

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

Herausgeber: Schweizerischer Forstverein

Band: 131 (1980)

Heft: 11

Artikel: Pflanzzeit und Bereitstellung von Forstpflanzen bei Hochlagenaufforstungen

Autor: Hocevar, M.

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-766570>

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>

Pflanzzeit und Bereitstellung von Forstpflanzen bei Hochlagenaufforstungen

Von *M. Hocevar*

(Eidg. Anstalt für das forstliche Versuchswesen, CH-8903 Birmensdorf)

Oxf.: 232.44 : 232.412 : (234.3)

1. Einleitung

Die Rationalisierung der Forstbaumschulen führte in den letzten Jahrzehnten zur Einrichtung von regionalen Forstgärten im Tal, aus welchen auch die Versorgung der Aufforstungsflächen in Hochlagen mit Pflanzen erfolgt. Wegen des zuweilen erheblichen Unterschiedes zwischen dem Vegetationsrhythmus in den Hochlagen und im Tal — die Pflanzen in tiefer gelegenen Gärten treiben im Frühling schon stark aus, wenn die hochgelegenen Pflanzflächen erst schneefrei und damit kulturfähig werden — wurde jedoch insbesondere die Frühlingspflanzung stark erschwert. Um die Anwachsschwierigkeiten zu vermeiden, ist man auf die Herbstpflanzung ausgewichen, oder der vorzeitige Austrieb im Frühling musste künstlich durch eine Kühllagerung verzögert werden.

Die Erfahrung zeigt aber, dass die Herbstpflanzung mit erheblichen Gefahren verbunden ist. Die Pflanzenausfälle durch Frühfroste, Kriechschnee, Frosttrocknis, Ausfrieren und den schwarzen Schneeschimmel sind sehr hoch. Ausserdem ist die Pflanzzeit sehr kurz, weil erst nach dem Verholzen der Triebe gepflanzt werden darf. Besonders bei grösseren Aufforstungsvorhaben werden die Pflanzarbeiten nicht selten durch einen unerwarteten Wintereinbruch unterbrochen, und die Pflanzen müssen im Einschlag überwintern. Derartige Einschlüge sind — auch wenn sie sachgemäss errichtet werden — mit grossen Verlusten verbunden. Aus diesen Gründen empfiehlt *Schmidt-Vogt* (1964) für die Nadelbäume die künstliche Triebverzögerung der Pflanzen im Kühlhaus und die anschliessende Frühlingspflanzung. Für die Lärche und die Fichte stimmt man auch in Österreich zu (*anonym*, 1972), während die Arve bereits im Herbst gepflanzt werden soll, wie es auch die Untersuchungen von *Rabensteiner* und *Tranquillini* (1970) bestätigen. In der Schweiz wird noch vorwiegend im Herbst gepflanzt, wenn auch *Thomann* (1971) über gute Erfahrungen bei der Frühlingspflanzung nach dem 43tägigen Schneeeinschlag berichtet. Der Schneeeinschlag wird, je nach

Baumart, Einschlagszeitpunkt und Lagerungsdauer, mit unterschiedlichem Erfolg auch in einigen anderen Forstbetrieben in Graubünden, im Appenzell, im Berner Oberland u. a. praktiziert.

Die erhebliche Unsicherheit und die unterschiedlichen Erfahrungen bei der Wahl der günstigsten Pflanzzeit waren Anlass für die im Herbst 1973 und Frühling 1974 durchgeführten Pflanzversuche. Das Ziel dieser Versuche war, den Einfluss der Pflanzzeit (Herbst, Frühling) auf die Pflanzenausfälle und das Wachstum in den ersten 4 Jahren nach der Auspflanzung festzustellen. Es wurde zwischen der direkten Pflanzung ohne Zwischenlagerung und der Pflanzung nach vorherigem Schneeeinschlag unterschieden, wobei insbesondere den Fragen des geeigneten Einschlagszeitpunktes und des damit verbundenen Pflanzenzustandes sowie der Vermeidung von Pilzschäden nachgegangen wurde. Weiter wurden die Notwendigkeit und die Wirksamkeit des Wurzelfrischhaltemittels Agricol und der Frischhaltesäcke untersucht.

2. Material und Methode

2.1 Versuchsorte und Pflanzenmaterial

Die Versuche wurden mit den drei in Hochlagen am häufigsten verwendeten Baumarten: europäische Lärche, Fichte und Arve durchgeführt. Es wurden ausschliesslich wurzelnackte Pflanzen verwendet. Die Lärchenpflanzen wurden zur selben Zeit an drei Orten, nämlich: Andermatt, Averstal und Alp Grüm, die Fichte und die Arve nur in Andermatt ausgepflanzt. Im weiteren Verlauf erwies sich jedoch die 2100 m hoch gelegene Versuchsfläche Alp Grüm als unaufforstbar und schied wegen der Totalausfälle für die Auswertung aus. Weitere Angaben über die Versuchsorte und das Pflanzenmaterial können aus der Tabelle 1 entnommen werden.

2.2 Versuchsanlage

Die folgenden Versuchsvarianten wurden untersucht:

A) Direktpflanzung

Herbstpflanzung

- Wurzelschutz mit Agricol
- Verdunstungsschutz durch Frischhaltesäcke
- Kein Wurzel- oder Verdunstungsschutz (0-Probe)

Frühlingspflanzung

Dieselben drei Varianten wie im Herbst.

B) Schneeeinschlag

- Wurzelschutz mit Agricol, Pilzschutz, Erdeinschlag im Oktober.

Tabelle 1. Beschreibung der Versuchsorte und des Pflanzenmaterials.

Versuchsort	Pflanzenmaterial	Pflanzgarten	Messwerte bei Auspflanzung		
			Pflanzen- höhe	Basis- durchmesser	
			H cm	D mm	H / D cm / cm
Andermatt Chilchenberg SSE, 1800 m ü. M. Neigung: 40—70 % Lochpflanzung auf Bermen	Europ. Lärche, 1/1; Prov.: Scheid-Spinatsch SSE, 1300—1500 m ü. M.	Rodels GR 680 m ü. M.	23,47 s = 2,76 ¹⁾	4,54 s = 0,76	54,55 s = 6,99
	Fichte, 2/2; Prov.: Göschener Alp N, 1650 m ü. M.	Seedorf UR 445 m ü. M.	26,33 s = 3,57	7,53 s = 0,97	35,89 s = 4,15
	Arve, 3/1; Prov.: Capettawald, Avers NE, 2050 m ü. M.	Birmensdorf ZH EAFV 550 m ü. M.	5,44 s = 0,62	4,32 s = 0,48	13,00 s = 1,65
Averstal, Bleikenwald; E, 1950 m ü. M. Neigung: 30—50 % Lochpflanzung auf Tellerbermen	Europ. Lärche, 1/1; Prov.: Fuldera-Stallatsch 1650 m ü. M.	Rodels GR 680 m ü. M.	18,96 s = 3,29	4,28 s = 0,53	45,88 s = 9,48

$$^1) s = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{N-1}}$$

- Verdunstungsschutz durch Frischhaltesäcke, Pilzschutz, Ablegen im Oktober.
- Wurzelschutz mit Agricol, Pilzschutz, Erdeinschlag im Dezember.
- Verdunstungsschutz durch Frischhaltesäcke, Pilzschutz, Ablegen im Dezember.
- Verdunstungsschutz durch Frischhaltesäcke, kein Pilzschutz, Ablegen im Dezember.
- Wurzelschutz mit Agricol, kein Pilzschutz, Ausheben und Lagerung im Schneeloch im Spätwinter.
- Verdunstungsschutz durch Frischhaltesäcke, kein Pilzschutz, Ausheben und Lagern im Schneeloch im Spätwinter.

Die aufgeführten Versuchsvarianten wurden nur bei der Lärche vollständig durchgeführt. Bei der Fichte fiel die Variante mit Agricol bei der direkten

Herbstpflanzung wegen falscher Behandlung aus, und wegen teilweise gefrorenem Boden wurde im Dezember nur ein Einschlag errichtet. Ein reduziertes Programm wurde ferner bei der Arve wegen des fehlenden Pflanzenmaterials durchgeführt. Eine genaue Aufstellung der Versuchsvarianten bei den verschiedenen Baumarten ist aus den Tabellen 2, 3, 4 und 5 ersichtlich.

Als Versuchsschema wurde die Blockanlage mit 9 Blöcken und zufälliger Verteilung der Versuchsvarianten gewählt. Je Versuchsvariante wurden 14 Pflanzen in einer Reihe ausgepflanzt, pro Versuchsort und Baumart also 126 Stück.

2.3 Versuchsdurchführung

Die Direktpflanzungen wurden spätestens einen Tag nach dem Ausheben im Pflanzgarten ausgeführt.

Bei Varianten mit Wurzelschutz erfolgte das Eintauchen der Wurzeln in 0,75-%-Agricol-Lösung bündelweise sogleich nach dem Ausheben. Um die Verschmutzung der Fahrzeuge durch Agricol zu vermeiden, wurden die Wurzeln in Plastiksäcke eingepackt (Abb. 1).

In die Frischhaltesäcke wurden die Pflanzen unmittelbar nach dem Ausheben in trockenem Zustand und ohne Zusammenpressen verpackt. Die verschlossenen Frischhaltesäcke dienten als Verdunstungsschutz und als leicht manipulierbare Transportverpackung (Abb. 1).

Als Pilzschutzmittel wurde Organol in 5prozentiger Lösung mit 95 % Zineb als Wirkstoff verwendet.

Um den direkten Kontakt mit dem Schnee zu vermeiden und die Luftzirkulation zu gewährleisten, wurde der Herbsteinschlag (Oktober, Dezember) mit einem Lattenrost errichtet und mit Dachpappe überdeckt. Für den Erdeinschlag wurden Gräben ausgehoben und die Pflanzen in dünnen Reihen, senkrecht stehend, eingepflanzt. Zur Vermeidung von Schneeschimmel wurde darauf geachtet, dass die grünen Teile der Pflanze mit der Erde nicht in Berührung kamen. Die Erde zwischen den Pflanzenreihen wurde mit Plastikfolie abgedeckt. Die Frischhaltesäcke wurden ohne weitere Vorkehrungen unter dem Lattenrost abgelegt.

Der Spätwintereinschlag wurde einfach und zeitsparend durchgeführt: Nachdem ein Schneeloch ausgeschaufelt worden war — eine etwa 20 cm mächtige Schneeschicht blieb als Bodenabdeckung noch erhalten —, wurden die Frischhaltesäcke in die so bereitgestellte Grube gelegt. Die Pflanzen der Vergleichsvariante mit Agricol wurden auf dem mit Plastikfolie abgedeckten Boden schichtweise Wurzel an Wurzel ausgebreitet, mit der Plastikfolie zugedeckt und die Grube anschliessend bis zur ursprünglichen Höhe mit Schnee zugeschüttet. Um die Ausaperungskontrolle zu erleichtern, wurde am Einschlagsort ein Schneepegel aufgestellt.



Abbildung 1.
Fichtenpflanzen
bereitgestellt
für die Herbst-
pflanzung.
Die agricol-
behandelten
Pflanzen in der
vorderen Reihe,
dahinter die
Frischhalte-
säcke.

Zum Schutz vor dem Wild wurde um die Einschlagsplätze das Wildschutzmittel HT-1 gespritzt. Ebenso erwies sich ein engmaschiges Drahtgeflecht als wirksamer Schutz vor Mäusefrass als notwendig.

Die Herbstpflanzung wurde vom 18. bis 24. Oktober 1973 durchgeführt. Ein Teil der Pflanzen wurde gleichzeitig eingeschlagen. Zu diesem Zeitpunkt waren das Sprosswachstum beendet und die Triebe verholzt; leichtes Wurzelwachstum war noch festzustellen. Die Lärchen waren noch grün; der Nadelabfall hatte noch nicht eingesetzt. Das Ausheben der Pflanzen für den Dezember-Einschlag (Lärche: 26. bis 27. November, Fichte: 11. Dezember) war bereits durch den stellenweise gefrorenen Boden erschwert. Bei den Pflanzen konnte weder Spross- noch Wurzelaktivität beobachtet werden. Die Lärchennadeln waren vergilbt und fielen leicht ab. Für den Spätwinter-einschlag wurden die Pflanzen ausgehoben, sobald der Boden im Pflanzgarten auftaute. Im Jahre 1974 war dies erst in der Zeit vom 18. bis 24. März möglich. Die Pflanzen befanden sich noch in der Winterruhe und liessen keine Spross- oder Wurzelaktivität erkennen.

Die Frühlingspflanzung erfolgte in Andermatt vom 27. bis 30. Mai und in Avers vom 4. bis 6. Juni 1974, als die Pflanzen im Pflanzgarten bereits stark ausgetrieben hatten. Der neue Jahrestrieb erreichte bei der Lärche bereits eine Länge von bis 10 cm, bei der Fichte bis 15 cm und bei der Arve

bis 5 cm. Wegen der vermeintlichen Ausfallgefahr wurden die Pflanzen sehr sorgfältig behandelt und so schnell wie möglich nach dem Ausheben wieder gepflanzt. Zur selben Zeit wurden die Pflanzen aus dem Schneeeinschlag gepflanzt. Keine davon hatte ausgetrieben, nur die Pflanzen aus dem Spätwintereinschlag zeigten durch das Nadelgrün der aufbrechenden Knospen die beginnende Sprossaktivität an (Abb. 2 und 3). Die Pflanzen des Spätwintereinschlages sahen frisch, die Fichten und Arven sattgrün aus. Im Oktober-Einschlag verschimmelten die Pflanzen trotz Behandlung mit Fungizid sehr oft; nach der Pflanzung fielen die Nadeln grossenteils in kurzer Zeit ab. Die Verschimmelung war in Frischhaltesäcken besonders stark. Ohne sichtbare Schäden waren die Pflanzen des Dezember-Einschlages.

2.4 Pflanzenaufnahmen und Auswertung

Die Pflanzen wurden unmittelbar nach der Pflanzung sowie 2 und 4 Jahre danach aufgenommen.

Die Auswertung erfolgte mittels Varianzanalyse über Mittelwerte. Die Ausfallprozente wurden vorgängig in Arcus-Sinuswerte transformiert. Wegen der ungleichen Varianzen wurden die Versuchsvarianten gruppiert und separate Analysen für den Schneeeinschlag und die Direktpflanzung einschliesslich Spätwintereinschlag durchgeführt. Für die Mittelwertvergleiche wurden nach der Range-Test-Methode (Tukey, modifiziert nach Hartley; wiedergegeben in *Le Roy* 1973) die gesicherten Differenzen (g. D.) berechnet und in den Tabellen 2 bis 5 angegeben. Die Differenzen von zwei ausgewählten Mittelwerten, die den angegebenen g. D.-Wert übersteigen, sind bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit von $P = 0,05$ gesichert. Die statistische Signifikanz der aus der Varianzanalyse stammenden Werte ist wie üblich mit: n. s. (nicht signifikant), * ($P = 0,05$), ** ($P = 0,01$) und *** ($P = 0,001$) bezeichnet.

3. Ergebnisse

3.1 Lärche (Tabellen 2 und 3)

Die geprüften Versuchsvarianten lassen sich aufgrund der in den Tabellen 2 und 3 wiedergegebenen statistischen Daten bewerten.

Danach waren die Pflanzenausfälle nach der Herbstpflanzung oder nach dem Spätwintereinschlag und anschliessender Frühlingspflanzung am geringsten. Die Art des Frischhaltemittels oder der Verpackung spielte dabei keine wesentliche Rolle. Die Pflanzung der bereits ausgetriebenen Lärchenpflanzen im Frühling war dagegen mit dem Risiko der erhöhten Pflanzenausfälle verbunden, wie dies besonders ausgeprägt in Avers zum Ausdruck kam (Tabelle 3).

Tabelle 2. Pflanzenausfälle und Höhenwachstum der europäischen Lärche.
Versuchsort: Andermatt.

Versuchsvariante	Pflanzenausfall ¹⁾		Höhenzuwachs		Gesamthöhe nach 4 Jahren cm		
	2 Jahren %	4 Jahren %	1. Jahr cm	3. Jahr cm			
Direktpflanzung	Herbst	- Agricol	2,4 (0,073)	4,7 (0,101)	6,42	15,69	59,24
		- Frischh.	0,0 (0,000)	3,2 (0,062)	6,97	16,11	61,18
		- 0-Probe	1,6 (0,060)	4,7 (0,127)	6,74	16,71	60,50
	Frühling	- Agricol	18,3 (0,393)	24,6 (0,472)	5,21	15,88	59,16 ²⁾
		- Frischh.	11,1 (0,271)	11,1 (0,271)	6,17	18,21	69,01
		- 0-Probe	11,1 (0,271)	15,1 (0,347)	5,94	18,86	68,23
Schneeeinschlag	Oktober	- Erdeinschl. Agricol	4,0 (0,113)	7,1 (0,169)	5,83	15,19	56,18
		- Frischh. Pilzschutz	65,9 (1,039)	67,5 (1,057)	2,51	8,06	30,34
		- Erdeinschl. Agricol	45,2 (0,707)	45,2 (0,707)	3,21	12,00	41,72
		- Frischh. Pilzschutz	7,9 (0,230)	14,3 (0,354)	5,44	13,71	51,79
	Dezember	- Frischh. kein Pilzschutz	28,6 (0,528)	31,7 (0,562)	4,46	12,59	48,20
		- Agricol kein Pilzschutz	2,4 (0,533)	3,2 (0,622)	6,79	18,20	64,07
		- Frischh. kein Pilzschutz	3,2 (0,103)	6,3 (0,146)	5,93	16,51	58,32
		- Agricol kein Pilzschutz	2,4 (0,533)	3,2 (0,622)	6,79	18,20	64,07
	Spätwinter	- Frischh. kein Pilzschutz	3,2 (0,103)	6,3 (0,146)	5,93	16,51	58,32
		- Agricol kein Pilzschutz	2,4 (0,533)	3,2 (0,622)	6,79	18,20	64,07
	Statistik:						
	Schneeeinschlag: F-Wert		19,81***	19,93***	12,94***	7,37***	8,99***
g. D.:		0,35	0,33	1,78	5,06	15,53	
Direktpf. und S-/Winterein. F-Wert:		5,51***	5,86***	2,61***	2,12 n. s.	4,33***	
g. D.:		0,26	0,28	1,60	—	8,96	

¹⁾ F- und g. D.-Werte beziehen sich auf die arcsin-transformierten Ausfallprozente, die in Klammern angegeben sind.

²⁾ Der Unterschied zur Variante «Frischh.» nicht behandlungsbedingt, da die Pflanzen bereits bei der Auspflanzung um 5 cm kleiner als bei der Vergleichsvariante.

Tabelle 3. Pflanzenausfälle und Höhenwachstum der europäischen Lärche
Versuchsort: Avers

Versuchsvariante		Pflanzenausfall ¹⁾		Höhenzuwachs		Gesamthöhe nach 4 Jahren cm	
		2 Jahren %	4 Jahren %	1. Jahr cm	3. Jahr cm		
Direktpflanzung	Herbst	- Agricol	7,9 (0,227)	13,5 (0,309)	7,16	4,88	27,49
		- Frischh.	4,0 (0,133)	6,3 (0,187)	7,40	4,71	27,11
		- 0-Probe	4,8 (0,147)	10,3 (0,236)	6,83	5,02	25,50
	Frühling	- Agricol	38,1 (0,659)	45,2 (0,734)	4,48	5,04	30,19
		- Frischh.	25,4 (0,488)	36,5 (0,608)	4,81	5,64	29,66
		- 0-Probe	36,5 (0,639)	49,2 (0,779)	4,49	4,62	24,11
Schneeinschlag	Oktober	- Erdeinschl. Agricol	34,1 (0,616)	44,4 (0,727)	4,60	3,78	18,89
		- Frischh. Pilzschutz	77,8 (1,199)	80,2 (1,227)	1,78	1,66	11,64
	Dezember	- Erdeinschl. Agricol	38,7 (0,681)	53,9 (0,852)	4,47	4,04	15,58
		- Frischh. Pilzschutz	90,5 (1,280)	94,4 (1,377)	0,89	1,56	8,56
		- Frischh. kein Pilzschutz	8,7 (0,260)	19,0 (0,432)	4,52	4,18	25,77
		- Agricol kein Pilzschutz	5,6 (0,193)	11,1 (0,312)	6,07	5,31	30,56
Spätwinter	- Frischh. kein Pilzschutz	3,2 (0,062)	7,9 (0,221)	5,78	5,12	31,99	
	Statistik:						
Schneeinschlag: F-Wert:		35,57***	33,33***	26,99***	10,85***	16,20***	
g. D.:		0,33	0,32	1,63	2,21	9,34	
Direktpfl. und S-/Winterein. F-Wert:		20,29***	15,94***	16,09***	0,63 n. s.	3,63***	
g. D.:		0,24	0,27	1,32	1,84	6,33	

¹⁾ siehe Bemerkung zur Tabelle 2

Als ungeeignet haben sich der Oktober- und Dezember-Schneeeinschlag erwiesen. Der Erfolg liess sich auch mit der Fungizidbehandlung nicht verbessern. Die Rangfolge der 5 im Herbst durchgeführten Schneeeinschlagsvarianten war auf beiden Orten unterschiedlich. Die Ursachen liessen sich nicht eruieren.

Die Jahreszuwachs- und Höhenwerte bestätigen das in der Analyse der Pflanzenausfälle gewonnene Bild und zeigen die standörtlichen Unterschiede der beiden Versuchsorte auf. In Andermatt sind die Lärchenpflanzen vier Jahre nach der Auspflanzung infolge der günstigeren Wachstumsbedingungen und des geringeren Versetzshockes mehr als zweimal so gross wie in Avers. In Andermatt nahm das Höhenwachstum bereits nach zwei Jahren wieder zu, während die Wuchsdepression in Avers erst ein Jahr später überwunden wurde.



Abbildung 2.
Versuchsfläche Chilchenberg ob Andermatt: Im steilen Gelände wurden die Bermen von Hand angefertigt und die Lärchen im Lochpflanzverfahren eingebracht. Jede Pflanzreihe entspricht einer Versuchsvariante. Deutlich sichtbar ist der unterschiedliche Entwicklungszustand der Pflanzen aus der direkten Frühlingspflanzung (1. Reihe von unten) und solcher aus dem Spätwintereinschlag (2. Reihe von unten). Aufnahme: Mitte Juni 1974.

Tabelle 4. Pflanzenausfälle und Höhenwachstum der Fichte
Versuchsort: Andermatt

Versuchsvariante		Pflanzenausfall ¹⁾		Höhenzuwachs im		Gesamthöhe nach 4 Jahren cm	
		2 Jahren %	4 Jahren %	1. Jahr cm	4. Jahr cm		
Direktpflanzung	Herbst	- Agricol	—	—	—	—	
		- Frischh.	1,6 (0,060)	5,6 (0,157)	5,83	3,75	34,77
		- 0-Probe	3,2 (0,103)	9,5 (0,249)	5,68	3,43	34,30
	Frühling	- Agricol	4,0 (0,133)	7,1 (0,191)	5,42	6,14	33,93 ²⁾
		- Frischh.	0,0 (0,000)	1,6 (0,060)	6,28	5,88	39,95
		- 0-Probe	3,2 (0,083)	8,7 (0,243)	5,13	7,10	36,19
Schneeeinschlag	Oktober	- Erdeinschl. Agricol	98,4 (1,510)	99,2 (1,540)	0,22	0,44	3,55
		- Frischh. Pilzschutz	91,3 (1,327)	92,1 (1,337)	2,22	2,17	19,56
	Dez.	- Frischh. Pilzschutz	59,5 (0,887)	65,9 (0,952)	4,24	3,71	31,39
		Spätwinter	- Agricol kein Pilzschutz	8,7 (0,243)	9,5 (0,249)	5,97	4,14
	- Frischh. kein Pilzschutz		3,2 (0,103)	4,0 (0,133)	6,56	3,86	35,52
	Statistik:						
Schneeein.	F-Wert	113,82***	155,67***	37,88***	9,56***	22,68***	
	g. D.:	0,32	0,20	2,35	2,17	11,97	
Direktpfl. und S-/Winterein.	F-Wert:	2,04 n. s.	1,45 n. s.	3,17*	10,89***	4,47**	
	g. D.:	—	—	1,19	1,90	6,19	

¹⁾, ²⁾: siehe Bemerkungen zur Tabelle 2

Eine positive Wirkung der Frischhaltemittel konnte nicht nachgewiesen werden, wenn auch die Verwendung der Frischhaltesäcke stets mit geringeren Pflanzenausfällen verbunden war. Eher negative Erfahrungen wurden mit dem Wurzelfrischhaltemittel Agricol gemacht.

3.2 Fichte (Tabelle 4)

Im trockenen Südhang ob Andermatt gedeiht die Fichte nur mit grosser Mühe. Nach der Auspflanzung nahm das Triebwachstum infolge heftigen



Abbildung 3.
Fichtenversuchsfläche
in Chilchenberg ob
Andermatt: Die Knos-
pen der Pflanzen aus
dem Spätwinter-
Schneeeinschlag (die
1. Reihe von unten)
trieben Mitte Juni noch
nicht aus, während die
im Pflanzgarten frisch
ausgehobenen Fichten
bereits bis 15 cm lange
Neutriebe aufwiesen
(2. und 3. Reihe).

Versetzshockes während der 3 Jahre stetig ab und stieg erst im 4. Jahr wieder etwas an. An Pflanzen mit besonders grossen Anwuchsschwierigkeiten fielen die alten Nadeln ab, und oft verdorrten ganze Gipfelpartien. Dies trifft besonders für die Pflanzen aus dem Herbsteinschlag (Oktober und Dezember) nach der Frühlingspflanzung zu. Die trotz Fungizidbehandlung hohen Pflanzenausfälle und die geringe Wachstumsleistung dieser Versuchsvarianten schliessen ihre künftige Anwendung in der Praxis aus.

Wesentlich besser war der Anwuchserfolg bei den übrigen Varianten, die sich untereinander nicht unterscheiden. Es kann also mit beinahe gleichem Erfolg direkt — sowohl im Herbst wie im Frühling — als auch nach dem Spätwinter-Schneeeinschlag gepflanzt werden. Abweichend von Beobachtungen bei der Lärche können auch die bereits ausgetriebenen Fichtenpflanzen mit gutem Erfolg versetzt werden; ihre im Vergleich zur Herbstpflanzung und dem Frühlingseinschlag signifikant höheren Jahreszuwachswerte im 4. Jahr nach der Auspflanzung deuten sogar eine raschere Überwindung des Versetzshockes als bei den Vergleichsvarianten an. Es muss jedoch nochmals daran erinnert werden, dass die ausgetriebenen Pflanzen besonders sorgfältig gehandhabt und am gleichen Tag ausgehoben und gepflanzt wurden. Die Pflanzung ausgetriebener Fichten im Frühling bedarf jedenfalls weiterer Überprüfung unter schwierigeren, praxisnahen Bedingungen.

Die Verwendung der Frischhaltemittel hat auf das Überleben der Fichte keine signifikant fördernde Wirkung gehabt, wenn auch der Anwuchs der in Frischhaltesäcken verpackten Pflanzen besonders gut war.

3.3 Die Arve (Tabelle 5)

Von den drei auf Chilchenberg ausgepflanzten Baumarten fällt die Arve durch ein besonders gutes Wachstum auf.

Tabelle 5. Pflanzenausfälle und Höhenwachstum der Arve
Versuchsort: Andermatt

Versuchsvariante		Pflanzenausfall nach		Gesamthöhe nach		
		2 Jahren %	4 Jahren %	2 Jahren cm	4 Jahren cm	
Direktpflanzung	Herbst	- Frischh.	0,8 (0,030)	1,6 (0,060)	9,97	23,30
		- 0-Probe	1,6 (0,043)	2,4 (0,073)	9,41	21,79
	Frühling	- Frischh.	0,8 (0,030)	1,6 (0,060)	10,08	23,01
		- 0-Probe	1,6 (0,060)	2,4 (0,090)	9,96	22,59
Schneeeinschlag	Oktober	- Erdeinschl. Agricol Pilzschutz	34,1 (0,617)	41,3 (0,694)	7,41	15,08
		- Frischh. Pilzschutz	24,6 (0,501)	27,0 (0,531)	9,14	18,27
	S. W.	- Frischh.	0,0 (0,000)	0,0 (0,000)	10,59	25,30
		k. Pilzsch.				
Statistik:						
Schneeein.: F-Wert:		73,42***	68,81***	13,41***	21,116***	
g. D.:		0,14	0,15	1,50	5,90	
Direktpfl. und Spät- wintereinschl.: F-Wert:		0,45 n. s	1,11 n. s	1,51 n. s	2,16 n. s	
g. D.:		—	—	—	—	

Die Auswertung der Tabelle 5 ergibt ein ähnliches Bild wie bei der Lärche und der Fichte: hohe Pflanzenausfälle und geringes Wachstum nach dem Schneeeinschlag im Oktober, wobei die in Frischhaltesäcken gelagerten Pflanzen solchen aus dem Erdeinschlag leicht überlegen waren, und einen sehr guten Erfolg der Direktpflanzung und des Spätwintereinschlages. Die beiden letzten Gruppen unterscheiden sich untereinander nicht signifikant. Ebenso konnte keine signifikante positive oder negative Auswirkung der Frischhaltemittel nachgewiesen werden.

4. Besprechung der Ergebnisse und Folgerungen

Bei allen drei in den Versuch einbezogenen Baumarten ist eine hohe Übereinstimmung der für die Praxis bedeutenden Ergebnisse festzustellen. Für die künftige praktische Anwendung lassen sich daraus zwei Vorgehen ableiten: die direkte Herbstpflanzung und die Frühlingspflanzung nach dem Spätwinter-Schneeeinschlag.

4.1 Pflanzzeit und Schneeeinschlag

Wie die Erfahrungen aus dem Flachland und die Untersuchungen von *Tranquillini* und *Unterholzer* (1968) sowie *Rabensteiner* und *Tranquillini* (1970) in Hochlagenaufforstungen zeigen, muss die Herbstpflanzung der Nadelhölzer trotz guten Erfahrungen in unserem Versuch als Notmassnahme betrachtet werden. Die Pflanzen vermögen sich vor dem Wintereinbruch, wenn überhaupt, nur schlecht zu verwurzeln, und insbesondere die immergrünen Arten erleiden Wasserverluste, die zu schwerer physiologischer Belastung und heftigem Versetztschock führen. In unserem Versuch war das bei der Fichte deutlich zu erkennen, während die nadelabwerfende Lärche und die derbnadelige, dürreresistente Arve weniger darunter litten. In grossen Aufforstungsprojekten kommt noch die Gefahr des plötzlichen Wintereinbruchs hinzu und damit die Notwendigkeit, die bereits ausgehobenen Pflanzen im Einschlag überwintern zu lassen. Der Oktober-Einschlag ist aber — die Versuchsergebnisse zeigen es deutlich — mit hohen Verlusten verbunden. Bei Herbstpflanzungen sollten daher täglich nur so viele Pflanzen ausgehoben werden, wie noch am selben Tag ausgepflanzt werden können.

Die Frühlingspflanzung ist zweifellos das physiologisch günstigere Vorgehen, weil dadurch das zu dieser Zeit natürlich hohe Bewurzelungsvermögen der Setzlinge ausgenutzt werden kann. Dies gilt ohne Einschränkungen, wenn noch unausgetriebene Pflanzen ohne Zwischenlagerung aus hochgelegenen Pflanzgärten bezogen werden können. Die Verwendung von ausgetriebenen Setzlingen verstärkt den Versetztschock zwar nicht, ist aber mit dem Risiko der erhöhten Pflanzenausfälle verbunden. Das Risiko ist bei sorgfältigem Vorgehen und rascher Auspflanzung bei der Fichte und der Arve gering, bei der Lärche jedoch so bedeutend, dass vor einer Auspflanzung ausgetriebener Pflanzen abgeraten werden muss.

Das Austreiben lässt sich durch das vorzeitige Ausheben der Pflanzen im Pflanzgarten und die Lagerung im Schneeeinschlag bis anfangs Juni verhindern. Für den Aufforstungserfolg ist jedoch der Zeitpunkt des Pflanzeneinschlages von massgebender Bedeutung.

Der Misserfolg der Herbstpflanzungen im Oktober und Dezember ist zumindest auf zwei Ursachen zurückzuführen:

1. Die Pflanzen waren noch physiologisch aktiv, als sie eingelagert wurden. Nach *Vegis* (besprochen in *Kleinschmit* et al. 1974) und *Sandvik* (1976)

durchlaufen die Pflanzen im Laufe des Herbstes und Winters unterschiedliche Stadien der Ruhe, die für den Erfolg der Kühlagerung ausschlaggebend sind. Gute Ergebnisse werden nur erzielt, wenn die Pflanzen während der «Hauptruheperiode» ausgehoben und gelagert werden.

2. Die lange Einschlagszeit führt trotz günstigen Bedingungen (Dunkelheit, niedrige Temperaturen und hohe Luftfeuchtigkeit) zu Wasserverlusten und Reservestoffverbrauch durch Atmung und damit zu einer physiologischen Schwächung der Pflanzen.

Die oben aufgeführten Punkte erklären auch den guten Erfolg des Schneeeinschlages im Spätwinter. Voraussetzung dafür ist jedoch, dass die Pflanzen noch vor Abschluss der «Hauptruheperiode» ausgehoben werden; das heisst, sobald der Boden im Pflanzgarten im Februar — März auftaut und bevor das einsetzende Wurzelwachstum die beginnende Pflanzenaktivität anzeigt. Der geringe Erfolg des Spätwintereinschlages in den Versuchen von Kleinschmit et al. (1974), Thomann (1971) und Schmidt-Vogt (1964) ist vermutlich auf die ungenügende Beachtung dieses Faktors zurückzuführen.

Über die Anlage und den Erfolg des Spätwintereinschlages liegen inzwischen nicht nur Versuchsergebnisse, sondern auch Erfahrungen aus anderen, grossen, praxisnahen Pflanzversuchen vor:

So wurde im Rahmen der Bermenversuche unserer Versuchsanstalt am 25. Februar auf Mörlialp, einem Skiort auf 1350 m ü. M. (Alpoglerberg, OW), ein Schneeeinschlag mit 20 600 Stück (3 Lastwagenladungen) in Frischhaltesäcken verpackter Fichtenpflanzen angelegt (Abb. 4). Die Pflanzen blieben bis Mitte Mai im Schneeeinschlag und wurden anschliessend, zum Teil nach einer Zwischenlagerung in einem Alpstall, an vier verschiedenen Orten ausgepflanzt. Die erste Pflanzung erfolgte direkt aus dem Schneeeinschlag am 11. Mai (Sonnenplangge 1400 m ob Näfels, GL; Anwuchserfolg: 97 %) und die letzte am 17. Juni (Malun, 1560 m ob Berschis, SG; Anwuchserfolg: 85 %) nach einer einmonatigen Zwischenlagerung. Ein weiterer Frühlingseinschlag am gleichen Ort (Mörlialp) vom 9. März bis 6. Juni mit 2500 in Frischhaltesäcken verpackten Lärchen konnte ebenso mit Erfolg (Anwuchserfolg: 96 %) auf dem Pilatus, 1700 m ü. M., wiederholt werden.

Über reiche und gute Erfahrungen mit dem Spätwinter-Schneeeinschlag berichten Dahlgreen et al. (1974) und Ryker et al. (1974) aus den USA. Im Intermountain-Gebiet wurden im Jahre 1973 rund 6,5 Millionen Pflanzen im Schnee eingeschlagen, von denen im ersten Jahr 88 % überlebten.

Der Spätwinter-Schneeeinschlag mit anschliessender Frühlingspflanzung scheint von allen untersuchten Verfahren für die praktische Anwendung am geeignetsten; dennoch dürfen auch die Nachteile dieses Verfahrens nicht übersehen werden, die je nach Baumart und standörtlichen Verhältnissen des Anbauortes mehr oder weniger schwerwiegend sein können. Der zweifel-



Abbildung 4.
 Errichtung eines größeren Schneeeinschlags in Mörlialp: Die Schneegrube wurde unmittelbar neben dem Parkplatz der Skistation eröffnet, so dass die Pflanzensäcke mit minimalem Aufwand vom Lastwagen abgeladen werden konnten. Jeder Frischhaltesack enthielt 250 vierjährige Fichtenpflanzen.

los bedeutendste Nachteil ist die mangelhafte Ausreifung der Abschlussgewebe der Triebe und Nadeln im Herbst nach der ersten stark abgekürzten Vegetationsperiode. Infolge der kurzen Vegetationszeit, aber auch der geringen laufenden Stoffproduktion (sekundäre Versetzchockwirkung), bildet sich nur eine schwache Cuticula, und das Rindengewebe der Triebe bleibt dünn und schlecht suberisiert; der cuticulare Transpirationsschutz reicht nicht aus. Die Folge sind Frost- und Dürreschäden, die vor allem im ersten Winter auftreten können. Das Phänomen beschränkt sich jedoch nicht auf Neupflanzungen allein, sondern begrenzt auch die natürliche Höhengausbreitung des Waldes im Gebirge (Baig et al., 1974). Nach unseren bisherigen Erfahrungen ist insbesondere die Fichte sehr empfindlich, während bei der Lärche, Arve und Bergföhre bislang keine schwerwiegenden Winterschäden beobachtet worden sind. Gefährdet sind vor allem Fichtenaufforstungen an kühlen, schattigen Hängen ab etwa 1500 m ü. M. im ersten Winter nach der Auspflanzung.

Gelegentlich werden weitere Nachteile der künstlichen Triebverzögerung durch Kühllagerung, wie der über mehrere Jahre reduzierte Höhenzuwachs

infolge verkürzter Vegetationsperiode (Kleinschmit 1974), die Verschimmelungsgefahr, die Trockenschäden (*Beinstein* 1976) u. a. genannt, die in unserem Versuch zumindest für den Spätwinter-Schneeeinschlag nicht bestätigt wurden.

Die Vorteile der Kühllagerung sind wirtschaftlich-organisatorischer Natur. Dem Pflanzgartenbesitzer ermöglichen sie neben der Einrichtung der Betriebe im Flachland auch eine teilweise Vorverlegung der Aushebe- und Sortierarbeiten in den arbeitsarmen Spätwinter. Die Ausdehnung der Frühlingspflanzzeit bietet aber auch der Forstwirtschaft Vorteile: Sie ermöglicht eine ausgeglichene Arbeitsauslastung und gestattet die Witterung besser zu berücksichtigen.

Im Vergleich zum Kühlhaus herrschen im Schneeeinschlag günstigere Lagerungsbedingungen. So massen Ryker et al. (1974) im Schneeeinschlag eine sehr konstante Temperatur von $+1,0$ bis $+2,5$ °C, während diese im zum Vergleich herangezogenen Kühlhaus zwischen $+2,0$ und $+4,5$ °C schwankte. Unsere eigenen Messungen in Frischhaltesäcken ergaben eine für die Lagerung optimale Luftfeuchtigkeit von 98 %, die im Kühlhaus kaum gehalten werden kann. Zudem benötigt die Errichtung eines Schneeeinschlages kaum Investitionen; die Lagerung ist billig und kommt ohne energieverschleissende Kühlaggregate aus, eine Tatsache, die in unserer energiebewussten Zeit immer wichtiger wird.

Die zuweilen hervorgehobenen Nachteile des Schneeeinschlages, wie der Mangel an geeigneten, schneesicheren Einschlagplätzen, die aufwendige und erschwerte Kontrolle der zumeist abgelegenen Orte und die teuren Pflanztransporte in die Hochlagen bei hoher Schneelage (Schmidt-Vogt 1964), sind zumindest in der Schweiz leicht zu beheben. Folgendes, bereits in praxisnahen Grossversuchen erprobtes Vorgehen bietet sich an:

Für den Einschlag soll ein hochgelegener, schneesicherer und auch im Winter leicht zugänglicher Ort (Skistation, Passstrasse) mit späterer Ausaperung gewählt werden, der jedoch nicht unbedingt dem Pflanzort entsprechen muss. Es ist sogar sinnvoll, zentrale Einschlagplätze für ein grösseres Einzugsgebiet alljährlich auf demselben Ort zu errichten und die Pflanzen erst im Frühling auf verschiedene Pflanzorte zu verteilen. Dies ermöglicht eine bessere Organisation des Einschlages, die Verwendung von Schneeräummaschinen und beschränkt die Überwachung auf einen einzigen Ort.

Die Lagerfläche, ein gut zugänglicher, flachgeneigter, schattiger Ort ohne Staunässegefahr, kann mit einer Schneefräse geräumt und wieder zugedeckt werden. Eine etwa 10 bis 20 cm mächtige Bodenlage gepressten Schnees soll belassen werden. Die in Frischhaltesäcken verpackten Pflanzen werden, nach Pflanzorten getrennt, liegend in einer Lage abgelegt. Der Lagerplatz ist mit Schneepegeln zu markieren. Um eine zu frühe Schneeschmelze zu vermeiden, kann das Lager mit Reisig oder sonstigem Schattiermaterial abgedeckt wer-

den. Die regelmässige Ausaperungskontrolle ist besonders im Frühling sehr wichtig, da die Säcke auf keinen Fall — auch nicht für kürzere Zeit — der direkten Sonnenbestrahlung ausgesetzt werden dürfen. Die Hilfe von zuverlässigem Skiliftpersonal oder eines anderen Anwohners ist dabei sehr wertvoll. Es empfiehlt sich, die Pflanzen rechtzeitig, noch bevor die Schneedecke beinahe abschmilzt, aus dem Schneeeinschlag zu entnehmen und, wenn notwendig, diese bis zur Pflanzung in einem Alpstall oder Maiensässkeller zu deponieren.

Für den Spätwinter-Schneeeinschlag werden die Pflanzen, je nach Witterung, ab Mitte Februar im Pflanzgarten ausgehoben und sogleich in die Frischhaltesäcke verpackt. Die Frischhaltesäcke sind zu empfehlen, weil sie eine besonders einfache Pflanzenmanipulation vom Aushebe- bis zum Pflanztag ermöglichen und gleichzeitig als Verdunstungsschutz dienen. Eine Fungizidbehandlung der in Frischhaltesäcken verpackten Pflanzen erübrigt sich, dagegen ist darauf zu achten, dass die Pflanzen ohne Regen- und Tau- behang eingelagert werden.

4.2 Wirkung der Verdunstungsschutzmittel

Unsere Versuchsergebnisse erlauben keine gesicherte differenzierte Aussage über die Wirksamkeit des Wurzelschutzmittels Agricol und der Frischhaltesäcke, wenn auch aus der Literatur positive Beispiele bekannt sind (Rabensteiner und Tranquillini 1970, Label 1972). Die Ursache dafür ist vermutlich die nur geringe Belastung der Pflanzen in der bei der Direktpflanzung sehr kurzen Zeitspanne zwischen dem Ausheben und der Pflanzung. Die Tatsache, dass die geringsten Ausfälle bei den in Frischhaltesäcken transportierten Pflanzen auftraten, spricht jedoch — besonders wenn eine Zwischenlagerung zu erwarten ist — für eine vermehrte Verwendung von Frischhaltesäcken in der Zukunft.

Résumé

L'époque de plantation et l'entreposage de plants forestiers dans les reboisements à haute altitude

Afin d'améliorer les résultats de plantation de plants aux racines nues de mélèze, d'épicéa et de pin cembro, on a effectué des essais de plantation dans la vallée d'Avers (1950 m) et à Andermatt (1800 m). Les plantations étaient effectuées ou directement après l'arrachage en pépinière (automne, printemps), ou après un entreposage dans la neige (printemps). En plus on a examiné la nécessité et l'efficacité du produit antitranspirant «Agricol» et des sacs en polyéthylène, dits «Plants frais».

Les essences examinées ont montré la meilleure reprise et croissance après la plantation en automne (fin octobre), ainsi qu'au printemps, si elles avaient été arrachées et puis entreposées dans la neige avant la reprise de leur activité physiologique (février/mars) pour ensuite être plantées au mois de juin. L'entreposage dans la neige retarde le débourrement des plants jusqu'au mois de juin

et permet ainsi une prolongation de l'époque de plantation au printemps. Le reboisement peut être organisé sans hâte, ce qui rend ce procédé particulièrement favorable pour la pratique.

L'entreposage précoce dans la neige en octobre ou en décembre a eu pour conséquence d'importantes pertes de plants et une croissance lente. Les pertes étaient élevées lors de la plantation directe de mélèzes au printemps, alors que les épicéas et les pins cembro pouvaient être transplantés avec le même succès au printemps qu'en automne.

L'effet positif du traitement avec «Agricol» et de l'emballage dans des sacs en polyéthylène restait au-dessous de la limite de la signification statistique, bien que selon des observations la reprise était toujours meilleure, si les plants avaient été emballés dans des sacs.

Traduction F. Zucker

Literatur

- Anonym*, 1972: Schutzwaldsanierung und Hochlagenaufforstungen. Bundesministerium f. Land- u. Forstwirtschaft, Wien, 128 S.
- Baig, M. N., Tranquillini, W., und Havranek, W. M.*, 1974: Cuticuläre Transpiration von *Picea abies*- und *Pinus cembra*-Zweigen aus verschiedenen Seehöhen und ihre Bedeutung für die winterliche Austrocknung der Bäume an der alpinen Waldgrenze. Ein Beitrag zur experimentellen Überprüfung der Michaelis-Hypothese. Cbl. ges. Forstwesen, 91, 4: 195—211.
- Beinstein, H.*, 1976: Wo steht die Hochlagenaufforstung heute. All. Forstztg. 87, 8: 252—255.
- Dahlgreen, A. K., Russel, A. K., und Johnson, D. L.*, 1974: Snow cache seedling storage: successful systems. USDA For. Serv., Intermt. For. and Range Exp. Stn.; Gen. Tech. Rep. INT-17; 12 S.
- Kleinschmit, J., und Schmidt, J.*, 1974: Ergebnisse von Versuchen zur Kühlhauslagerung von Forstpflanzen. Forstarchiv, 45, 9: 165—170.
- Label, B.*, 1972: Fichten-Versuche mit «pflanz-frisch»-Transportsäcken. AFZ, 27, 9/10: 164.
- Le Roy, H. L.*, 1973: Einführung in die mathematische Statistik III; Streuungszerlegung. Zürich, polykopierte Kursunterlagen: 522.
- Rabensteiner, G., und Tranquillini, W.*, 1970: Die Bedeutung von Antitranspirantien und Wurzelfrischhaltemitteln für den Anwuchserfolg von Forstpflanzen. Allg. Forstztg., 81, 12: 319—320.
- Ryker, R. A., Dahlgreen, A. K., Morby, F. K., und Johnson, D. L.*, 1974: Snow cache temperatures suitable for storage of conifer nursery stock. USDA For. Serv., Intermt. For. and Range Exp. Stn.; Res. Note INT-182.
- Sandvik, L.*, 1976: Winter Vigour in *Picea abies* (L.) Karst. I. Effects of Lifting Date, Cooling on Thawing by Cold Storage of Seedlings. Norsk Skogbr., 32.8: 197—199.
- Schmidt-Vogt, H.*, 1964: Künstliche Triebverzögerung bei Forstpflanzen durch Kühlhauslagerung. In: Forstsamengewinnung und Pflanzennachzucht für das Hochgebirge, BLV, München 1964, S. 239—248.
- Thomann, J.*, 1971: Erfahrungen mit Frühjahrspflanzungen in Hochlagen. Der prakt. Forstwirt f. die Schweiz, 7, 4: 129—131.
- Tranquillini, W., und Unterholzer, R.*, 1968: Dürre-resistenz und Anpflanzungserfolg von Junglärchen verschiedenen Entwicklungszustandes. Cbl. ges. Forstwesen 85, 2: 97—110.