

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

Herausgeber: Schweizerischer Forstverein

Band: 139 (1988)

Heft: 9

Artikel: Untersuchungen zur Ökologie und Technik der Hochlagenaufforstung : Forschungsergebnisse aus dem Lawinenanrissgebiet Stillberg

Autor: Schönenberger, Walter / Frey, Werner

Kapitel: 6: Die Versuchsaufforstung Stillberg 1975

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-766744>

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: 01.04.2025

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

6. Die Versuchsaufforstung Stillberg 1975

6.1 Versuchsanlage und -ausführung der Aufforstung Stillberg (Werner Frey, SLF)

6.1.1 Versuchsanlage Stillberg

Die Versuchsanlage ist in die folgenden drei Varianten gegliedert:

- Variante ohne Lawinenverbauungen, im Südosten der Fläche gelegen, etwa 3 ha Fläche, bezeichnet als Variante U = Unverbaut.
- Variante mit Lawinenverbauungen, welche gemäss den Richtlinien 1968 erstellt wurden, etwa 1 ha Fläche, bezeichnet als Variante Vd = Verbau durchgehend.
- Variante mit Lawinenverbauungen, wobei nur etwa die Hälfte der gemäss Richtlinien 1968 notwendigen Werke in aufgelöster Anordnung erstellt wurden, etwa 1 ha Fläche, bezeichnet als Variante Va = Verbau aufgelöst.

Diese drei Varianten wurden in identischer Art ausgepflanzt, und zwar zwischen den Höhenkoten 2080 m ü. M. und 2230 m ü. M. Die Lage dieser drei Varianten und der Aufforstungsfläche ist aus *Abbildung 3.1 b* ersichtlich.

6.1.2 Pflanzennachzucht, Provenienzen

Die Aufforstung wurde mit den folgenden drei Baumarten, Provenienzen, Baumaltern und Baumhöhen durchgeführt (*Frehner, 1977*):

Arve	<i>Pinus cembra</i> L.	Capettawald, Avers GR	2050 m ü. M.	NE 4/1	14 cm
Bergföhre	<i>Pinus mugo</i> TURRA	Briançon, Frankreich	2150 m ü. M.	NW 2/1	10 cm
Lärche	<i>Larix decidua</i> L.	Sils-Maria, Engadin GR	2050 m ü. M.	NW 1/0	2 cm

Die Arve wurde im Pflanzgarten Klosters, die Bergföhre und die Lärche im Pflanzgarten der EAFV in Birmensdorf ZH gesät. Verschult wurde die Arve in Klosters, die Bergföhre in Birmensdorf, während die Lärche im Juni 1974 in Birmensdorf in kleine Töpfe pikiert wurde.

Alle drei Baumarten wurden in Davos Dorf vertopft. Über den Winter 1974/75 war die Bergföhre in einem Kühlhaus in Davos und die Lärche in Davos Dorf unter Schnee gelagert, während die Arve direkt aus dem relativ spät ausapernden Pflanzgarten Klosters zur Vertopfung nach Davos gebracht wurde.

Die etwas über 120 000 Pflanzen wurden in «Fertil-Pots» (Grösse 10 x 10 cm) in ein Substrat von leicht gedüngtem, gut befeuchtetem Torf vertopft (Frey, 1977 b), und zwar nach der bei Schönenberger *et al.*, 1989, beschriebenen

Methode. Die kleinen Töpfchen, in welche die Lärchen pikiert waren, wurden dabei entfernt.

Bis zur Pflanzzeit im Juli/August 1975 wurden die vertopften Pflanzen im Topfquartier in Davos Dorf sorgfältig gepflegt, so dass die Durchwurzelung der Töpfe beginnen konnte. In diesem Topfquartier wurden die Pflanzen auch in stapelbare Plastikharasse für den Transport nach Stillberg abgefüllt.

6.1.3 Aufforstungstechnik, Pflanztechnik, Transport

Die Aufforstung wurde flächendeckend in quadratischen Einheitsflächen (EF) mit einer horizontalen Seitenlänge von 3,5 m ausgeführt. Die Baumart wechselt von jeder EF zur nächstfolgenden EF. In der darunterliegenden Reihe wurden die Baumarten je um eine EF verschoben. Damit ist jede Einheitsfläche von einem identischen Muster der Nachbarflächen umgeben. Total wurden 4052 Einheitsflächen ausgepflanzt, je ein Drittel mit Arve, Bergföhre und Lärche.

Innerhalb der EF beträgt der Pflanzabstand 0,7 x 0,7 m, was einer maximalen Pflanzenzahl von 25 pro EF beziehungsweise von 20 000 Pflanzen pro ha entspricht. Wo wegen Steinen, Geröll oder Versuchseinrichtungen die Pflanzung am Sollpflanzort nicht möglich war, entfiel die Pflanzung des entsprechenden Baumes. Bei dieser Anordnung ist die genaue Identifizierung eines jeden der etwa 92 000 gepflanzten Bäume möglich.

Die Pflanzfläche wurde im Juli und August 1974 von lose herumliegenden Steinen geräumt. Um die Pflanzlöcher wurde die Vegetation auf einer Fläche von rund 30 x 30 cm geschält und anschliessend der Boden im Bereich des Pflanzloches durchmischt. Damit wurde die Vegetationskonkurrenz in den ersten Jahren eingedämmt und die Bodenrauhigkeit erhöht. Die vertopften Pflanzen wurden dann in einer sauber ausgeführten Lochpflanzung in der Periode vom 10. Juli bis 2. August 1975 eingebracht. Dabei wurde auf die entscheidend wichtige Überdeckung des Topfrandes mit etwa 1 cm Erde geachtet, damit die Pflanzen nicht infolge Austrocknung an der richtigen Durchwurzelung des Topfes gehindert werden.

Die bei der Verwendung von Topfpflanzen recht grossen Transportprobleme konnten dank ausgebauter Infrastruktur (Strasse Davos Dorf bis Dischma, Seilbahntransport zur Stillbergalp, Transport mit zwei Materialeilbahnen in die Pflanzfläche, Feinverteilung von Hand) gut bewältigt werden.

Eine Zusammenstellung der in diesem Kapitel nur kurz beschriebenen Arbeiten finden sich bei Frey, 1977 a.

6.1.4 Vergleichsaufforstungen

Gleichzeitig mit der Anlage des Hauptversuches Stillberg wurden zwei kleinere, geländemässig ziemlich ausgeglichene und örtlich getrennte Gebiete aufgeforstet. Die Vergleichsaufforstungen umfassen je 66 Einheitsflächen, welche in gleicher Weise wie in der Versuchsfläche Stillberg angeordnet sind. Das Ziel war, die Entwicklung der Pflanzen an einem Südwesthang (Vergleichsaufforstung Lucksalp, Dischmatal) und einem Südosthang (Vergleichsaufforstung Rudolf, ob Davos) mit den Ergebnissen des Stillbergversuches vergleichen zu können. Ausser den Schnee- und Lawinenverhältnissen werden in diesen Vergleichsaufforstungen keine Klimadaten bestimmt.

Die Pflanzengesellschaften beider Flächen sind durch den Übergang von ehemaligen Weideflächen zur Wacholder-Bärentraubenheide mit Heidekraut charakterisiert. Beide Flächen liegen deutlich oberhalb der aktuellen Waldgrenze und sind zwischen 60 und 80% steil. Die Vergleichsaufforstung Rudolf war in den zehn Berichtswintern schneereicher als die Vergleichsaufforstung Lucksalp (mittleres maximales Flächenmittel der Schneehöhen 176 cm bzw. 142 cm) und aperte später aus (mittleres Ausaperungsdatum 20. bzw. 15. Mai; Vergleichswert für die Fläche Stillberg: 21. Mai). Die mittlere Dauer der saisonalen Schneedecke betrug 162 bzw. 155 Tage (Mittel für Stillberg: 195 Tage). Die Vergleichsaufforstung Rudolf wurde in den zehn Wintern von deutlich mehr Lawinen berührt als die Vergleichsaufforstung Lucksalp (25 bzw. 4 Lawinen). In beiden Flächen beeinflussten jedoch nur je zwei Lawinen die Pflanzen direkt.

6.2 Ein Modell des Ökosystems Gebirgsaufforstung (Walter Schönenberger, EAFV)

In der Modelldarstellung des Ökosystems einer Gebirgsaufforstung (*Abbildung 6.2*) steht das Gedeihen der Aufforstung in Abhängigkeit vom Standort im Zentrum der Betrachtung. Der Aufforstungserfolg bemisst sich aufgrund der Überlebensrate, des Gesundheitszustandes und des Wachstums, welche zusammen den Nettozuwachs ausmachen. Die Bäumchen sind in eine komplexe Umwelt gestellt; die verschiedenen Standortsfaktoren wirken direkt oder indirekt über Schäden und Krankheiten, fördernd oder hemmend auf den Nettozuwachs der Bäumchen ein. Sie sind auch untereinander mannigfach verknüpft und in einer gewissen Hierarchie abhängig.

Bei der folgenden Auswertung des Aufforstungserfolges in Abhängigkeit von den Standortbedingungen können aus der Vielzahl der verfügbaren Angaben nur einige wichtige Beziehungen aufgezeigt werden. Für die praktische Arbeit der Standortsbeurteilung sind vor allem solche Faktoren von Interesse, welche im Gelände leicht erkennbar und weitgehend unabhängig von andern

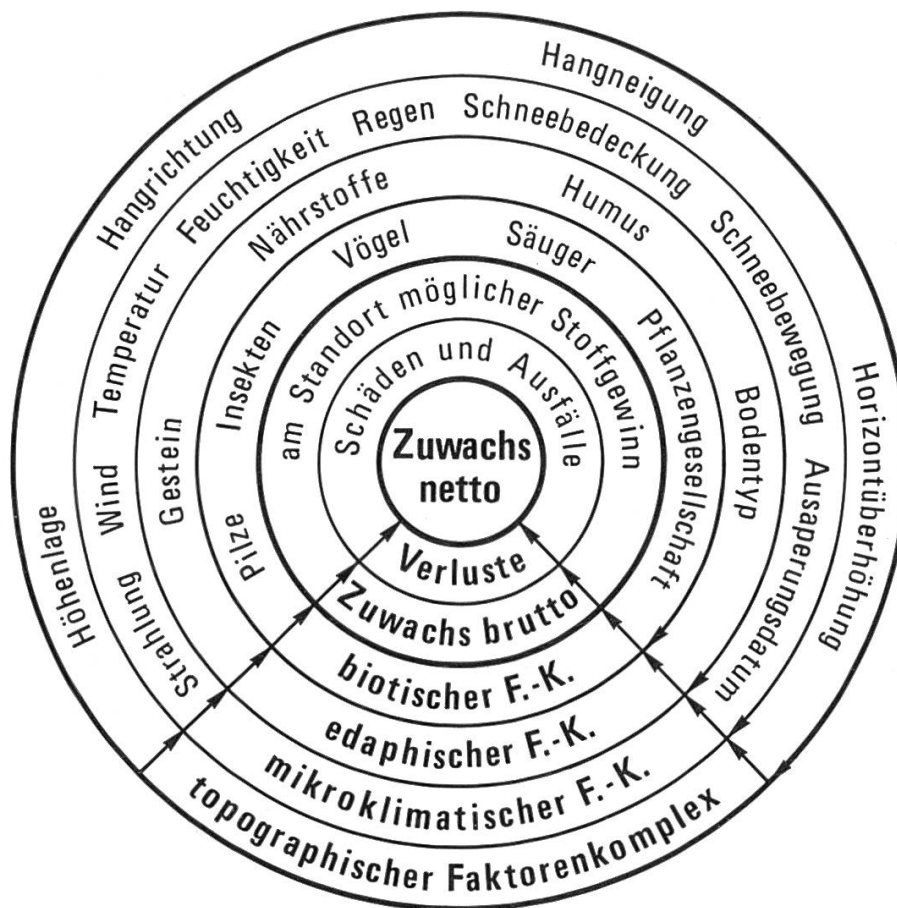


Abbildung 6.2. Ökosystemmodell Gebirgsaufforstung. Im Zentrum der Betrachtung der Nettozuwachs der Bäumchen nach Abzug der Verluste durch Schäden und Ausfälle vom Bruttozuwachs. Die Umwelt der Aufforstung gegliedert in vier Faktorenkomplexe (F.-K.), von aussen nach innen und von links nach rechts zunehmend abgeleitet und komplexer vernetzt.

sind, jedoch alle ändern stark prägen. Im Modell sind diese Faktoren in den äusseren Schalen aufgeführt.

Ebenfalls spezielles Augenmerk verdienen schliesslich jene Merkmale, welche sozusagen als Indikatoren für das Zusammenwirken aller übrigen Faktoren gelten können, wie etwa die Vegetation. Aufgrund der Vegetation kann man Erfahrungen am besten von einer Gegend in eine andere übertragen. Ein Nachteil ist die aufwendige und schwierige Ansprache der Pflanzengesellschaften. Komplexe, stark von anderen Einflüssen geprägte Standortsfaktoren sind im Modell in den inneren Schalen zu finden.

6.3 Die Überlebensraten in der Versuchsaufforstung Stillberg (Walter Schönenberger, EAFV, und Werner Frey, SLF)

6.3.1 Überlebensrate 1985 auf Stillberg, Lucksalp und Rudolf

Zur Ermittlung der Überlebensraten wurden jährlich alle noch lebenden Bäumchen aller 4052 bepflanzten Einheitsflächen Stillberg und der je 66 Einheitsflächen der Vergleichsaufforstungen ausgezählt.

Im Hauptversuch Stillberg haben im Durchschnitt über alle Standorte 49% der Arven, 46% der Bergföhren und 77% der Lärchen die ersten zehn Jahre seit der Pflanzung überlebt (*Abbildung 6.3 a*). Auf Lucksalp war der Erfolg bei allen Baumarten viel besser (Arve 70, Bergföhre 98, Lärche 92%), auf Rudolf bei Arve (62%) und Bergföhre (79%) mittel, bei der Lärche jedoch sehr schlecht (44%).

Der trotz durchschnittlich höherer Lage fast durchwegs bessere Erfolg in den Vergleichsaufforstungen erklärt sich wohl durch die bedeutend wärmere Exposition der Flächen. Vor allem die Bergföhre, am Stillberg an letzter Stelle, konnte davon profitieren. Die grossen Ausfälle der Lärche auf Rudolf wurden hauptsächlich durch die starke Wühltätigkeit von Mäusen in den ersten Jahren verursacht; sie lassen sich deshalb nicht direkt durch Standortbedingungen erklären. Die Ausfallursachen werden im Kapitel 6.4 behandelt.

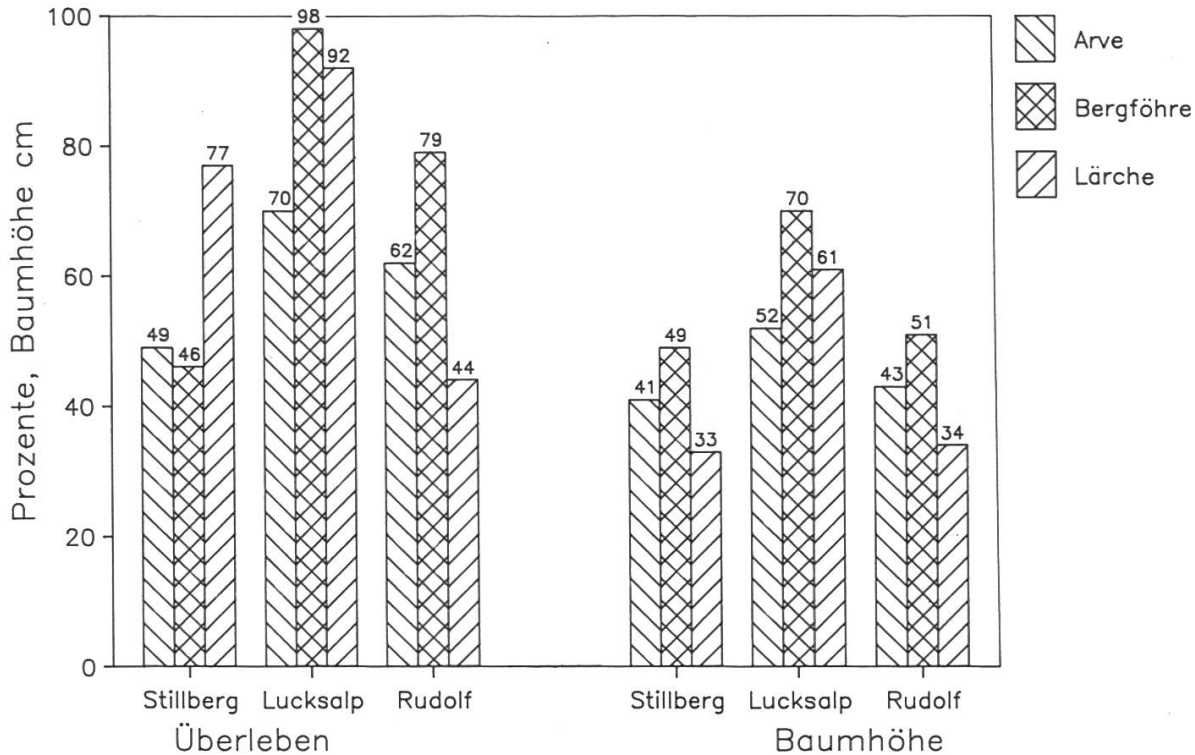


Abbildung 6.3 a. Vergleich der Überlebensraten und der Baumhöhen 1985 in den Versuchsflächen Stillberg, Lucksalp und Rudolf. Mittelwerte über alle Einheitsflächen: Stillberg je Baumart 1351, in den Vergleichsaufforstungen je 22 EF.

Überlebensprozente 1985 Arve

0 PROZENT
 · 1 - 10
 · 11 - 20
 · 21 - 30
 · 31 - 40
 · 41 - 50

PROZENT
 * 51 - 60
 * 61 - 70
 * 71 - 80
 * 81 - 90
 * 91 - 100

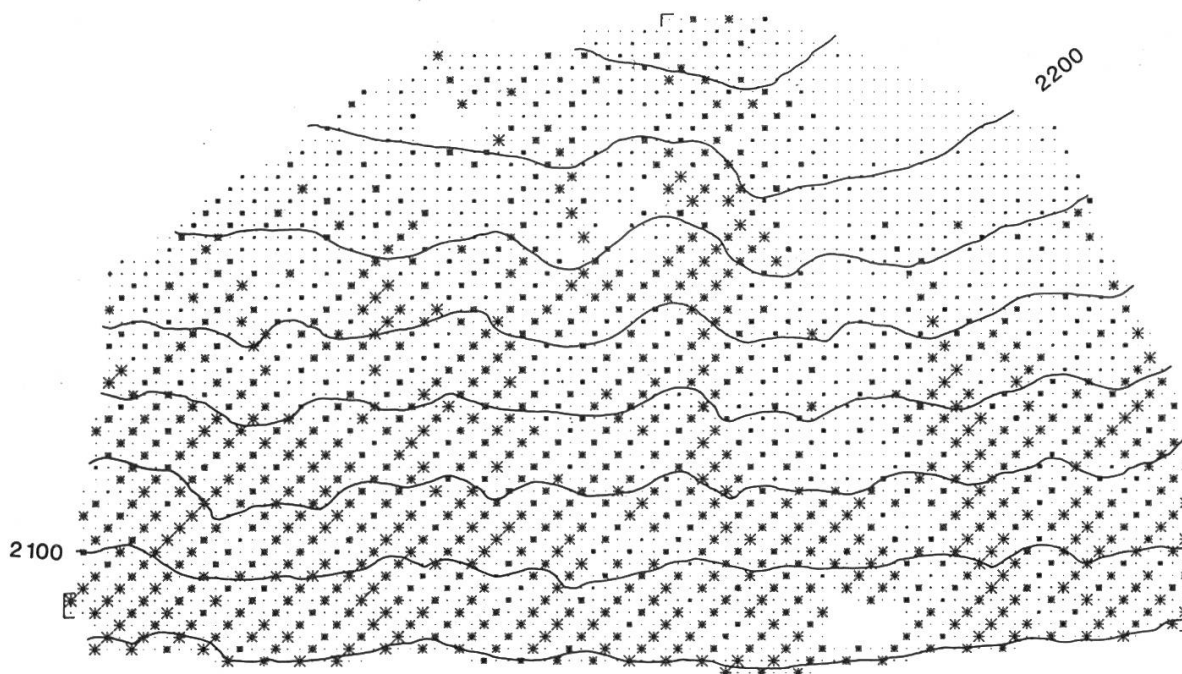


Abbildung 6.3 b. Karte der Überlebensraten 1985 in der Versuchsfläche Stillberg. Arve.

Die Größenordnung der Ausfälle von bis zu 55% widerspiegelt die extreme durchschnittliche Lage vor allem der Fläche Stillberg. Die Vergleichsflächen entsprechen etwa den besseren Standorten auf Stillberg.

6.3.2 Die Verteilung der Überlebensrate 1985 im Gelände

Im Hauptversuch Stillberg war die Überlebensrate 1985 sehr ungleich im Gelände verteilt. Bei Arve und Bergföhre (Abbildungen 6.3 b und 6.3 c) war ein deutlicher Höhengradient festzustellen: Im oberen Flächenteil, besonders auf der Hangschulter, waren die Ausfälle sehr hoch im Vergleich zum Hangfuss. Im Mittelhang waren die Ausfälle vom Relief abhängig. Besonders die Lawinensenken, etwas weniger die anschließenden Nordeinhänge zeichneten sich als Standorte mit den geringsten Überlebensraten ab, während die Osteinhänge und Geländerippen wenig Verluste aufwiesen. Die Lärche (Abbildung 6.3 d) hat auch auf der Hangschulter recht gut überlebt, die Ausfälle konzentrierten sich praktisch ausschliesslich auf die Lawinensenken, während alle übrigen Geländeformen nur wenige Verluste zu verzeichnen hatten.

Überlebensprozente 1985 Bergföhre

0 PROZENT	PROZENT
· 1 - 10	▪ 51 - 60
· 11 - 20	* 61 - 70
· 21 - 30	* 71 - 80
· 31 - 40	* 81 - 90
· 41 - 50	* 91 - 100

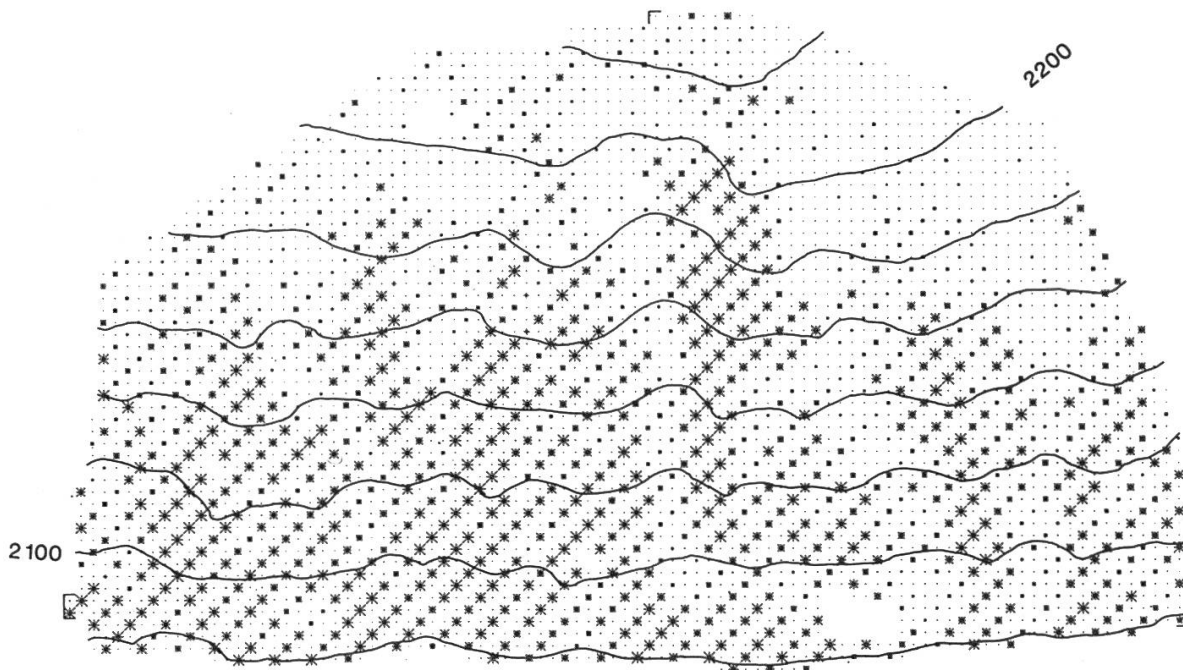


Abbildung 6.3 c. Karte der Überlebensraten 1985 in der Versuchsfläche Stillberg. Bergföhre.

6.3.3 Die Entwicklung der Überlebensraten bis 1985 nach Pflanzengesellschaften

Im Hauptversuch Stillberg konnten sich Arve und Bergföhre in den ersten fünf Jahren recht gut halten, haben doch noch 1980 rund 90% der Pflanzen gelebt (Abbildung 6.3 e). Seit 1981 haben sie dann allerdings anhaltend grössere Verluste erlitten. Die Lärche hatte demgegenüber in den ersten Jahren eher höhere Ausfälle zu verzeichnen als später, seit 1980 waren die Ausfälle nicht mehr nennenswert.

Das vergleichsweise sehr gute Überleben der Bäumchen in den allerersten Jahren (Anwuchsphase) war wohl der Verwendung von Topfpflanzen und der sorgfältigen Ausführung der Pflanzung zu verdanken, welche Abgänge durch Pflanzschock weitgehend ausschlossen. Dank der guten Wurzelregeneration in den Töpfen bereits vor der Auspflanzung konnte die Vertrocknungsgefahr stark herabgesetzt werden. Die Lärchen waren allerdings bei der Auspflanzung noch sehr klein und ihre Würzelchen noch so schwach, dass eine beträchtliche Anzahl die Auspflanzung nicht lange überlebte. In der zweiten Hälfte des ersten Lebensjahrzehnts waren die weiteren Ausfälle dann kaum mehr von der Behandlung abhängig, sondern es begann die Auslese durch die Standorts-

Überlebensprozente 1985 Lärche

0 PROZENT
 · 1 - 10
 · 11 - 20
 · 21 - 30
 · 31 - 40
 · 41 - 50

PROZENT
 · 51 - 60
 * 61 - 70
 * 71 - 80
 * 81 - 90
 * 91 - 100

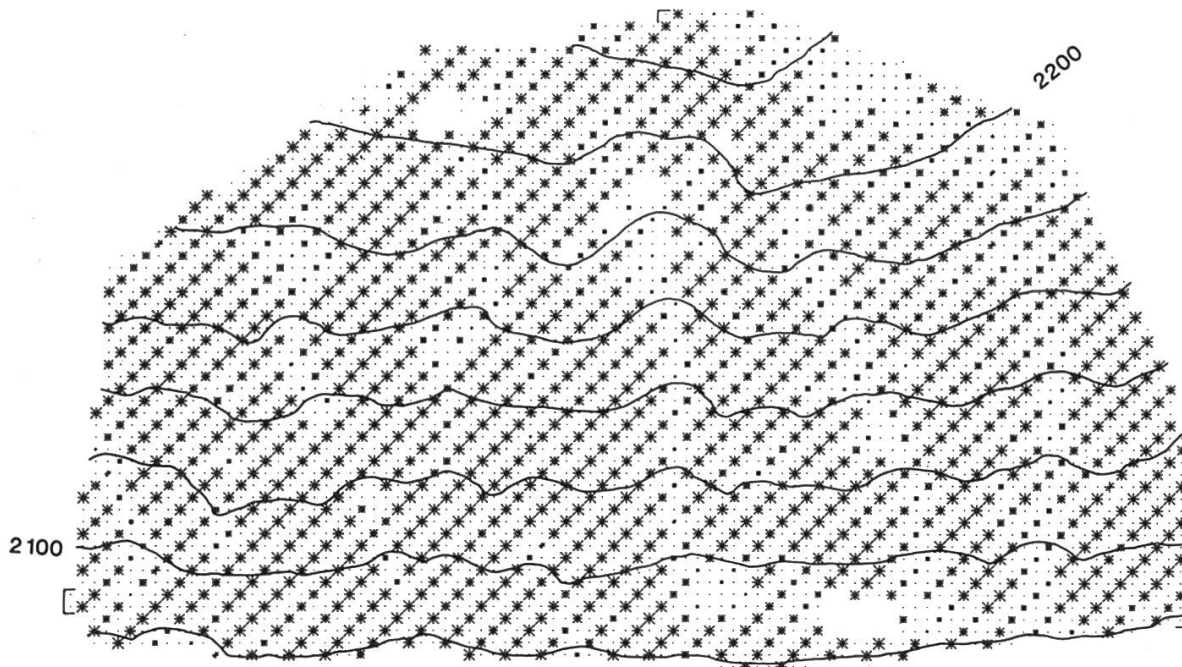


Abbildung 6.3 d. Karte der Überlebensraten 1985 in der Versuchsfläche Stillberg, Lärche.

bedingungen zu spielen. Von dieser Selektion wurde nun offensichtlich die Lärche viel weniger betroffen.

Von allen Pflanzengesellschaften war der Wollreitgrasrasen ganz deutlich die ungünstigste Pflanzengesellschaft für die Aufforstung. Hier waren wohl die Konkurrenz ums Licht sowie die extrem lange Dauer der Schneebedeckung verantwortlich für die grossen Verluste, jedoch noch kaum die hier recht häufigen Lawinnenedergänge. Ebenfalls sehr gross waren die Verluste der Arve und Bergföhre in den beiden Varianten der Krähenbeeren-Vaccinienheide auf den nordexponierten Runsenflanken mit ihren kalten, dicken Rohhumusaufgaben, in der die Bäumchen kaum genügend Nährstoffe aufnehmen konnten. Hervorragend war der Erfolg durchwegs in den beiden wärmebegünstigten Varianten der Wacholder-Bärentraubenheide auf den Osthängen. Ebenfalls recht hoch waren die Überlebensraten in der schneearmen, früh ausapernden Windflechten-Azaleenheide auf den Geländerippen sowie in der Alpenrosen-Vaccinienheide vorwiegend am Hangfuss.

Die Lärche erreichte demgegenüber in allen Pflanzengesellschaften mit Ausnahme des Wollreitgrasrasens ziemlich gleichmässig hohe Überlebensprozente. Es scheint, dass sie bisher fast ausschliesslich unter der Konkurrenz

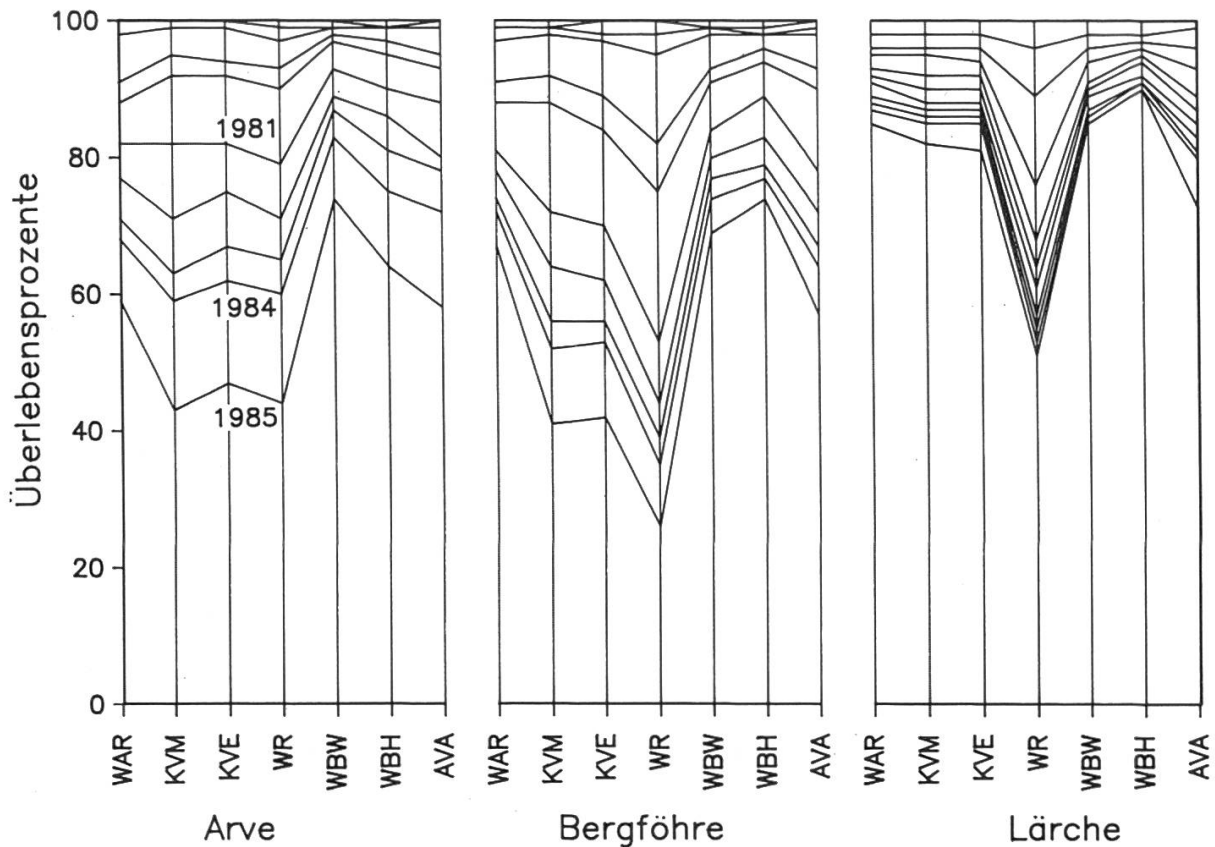


Abbildung 6.3 e. Entwicklung der Überlebensraten der drei Baumarten seit 1976 in den Pflanzengesellschaften. Die unterste Linie gibt die Überlebensprozente für 1985 an, die zweitunterste für 1984 usw., der Abstand der Linien somit die Abgangsprozente von Jahr zu Jahr. Vollaufnahmen der 4052 Einheitsflächen.

- WAR = Windflechten-Azaleenheide mit Rentierflechten (137 EF pro Baumart)
- KVM = Krähenbeeren-Vaccinienheide mit Moosen und Flechten (393)
- KVE = KV mit Etagenmoos (413)
- WR = Woll-Reitgrasrasen (198)
- WBW = Wacholder-Bärentraubenheide mit Wacholder (61)
- WBH = WB mit Heidekraut (58)
- AVA = Alpenrosen-Vaccinienheide mit Alpenrose (80)

um Licht gelitten hat. Wie bereits betont, kann man aufgrund der Vegetation Erfahrungen am besten von einer Gegend in eine andere übertragen. So ist die Wacholder-Bärentraubenheide auf Stillberg standörtlich der Vergleichsfläche Lucksalp mit ähnlicher Vegetation nahezustellen, welche jedoch mehr Wärme geniesst.

6.3.4 Die Überlebensrate 1985 nach Ausaperungsdatum

Die Überlebensprozente waren sehr klar mit dem durchschnittlichen Ausaperungsdatum und damit mit der Dauer der Vegetationsperiode korreliert (Tabelle 6.3). Im Mittel vor dem 21. Mai schneefreie Stellen waren für alle Baum-

Tabelle 6.3. Überlebensprozente 1985 nach Ausaperungszeitpunkt (mittleres Datum 1975 bis 1982). Vollaufnahme der 4052 Einheitsflächen.

<i>Datum</i>	<i>Vor 12. Mai</i>	<i>12. – 21. Mai</i>	<i>22. – 31. Mai</i>	<i>1. – 10. Juni</i>	<i>nach 10. Juni</i>	<i>Mittel</i>
Anzahl EF	356	852	1951	734	159	4052
Arve	73	68	51	21	5	49
Bergföhre	87	72	45	10	2	46
Lärche	84	87	79	63	40	77

arten weit überdurchschnittlich günstig, haben doch hier die Bäumchen zu etwa 80% überlebt. Der Aufforstungserfolg wurde dann immer geringer, je später die Ausaperung erfolgte. Offenbar ist ein mittleres Ausaperungsdatum gegen Ende Mai eine kritische Schwelle für die Aufforstbarkeit. Die erst im Juni schneefreien Stellen mit nur mehr 10 bis 20% überlebenden Arven und Bergföhren müssen auf dem Stillberg als nicht aufforstbar gelten. Der Anwuchserfolg der Lärche war etwas weniger ausgeprägt, aber immer noch deutlich, vom Ausaperungsdatum bestimmt.

Mit keinem anderen der überprüften Standortsfaktoren war die Überlebensrate auch nur annähernd so eng verknüpft wie mit dem Ausaperungsdatum. Dies ist von grosser praktischer Bedeutung, wird doch das Ausaperungsmuster somit ein hervorragender und gleichzeitig ein sehr einfacher Anzeiger für die Aufforstungsgunst, denn es kann im Frühjahr direkt im Gelände abgelesen, kartiert oder fotografiert werden. Dabei ist allerdings ein allfälliger Schneeabtrag durch Lawinen im vorangegangenen Winter zu beachten. Selbst im Sommer kann das Ausaperungsmuster aufgrund der Geländeformen noch abgeschätzt werden.

6.4 Die wichtigsten Schäden in der Versuchsaufforstung Stillberg (Walter Schönenberger, EAFV, und Werner Frey, SLF)

6.4.1 Methode und Datenumfang

In den Jahren 1979, 1982 und 1985 wurden die Schäden an allen noch lebenden Bäumchen der ganzen Versuchsfläche taxiert (Vollaufnahme mit 4052 Einheitsflächen), in den übrigen Jahren nur in den 680 Stichproben-Einheitsflächen. Die Vergleichsaufforstungen wurden jährlich vollständig aufgenommen. Angesprochen wurden Schadenart sowie Schadengrad in einer vierstufigen Skala:

- 1 = schwach geschädigt (weniger als $\frac{1}{3}$ der Organe),
- 2 = mittel geschädigt ($\frac{1}{3}$ bis $\frac{2}{3}$),
- 3 = stark geschädigt (mehr als $\frac{2}{3}$),
- 4 = tödlich geschädigt

Alte Schäden aus früheren Jahren wurden nicht nochmals aufgenommen. In diesem Kapitel werden nur die in den Versuchsaufforstungen bis 1985 bedeutsamen Schäden behandelt, soweit sie zu erheblichen Ausfällen geführt haben. Eine umfassendere und verallgemeinerte Beschreibung von Symptomen, Bedeutung, Vermeidungsmöglichkeiten usw. sowie Abbildungen der wichtigsten Schäden, mit denen in Hochlagenaufforstungen zu rechnen ist, findet der Leser in einer separaten Publikation (Schönenberger *et al.* 1989).

Die Schadenansprache beruhte auf äusseren, von blossem Auge sichtbaren Symptomen. Aufgrund von eigenen Beobachtungen, wiederholten mikroskopischen Untersuchungen und Expertenbefragungen wurden die Verursacher der Symptome (Pilze, Insekten usw.) ermittelt. Oft war eine eindeutige Zuordnung von Symptom und Verursacher nicht möglich, besonders bei den häufigen Kombinationen verschiedener Verursacher, welche die Symptome verwischen, zum Beispiel Föhrenschütte und Saugschäden, Föhrenschütte und Triebsterben. Am grössten waren die Unsicherheiten bei der Lärche.

6.4.2 Die wichtigsten Ausfallursachen bis 1985

Mit Abstand die grössten Schäden haben Pilze verursacht. Sowohl auf Stillberg wie auch in den Vergleichsaufforstungen liessen sich je etwa drei Viertel der Ausfälle von Arve und Bergföhre mit einiger Sicherheit auf das Triebsterben (*Ascocalyx abietina* [Lagerb.] Schläpfer, Synonym *Gremmeniella abietina* [Lagerb.] Morelet) zurückführen (Abbildung 6.4 a). Vor 1979 gab es noch keine Ausfälle durch Triebsterben, seither jedoch jährlich 5 bis 10%. Die Ausfälle waren zunächst bei der Bergföhre grösser, seit 1983 jedoch bei der Arve. Bis 1985 waren 35% der Arven und 39% der Bergföhren dem Triebsterben zum Opfer gefallen. Bei der Lärche war nur ein kleiner Teil der Ausfallursachen klar. Das Triebsterben (hier *Ascocalyx laricina*) konnte zwar mittels mikroskopischer Untersuchungen nachgewiesen werden, das wahre Ausmass liess sich im Gelände jedoch mangels eindeutiger Merkmale von blossem Auge nicht ermitteln. Es besteht der Verdacht, dass die unter «unbekannt» und «übrige» eingestuftten Verluste ebenfalls weitgehend dem Triebsterben anzulasten sind.

Neben dem Triebsterben spielte bei der Arve der Schneeschüttepilz (*Phacidium infestans* Karst.) eine bedeutende Rolle. Obwohl jeden Frühsommer die infizierten Zweige abgeschnitten und verbrannt wurden, um die Infektionsquellen zu entfernen, war dieser Pilz in der Lage, innerhalb von zehn Jahren

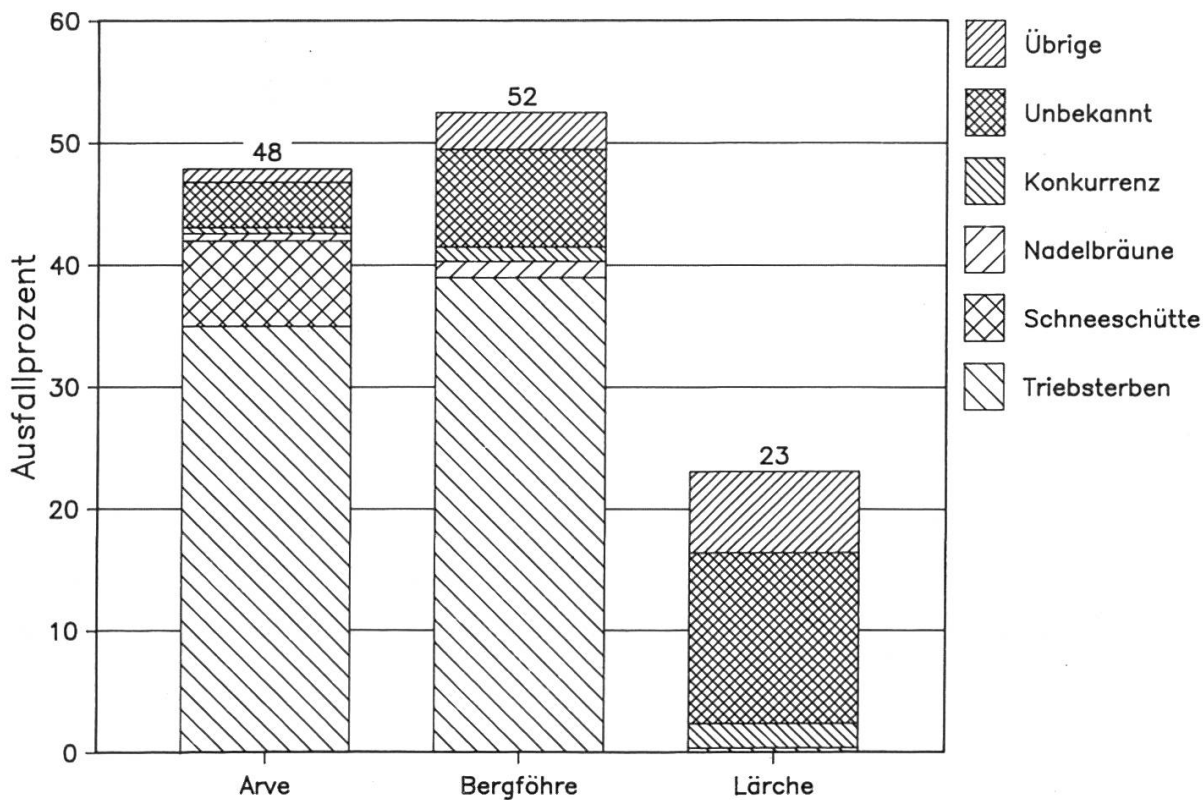


Abbildung 6.4 a. Anteil der verschiedenen Ausfallursachen nach Baumarten, kumuliert über die ganze Anwuchsphase bis 1985. Auswertung der 680 Stichproben-Einheitsflächen, nämlich 228 Arven-, 226 Bergföhren- und 226 Lärchen-EF.

weitere 7% der Bäumchen abzutöten (ab 1977, die vorher durch Schneeschütte abgetöteten Arven wurden ersetzt und sind hier nicht berücksichtigt). In den Vergleichsaufforstungen war dieser Pilz jedoch kaum verbreitet, vermutlich weil hier alte Arven als Infektionsquellen weitgehend fehlen.

Eine Erscheinung an Arve und Bergföhre, der wir den vorläufigen Arbeitstitel «Nadelbräune» zuwiesen, konnten wir bis heute nicht befriedigend klären. Wir vermuten eine komplexe Schädigung durch die Saugtätigkeit von Insekten, Frosttrocknis und eine Form der Föhrenschütte (*Lophodermium* sp.). Das Symptom besteht in einer Bräunung der Nadeln, vorwiegend der älteren Jahrgänge. In den ersten Jahren war es deutlich vom Triebsterben zu unterscheiden, verwischte sich aber mit der Zeit immer mehr mit dem Erscheinungsbild des Triebsterbens. Nadelbräune kam zwar recht häufig vor, aber selten derart gravierend, dass sie als Ausfallursache angesehen wurde.

Ein geringer Anteil der Verluste war der Vegetationskonkurrenz zuzuschreiben. Die anfangs sehr kleinen Lärchen waren besonders stark davon betroffen (2%).

Die vielfältigen Schäden, welche im folgenden unter «unbekannt» und «übrige» zusammengefasst sind, haben häufig nicht zum Absterben der Bäumchen geführt, konnten ihnen aber manchmal erhebliche Nachteile bringen.

Von Knospen-, Rinden- und Nadelfrass waren vor allem Bäumchen auf Rippenstandorten sehr häufig betroffen, wo die Birk- und Schneehühner im Winter dank der geringen Schneehöhe ihre Nahrung leicht erreichten (Streule, 1973). Auch in den Vergleichsaufforstungen Rudolf und noch mehr auf Lucksalp waren diese Schäden sehr verbreitet. Die Folgen waren selten unmittelbar tödlich. Im ersten Winter nach der Pflanzung frassen Mäuse in besorgniserregendem Ausmass die Rinde ab, mit Vorliebe an der Bergföhre auf groblockigen oder felsigen Geländepartien. Durch ihre Wühltätigkeit in dem weichen Substrat der Töpfe entwurzelten sie besonders die kleinen Lärchen recht häufig. Dieser Schaden war in der Vergleichsaufforstung Rudolf für die grossen Lärchenausfälle in den ersten Jahren verantwortlich. In den folgenden Jahren nahmen die Mäuseschäden jedoch ab.

Insekten haben kaum je direkt Ausfälle verursacht. Stellenweise und von Jahr zu Jahr in unterschiedlichem Ausmass haben die wolligen Fichtengallenläuse (*Sacchiphantes viridis* Ratz und *Adelges laricis* Vall.) an Lärchen Saugschäden verursacht. Ihr Auftreten war immer auffallend auf die wärmsten Standorte und auf kräftige Bäumchen konzentriert. An der Arve haben ferner die schwarze Kiefern-Rindenlaus (*Cinara pini* L.) und die wollige Arvenlaus (*Pineus cembrae* Chol.) durch ihre Saugtätigkeit an der Nadelscheide bewirkt, dass die Nadelbüschel vertrockneten. In den Vergleichsaufforstungen waren Insektenschäden weniger häufig.

Die klimatischen Schäden durch Winterfrost und Frosttrocknis führten ebenfalls selten zu Ausfällen und waren von Jahr zu Jahr in verschiedenem Ausmass anzutreffen. Frosttrocknis konzentrierte sich in manchem Frühjahr entlang der Gefällskante der Hangschulter. Die südlich exponierten Baumteile waren jeweils deutlich stärker geschädigt als der Rest. Spät- und Frühfröste schädigten sporadisch die Aufforstung. Folgeschwer war der Wintereinbruch in den ersten Septembertagen 1984. Damals erfroren vor allem die Gipfeltriebe der schönsten und grössten Lärchen und Bergföhren auf den wüchsigsten, wärmsten Standorten.

Mechanische Schäden spielten bisher eine geringe Rolle. In den ersten Jahren wurden vereinzelt Bäumchen entwurzelt, wo sie in skelettreiche Böden oder an ungünstigen Stellen gepflanzt oder wo durch die Wühltätigkeit von Mäusen die Töpfe ausgehöhlt wurden. Im Bereich der Lawensturzbahnen waren sporadisch Schürfschäden an Rinde und Nadeln festzustellen. Von einiger Bedeutung waren die Verluste jener Nadeln, die bei Lawenniedergängen an der Nadelbasis geknickt wurden und anschliessend vertrockneten. Ast- und Stammknicke und -brüche spielten nur stellenweise eine Rolle.

6.4.3 Verbreitung der wichtigsten Schäden 1982 im Gelände

Bei der Verbreitung der Schneeschütte an Arve im Jahre 1982 fällt auf, dass die Schäden im oberen Teil der Versuchsfläche fast vollständig fehlten. Im mittleren und unteren Flächenteil waren sie auf Rippen- und Osthanglagen konzentriert (Abbildung 6.4 b). Tatsächlich spielte die Schneeschütte auf den relativ früh schneefreien Stellen die wichtigste Rolle als Ausfallursache (Tabelle 6.4). Dies überrascht, denn der Schüttepilz ist ja für seine Entwicklung auf den Schutz der Schneedecke angewiesen und gilt als problematisch in Schneelöchern. Bei der Aufnahme konnten wir jedoch deutlich feststellen, dass bestehende alte Arvengruppen meist als Infektionsquellen und Ausgangspunkte der Krankheit wirkten; um diese Bäume herum breitete sich der Pilzbefall konzentrisch aus. Dieser Zusammenhang war vor allem in den ersten Jahren sehr deutlich sichtbar, im Laufe der Jahre wurde die Ausbreitung immer diffuser.

Verbreitung der Schneeschütte an Arve 1982

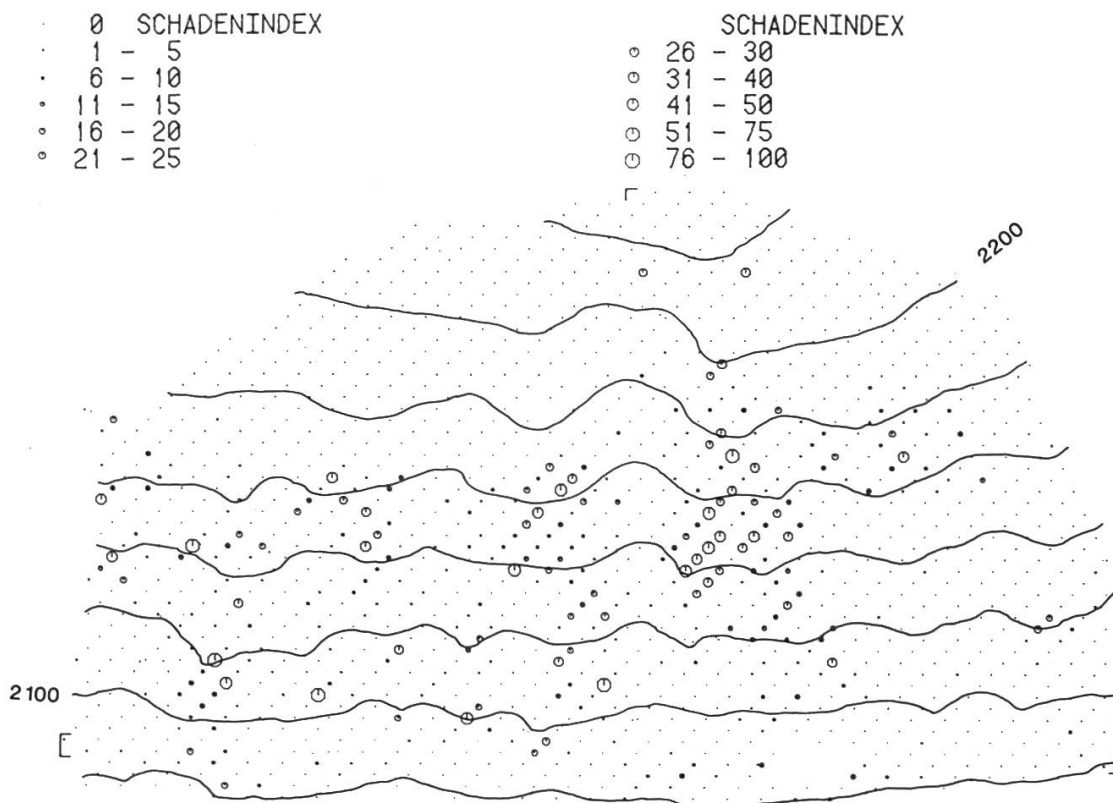


Abbildung 6.4 b. Verbreitungskarte von *Phacidium infestans*, dem Erreger der Schneeschütte, an der Arve, Momentaufnahme der Situation 1982. Der Schadenindex ist die Schadenhäufigkeit mal Schadengrad.

- $I = (i^1 + 2i^2 + 3i^3 + 4i^4) * N/n$
 i^1, i^2 usw. = Anzahl Bäume mit Schadengrad 1, 2 usw.
 N = Anzahl gepflanzte Bäume
 n = Anzahl überlebende Bäume

Der Index bewegt sich zwischen 1 und 100. Index 100 würde bedeuten, dass bei der Aufnahme 1982 sämtliche im Vorjahr noch lebenden Pflanzen der Schneeschütte zum Opfer gefallen sind.

Tabelle 6.4. Ausfallprozent bis 1985 durch Triebsterben, Schneeschütte und übrige Schäden, bei Arve, nach Ausaperungsdatum. 228 Stichproben-Einheitsflächen.

	Vor 11. Mai	11. – 21. Mai	22. – 31. Mai	1. – 10. Juni	nach 10. Juni	Mittel
Anzahl EF	39	60	82	41	6	228
Triebsterben	6	17	41	72	85	35
Schneeschütte	10	13	5	1	0	7
Übrige Schäden	4	4	7	9	10	6

Die Verbreitung des Triebsterbens war ganz anders, wie die Karte für Bergföhre von 1982 zeigt (Abbildung 6.4 c). Im unteren Flächenteil waren die Schäden gering, im oberen dagegen sehr gross. Im Mittelteil waren sie deutlich standortsabhängig. Die Osthänge und Rippen blieben weitgehend schadenfrei, die Nordhänge und Runsen waren dagegen stark betroffen. Ganz ähnlich war das Verbreitungsmuster des Triebsterbens bei der Arve. In krassem Gegensatz zur Schneeschütte waren die durch Triebsterben verursachten Ausfälle auf den

Verbreitung des Triebsterbens an Bergföhre 1982

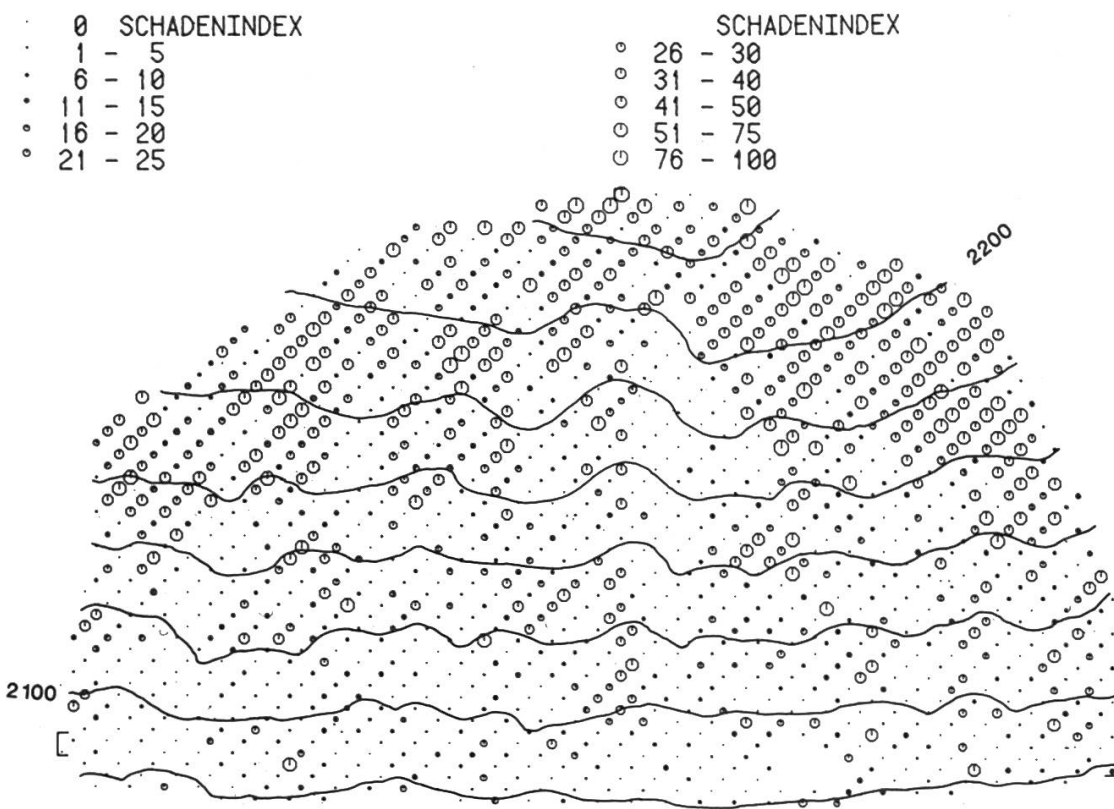


Abbildung 6.4 c. Verbreitungskarte von *Ascoalyx abietina*, dem Erreger von Triebsterben, an der Bergföhre, 1982. Schadenindex siehe Abbildung 6.4 b.

früh schneefreien Standorten gering, dagegen auf Standorten mit später Ausperung bedeutend (*Tabelle 6.4*).

Die Nadelbräune trat bei Arve und Bergföhre sehr oft kombiniert mit dem Triebsterben auf dem gleichen Bäumchen auf. Die Verbreitung war sehr ähnlich, jedoch war die Aufforstung auch im untersten Teil der Fläche ziemlich stark betroffen.

6.5 *Das Wachstum in der Versuchsaufforstung Stillberg* (Walter Schönenberger, EAFV, und Werner Frey, SLF)

6.5.1 *Methode und Datenumfang*

Als einfaches Mass für das Netto-Wachstum wurde auf Stillberg in den 680 Stichproben und in den Vergleichsaufforstungen in den je 66 EF jährlich von jedem noch lebenden Baum die Höhe gemessen, von der Stammbasis bis zur Höhe des verholzten Vorjahrestriebes, bei Gipfelverlust bis zum höchsten noch begrünten Teil. Bei den Vollaufnahmen in den Jahren 1975, 1979, 1982 und 1985 wurden alle Bäumchen der 4052 Einheitsflächen gemessen. Der wirklich erzielte Netto-Höhenzuwachs war manchmal stagnierend oder gar negativ, wenn infolge von Schäden der Gipfel verlorenging. Gerechnet wurde mit den mittleren Höhen der noch lebenden Bäumchen pro Einheitsfläche. Dies ist ein grobes, jedoch angesichts der grossen Datenmenge in diesem statistischen Grossversuch sinnvolles Mass für das Wachstum, auch wenn es wenig aussagt über die Stoffproduktion. In der Anwuchsphase ist nämlich vor allem der Höhenzuwachs entscheidend dafür, wann der Baum der gefährlichen bodennahen Schicht entrinnen kann.

Mittels Biomasse-Analysen an 120 Einzelbäumen wurde die unterschiedliche Stoffproduktion als Trockengewicht der drei Baumarten auf den vier Hauptstandortstypen ermittelt. Gepflanzt wurden diese Bäumchen 1977, geerntet 1982. Das Material wurde in Wurzeln, Spross und Nadeln zerlegt, bis zur Gewichtskonstanz getrocknet und dann gewogen.

6.5.2 *Die Baumhöhen 1985 auf Stillberg, Lucksalp und Rudolf*

Über alle Standorte gemittelt war der Zuwachs bei den drei Baumarten in den ersten zehn Jahren sehr bescheiden. Auf Stillberg brachte es die Arve von 14 auf 41 cm, die Bergföhre von 10 auf 49, die Lärche von nur 2 auf 33 cm (*Abbildung 6.3 a*). Sehr ähnlich war der Zuwachs in der Fläche Rudolf, deutlich besser jedoch auf Lucksalp, wo vor allem die Lärche sehr guten Zuwachs erzielte. Damit ist die Fläche Lucksalp vergleichbar mit den wüchsigsten Standorten auf Stillberg.

6.5.3 Baumhöhenverteilung 1985 im Gelände

Die Mittelwerte über alle Standorte sind natürlich mit sehr grossen Streuungen behaftet. Wie unterschiedlich und vom Gelände abhängig der Zuwachs in den einzelnen Einheitsflächen war, zeigt die Karte der mittleren Baumhöhen 1985, zehn Jahre nach der Pflanzung (*Abbildung 6.5 a*), welche variieren zwischen 0 in Flächen mit Totalausfall und rund 100 cm auf den bevorzugtesten Standorten.

Am Hangfuss war der Zuwachs generell viel grösser als auf der Hangschulter im obersten Flächenteil, wo häufig im Mittel überhaupt kein Zuwachs erzielt wurde. Im Mittelhang zeichnete sich bei der Baumhöhenkarte sehr deutlich die topographische Geländegliederung ab. Ein überdurchschnittlicher Zuwachs war auf den ost-exponierten Einhängen festzustellen, gering war er dagegen in den Runsen und auf den Nord-Einhängen (*Abbildung 6.5 a*). Vergleicht man die Baumhöhenkarte mit der Strahlungskarte (*Abbildung 3.3 c*), fällt sofort die frappante Ähnlichkeit auf, sieht man von dem fehlenden Höhengradienten bei der Strahlungskarte ab. Die besser bestrahlten und deshalb wärmeren Standorte erbrachten dort ein grösseres Wachstum, wo die Auswirkung der Strahlung nicht durch allzu späte Ausaperung (Hangschulter) oder stärkere Bewindung (Hangschulter, Geländerippen) aufgehoben wurde.

Mittlere Baumhöhe 1985 alle Baumarten

KEINE WERTE	◦ 51 - 60
• 1 - 10 CM	◦ 61 - 70
• 11 - 20	◦ 71 - 80
• 21 - 30	◦ 81 - 90
• 31 - 40	◦ 91 - 100
• 41 - 50	◦ > 100

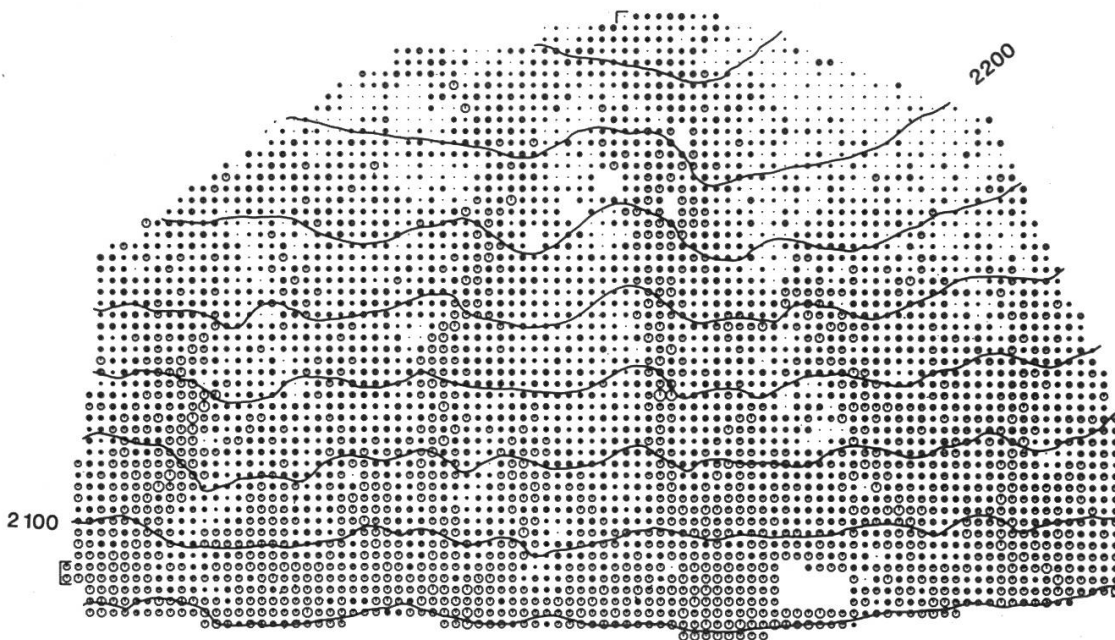


Abbildung 6.5 a. Karte der mittleren Baumhöhe 1985, alle drei Baumarten.

6.5.4 Der Zuwachsverlauf bis 1985 in den Pflanzengesellschaften

Zehn Jahre nach der Pflanzung (1985) hatten alle drei Baumarten in der Windflechten-Azaleenheide mit Rentierflechten auf den Geländerippen erst sehr geringe Baumhöhen erreicht (*Abbildung 6.5 b*), nämlich die Arve im Schnitt 37, die Bergföhre 40 und die Lärche 32 cm. Nur wenig grösser waren die Bäumchen in den beiden im Gelände anschliessenden Varianten der Krähenbeeren-Vaccinienheide (bei Lärche schlechter), gefolgt vom Wollreitgrasrasen. Ganz deutlich am grössten waren sie in der Wacholder-Bärentraubenheide mit Wacholder mit 56 cm für die Arve, 70 cm für die Bergföhre und 53 cm für die Lärche. Auch die Variante mit Heidekraut sowie die Alpenrosen-Vaccinienheide waren günstig für das Wachstum.

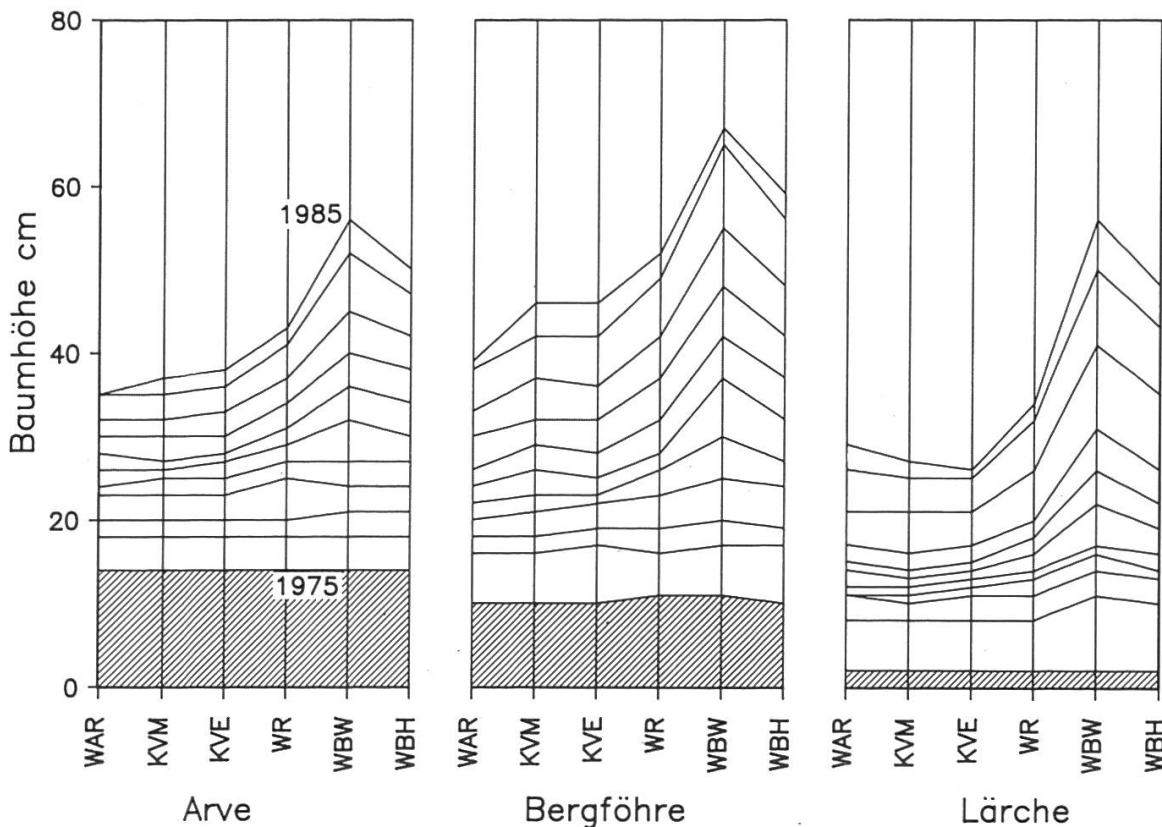


Abbildung 6.5 b. Zuwachs der mittleren Baumhöhen der drei Baumarten in den Pflanzengesellschaften. Die unterste Linie zeigt die Ausgangshöhe 1975 an, die zweitunterste die Baumhöhe 1976 usw., der Linienabstand gibt somit den jährlichen Höhenzuwachs an. Die oberste Linie zeigt die Baumhöhe 1985. 680 Stichproben-Einheitsflächen.

- WAR = Windflechten-Azaleenheide mit Rentierflechten (34 EF pro Baumart)
- KVM = Krähenbeeren-Vaccinienheide mit Moosen und Flechten (48)
- KVE = KV mit Etagenmoos (67)
- WR = Wollreitgrasrasen (27)
- WBW = Wacholder-Bärentraubenheide mit Wacholder (16)
- WBH = WB mit Heidekraut (33)

Die Rangfolge der Pflanzengesellschaften bezüglich Zuwachs entsprach ihrer Abfolge in einem typischen Schnitt durch eine Lawinenrunse. Allerdings ist zu berücksichtigen, dass die Windflechten-Azaleenheide mit dem geringsten Zuwachs in oberen Höhenlagen, die Alpenrosen-Vaccinienheide dagegen am Hangfuss flächenmässig überwiegt. Hier ist somit ein Höhengradient enthalten.

Der Zuwachs war im Jahr der Pflanzung auffallend hoch, trotz der durch die Verschulung bedingten Wurzelverletzungen. Dieser Zuwachs wurde noch im Topfquartier erzielt. Nachher war das Wachstum gedämpft und stieg erst 1982/83 wieder an. Die Bergföhre hat die Arve überholt. Die Lärche brauchte viele Jahre, um ihre geringe Ausgangsgrösse wettzumachen, scheint aber in jüngster Zeit den Zuwachs wie die Bergföhre zu steigern.

6.5.5 *Der Biomassezuwachs*

Vergleicht man statt der Baumhöhe die Biomasse auf den verschiedenen Relieftypen (*Abbildung 6.5 c*), so ist das Resultat uneinheitlich und für die einzelnen Baumarten unterschiedlich. Von allen Baumarten konnte die Bergföhre ihr Trockengewicht in den fünf Jahren am meisten steigern, nämlich von 17,2 auf durchschnittlich 31,6 g, die Arve von 22 auf 33,9 g und die Lärche (ohne Nadeln) von 4,9 auf 13,1 g Trockengewicht. Der Osthang war in der Regel weit aus der produktivste Standort. Hier erreichte die Arve 49,5 g, die Bergföhre 39,6 g und die Lärche 13,1 g, also durchwegs mehr als das Doppelte des Ausgangsgewichtes. Die Unterschiede zwischen den Standorten waren in diesen wenigen Jahren noch nicht sehr gross. Bei der Lärche ermöglichten die Geländerippen die beste Produktion. Auf diesem Standort tendierten die Lärchen nämlich zur Zwieselbildung und Verbuschung, wodurch sie stark in die Breite wuchsen. Die geringste Produktion resultierte fast durchwegs auf dem Nordhang und in den Runsen, wo die Bäumchen im dichten Reitgrasrasen oft vergeilten und bei relativ gutem Höhenzuwachs nur wenig Biomasse produzierten.

Das Verhältnis Höhe : Trockengewicht änderte mit der Baumart, dem Alter und dem Standort. Die Gewichtssteigerung fiel in der Regel bedeutend grösser aus als der Höhenzuwachs, am meisten jeweils auf dem Osthang. Die Baumhöhe ist somit kein zuverlässiges Mass für die wirkliche Stoffproduktion. Im Trockengewichtsmass würden die besten Standorte noch besser abschneiden als in Höhenzuwachs-Einheiten.

Das Verhältnis von Wurzel-, Spross- und Nadelmaterial war im Zeitpunkt der Pflanzung 1977 etwa gleichmässig 1:1:1. Die Gewichtszunahme war mit Ausnahme des Osthanges weitgehend auf das Sprossmaterial beschränkt, so dass fünf Jahre später etwa die Hälfte des Gewichtes auf Sprossmaterial entfiel. Wurzelwerk und Nadeln konnten fast nur auf dem Osthang ihr Gewicht merklich steigern.

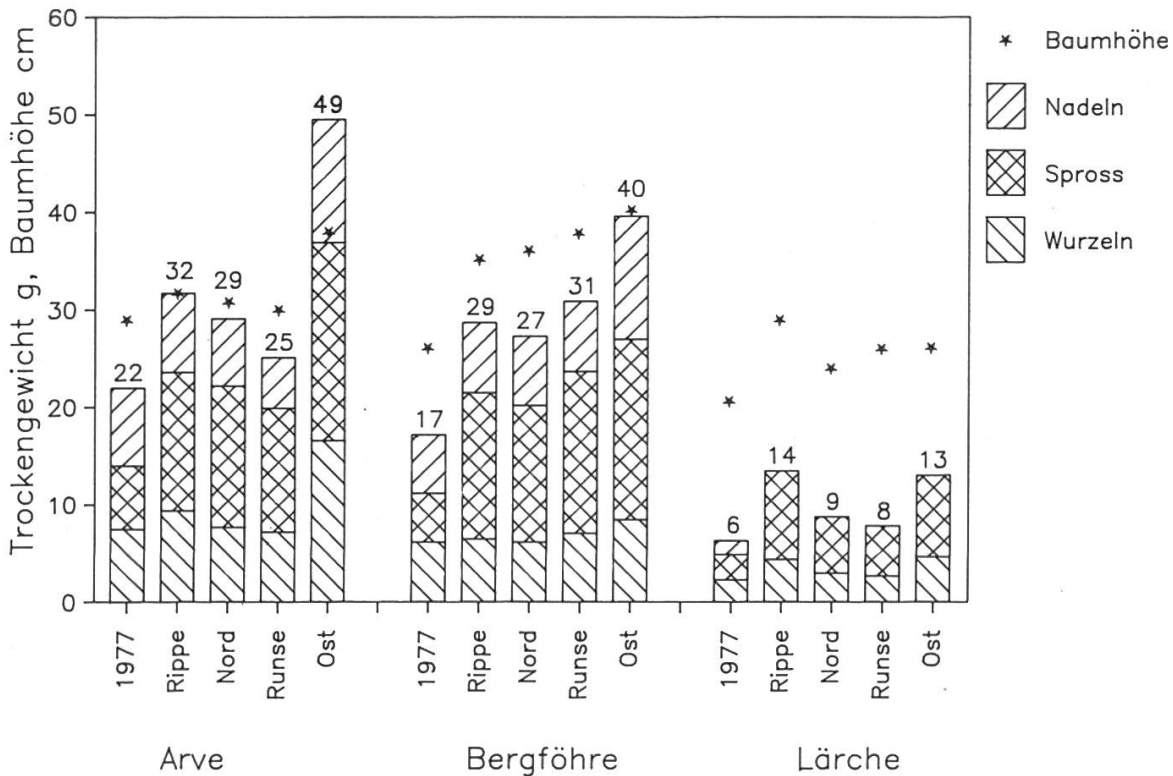


Abbildung 6.5 c. Trockengewicht (nach Wurzeln, Spross und Nadeln) und Baumhöhe von je zehn Arven, Bergföhren und Lärchen. 1977 die Ausgangslage zur Zeit der Pflanzung, übrige Angaben fünf Jahre nach der Auspflanzung an vier verschiedene Standorte. Bei Lärche ohne Nadelgewicht.

6.6 Charakterisierung günstiger und ungünstiger Aufforstungsstandorte (Walter Schönenberger, EAFV)

Zusammenfassend seien die Zusammenhänge zwischen Standort und Aufforstungserfolg noch unter einem anderen Gesichtswinkel betrachtet, nämlich vom Aufforstungszustand her. Dabei werden die Standortsbedingungen auf den für die Aufforstung erfolgreichsten Standorten verglichen mit den Bedingungen auf den am wenigsten günstigen Stellen. Als Beispiel dient die Bergföhre, weil diese am empfindlichsten auf Standortsunterschiede reagierte.

In 12,5% der Einheitsflächen betragen die Überlebensprozente mindestens 90%, in weiteren 12,5% der Einheitsflächen erlitt die Bergföhre Totalausfall. Die erfolgreichsten Einheitsflächen unterschieden sich von den schlechtesten vor allem durch eine um drei Wochen frühere Ausaperung (am 14. Mai gegenüber 6. Juni im siebenjährigen Mittel). Die erfolgreichsten Standorte waren ferner im Winter häufiger schneefrei (10% gegenüber 1%), wiesen überdurchschnittliche Lawinenfrequenz auf (8,4 gegenüber 3,0 pro Winter). Bezüglich Strahlungsgenuss und Windgeschwindigkeit unterschieden sie sich kaum. Die erfolgreichen Einheitsflächen waren überdurchschnittlich häufig in der Windflechten-Azaleenheide (21 statt 2% für die schlechten Standorte) und in den beiden Varianten der Wacholder-Bärentraubenheide. Bezüglich Bodentypen ist festzustellen, dass die guten Standorte auf dem schwachentwickelten Eisen-

humuspodsol stark übervertreten waren. Die Einheitsflächen mit Totalausfall konzentrierten sich dagegen übermässig auf die Krähenbeerenheiden und den Wollreitgrasrasen, entsprechend auf die Ranker und Runsenböden.

In 12% der Einheitsflächen erreichte die Bergföhre mehr als 70 cm mittlere Baumhöhe, in 20% der Flächen weniger als 40 cm. Allgemein waren die Unterschiede zwischen den Einheitsflächen mit gutem und schlechtem Zuwachs geringer als bei der Stratifizierung nach Überlebensraten. Auffallend war, dass die besten und schlechtesten Standorte sich bezüglich Ausaperungsdatum (ein Tag) und Strahlungsgenuss (64 bzw. 55 kcal) nur wenig unterschieden. Die wüchsigsten Stellen waren im Winter häufiger schneebedeckt (11 gegenüber 2%) und viel häufiger von Lawinen bestrichen (12mal gegenüber 4,2mal pro Winter). Sehr deutlich kam zum Ausdruck, dass die wuchsgünstigsten Standorte im Reitgrasrasen, in den Wacholder-Bärentraubenheiden und in der Alpenrosen-Vaccinienheide übervertreten waren. Wollreitgrasrasen war somit ungünstig fürs Überleben, aber günstig für den Zuwachs. Für die Windflechten-Azaleenheide galt das Gegenteil.

Bei der Gesamtbewertung kommt dem Kriterium des Überlebens mehr Gewicht zu als demjenigen des Wachstums. Nach den ersten zehn Jahren ist noch keineswegs eine abschliessende Beurteilung möglich. In der kommenden Aufwuchsphase werden sich die Wechselwirkungen zwischen Aufforstung und Standort noch wesentlich ändern. Der Aufforstungsversuch Stillberg hat jedoch schon bisher sehr eindrücklich gezeigt, dass unter Freilandbedingungen in der subalpinen Stufe die geländebedingten Unterschiede der Kleinstandorte erstaunlich gross sind und entsprechend grosse Auswirkungen auf den Aufforstungserfolg haben. Wie diese Erkenntnisse für die Praxis der Gebirgsaufforstung nutzbar gemacht werden können, ist Inhalt einer separaten Publikation (Schönenberger *et al.*, 1989).

6.7 *L'essai d'afforestation de 1975 au Stillberg (résumé)* (Traduction: Vincent Barbezat, IFRF)

L'arolle, le pin de montagne et le mélèze furent plantés en 1975 systématiquement à travers toute la surface d'essais, à raison de plus de 30 000 arbres de chaque essence. L'utilisation de plants en pots pour l'afforestation a permis d'obtenir un pourcentage de reprise très élevé durant les deux à trois premières années. 49% des arolles, 46% des pins de montagne et 77% des mélèzes étaient encore en vie après dix ans. Les fortes différences microclimatiques ont entraîné une répartition très irrégulière des pertes dans le terrain. Une corrélation frappante a été constatée entre ces dernières et la date de la fonte des neiges: les emplacements libres de neige en premier au printemps présentent pratiquement un taux de survie de 100%, alors que dans ceux qui le sont en dernier, quasi tous les arbres ont disparu après dix ans. Les arolles et les pins de montagne

furent le plus souvent victimes d'affections fongiques, en particulier du dépérissement des pousses terminales (*Ascoclayx abietina*) pour les deux essences et de la chute des neiges pour l'arolle (*Phacidium infestans*).

La hauteur moyenne des survivants après dix ans passe de 30–40 cm sur les stations les plus froides à 50–70 cm sur les plus favorables.

Les enseignements pratiques tirés de ces essais sont exposés dans le rapport «Ecologie et technique des afforestations en montagne – Suggestions pour la pratique» (Schönenberger *et al.*, 1989).

7. Ausblick

(*Martin Meyer-Grass, SLF, und Hans Turner, EAFV*)

Die Erweiterung und Vertiefung unserer Kenntnisse in der Ökologie und Technik der Hochlagenaufforstung ist eine Daueraufgabe. Die am Stillberg zu lösenden Versuchsfragen sind bisher nur zu einem kleinen Teil beantwortet worden. Wie Beobachtungen in alten Gebirgsaufforstungen zeigen, entstehen neue Probleme mit dem Grösser- und Älterwerden der Bäume, die am Stillberg gegenwärtig kaum 5% der Lebenszeit eines subalpinen Gebirgswaldes hinter sich haben. Es muss deshalb dafür gesorgt werden, dass der Aufforstungsversuch Stillberg seine unersetzliche Aufgabe als subalpine Dauerbeobachtungsfläche, als repräsentativer Nucleus des Gebirgsprogrammes, auch in Zukunft erfüllen kann.

Die Hauptfrage nach dem Aufforstungspotential der verschiedenen Standorte ist noch nicht endgültig beantwortet. Meteorologische Extremereignisse, Immissionseinflüsse, neue Schädlinge und Krankheiten, die Wechselwirkungen zwischen Aufforstung und Schneebewegungen usw. können die vorläufigen Ergebnisse umstürzen. Es ist auch noch völlig offen, ab welchem Zeitpunkt an welchen Standorten die Schneedecke durch die Aufforstung stabilisiert werden kann. Ebenfalls ist fraglich, ob der Holzstützverbau durch die Aufforstung rechtzeitig abgelöst werden kann.

Eine einseitig technik- und praxisorientierte Beratungstätigkeit wäre ohne weitergehende grundlegende Forschung bald zur Erstarrung in gefährliche Routine verurteilt. Dringende Forschungsaufgaben betreffen beispielsweise die Rückwirkung der Stillberg-Aufforstung auf entscheidende ursprüngliche, flächendeckend-ökographisch ermittelte Umweltbedingungen (Mikroklima, Vegetation, Boden).

Ebenso wichtig bleiben die Anliegen, analoge ökologische Untersuchungen in problematischen Waldgrenzlagen ganz anderer Grossregionen der Alpen durchzuführen, wohin Ergebnisse vom Stillberg nicht übertragbar sind, oder Versuche zur Verbesserung labiler alter Aufforstungen einschliesslich Melioration alter Weideböden in solchen problematischen Hochlagenaufforstungen (Turner, 1985).