prüffläche "Hutterer-Höß" im Toten Gebirge, 1700 bis 1800 m Seehöhe, wurden Mitte Juli 1987 394 verschiedene Fichtenklone - zusammen 3500 Stecklingspflanzen - ausgesetzt. Die getopften Pflanzen wurden im Herbst vor dem Aussetzen zum Zwecke der klimatischen Anpassung in 1600 m Seehöhe gebracht und dort frei unter natürlicher Schneelage überwintert. Die Pflanzung wurde von der Wildbach und Lawinenverbauung, Gebietsbauleitung Kirchdorf an der Krems/Oö, z.T. zwischen und neben Stützwerken, auf 33 Teilflächen durchgeführt (Plan mit Teilflächen Abb. 9). Die Teilflächen 1 - 7 und II sind nordexponiert in einem Latschengürtel gelegen und starkem Windeinfluß ausgesetzt. Die Teilflächen V und VI befinden sich z.T. unter einem lockeren Schirm von Altlärchen, z.T. auf freier Almfläche und sind westexponiert.

Auf den nordexponierten Standorten mit langer Schneelage trieben die Pflanzen nach dem Setzen Mitte Juli aus und zeigten ein gutes Wachstum. Sie hatten aber zu wenig Zeit zur Verfügung, um ihre Jahrestriebe rechtzeitig zum Abschluß bzw. zu einer genügenden Ausreifung zu bringen. Zudem trat in diesem Jahr ein sehr früher, jäher und starker Temperatursturz ein (Morgenfröste mit bis zu -11 Grad Celsius in der letzten Septemberwoche, siehe Abb. 6), der einen erheblichen Teil der Pflanzen schädigte, was sich in einer Braunfärbung von Nadeln und ganzer Triebe äußerte.

Ende Juni 1988, noch vor dem neuen Austrieb dieses Jahres, wurde eine Kontrollaufnahme aller Pflanzen durchgeführt, wobei der Pflanzenzustand nach 5 Schadstufen klassifiziert wurde (Tab. 5). Mehr als ein Drittel aller Pflanzen (37,2 %) hatten

Abb. 6

TEMPERATURVERLAUF AUF DER HUTTERER-HÖSS IN 1830 m SH
FRÜHTEMPERATUREN VOM 20. JULI BIS 8. OKTOBER 1987



so starke Frostschäden erlitten, daß sie vollständig abgestorben waren. Nahezu ein weiteres Fünftel (19,2 %) hatte zwar noch einige grüne Nadeln, jedoch keine lebenden Knospen mehr, sodaß an ihrem Weiterkommen gezweifelt werden mußte.

Durch die weitere Gliederung der Versuchsfläche in 33 Teilbereiche konnte die örtliche Verteilung der klonweisen Schädigung bestimmt werden. Während auf den extrem nord- und nordwest exponierten Stellen und freien Kuppen nahezu ein Totalausfall aller Pflanzen registriert werden mußte (besonders Teilfläche II), waren auf den geschützter liegenden Teilflächen mit West- bis Südwestexposition, die um ca. 50 Höhenmeter tiefer liegen, doch etliche Pflanzen gut über den Winter gekommen (vor allem in Teilfläche V und VI). Auch gänzlich unbeschädigte Pflanzen (Schadstufe 4) konnten in diesem Bereich gefunden werden. Die bereits etwa 50 - 100 Höhenmeter unter der extremen Teilfläche II liegenden Flächen 6a/2 und 7/1 sowie 7/2 zeigten bei gleicher Exposition eine erheblich geringere Schädigung (Tab. 13).

VERGLEICH PHÄNOLOGISCHER DATEN DER KONTROLLFLÄCHE "PRESSBAUM" MIT DEN FROSTSCHÄDEN

Für insgesamt 394 Klone mit 3042 Pflanzen wurde ein Vergleich zwischen der auf der "Hutterer-Höß" erlittenen Frostschädigung und phänologischen Parametern angestellt, die bei den gleichen Klonen auf der Kontrollfläche "Pressbaum" erhoben wurden. Die übrigen rd. 500 Pflanzen konnten infolge Fehlens des Nummernetiketts nicht mehr klonweise zugeordnet werden.

Folgende phanologische Parameter wurden für den Vergleich verwendet (Tab. 14):

Austriebszeitpunkt
Zeitpunkt der Endknospenbildung
Streckungsdauer der neuen Triebe

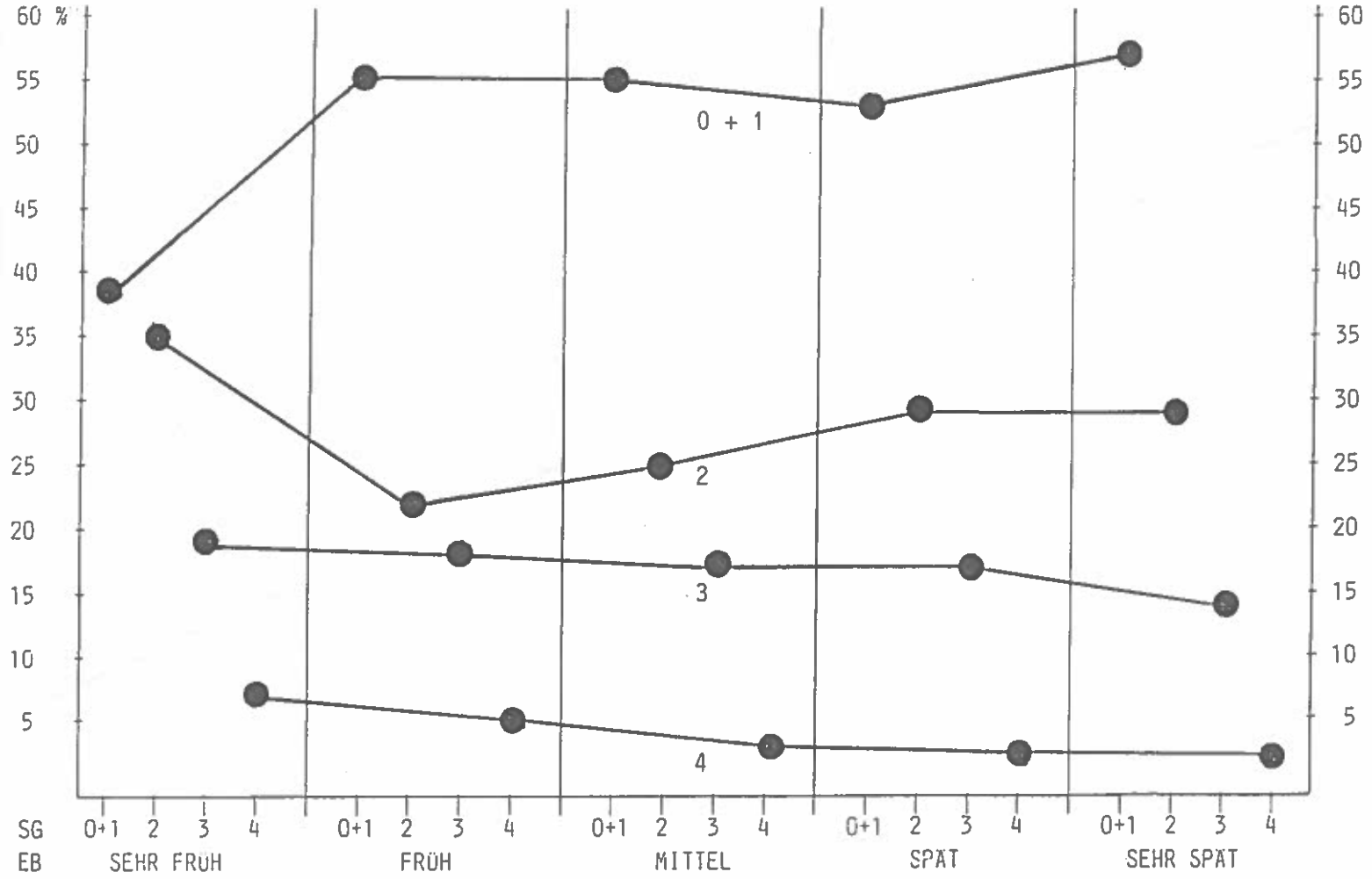
Während die Streckungsdauer praktisch keinen Zusammenhang mit dem mittleren Grad der Schädigung auf der Hochlagenfläche erkennen läßt, korreliert der Austriebszeitpunkt bereits gering mit dem Schädigungsgrad. Den best gesicherten Zusammenhang zeigt jedoch der Zeitpunkt der Endknospenbildung. Eine frühe Endknospenbildung bewirkt eine wesentlich geringere Schadensanfälligkeit. Nur ein Viertel dieser Pflanzen ist gänzlich abgestorben, hingegen sind dies mehr als 35 % bei Klonen mit später Endknospenbildung. Der Anteil gering bis ungeschädigter Pflanzen (Klasse 3 und 4), nimmt von 26 % bei Klonen mit früher Endknospenbildung stetig bis auf 14 % mit zunehmend späterem Abschluß ab (Tab. 14, Abb. 7).

Besonders interessant und bedeutungsvoll ist die Beziehung des Schädigungsgrades zu der Herkunft der Klone und dem Zeitpunkt der Endknospenbildung. In Tabelle 15 sind die Herkünfte nach ihrem mittleren Schädigungsgrad gereiht. Daraus ist ersichtlich, daß vor allem Klone aus tieferen Lagen eine im Durchschnitt stärkere Schädigung erlitten haben. Nur die Klone der 3 Herkünfte mit einem Knospenbildungsindex von über 300 im Freiland bzw. über 6 in der Klimakammer ermittelt, weisen einen deutlich geringeren Schaden auf (Tab. 1, 15 und Abb. 8).

Bei diesen 3 Herkünften steigt der Pflanzenanteil in den beiden geringsten Schädigungsstufen (3 + 4) auf 24 % und bei der besten Herkunft sogar auf 42 % an. Vergleicht man dazu den mittleren Schädigungsgrad dieser Klone, der auf die Endknospenbildungszeitpunkte "sehr früh" und "früh" entfällt, mit den anderen Herkünften (Tab. 16), so kann daraus leicht die überaus

Abb. 7

PFLANZENVERTEILUNG NACH SCHÄDIGUNGSGRAD UND ENDKNOSPENBILDUNG AUF DER VERSUCHSFLÄCHE "HUTTERER-HÖSS"

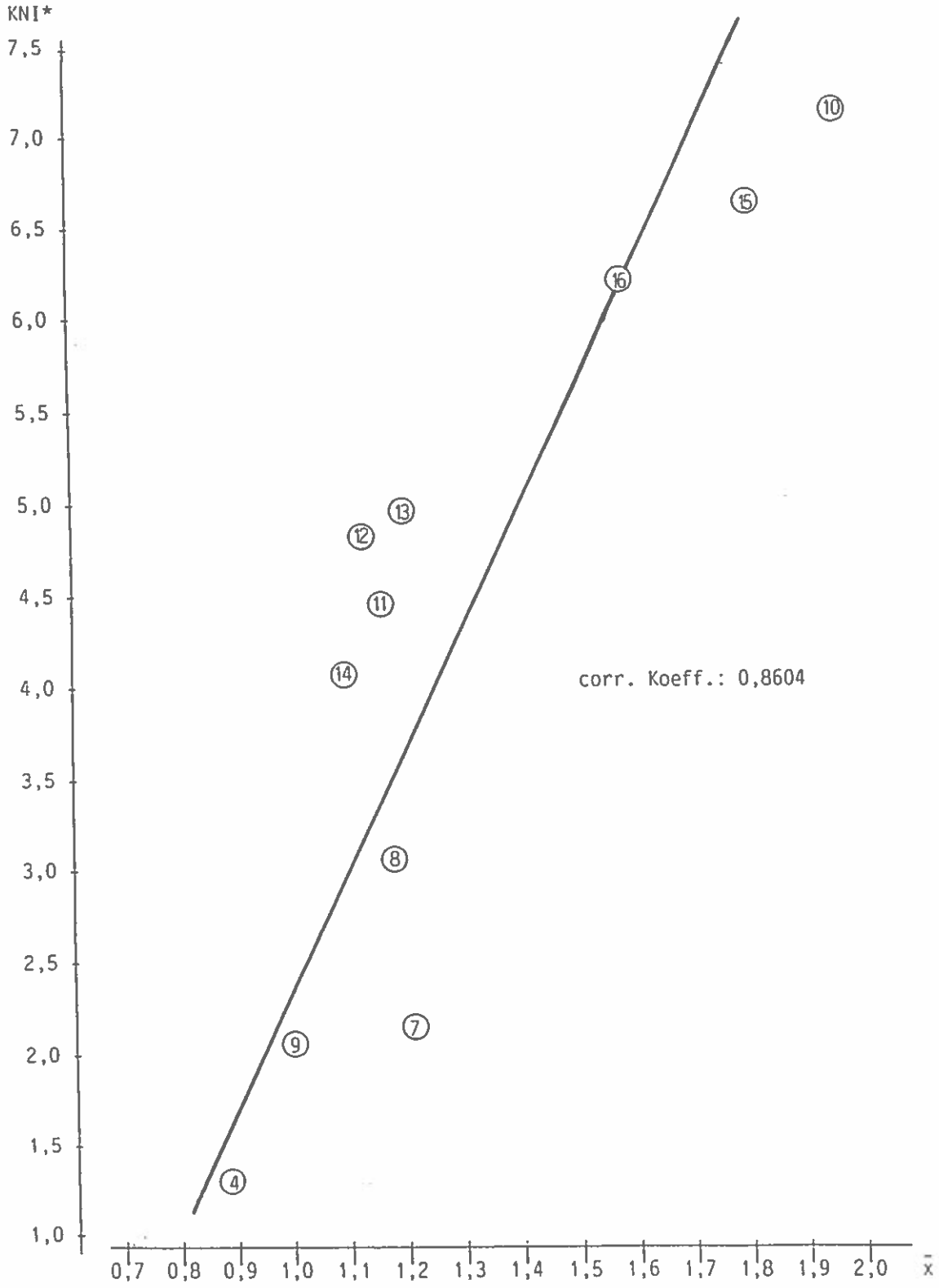


SG = Schädigungsgrad

EB = Endknospenbildung

Abb. 8

ZUSAMMENHANG MITTLERER SCHÄDIGUNGSGRAD (x) UND KNOSPENBILDUNGSINDEX (KNI) DER HERKÜNFTE AUF DER HOCHLAGENFLÄCHE "HUTTERER-HÖSS"



* KNI IN DER KLIMAKAMMER ERMITTELT

große und dominierende Bedeutung der richtigen Herkunftswahl ersehen werden. Sind bei allen anderen Herkünften mehr als die Hälfte der Pflanzen ausgefallen oder so stark geschädigt, daß an ihrem Weiterkommen gezweifelt werden muß, so sinkt dieser Anteil bei den drei best angepaßten Herkünften von 43 % über 39 % auf 34 % ab. Auch bei mittlerer bis später Endknospenbildung liegt der mittlere Schädigungsgrad noch weit über dem der früh abschließenden Klone der anderen Herkünfte (Tab. 16). Das bessere Abschneiden dieser Herkünfte ist daher nicht auf eine Verschiebung der Endknospenbildungszeitpunkte in Richtung "früh" zurückzuführen, sondern vor allem auf eine bessere Angepaßtheit an extreme Hochlagenbedingungen.

Überraschend ist dabei das schlechte Abschneiden der aufgrund der Seehöhenangaben und der Frühtestung bereits als hochlagentauglich ausgeschiedenen Herkünfte Nr. 8 (Kitzbühel 30 h), Nr. 11 (Innsbruck - Leutasch), Nr. 12 (Maria Lankowitz - Pölsen), Nr. 13 (Mauterndorf - Zederhaus) und Nr. 14 (Hopfgarten--Kelchsau), deren KNI-Wert im Freiland über 200 beträgt (Tab. 1). Diese unterscheiden sich im Schadensausmaß nur geringfügig von den "Tieflagenherkünften", was die Notwendigkeit einer noch strengeren Herkunftsauslese bei Hochlagenaufforstungen unterstreicht.

Eine kurze allgemeine Kontrolle der Versuchsfläche auf der Hutterer-Höß im Herbst 1989, also zwei Vegetationsperioden nach dem Schädigungsereignis, zeigte, daß viele der geringer geschädigten Pflanzen in der Zwischenzeit Ersatztriebe, meist aus dem Stamm, entwickelt haben und so ihr Überleben zunächst gesichert erscheint.

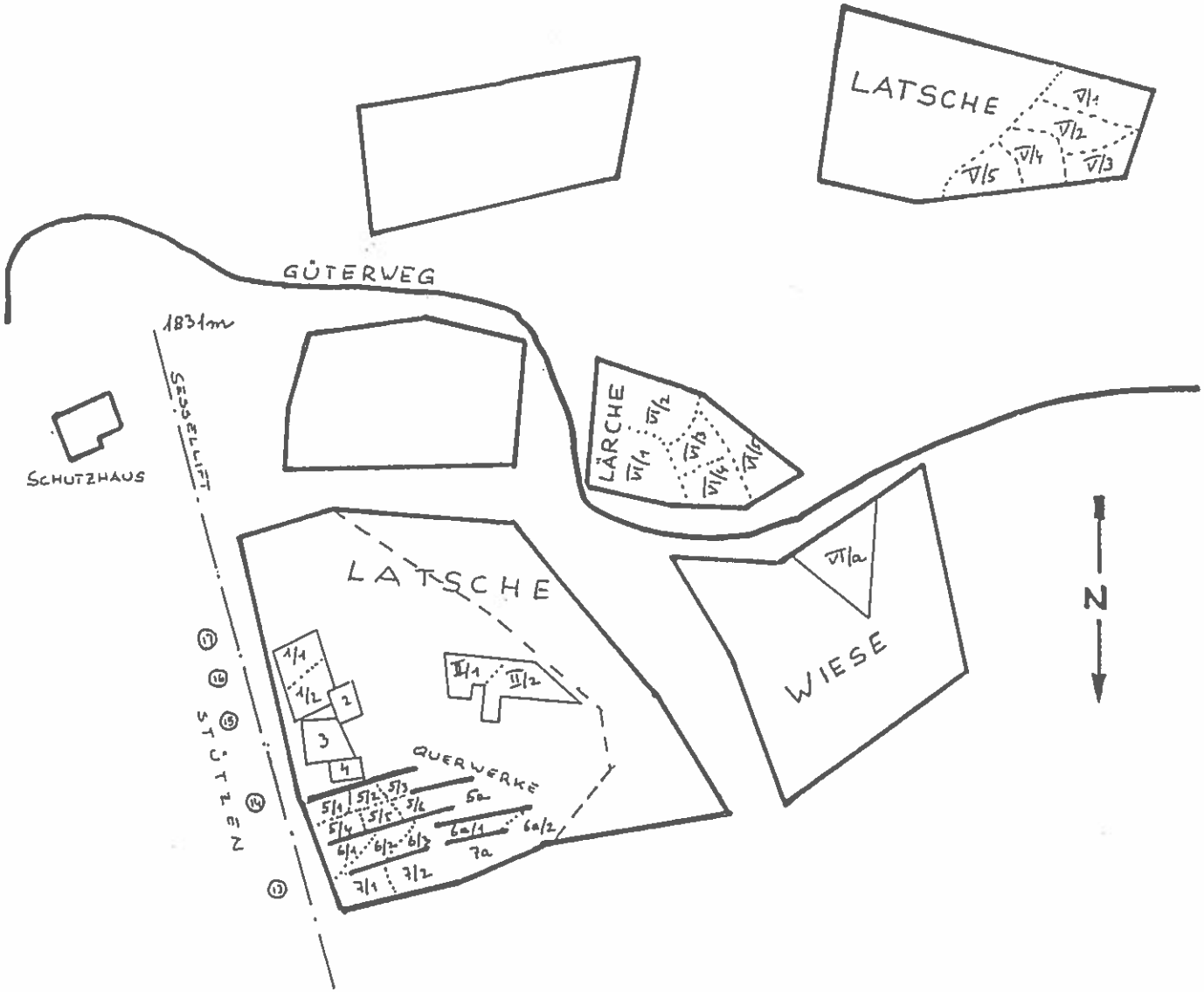
Zusammenfassend läßt sich aus den Erfahrungen dieser Versuchsserie feststellen, daß die bisher bekannten Zusammenhänge zwischen der besseren Anpassung von Bäumen an Hochlagenbedingungen mit dem phänologischen Ablauf der Triebentwicklung bestätigt werden konnten. Ein früher Beginn der Endknospenbil-

dung führt zu einem frühen Ausreifen der neugebildeten Triebe und damit zu einer früh erreichten Winterhärte, was bei extremen Witterungsbedingungen für ein Überleben entscheidend sein kann. Voraussetzung für einen Erfolg bei Hochlagenaufforstungen ist aber in erster Linie die Wahl der richtigen, das heißt der am besten angepaßten Herkunft. Daß solche Herkünfte mit Hilfe der Frühtestung anhand des Knospenbildungsindex ermittelt werden können, wurde durch die Ergebnisse der Schadensaufnahmen eindeutig bewiesen.

Je extremer und härter die dabei gegebenen standörtlichen und klimatischen Bedingungen sind, umso größere Bedeutung kommt einer zusätzlichen Auslese von Einzelpflanzen innerhalb solcher Herkünfte zu. Dabei ist die Vermehrung solcher auf höhere Frosttoleranz und frühe Endknospenbildung ausgelesener Pflanzen mittels Stecklingen die einzige Möglichkeit, um die für Aufforstungszwecke benötigten größeren Stückzahlen zu erlangen. Diese Möglichkeit einer zusätzlichen Steigerung der "Hochlagentauglichkeit" wird von der Praxis derzeit jedoch noch zuwenig wahrgenommen.

Abb. 9

LAGEPLAN DER EINZELNEN TEILFLÄCHEN AUF DER VERSUCHSFLÄCHE "HUTTERER-HÖSS"



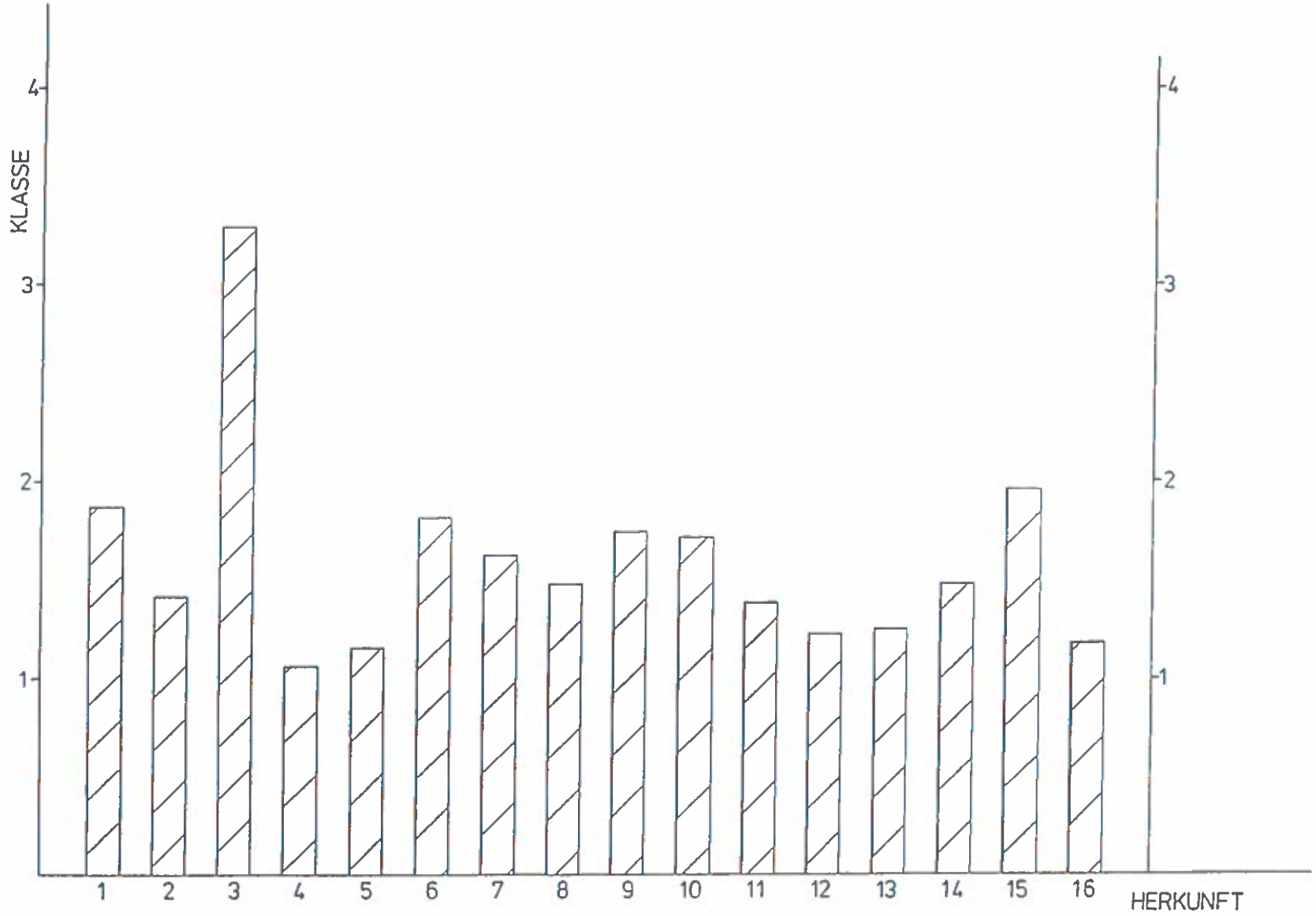
ORTHOTROPES WACHSTUM DER FICHTENSTECKLINGSPFLANZEN

Besondere Beachtung bei der Verwendung von vegetativ vermehrten Bäumen kommt der Topophysis (Ortsnatur) der Stecklinge zu. Das spätere aufrechte Wachstum der Stecklinge ist dadurch erschwert, daß die Steckreiser meist von Seitenzweigen höherer Ordnung geschnitten werden und sich nach ihrer Bewurzelung als "selbstständige" Pflanze auf einen aufrechten Wuchs mit normaler Wipfelbildung umstellen müssen. Dies erfolgt um so leichter, je jünger die Ausgangspflanze ist und je besser die Wuchsbedingungen bei der Aufzucht der Stecklingspflanzen sind (Kleinschmit, 1975). Es kommt aber auch eine vererbbare Veranlagung zum Tragen: Die Beobachtung von heterovegetativ vermehrten alten Fichtenbäumen über mehr als 20 Jahre ließ erkennen, daß etliche Klone keinen normalen, aufrechten Wipfel ausbilden konnten und oft sogar eine astförmige waagrechte Wuchsform beibehielten. Es waren davon aber immer sämtliche Pflanzen dieser Klone in gleicher Weise betroffen, sodaß auf einen erblichen Einfluß geschlossen werden mußte (Holzer 1983).

Der Grad des Aufrechtwuchses der Wipfel der verwendeten Herkünfte auf der Versuchsfläche "Pressbaum" der Testreihe 2 kann aus Tab. 8 bzw. aus Abb. 10 ersehen werden. Dieser war bei fast allen Klonen recht zufriedenstellend, wenn man das Alter der Ausgangspflanzen von schon 10 bis 16 Jahren berücksichtigt. Nur bei 7 Klonen der Herkunft 3 (Lenzing) und 2 Klonen der Herkünfte 10 (Tragöß 1300 m) und 15 (Tragöß 1400 m) ist ein unbefriedigendes Wuchsverhalten (Klasse 5) festzustellen; das sind nur 1,4 % aller Klone. Die ungünstige Entwicklung der Klone der Herkunft Lenzing (im Mittel 3,35) dürfte auch auf das höhere Alter der Ausgangsbäume zurückzuführen sein. Bei den erhöhten Klassenwerten der beiden Tragößer Herkünfte dürfte die Tatsache eine Rolle spielen, daß es sich dabei um sehr langsamwachsende Klone handelt, wodurch erfahrungsgemäß gleichfalls eine normale Wipfelbildung erschwert wird.

Abb. 10

MITTLERE WUCHSFORM DER HERKÜNFTE IM JAHR DER AUSPFLANZUNG
AUF DER VERSUCHSFLÄCHE "PRESSBAUM"



25 Klone wurden mit Klasse 4 beurteilt, das sind 5 % aller Klone. Alle übrigen zeigten zum Aufnahmezeitpunkt eine aufrechte, wenn auch nicht immer regelmäßig ausgebildete Wuchsform. 308 Klone, das sind 60% von allen, erreichten die Klasse 1.

Die weitere Entwicklung des aufrechten Wuchsverhaltens kann aus den Versuchsflächenergebnissen der Testreihe 1, Höhenstufenserie (Prüfreihe "V"), gut erkannt werden (Tab.10). Auf Versuchsflächen mit guten Wuchsbedingungen scheint die Herkunft der Klone nur von untergeordneter Bedeutung zu sein, wie aus Abb. 11 erkennbar ist; nach 5 Jahren Wachstum auf der Fläche "Großer Steinbach" sind alle Klone annähernd gleich entwickelt. Die Hochlagenklone weisen eine nur geringfügig schlechtere Wuchsform (im Mittel 1,32) als die Tieflagenklone (im Mittel 1,18) auf (Tab. 10).

Deutlich ungünstiger ist die Entwicklung der Wipfelbildung auf der höchst gelegenen Fläche "Lölling 5" (1710 m Seehöhe); bei den Tieflagenklonen haben nur mehr 35 % aller Pflanzen einen aufrechten Wipfel mit radiärer Knospenanordnung und bei den Hochlagenklonen sind es nur mehr 23 % aller Pflanzen. Die Verteilung auf die Beurteilungsklassen war bei den Tieflagenklonen eine gleichmäßig abfallende (35 %, 24 %, 12 %) bis auf rund 5 % Pflanzenanteile in Klasse 4. Bei den Hochlagenklonen hingegen waren die Klassen 1 bis 3 nahezu gleich stark besetzt (24 %, 27 %, 21 %) mit einem nur verhältnismäßig geringen Abfall zur Klasse 4 mit 13 % aller Pflanzen (Abb. 12).

Eine Sonderstellung ist den Pflanzen in der Kategorie 5 (Zweigform) zuzuerkennen. Es handelt sich dabei um solche Klone, die allgemein eine ungünstige Reaktion auf die vegetative Vermehrung zeigten. Dieses Verhalten wird durch die schlechten Umweltbedingungen, die auf dieser hoch gelegenen Fläche herrschen, noch verstärkt. Bei den Hochlagenklonen sind dies 16 % aller Pflanzen, bei den Tieflagenklonen sogar 22 %, wobei diese überdies mit Anpassungsschwierigkeiten zu kämpfen haben.

Abb. 11

PROZENTMÄSSIGE VERTEILUNG DER KLONGRUPPEN NACH IHRER WUCHSFORM
AUF DER VERSUCHSFLÄCHE "GROSSER STEINBACH"
5 JAHRE NACH DER AUSPFLANZUNG

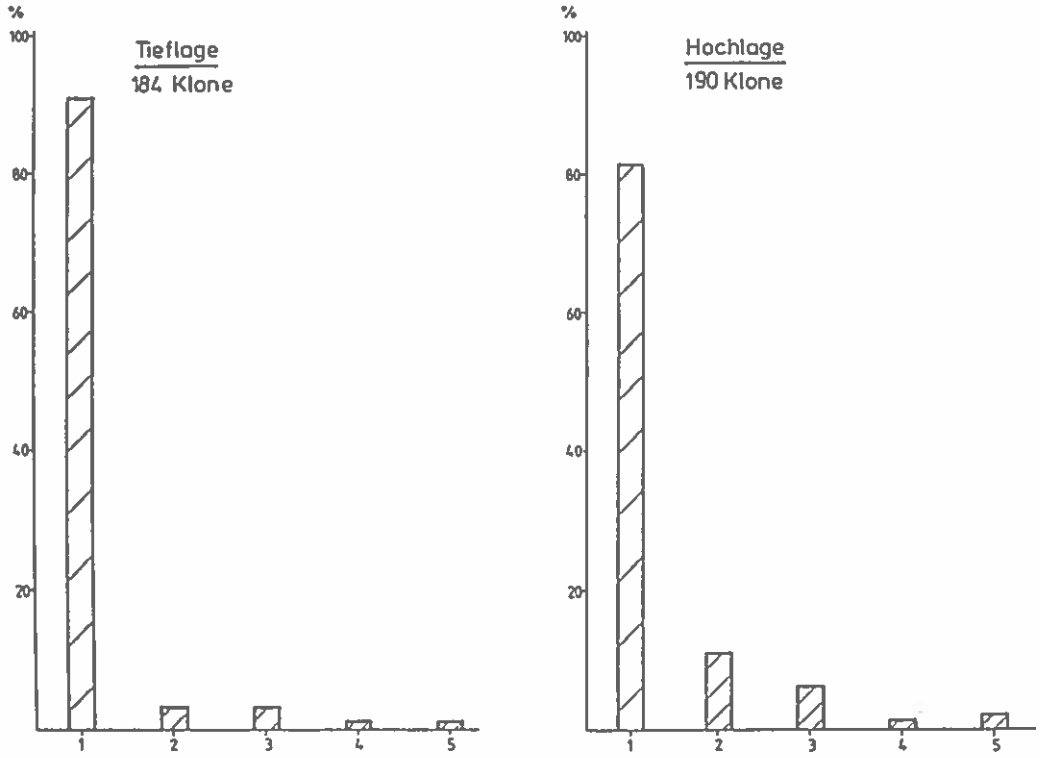
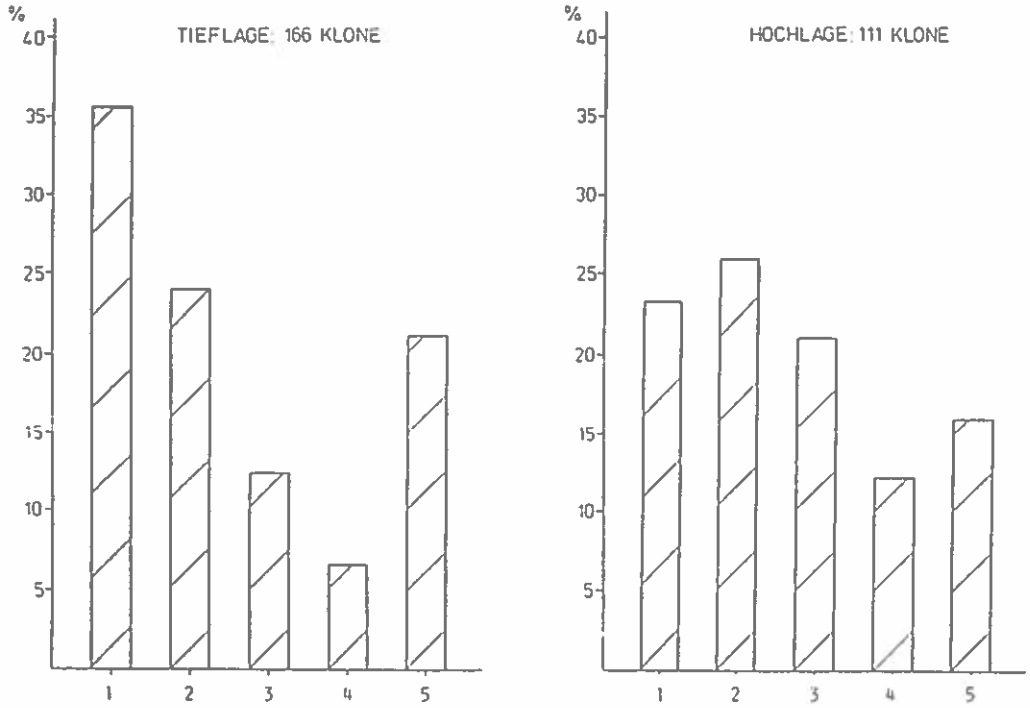


Abb. 12

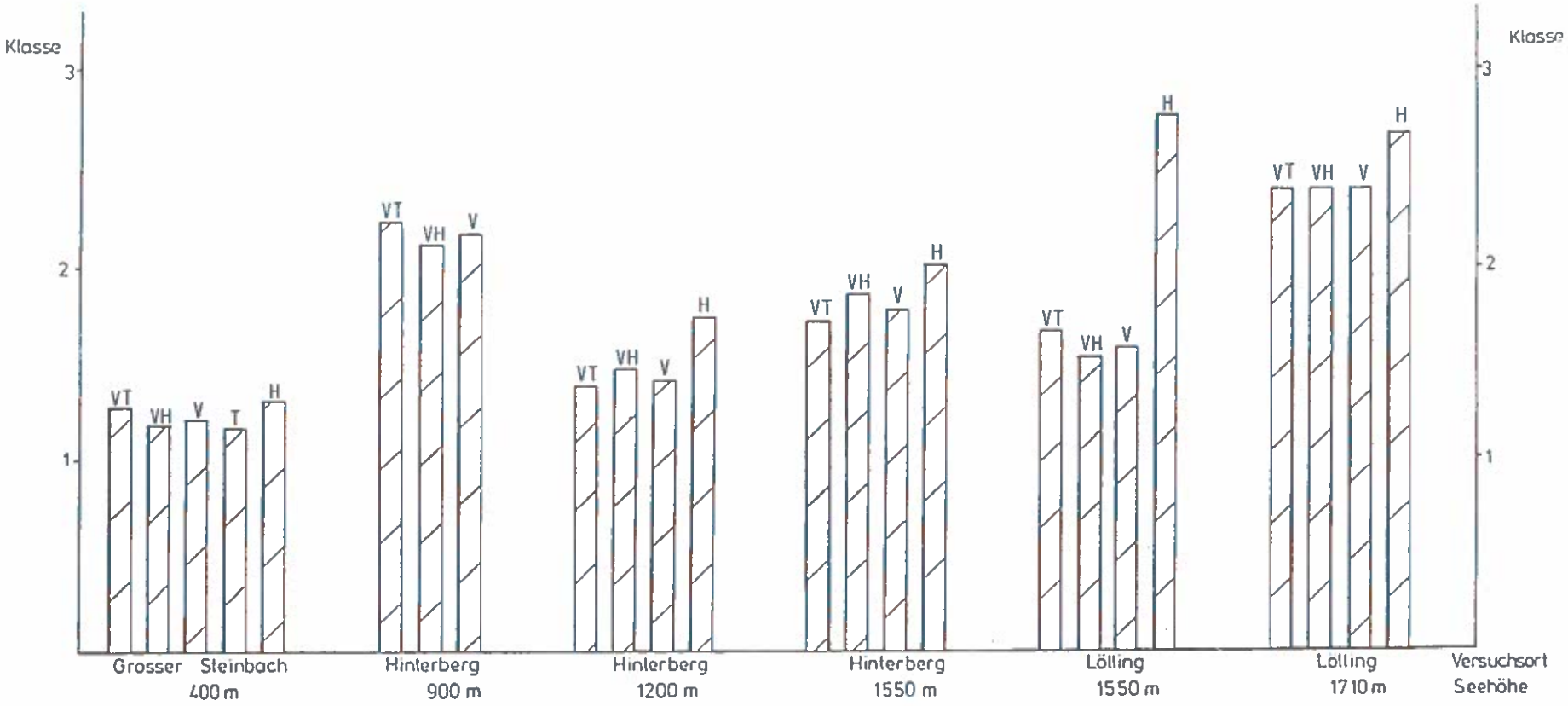
PROZENTMÄSSIGE VERTEILUNG DER KLONGRUPPEN NACH IHRER WUCHSFORM
AUF DER VERSUCHSFLÄCHE "LÖLLING 5"
5 JAHRE NACH DER AUSPFLANZUNG



Der Zusammenhang zwischen aufrechtem Wuchsverhalten und günstigen Umweltbedingungen kann auch aus Tab. 10 und Abb. 13 ersehen werden; die klimatisch begünstigten Versuchsflächen im Wienerwald (400 m Seehöhe) und Versuchsfläche "Hinterberg 2" (1200 m Seehöhe) zeigen auch die besten Wuchsformen. Das schlechte Abschneiden der Fläche "Hinterberg 1" in 900 m Seehöhe ist auf den schlechten Allgemeinzustand dieser Kultur zurückzuführen; durch starken Gras- und Strauchwuchs war ein erheblicher Pflanzenausfall festzustellen (30 %) und auch die restlichen, lebenden Stecklingspflanzen waren stark verdämmt und dadurch in ihrer Wipfelausbildung stark gestört. Auf den beiden Versuchsflächen in 1550 m Seehöhe ("Hinterberg 3" und "Lölling 4") ist der Grad der Wipfelausbildung zufriedenstellend, obwohl hier bereits eine deutliche Verminderung des Höhenzuwachses gegeben ist. Die Wuchsform auf der südexponierten Fläche "Lölling 4" war entsprechend den dort gegebenen guten Wuchsbedingungen jedoch eine bessere als jene auf der Versuchsfläche "Hinterberg 3".

Abb. 13

MITTLERE WUCHSFORM DER KLONGRUPPEN AUF DEN VERSCHIEDENEN VERSUCHSFLÄCHEN
5 JAHRE NACH DER AUSPFLANZUNG



SCHLUSSFOLGERUNGEN UND PRAKTISCHE ANWENDBARKEIT

Die Beobachtungen des phänologischen Verhaltens der Fichtenstecklingspflanzen der beiden vorgestellten Versuchsreihen ließen eindeutig erkennen, daß zu Beginn des Austreibens im Frühjahr am jeweiligen Standort keine wesentlichen Unterschiede zwischen Klonen aus Tief- bzw. Hochlagenherkünften vorhanden sind.

Erst im weiteren Verlauf des Streckungswachstums zeigen Hochlagenklone, gemäß der Anpassung an die kürzeren Vegetationszeiten die an ihrem Ursprungsort gegebenn sind, eine frühere Ausreifung. Hauptauslösend dürfte das schon in der Knospe vorgegebene geringere Längenwachstum der Triebe sein. Diese Eigenschaft wird auch beim Wachstum auf Tieflagenstandorten beibehalten, was als Nachweis der erblichen Fixierung dieser Anpassung gewertet werden kann (dies ist auch bei der Sämlingstestung z.B. in Klimakammern erkennbar).

Tieflagenklone hingegen sind in ihrer Anpassung dahingehend ausgerichtet, daß sie die lange Vegetationszeit in tieferen Lagen voll ausnutzen können. Sie wachsen einige Tage länger und haben trotzdem noch genügend Zeit, ihre Knospen und Triebe auszureifen. Dies zeigte sich in der helleren Farbe von Nadeln und Knospen zu einem Zeitpunkt, an dem die Hochlagenklone bereits voll ausgereift waren (dunkelgrüne Nadelfarbe und die nächstjährigen Triebanlagen in den Knospen entsprechend früher fertig angelegt).

Bei den Tieflagenklonen tritt sehr oft ein zweites, wenn auch nur abgeschwächtes Wachstum auf (Prolepsis oder Augusttriebbildung). Dadurch wird jedoch die Ausreifung der neugebildeten Triebe weiter verzögert und die Gefahr von Frühfrostschäden erhöht.

Die Höhenstufenserie (Prüfreihe "V") zeigte, daß das Wachstum mit zunehmender Seehöhe durch die sich ändernden Umweltbedingungen allmählich eingeschränkt wird, aber selbst bis in hoch gelegene Wirtschaftswald-Standorte für das reine überleben der einzelnen Klone ihre Angepaßtheit nur von geringerer Bedeutung war. Je näher man jedoch an die Waldgrenze mit den sich rascher und grundlegender verschlechternden Umweltbedingungen heranrückte, desto mehr spielte die erblich fixierte Veranlagung der Klone eine entscheidende Rolle. Nur mehr die an solche Verhältnisse am besten angepaßten Klone konnten optimal weiterwachsen oder überhaupt oft nur überleben.

Angeführt muß hier noch werden, daß jede Herkunft eine große Vielfalt an Anpassungsformen enthalt (genetische Variabilität innerhalb der Herkunft). Durch entsprechende Frühtests können die für Hochlagenaufforstungen jeweils geeignetsten Herkünfte ausgewählt werden, das sind jene mit dem größten Anteil an angepaßten Individuen. Innerhalb dieser Herkünfte müssen wiederum die best geeigneten Klone durch phänologische Beobachtung und Wachstumsuntersuchungen herausgefunden werden; dies geschieht am effektivsten auf den künftigen Verwendungsorten.

Für die Praxis der Hochlagenaufforstung, vor allem extremer Standorte, muß deshalb bei der Auswahl der zu vermehrenden Klone erst ihre Eignung hinreichend analysiert werden. Das entwicklungsgeschichtlich entstandene, genetisch fixierte geringe Wachstum von Pflanzen aus Hochlagenherkünften ist eine Folge der Anpassung an die kurzen Vegetationzeiten in Hochgebirgslagen. Der Nachteil des oft äußerst langsamen Wachsens bringt den Vorteil einer weitaus besseren Widerstandskraft gegen klimatische Schädigungen mit sich. Die günstigste Voraussetzung für einen Aufforstungserfolg in Hochlagen wäre bei Hochlagenpflanzen die Eigenschaftskombination von erblich bedingtem langsamen Wachstum mit einer frühen Endknospenbildung und mit einer kurz dauernden Ausreifungsphase.

Die Methode der vegetativen Vermehrung solcherart ausgelesener bestangepaßter Fichten durch Stecklinge eignet sich besonders gut für die Produktion von entsprechend großen Pflanzenzahlen, welche für Hochlagenaufforstungen benötigt werden.

Betont muß jedoch in diesem Zusammenhang werden, daß nur ausreichend große Klongemische zur Anwendung kommen dürfen, um so eine genügend breite genetische Basis zur Vorbeugung gegen eine einseitige Schadanfälligkeit zu haben.

ANHANG

TABELLENVERZEICHNIS

Tab. 1

Herkunftsliste der Testreihe 2

Herk-Nr.	Herkunft	Waldort		WG	Seehöhe (m)	KNI im FG
1	Ranshofen	Stadtwald	Oö.	V/1	380	70
2	St. Pölten	Schauching	Nö.	V/2	400	72
3	Lenzing		Oö.	V/1	500	77
4	Ma. Lankowitz	Piber 65 d	St.	IIB/3	600	78
5	Innsbruck	Gnadenwald	T.	IIA/1	700	77
6	Breitenfurt		Nö.	III/1	600-900	72
7	Kitzbühel	149 a	T.	I/2	1000	80
8	Kitzbühel	130 h	T.	I/2	1200	217
9	Hopfgarten	Westendorf	T.	I/2	-1300	92
10	Tragöß	Neuwaldegg	St.	IIA/4	1300	317
11	Innsbruck	Leutasch	T.	IIA/1	-1300	206
12	Ma. Lankowitz	Pölsen	St.	I/6	1000-1400	215
13	Mauterndorf	Zederhaus	S.	I/4	1400	206
14	Hopfgarten	Kelchsau	T.	I/2	+1400	205
15	Tragöß	Neuwaldegg	St.	IIA/4	1400	335
16	Imst	Nassereith	T.	IIA/1	1500	305

Herk-Nr. = Laufende Nummer der Herkunft in der Versuchsreihe
WG = Wuchsgebiet / Wuchsbezirk
KNI = Knospenbildungsindex, im Forstgarten ermittelt

Tab. 2

Bezeichnung der Austriebs- und Triebentwicklungsstufen der phänologischen Beobachtungen

Stufe	Stadium
0	Knospe in Winterruhe
1	Knospe angeschwollen
2	Knospe bricht auf
3	Nadelspitzen deutlich sichtbar
4	Triebstreckung erkennbar
5	Trieb bis 1 cm lang
6	Trieb 1 - 2 cm lang
7	Trieb 2 - 3 cm lang
8	Trieb 3 - 4 cm lang
9	Trieb 4 - 5 cm lang
10	Trieb 5 - 6 cm lang
.	.
.	.

Tab. 3

Bewertung des Ausreifungsgrades der neugebildeten Triebe

Stufe	Bewertung
1	Triebende gelblich, Knospe noch grünlich
2	Triebende grünlichgelb, Knospe leicht bräunlich
3	Triebende grünlich, Knospe deutlich braun
4	Triebende dunkelgrün, Knospe dunkelbraun

Tab. 4

Bewertung der Wuchsform (Wipfelbildung)

Klasse	Wipfelausbildung
1	aufrechter Wipfel mit quirliger Knospenanordnung
2	aufrechter Wipfel, Knospen noch gescheitelt
3	fast aufrechter Wipfel mit noch zweigartiger Ausbildung
4	im Aufrichten begriffener Zweighabitus
5	flach liegender Zweig ohne jede Aufrichtungstendenz

Tab. 5

Klassifikation der Pflanzenschädigung auf der Versuchsfläche "Hutterer-Höß"

Klasse	Art der Schädigung
0	gesamte Pflanze abgestorben
1	Pflanze stark geschädigt, nur teilweise noch grüne vorjährige Nadeln vorhanden, keine austreibenden Knospen
2	Nadelverluste, nur vereinzelte neu gebildete Adventivknospen treiben aus
3	Pflanze gering geschädigt, einzelne normal gebildete Knospen treiben aus
4	gesamte Pflanze ungeschädigt, alle Knospen treiben aus

Tab. 6

Mittelwerte der phänologischen Daten des Jahres 1988
dereinzelnen Klone,
zusammengestellt nach Herkünften,
auf der Versuchsfläche "Pressbaum"

Herk-Nr.	Austrieb	Streckungs-dauer	Endknospen-bildung	Ausreifung
1	13. Mai	30 Tage	12. Juni	2,76
2	7. Mai	37 Tage	13. Juni	2,71
3	3. Mai	31 Tage	3. Juni	3.64
4	10. Mai	33 Tage	12. Juni	2,25
5	10. Mai	33 Tage	12. Juni	2,67
6	9. Mai	32 Tage	10. Juni	3,17
7	13. Mai	33 Tage	15. Juni	2,27
8	10. Mai	35 Tage	14. Juni	2,95
9	10. Mai	35 Tage	14. Juni	2,19
10	8. Mai	34 Tage	11. Juni	2,47
11	11. Mai	33 Tage	13. Juni	2,38
12	10. Mai	34 Tage	13. Juni	2,21
13	11. Mai	34 Tage	14. Juni	2,36
14	10. Mai	33 Tage	12. Juni	2,41
15	9. Mai	33 Tage	11. Juni	2,75
16	9. Mai	35 Tage	13. Juni	2,27

Tab. 7

Phänologische Daten des Jahres 1988 von Klongruppen,
zusammengestellt nach Herkünften,
auf der Versuchsfläche "Pressbaum"

Anzahl der Klone

Herkunft	Austrieb Mai					Streckungsdauer in Tagen					Endknospenbildung Juni					Ausreifungsstufen 26.7.			
	sf	f	m	sp	ss	sk	k	m	l	sl	sf	f	m	sp	ss	1	2	3	4
1	6	5	13	12	8	4	22	14	4	-	6	6	19	11	2	4	11	20	9
2	1	3	3	-	-	-	-	3	3	1	-	1	5	1	-	-	4	1	2
3	22	5	1	1	-	2	14	9	3	1	14	10	4	1	-	2	-	5	24
4	2	4	2	4	-	2	2	5	2	1	-	3	5	4	-	2	5	5	-
5	4	6	1	4	-	1	4	6	3	1	4	4	2	5	-	1	5	5	4
6	5	2	-	3	2	2	3	2	4	1	2	5	1	3	1	2	1	2	7
7	-	3	2	4	2	-	2	5	4	-	-	-	3	7	1	3	2	6	-
8	11	15	22	5	7	2	4	32	15	7	1	7	31	17	4	-	8	49	3
9	5	3	9	1	2	-	3	9	6	2	-	4	12	3	1	5	9	4	2
10	6	22	7	2	1	2	7	16	11	2	4	9	15	9	1	7	11	15	5
11	6	18	7	7	13	4	17	9	16	5	1	15	16	10	9	13	13	19	6
12	13	15	8	13	8	4	7	25	14	7	2	10	19	21	5	11	24	21	1
13	8	12	9	7	8	2	10	21	5	6	1	10	14	11	8	6	21	12	5
14	13	16	10	18	2	2	16	23	11	7	4	13	22	16	4	5	30	19	5
15	7	8	9	4	4	1	11	11	8	1	5	5	11	8	3	-	11	18	3
16	3	4	6	1	1	-	3	6	6	-	1	1	7	5	1	2	7	6	-

Erläuterungen der Abkürzungen auf den Seiten 19 und 20, bzw. Tab. 3

Tab. 8

Wuchsform 1988 der einzelnen Klone, zusammengestellt nach Herkünften, auf der Versuchsfläche "Pressbaum"

Herk-Nr.	Mittel-wert	Klonanzahl in den Klassen 1	2	3	4	5
1	1,89	19	17	6	4	-
2	1,43	5	1	1	-	-
3	3,34	3	5	5	9	7
4	1,08	11	1	-	-	-
5	1,07	14	1	-	-	-
6	1,83	7	2	1	2	-
7	1,64	6	3	2	-	-
8	1,50	40	11	8	1	-
9	1,75	8	10	1	1	-
10	1,74	22	8	5	2	1
11	1,41	35	12	3	1	-
12	1,23	42	13	2	-	-
13	1,27	33	10	1	-	-
14	1,52	37	11	9	2	-
15	1,97	11	12	5	3	1
16	1,20	13	1	1	-	-

Tab. 9

Phänologische und Wachstums-Daten 1989 der Klone, zusammengestellt nach Seehöhengruppen, auf der Versuchsfläche "Großer Steinbach"
(Mittelwerte)

	Tieflagenklone	Hochlagenklone
Klonzahl	184	190
Austriebszeitpunkt	21. April	18. April
Endknospenbildung	20. Juni	13. Juni
Streckungsdauer	60 Tage	56 Tage
Ausreifungsgrad	2,94	3,45
Wuchsform	1,18	1,32
Augusttriebbildung	40,5 %	11,5%
Höhe in cm 1985	34	29
Höhe in cm 1986	51	43
Höhe in cm 1987	75	62
Höhe in cm 1988	104	85
Höhe in cm 1989	144	117

Tab. 10

Durchschnittliche Pflanzengröße 1985 bis 1988
und Wuchsformmittel 1988
auf den Versuchsflächen der Prüfreihe "V"

	Klone Stk	Pflanzen Stk	Wuchsform Mittel	Pflanzengröße in cm 1988	1987	1986	1985
Fl. 1/400m SH							
Tieflagen	86	167	1,18	104	75	51	34
Hochlagen	91	181	1,32	90	65	45	32
Gesamtfläche	177	348	1,24	97	70	48	33
Fl. 2/400m SH							
Tieflagen	58	171	--	119	84	55	36
Hochlagen	93	152	--	104	75	51	33
Gesamtfläche	151	333	--	109	78	53	34
Fl. 3/900m SH							
Tieflagen	72	113	2,25	90	62	45	34
Hochlagen	64	105	2,14	86	57	44	33
Gesamtfläche	146	218	2,21	88	59	44	33
Fl. 4/1200m SH							
Tieflagen	83	149	1,40	102	72	52	38
Hochlagen	92	163	1,49	90	62	47	34
Gesamtfläche	175	312	1,42	96	67	50	36
Fl. 5/1550m SH							
Tieflagen	79	120	1,73	53	44	38	33
Hochlagen	84	137	1,88	48	40	34	29
Gesamtfläche	163	257	1,80	51	42	36	31
Fl. 6/1550m SH							
Tieflagen	87	165	1,69	57	47	39	33
Hochlagen	95	181	1,55	54	45	37	30
Gesamtfläche	182	346	1,59	55	46	38	31
Fl. 7/1710m SH							
Tieflagen	76	121	2,43	44	40	35	32
Hochlagen	90	215	2,41	39	35	31	27
Gesamtfläche	166	336	2,42	41	37	33	29

Tab. 11

Durchschnittliche Pflanzengröße 1985 bis 1988
und Wuchsformmittel 1988
auf den Versuchsflächen der Prüfreihe "T"

	Klone Stk	Pflanzen Stk	Wuchsform Mittel	Pflanzengröße in cm 1988	1987	1986	1985
Fl. 1/400 m SH	98	179	1,18	104	74	50	34
Fl. 2/400 m SH	105	701	--	114	81	54	35
Fl. 8/500 m SH	102	379	--	92	68	47	34

Tab. 12

Durchschnittliche Pflanzengröße 1985 bis 1988
und Wuchsformmittel 1988
auf den Versuchsflächen der Prüfreihe "H"

	Klone Stk	Pflanzen Stk	Wuchsform Mittel	Pflanzengröße in cm 1988	1987	1986	1985
Fl. 1/400 m SH	99	185	1,41	80	59	41	28
Fl. 4/1200m SH	81	87	1,76	76	55	42	31
Fl. 5/1550m SH	97	165	2,02	43	36	31	27
Fl. 6/1550m SH	31	74	2,81	45	38	32	27
Fl. 7/1710m SH	111	518	2,72	35	31	28	24

Tab. 13

ANZAHL UND VERTEILUNG DER PFLANZEN NACH SCHÄDIGUNGSGRAD
AUF DEN TEILFLÄCHEN DER VERSUCHSFLÄCHE "HUTTERER-HÖSS"

Teil-flächen	Anzahl je Schädigungsgrad						Σ	% Anteil je Schädigungsgrad				
	0	1	2	3	4	Ø		0	1	2	3	4
1/1	52	17	29	12	6	1,16	116	44,8	14,7	25,0	10,3	5,2
1/2	65	29	22	4	3	0,79	123	52,8	23,6	17,9	3,3	2,4
2	39	25	20	2	-	0,83	86	45,3	29,1	23,3	2,3	0,0
3	62	25	36	7	1	0,93	131	47,3	19,1	27,5	5,3	0,8
4	37	15	15	5	2	0,92	74	50,0	20,3	20,3	6,7	2,7
5/1	50	17	17	5	-	0,74	89	56,2	19,1	19,1	5,6	0,0
5/2	82	18	5	2	-	0,32	107	76,6	16,8	4,7	1,9	0,0
5/3	60	22	10	3	1	0,57	96	62,5	22,9	10,4	3,1	1,0
5/4	48	13	14	4	-	0,67	79	60,8	16,4	17,7	5,1	0,0
5/5	55	23	13	2	1	0,63	94	58,5	24,5	13,8	2,1	1,1
5/6	79	27	12	2	1	0,51	121	65,3	22,3	9,9	1,6	0,8
5a	44	39	20	2	-	0,81	105	41,9	37,1	19,0	1,9	0,0
6a/1	29	43	25	6	1	1,11	104	27,9	41,3	24,0	5,8	1,0
6a/2	17	32	35	29	-	1,67	113	15,0	28,3	31,0	25,7	0,0
6/1	21	15	32	9	1	1,41	78	26,9	19,2	41,0	11,5	1,3
6/2	67	34	20	-	-	0,61	121	55,4	28,1	16,5	0,0	0,0
6/3	85	32	19	1	1	0,56	138	61,6	23,2	13,8	0,7	0,7
7/1	8	17	23	22	6	2,01	76	10,5	22,4	30,3	28,9	7,9
7/2	21	39	40	22	6	1,63	128	16,4	30,5	31,2	17,2	4,7
7a	30	27	30	23	-	1,42	110	27,3	24,5	27,3	20,9	0,0
II/1	65	19	4	1	-	0,34	89	73,0	21,3	4,5	1,1	0,0
II/2	113	37	12	4	-	0,44	166	68,1	22,3	7,2	2,4	0,0
V/1	18	9	37	48	11	2,20	123	14,6	7,3	30,1	39,0	8,9
V/2	25	16	30	21	6	1,66	98	25,5	16,3	30,6	21,4	6,1
V/3	16	9	59	38	9	2,12	131	12,2	6,9	45,0	29,0	6,9
V/4	13	13	36	35	1	1,98	98	13,3	13,3	36,7	35,7	1,0
V/5	19	5	49	27	7	1,98	107	17,8	4,7	45,8	25,2	6,5
VI/1	21	19	53	50	1	1,94	144	14,6	13,2	36,8	34,7	0,7
VI/2	41	20	53	29	10	1,66	153	25,8	13,1	34,6	19,0	6,5
VI/3	4	2	30	16	6	2,31	58	6,9	3,4	31,7	27,6	10,3
VI/4	9	3	19	43	3	2,37	77	11,7	3,9	24,7	55,8	3,9
VI/5	9	7	43	63	-	2,31	122	7,4	5,7	35,2	51,6	0,0
VI/a	10	10	36	11	10	2,01	77	13,0	13,0	46,8	14,3	13,0
Gesamt	1314	678	898	548	94	1,29	3532	37,2	19,2	25,4	15,5	2,7

Tab. 14

Schädigungsgrad der einzelnen Pflanzen auf der Versuchsfläche "Hutterer-Höß" im Vergleich mit dem phänologischen Verhalten der Klone auf der Versuchsfläche "Pressbaum"

x gibt den mittleren Schädigungsgrad der jeweiligen Gruppe an
Erläuterung der Schädigungsstufen in Tab. 5

Schädigungsgrad		0	1	2	3	4	Summe	x
Pflanzenzahl		1096	570	795	491	90	3042	
Austrieb								
-4.Mai	s.früh	169	95	122	85	18	489	1,36
	. %	35	19	25	17	4	100	16
5.- 9.Mai	früh	299	168	232	170	33	902	1,41
	. %	31	19	26	19	4	100	30
10.-13.Mai	mittel	287	142	192	126	23	770	1,29
	. %	37	18	25	16	3	100	25
14.-17.Mai	spät	204	102	139	77	10	532	1,22
	. %	38	19	26	15	2	100	18
18.- Mai	s.spät	137	63	110	33	6	349	1,16
	%	39	18	32	9	2	100	11
Endknospenbildung								
-31.Mai	s.früh	18	8	24	13	5	68	1,69
	. %	26	12	35	19	7	100	2
1.- 7.Juni	früh	200	95	115	92	24	526	1,32
	. %	37	18	22	18	5	100	17
8.-14.Juni	mittel	431	244	301	204	33	1213	1,31
	. %	35	20	25	17	3	100	41
15.-21.Juni	spät	338	172	274	147	22	953	1,31
	. %	35	18	29	15	2	100	31
22.- Juni	s.spät	109	51	81	35	6	282	1,21
	%	39	18	29	12	2	100	9
Streckungsdauer								
-25 Tage	s.kurz	51	22	22	17	2	114	1,10
	. %	45	19	19	15	2	100	4
26-30 Tage	kurz	218	99	142	101	19	579	1,32
	. %	38	17	25	17	3	100	19
31-35 Tage	mittel	446	259	345	195	41	1286	1,32
	. %	35	20	27	15	3	100	42
36-40 Tage	lang	284	150	214	141	23	812	1,35
	. %	35	19	26	17	3	100	27
40+ Tage	s.lang	97	40	72	37	5	251	1,25

Tab. 15

Verteilung der Pflanzen nach Schädigungsgrad
getrennt nach Herkünften
auf der Versuchsfläche "Hutterer-Höß"

Herkünfte gereiht nach ihrem mittleren Schädigungsgrad (x)

HK	KNI	x	Schädigungsgrad 0 + 1 Stk	%	2 Stk	%	3 + 4 Stk	%	Gesamt-anzahl
4	1,31	0,89	37	67	16	29	4	4	55
9	2,07	1,00	66	66	27	27	7	7	100
14	4,07	1,09	162	63	64	25	31	12	257
12	4,83	1,13	273	61	111	25	61	14	445
11	4,48	1,16	207	59	95	27	49	14	351
8	3,07	1,18	385	59	173	27	94	14	652
13	4,96	1,20	172	58	78	26	46	16	296
7	2,16	1,21	103	56	58	31	24	13	185
16	6,21	1,58	45	43	35	33	25	24	105
15	6,66	1,81	96	39	54	22	97	39	247
10	7,15	1,97	120	34	84	24	145	42	349
			1666	55	795	26	581	19	3042

Tab. 16

Prozentmäßige Verteilung der Pflanzen
nach Endknospenbildungszeitpunkt, getrennt nach Herkünften,
auf der Versuchsfläche "Hutterer-Höß"

Her-	Endknospenbildungszeitpunkt									
	s.früh		früh		mittel		spät		s.spät	
kunft	%	x	%	x	%	x	%	x	%	x
4	-	-	29	1,19	31	0,76	40	0,77	-	-
9	-	-	19	0,68	55	1,20	17	0,76	9	0,89
14	5	1,15	18	0,91	39	1,10	28	1,11	9	1,30
12	2	1,40	17	1,27	32	1,18	42	1,02	17	1,07
11	1	1,25	30	1,19	34	1,16	18	1,24	16	1,05
8	-	-	11	1,17	54	1,19	28	1,20	17	1,05
13	1	1,00	26	1,13	32	1,31	26	1,22	15	1,07
7	-	-	-	-	22	1,24	63	1,17	15	1,32
16	4	1,50	3	0,67	52	1,53	37	1,79	11	1,00
15	8	2,05	13	2,00	38	1,51	30	1,97	11	2,04
10	5	2,12	22	2,11	39	1,94	30	1,97	5	1,37
	2	1,69	17	1,32	41	1,31	31	1,31	9	1,21

VERZEICHNIS DER ABBILDUNGEN

SEITE

ZUSAMMENFASSUNG

Um die Frage der Eignung vegetativ vermehrter Fichten für Hochlagenaufforstungen zu klären, wurde eine Versuchsflächenserie in verschiedenen Seehöhenstufen angelegt, zugleich mit 2 Referenzflächen im Wienerwald. Auf allen Flächen wurden die gleichen Fichtenklone in mehrfacher Wiederholung ausgepflanzt, beobachtet und gemessen.

Die Ergebnisse zeigen, daß der Zusammenhang zwischen der besseren Anpassung von Genotypen an Hochlagenbedingungen und dem phänologischen Ablauf der Triebentwicklung bestätigt werden konnten. Ein früher Beginn der Endknospenbildung führt zu einer früh erreichten Winterhärte.

Eindeutig nachgewiesen wurde, daß Voraussetzung und entscheidend für einen Erfolg von Hochlagenaufforstungen jedoch in erster Linie die Wahl der am besten angepaßten Herkünfte ist. Bestätigt wurde auch, daß solche Herkünfte durch Ermittlung und Vergleich des Knospenbildungsindex mittels Frühtestung in Klimakammern erfolgreich ausgewählt werden können. Durch Selektion und vegetative Vermehrung besonders geeigneter Genotypen innerhalb dieser Herkünfte kann noch eine Steigerung der Hochlagentauglichkeit erreicht werden.

Der Zusammenhang von aufrechtem Wuchsverhalten von Fichtenstecklingspflanzen und günstigen Umwweltbedingungen auf den Versuchsflächen wurde nachgewiesen.

SUMMARY

Vegetative Propagation of Norway Spruce
for Afforestation in High Altitudes
- Physiological and Phenological Problems of Adaption
by
K. Holzer, F. Ohene-Cofie, U. Schultze

To clear the question of the qualification of vegetative propagated Norway spruce plants for high altidude afforestation, several trial plots were installed at different altitudes. In all these trialplots identical clones of Norway spruce provenances in multiple replication were planted out, observed and measured.

The results show that the connection between better adaption of genotypes to high altitudal conditions and the phenological running off of the development of shoots can be confirmed. The early begin of terminal bud formation leads to the early attainment of winter hardiness.

It was clearly shown, that the most important precondition for a succesful afforestation near the timber line is the selection of provenances with best adaption to these sites. It was also proven that the succesfull selection of such provenaces can be made by obtaining and comparing the bud-formation-indices with the help of early testing of Norway spruce in climatic chambers.
An additional raise of fitness for high altitudes can be realized by the selection of specially adapted ecotypes within those provenances and vegetative propagation of them afterwards.

The dependence of an upright and growth of Norway spruce cuttings and good environmental conditions on the trial plots were verified.

LITERATURVERZEICHNIS

Holzer, K. 1967: Das Wachstum des Baumes in seiner Anpassung an zunehmende Seehöhe.
Mitteilungen der FBVA, Bd.75, S.427-456.

Holzer, K. 1972: Pflanzgutbeschaffung von Fichte (Picea abies) für Hochlagen durch Stecklingsvermehrung.
Mitteilungen der FBVA, Bd.96, S.61-73.

Holzer, K. 1974: The use of cuttings of Norway spruce in phenological research.
N.Z.J. For. Sci. 4 (2).

Holzer, K. 1983: 20 Jahre Wachstum alpiner Fichtenklone an einem Standort, Purkersdorf, Wienerwald.
AFZ, Nr.94, S.314-316.

Holzer, K., Schultze, U., Pelekanos, V., Müller, F. 1985: Stand und Problematik der Fichtenstecklingsvermehrung.
Jahresbericht 1985 der FBVA, S.89-93.

Holzer, K. 1988: Die Vegetationszeitlänge bei Fichtensämlingen, ihre Bedeutung und ihre Beeinflußbarkeit durch Umweltfaktoren.
FBVA-Berichte, Nr.28, S.73-86.

Kleinschmit, J. 1975: Vegetative Vermehrung von Fichte.
Mitteilungen des Vereins f. Forstl. Standortskunde und Forstpflanzenzüchtung, H.24, S.78-83

Kleinschmit, J. 1977: Probleme bei der vegetativen Vermehrung.
Allg. Forst- u. Jgd. Ztg., 148/5, S.81-86.

Tranquillini, W., Lechner, F., Oberarzbacher, P., Unterholzner, L., Holzer, K., 1980: über das Höhenwachstum von Fichtenklonen in verschiedener Seehöhe.
Mitteilungen der FBVA, Bd.129, S.7-25.

Zwerger, P., Holzer, K. 1988: Das Wachstum von Fichtenklonen in verschiedener Seehöhe.
FBVA-Berichte, Nr.28, S.141-148.

FBVA-BERICHTE
Schriftenreihe der Forstlichen Bundesversuchsanstalt Wien

1989 39 **Krehan, Hannes:** Das Tannensterben in Europa. Eine Literaturstudie mit kritischer Stellungnahme.
Preis ÖS 60.-- 58 S.

1989 40 **Krissl, Wolfgang; Müller, Ferdinand:** Waldbauliche Bewirtschaftungsrichtlinien für das Eichen-Mittelwaldgebiet Österreichs.
Preis ÖS 140.-- 134 S.

1990 41 **Killian, Herbert:** Bibliographie zur Geschichte von Kloster, Forstlehranstalt und Forstlicher Versuchsanstalt Mariabrunn - Schönbrunn.
Preis ÖS 165.-- 162 S.

1990 42 **Jeglitsch, Friedrich:** Wildbachereignisse in Österreich 1974 - 1976 und Kurzfassung der Wildbachereignisse in Österreich in den Jahren 1974 - 1987.
Preis ÖS 100.-- 98 S.

1990 43 Beiträge zur Wildbacherosions- und Lawinenforschung (9). IUFRO-Fachgruppe S1.04-00. Vorbeugung und Kontrolle von Wildbacherosion, Hochwässer und Muren, Schneeschäden und Lawinen.
Preis ÖS 80.-- 80 S.

1990 44 **Smidt, Stefan; Herman, Friedl; Leitner, Johann:** Höhenprofil Zillertal. Meßbericht 1988. Luftschadstoffmessungen, Meteorologische Daten, Niederschlagsanalysen.
Preis ÖS 35.-- 33 S.

1990 44a **Smidt, Stefan; Herman, Friedl; Leitner, Johann:** Höhenprofil Zillertal. Meßbericht 1988 (Anhang). Luftschadstoffmessungen, Meteorologische Daten, Niederschlagsanalysen.
Preis ÖS 280.-- 230 S.

1990 Sonderheft:
Kilian, Walter; Majer, Christoph: Österreichische Waldboden-Zustandsinventur. Anleitung zur Feldarbeit und Probenahme.
Preis ÖS 70.-- 58 S.

1990 45 **Neumann, Markus; Schadauer, Klemens:** Waldzustandsinventur. Methodische Überlegungen und Detailauswertungen.
Preis ÖS 90.-- 88 S.

1990 46 Zusammenkunft der Deutschsprachigen Arbeitswissenschaftlichen und Forsttechnischen Institute und Forschungsanstalten. Bericht über die 18.Zusammenkunft vom 18.-20.April 1990.
Preis ÖS 340.-- 286 S.

1991 47 **Smidt, Stefan:** Beurteilung von Ozonmessdaten aus Oberösterreich und Tirol nach verschiedenen Luftqualitätskriterien.
Preis ÖS 90.-- 87 S.

1991 48 **Englisch, Michael; Kilian, Walter; Mutsch, Franz:** Österreichische Waldboden-Zustandsinventur. Erste Ergebnisse.
Preis ÖS 80.-- 75 S.

1991 49 Österreichisches Waldschaden-Beobachtungssystem. Ziele, Methoden und erste Ergebnisse.
Preis ÖS 130.-- 128 S.

1991 50 **Smidt, Stefan:** Messungen nasser Freilanddepositionen der Forstlichen Bundesversuchsanstalt.
Preis ÖS 90.-- 90 S.

1991 51 **Holzschuh, Carolus:** Neue Bockkäfer aus Europa und Asien.
Preis ÖS 200.-- 75 S.

1991 52 **Fürst, Alfred:** Der forstliche Teil der Umgebungsüberwachung des kalorischen Kraftwerkes Dürnrohr. Ergebnisse von 1981 bis 1990.
Preis ÖS 45.-- 42 S.

1991 53 **Jeglitsch, Friedrich:** Wildbachereignisse in Österreich 1977-1979.
Preis ÖS 80.-- 80 S.

1991 54 **Jeglitsch, Friedrich:** Wildbachereignisse in Österreich 1980-1982.
Preis ÖS 80.-- 78 S.

1991 55 **Wiesinger, Rudolf; Rys, Johannes:** Waldzustandsinventur: Untersuchung der Zuwachsverhältnisse an Wald- und Bestandesrändern.
Preis ÖS 60.-- 60 S.

1991 56 **Rachoy, Werner; Exner, Robert:** Erhaltung und Verjüngung von Hochlagenbeständen.
Preis ÖS 95.-- 93 S.

1991 57 **Smidt, Stefan; Herman, Friedl; Leitner, Johann:** Höhenprofil Zillertal. Meßbericht 1989/90.
Preis ÖS 30.-- 28 S.

1991 58 **Stagl, W.; Hacker, R.:** Weiden als Prosshölzer zur Äsungsverbesserung.
Preis ÖS 60.-- 56 S.

1991 59 **Holzer, K.; Ohene-Coffie, F.; Schultze, U.:** Vegetative Vermehrung von Fichte für Hochlagenaufforstungen. Physiologische und phänologische Probleme der Anpassung.
Preis ÖS 75.-- 73 S.