

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

Herausgeber: Schweizerischer Forstverein

Band: 140 (1989)

Heft: 1

Artikel: Verjüngungsprobleme in hochstaudenreichen Gebirgsnadelwäldern

Autor: Ott, Ernst

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-764209>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. 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. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

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. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

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. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 16.01.2026

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

Verjüngungsprobleme in hochstaudenreichen Gebirgsnadelwäldern¹

Von Ernst Ott

Oxf.: 23:181.41:(23)

(Aus dem Institut für Wald- und Holzforschung der ETH Zürich,
Fachbereich Waldbau, CH-8092 Zürich)

1. Einleitung, thematische Abgrenzung und Begriffsbestimmung

Als Gebirgswald bezeichnen wir im folgenden die Wälder der subalpinen sowie teilweise der oberen montanen Stufe. Die hochstaudenreichen Gebirgsnadelwälder umfassen die Waldgesellschaften Schachtelhalm-Tannenmischwald (EK 49: *Equiseto-Abietetum*), Alpendost-Fichten-Tannenwald (EK 50: *Adenostylo-Abietetum*) und Alpendostflur mit Fichte (EK 60: *Piceo-Adenostyletum*) (4). Sie sind im Jura, in den nördlichen Randalpen und Zentralalpen gemäss der entsprechenden regionalen Gliederung von *Ellenberg-Klötzli* (4) weit verbreitet, wobei der Schachtelhalm-Tannenmischwald die kontinental getönten Zentralalpen meidet.

Stauden sind perennierende, also mehrjährige krautige Pflanzen mit ausdauernden Wurzeln bzw. Rhizomen. Sie bilden alljährlich oberirdische Erneuerungssprosse, die nach einmaliger Fruchtbildung absterben. Die Hochstauden zeichnen sich durch ihre auffällige Üppigkeit und Hochwüchsigkeit aus. Charakteristische Vertreter dieser Wuchsform, wie der graue Alpendost bzw. Drüsengriffel (*Adenostyles alliariae*) oder der Alpenmilchlattich (*Cicerbita alpina*) können mannhoch heranwachsen (Abbildung 1). Im Gegensatz zur ebenfalls sehr üppigen, jedoch weniger dauerhaften Schlagflorä, beispielsweise der Weidenröschen-Schlaggesellschaften (*Epilobion angustifolii*), gehören die Hochstauden zur natürlich-dauerhaften Bodenvegetation der hochstaudenreichen Waldgesellschaften in der oberen montanen und subalpinen Stufe. Sie gedeihen am besten auf frischen bis feuchten, nährstoff- und humusreichen Standorten (Mullhumus) in luftfeuchten und zumeist schattigen Hanglagen mit hoher und überdurchschnittlich lange andauernder Schneebedeckung.

¹ Zum Gedenken an unseren Mitarbeiter und Freund Hans Imbeck †.

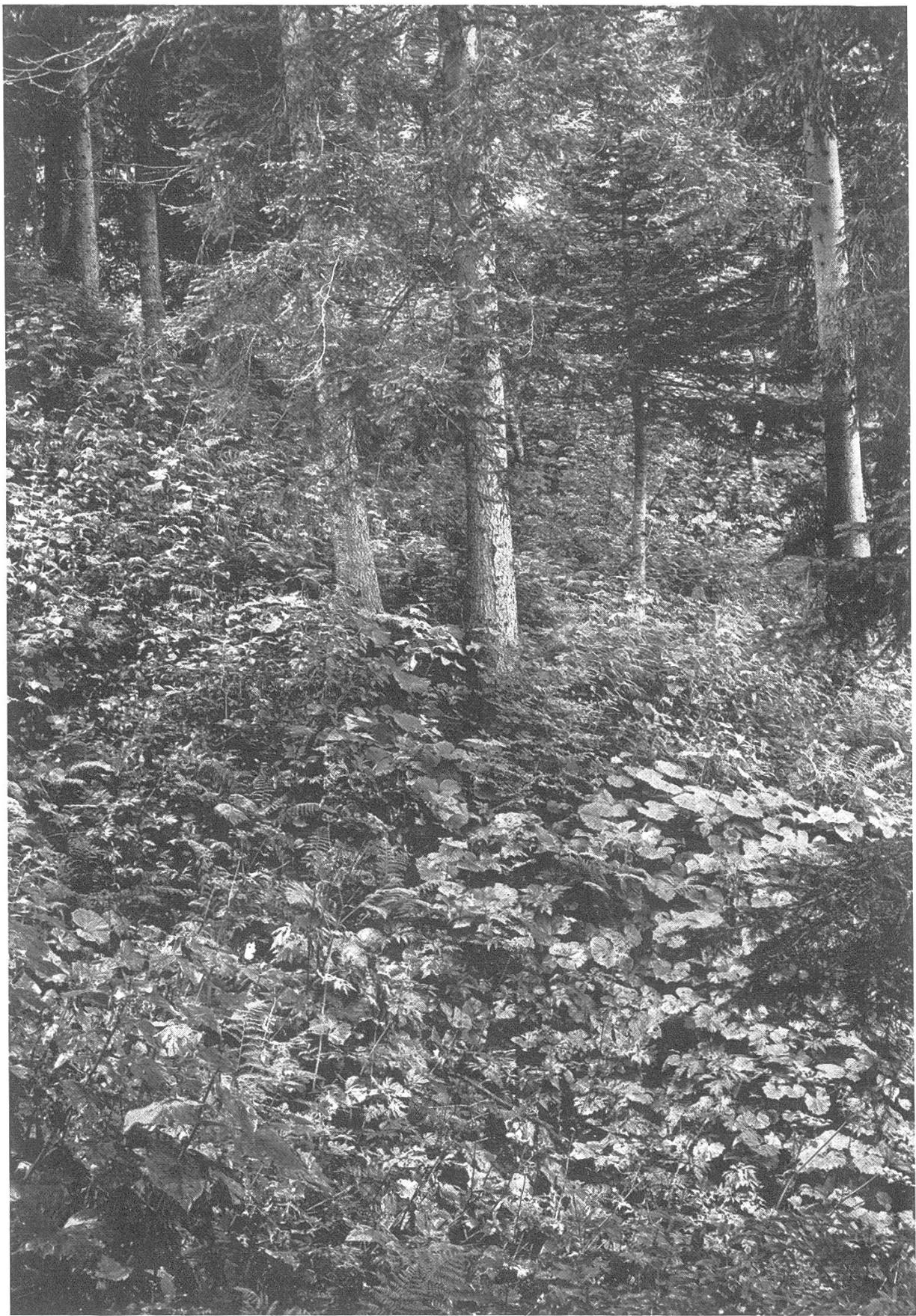


Abbildung 1. *Piceo-Adenostyleum* (EK 60, Alpendostflur mit Fichte) mit den Hochstauden *Cicerbita alpina*, *Adenostyles alliariae*, *Chaerophyllum cicutaria* und *Athyrium filix-femina*. — Kalkgehängeschutt und Mergel. — Sattelwald (Suldtal), Aeschi bei Spiez BE (Photo S. Zimmer, EAFV).

2. Problemstellung

Dank ihrer ausserordentlichen Konkurrenzkraft können die dauerhaft perennierenden Hochstauden extrem verjüngungsverdämmend wirken, namentlich im Falle unangepasster Waldbehandlung bzw. anthropogen bedingter Störungen der Waldentwicklung. Tatsächlich konfrontiert uns heute die Pflege der hochstaudenreichen Gebirgsnadelwälder häufig mit allergrössten Verjüngungsschwierigkeiten, wobei sich auch Pflanzungen immer wieder als äusserst schwierig und unsicher erweisen. Trotzdem wäre es kurzschnüllig und irreführend, die Hochstauden einfach als wertlose «Unkräuter» zu disqualifizieren. Sobald nämlich die Schutzwirksamkeit der Waldbestockung ungenügend wird, erweisen sich die Hochstauden für den Erosionsschutz in den häufig sehr steilen Hanglagen als absolut unerlässlich, um so mehr, als die ihnen entsprechenden Böden zumeist skelettarm, sehr feinkörnig bzw. hoch dispers und deshalb ausserordentlich erosionsanfällig sind. Aber sogar die Verjüngungsschwierigkeiten selbst dürfen nicht bloss einseitig negativ gewertet werden. Ganzheitlich betrachtet zeigen sich durchaus auch sehr positive Aspekte dieser Verjüngungsschwierigkeiten, indem sie zur kleinflächigen Ungleichaltrigkeit sowie zur Ausformung individueller rottenförmiger Kleinkollektive beitragen. Diese für Gebirgswälder allgemein charakteristische, altersmässig und sozial auffällig differenzierte Jugendentwicklung ist von grundlegend entscheidender Bedeutung für die dauerhafte Stabilität in der Baumholzstufe. Wie ungünstig sich hier grossflächig zu wenig differenziert aufkommende Verjüngungen auf die Stabilität in der Baumholzstufe auswirken, wird uns an Beispielen älterer Fichtenaufforstungen oder ehemals üppig-dichter Fichten-Naturverjüngungen als Folge von Kahlschlag und Beweidung nicht selten geradezu drastisch vor Augen geführt. Solche grossflächig einschichtig und zum Teil einzelbaumweise aufgebaute Baumholzbestände mit mehrheitlich zu kurzen Kronen sind gegen die hier oftmals extremen Schnee- und Sturmeinwirkungen offensichtlich schlecht gewappnet. Insbesondere die für subalpine Verhältnisse überdurchschnittliche Wuchskraft der hochstaudenreichen Nadelwälder kann sich eben für die Stabilitätsentwicklung derart naturfremd verjüngter Waldbestände sehr nachteilig auswirken.

Die Berücksichtigung solcher Zusammenhänge ist speziell im Gebirgswaldbau zwingend notwendig, wenn die Bilanz unserer Pflegemassnahmen nicht bloss sektoriel und kurzfristig, sondern wirklich gesamthaft und nachhaltig positiv ausfallen soll.

Im ursprünglichen, vom Menschen unbeeinflussten Lebenshaushalt dieser Waldgesellschaften tritt die stabilisierende, lebensgemeinschaft-erhaltende Rolle der Hochstauden deutlicher in Erscheinung, um so mehr, als natürlicherweise allein schon die vermorschten Baumleichen und -strünke genügend verjüngungsgünstige Kleinstandorte in vorteilhafter mosaikförmiger Verteilung

zu gewährleisten vermögen. Beobachtungen und Forschungsarbeiten in entsprechenden Urwaldreservaten belegen diesen Sachverhalt.

So betrachtet, müssen wir uns fragen, in welchem Masse den viel beklagten extremen Verjüngungsschwierigkeiten in den hochstaudenreichen Gebirgsnadelwäldern anthropogen bedingte Störungen dieser Lebensgemeinschaften sowie manchmal auch waldbauliche Fehlbeurteilungen zugrunde liegen könnten. Denn diese Wald-Lebensgemeinschaften sind ausserordentlich «sensibel» bzw. störungsanfällig und erfordern eine strikte Respektierung ihrer speziellen Eigenarten, also eine entsprechend naturgetreue, «waldkundige» Behandlung. Noch mehr als allgemein im Gebirgswald ist unser waldbaulicher Handlungsspielraum in diesen Wäldern aussergewöhnlich eng begrenzt; wir können sie lediglich günstig beeinflussen, niemals aber «in den Griff» bekommen. Insbesondere bei den Verjüngungsmassnahmen muss mit einem sehr hohen Risiko von Fehlschlägen speziell im Hinblick auf extrem ungünstige Witterungseinwirkungen gerechnet werden. Wir können die Entwicklung dieser hochstaudenreichen Gebirgsnadelwälder lediglich immer wieder vorbeugend stabilitätsfördernd beeinflussen, und zwar bestenfalls in dem Masse, wie wir uns mit deren Eigenart bzw. mit ihren wichtigsten naturbedingten «Spielregeln» vertraut machen. Diesem Zwecke sollen die nachfolgenden Ausführungen dienen, im Sinne von Hinweisen und Anregungen, welche keinesfalls schematisch verallgemeinert bzw. als «Waldbaurezepte» missverstanden werden dürfen!

In Anbetracht der progressiv zunehmenden Bedeutung der Schutzwirkungen der Gebirgwälder einerseits und der Bedrohungen durch die neuartigen Walderkrankungen andererseits müssen die Waldbauprobleme im Bereich der hochstaudenreichen Gebirgsnadelwälder wieder vermehrt in den Vordergrund gerückt werden. Denn diese sind in unseren Berggebieten weit verbreitet, und es handelt sich häufig um Lawinenschutzwälder in steilen Hanglagen, wie beispielsweise beim bekannten Schutzwald oberhalb Andermatt.

3. Waldbauliche Hinweise und Erkenntnisse aus Beobachtungen und Erfahrungen in Urwaldreservaten und in der Praxis

Aufgrund von Beobachtungen in den bei uns und namentlich in Osteuropa erhalten gebliebenen Urwaldreservaten im Verbreitungsgebiet der hochstaudenreichen Gebirgsnadelwälder lassen sich insbesondere die folgenden verjüngungsökologischen Besonderheiten augenfällig deutlich erkennen:

- Vermodernde Baumleichen und -strünke spielen als verjüngungsgünstige Kleinstandorte offensichtlich eine überaus bedeutende Rolle und teilweise sogar die Hauptrolle, besonders im Bereich der subalpinen Hochstauden-Fichtenwälder.

- In den hochstaudenreichen Tannenwaldgesellschaften (*Piceo-Abietion*) ist die Weisstanne im Baumholz stets stark und bei uns im westlichen Alpenareal zumeist sogar dominierend vertreten. Diese Baumartenmischung ist für die Förderung der Verjüngungsfreudigkeit offensichtlich von entscheidender Bedeutung.
- Insgesamt vermitteln Begehungen in solchen Urwaldreservaten keineswegs den Eindruck unüberwindlicher Verjüngungsschwierigkeiten. Wohl erweckt der Nachwuchs hier – im Vergleich zu den tieferen Lagen – zunächst eher den Anschein von Mangel als von Überfluss. Dabei ist jedoch zu berücksichtigen, dass unsere waldbaulichen «Meinungsprägungen» aus den Tieflagen hier nicht mehr massgebend sein können. Aus der Gebirgswaldperspektive erscheint die ursprünglich-natürliche Verjüngungsdynamik hier vielmehr als evolutionär eingespielter Optimierungsprozess, in welchem der jeweils günstigste Bereich zwischen den entgegengesetzten Extremen als erstrebenswert gilt: weder zuviel noch zuwenig, sondern gerade richtig. In diesem Sinne sind Urwaldreservate für den Gebirgswaldbau absolut unentbehrliche Vorbilder bzw. richtungsweisende Lehr- und Forschungsobjekte. Das soll jedoch nicht heißen, dass ich die Urwälder als rundum «heile Welt» oder als vollkommen funktionssichere, risikofreie Systeme idealisieren möchte. Trotz optimal angepasster Selbstregulierung und Überlebensfähigkeit der Waldbestockung lässt sich das Risiko von katastrophalen Ereignissen nicht einfach völlig ausschliessen, um so weniger, als hier mit extrem ungünstigen Klima- und Witterungskonstellationen gerechnet werden muss.

Wenn nun aber die Verjüngungsdynamik im Vorbild der Urwaldreservate als befriedigend erscheint, so wären folglich die Ursachen der oftmals wirklich extremen Verjüngungerschwernisse in unseren hochstaudenreichen *Wirtschaftswäldern* in erster Linie bei anthropogenen bedingten Störungen dieser Lebensgemeinschaften zu suchen. Solche Störungen können sein: Nachwirkungen des ehemaligen Raubbaus, wie zum Beispiel beeinträchtigte Bestandesstrukturen oder Baumartenmischungen, Waldweide, die Toleranzschwelle übersteigende Schalenwildbelastungen, der vollständige Mangel von geeignetem Moderholz, indem es manchmal sogar an Baumstrünken fehlt, welche die verdämmende Blattschicht der Hochstauden überragen usw. Augenfällig deutlich lassen sich die Auswirkungen solcher Störungen namentlich in der Gesellschaft Alpendost-Fichten-Tannenwald beobachten. In Wirtschaftswäldern mit immer noch reichlicher Tannen-Beimischung und nicht zu grosser Schalenwildbelastung vermag der Nachwuchs offensichtlich ohne besondere Schwierigkeiten aufzukommen. Wo dagegen die Tanne fehlt und/oder die Schalenwildbelastung zu gross ist, manifestieren sich zumeist gravierende bis unüberwindlich erscheinende Verjüngungsschwierigkeiten. Ein extremes Ausmass erreichen die Verjüngungerschwernisse in derartigen reinen Fichten-

bestockungen bei lückenloser Hochstauden-Überwucherung wegen zu starker Auflichtung des Kronenschirmes in homogen-diffuser Weise, sei es infolge früheren Weideeinflusses oder unangepasster einzelstammweiser Holznutzungen nach dem Vorbild der Tieflagenwälder.

Richtungsweisende Einsichten und Lösungsansätze für die speziellen Verjüngungsprobleme in der Gesellschaft Alpendostflur mit Fichte (Hochstauden-Fichtenwald) verdanken wir namentlich der intensiven und sorgfältigen Beobachtungstätigkeit von *W. Trepp* (15). Er schrieb schon 1955: «Wo die Verjüngung im subalpinen Fichtenwald nicht gelingt, sind in den meisten Fällen der Weidgang oder andere übermässige menschliche Eingriffe schuld. Aber der Hochstauden-Fichtenwald mit Drüsengriffel bereitet dem Förster fast überall grösste Verjüngungsschwierigkeiten.» Und: «Längs Weganlagen und Leitungsschneisen können wir oft gute Verjüngungsansätze feststellen, die günstigen Lichtverhältnisse tragen an solchen Orten viel zum Aufkommen des Jungwuchses bei. Es fällt nicht nur Licht von oben durch einen schmalen Schacht auf den Waldboden, sondern die Sonne kann wenigstens einmal im Tage den Boden bescheinen und erwärmen. Der anschliessende Bestand bietet aber Schutz gegen übermässige Austrocknung, Bewindung und vor allem auch gegen das Überhandnehmen der krautigen Bodenvegetation. Wir werden auch im Wirtschaftswald ähnlich vorgehen; denn Plätzehiebe sowohl als auch allmähliche Auflockerung des Bestandes auf dem Durchforstungswege ergeben infolge Verunkrautung keine Verjüngung. Der Förster muss die für die Verjüngung sich am besten eignenden Orte ausfindig machen. Das sind vor allem erhöhte Geländestellen. Dort legt er durch truppweise Entnahme von Altholz schmale, schlitzartige Bestandeslücken an. Um die Baumstrünke am Bestandessaum im Schutze des dichtstehenden Altbestandes entstehen dann für die Verjüngung die günstigsten Standortsverhältnisse.» Und: «Voraussetzung für eine erfolgreiche Verjüngung sind gut geschlossene Bestände, Horste oder Gruppen, die wenigstens örtlich die Ausbreitung der Hochstauden verhindert haben. In bereits mit Hochstauden überwucherten Flächen kann man nur mit Pflanzung, am besten mit Wall- oder Hügelpflanzung die Verjüngungsschwierigkeiten überwinden.» Diese Beobachtungen von Trepp beziehen sich hauptsächlich auf den Bereich unserer Zentralalpen gemäss Ellenberg-Klötzli. Die Gesellschaft Alpendostflur mit Fichte umfasst jedoch ein beachtenswert breit gefächertes Standortsspektrum: Im Bereich unserer ozeanisch getönten nördlichen Randalpen mit über etwa 1800 mm Jahresniederschlag und extrem hohen Schneemengen verjüngt sich die Fichte auffällig häufig unter dem Kronenschirm der Altbäume, während dies mit zunehmender Kontinentalität und abnehmenden Niederschlägen in den Zentralalpen wesentlich seltener zu beobachten ist. Förster J. Schelbert vermochte aufgrund seiner diesbezüglichen Beobachtungen im Bödmerenwald beim Pragelpass SZ solche Fichtenverjüngungen unter Schirm durch sukzessives Aufasten der Schirmbäume erfolgreich plenterförmig

zu fördern. Detailliertere Angaben zu dieser Verjüngungsförderung finden sich im Leitfaden «Pflege des Gebirgswaldes» von *N. Bischoff*(1).

Abgesehen von seltenen Ausnahmen sind unsere hochstaudenreichen Gebirgsnadelwälder im derzeitigen Zustand tiefgreifend und allzuoft bis über ihre Belastungsgrenzen hinaus durch die Auswirkungen des ehemaligen Raubbau geprägt bzw. beeinträchtigt. Denn diese Waldbestockungen sind vorwiegend aus ehemaligen Kahl- oder Plünderschlägen in Verbindung mit teilweise sehr lange andauernder Weidenutzung hervorgegangen. In diesem Zusammenhang sollten wir uns indessen stets auch die wirtschaftlichen Notstände und die fehlenden Kenntnisse und Einsichtsmöglichkeiten unserer bäuerlichen Vorfahren vergegenwärtigen! Zum besseren Verständnis dieser sekundären Wirtschaftswälder wollen wir versuchen, deren Entstehungsgeschichte wenigstens in den elementaren Grundzügen zu rekonstruieren, mit Hilfe von Beobachtungen, die für jedermann nachvollziehbar sind. Auf Kahl- und Plünderschläge in Verbindung mit andauernd-regelmässiger Beweidung reagieren die Hochstauden offensichtlich derart empfindlich, dass sie ihre dominierende Stellung in der Krautschicht grösstenteils einbüßen. Dank dessen können sich nun weniger konkurrenzkräftige Freilandarten ausbreiten und behaupten, wie dies auf Alpweiden im unmittelbaren Kontaktbereich zu Hochstaudenwäldern zu beobachten ist. Die Ursachen für diese regressive Sukzession der Hochstaudenfluren sind indessen noch nicht vollständig abgeklärt. Zweifellos sind aber die charakteristischen hochwüchsigen Staudenarten sehr trittempfindlich. Auf derartigen Alpweiden lässt sich oft eine viel grössere Verjüngungsbereitschaft beobachten als in den angrenzenden hochstaudenreichen Waldbeständen, was ebenso deutlich im Pflanzungserfolg entsprechender ehemaliger Aufforstungen zum Ausdruck kommt. Soweit der Boden insbesondere in nassen Sommern durch den Viehtritt blossgelegt und im obersten Horizont durchwühlt wird, werden immer wieder günstige Keimbedingungen geschaffen, speziell für die Fichte. Im Anschluss an gute Samenjahre können sodann günstige Witterungsbedingungen, zeitweise geringere oder aussetzende Beweidung, wenig Schneepilzbefall und insgesamt besonders günstige Faktorenkonstellationen ein schubweises und schliesslich oft sogar allzu üppiges Aufkommen der Naturverjüngung ermöglichen. Nach der Wiederbewaldung solcher Alpweiden durch Aufforstung oder Naturverjüngung mit Ausschluss der Beweidung entwickelt sich denn auch die Hochstaudenflur mit der Zeit wieder zu ihrer ursprünglichen unverwüstlich-dauerhaften Üppigkeit. In dem von uns eingehend untersuchten Hochstauden-Fichtenwald Lusiwald bei Davos lässt sich diese Entstehungsgeschichte anhand fotografischer und archivalischer Dokumente aus dem letzten Jahrhundert sowie durch Altersanalysen exemplarisch belegen (5). Der allgemeine Verjüngungszeitraum für diesen grossflächigen Waldkomplex erstreckte sich lediglich auf knapp 60 Jahre. Dementsprechend ist die mehrheitlich allzu gedrängt aufgewachsene Bestockung in der schwachen Baumholzstufe heute zu wenig differenziert strukturiert, mit überaus vielen schlanken und

kurz bekronten Bäumen, so dass der Stabilitätsgrad dieses Lawinenschutzwaldes insgesamt als unbefriedigend beurteilt werden muss. Angesichts des beeindruckend hohen Bestockungsgrades solcher Waldbestände mag uns die Bezeichnung «Alpendostflur mit Fichte» für diese Waldgesellschaft wohl etwas zwiespältig anmuten. Im Vergleich mit entsprechenden Urwaldvorbildern werden die Nachteile einer grossflächig allzu kurzfristig und üppig aufkommenden Ansamung anhand derartiger Beispiele augenfällig deutlich dokumentiert. Immerhin wäre der Stabilitätszustand dieses Waldes zweifellos noch wesentlich unerfreulicher, wenn er anstelle der natürlichen Ansamung nach der damals üblichen Technik aufgeforstet worden wäre. Denn diejenigen Stangen- und Baumhölzer im Bereich der hochstaudenreichen Gebirgsnadelwälder, welche durch ausgedehnte Aufforstungen in homogenen Pflanzenverbänden begründet wurden, konfrontieren uns heute zumeist mit den allerschwierigsten Pflegeproblemen.

In analoger Weise müssen auch die heutigen Fichtenbestände auf Standorten des subalpinen Ahorn-Buchenwaldes (EK 21: *Aceri-Fagetum*) (4) aus Kahlschlag und Beweidung mit anschliessender Fichtenansamung hervorgegangen sein. Ein symptomatisches Beispiel für fichtenbestockte Ahorn-Buchenwaldstandorte ist zu einem grossen Teil der katastrophengeschädigte Schutzwald «Schattigberge» bei Bristen UR (12). Solche Fichtenbestockungen auf Laubwaldstandorten zähle ich jedoch nicht zu den hochstaudenreichen Gebirgsnadelwäldern, weshalb sie im Rahmen dieser Betrachtung nicht weiter berücksichtigt werden. Soweit man sich auch hier am Vorbild anthropogen ungestörter Naturwaldentwicklungen orientiert, müsste bei der Verjüngung solcher Bestände zweifellos für eine reichliche Wiedereinbringung von Bergahorn und Buche gesorgt werden, wobei entsprechende Pflanzungen wohl meistens unumgänglich wären. Die auf die Dauer stets unstabilen sekundären Fichtenbestockungen erweisen sich hier jedenfalls als extrem verjüngungsschwierig.

Insgesamt weisen alle diese Beobachtungen darauf hin, dass die heute häufig gravierenden Verjüngungsschwierigkeiten in den hochstaudenreichen Gebirgsnadelwäldern tatsächlich überwiegend auf anthropogen bedingte Beeinträchtigungen dieser ausserordentlich störungsanfälligen Waldbestockungen zurückgeführt werden müssen. Aus der Zeit des ehemaligen Raubbaus sind kurz zusammengefasst vor allem die folgenden beeinträchtigenden Nachwirkungen hervorzuheben:

- In den Tannenwaldgesellschaften wurde die Weisstanne zugunsten der Fichte zurückgedrängt und nicht selten über ausgedehnte Waldkomplexe hinweg fast vollständig eliminiert.

- Die nach dem Vorbild der Urwaldreservate erstrebenswerte, kleinflächige Alters- und Strukturdifferenzierung in der Baumholzstufe ist in unseren sekundären Wirtschaftswäldern meistens ungenügend ausgeprägt, und in keineswegs seltenen Extrempfälten sind solche Baumhölzer fast ebenso einzelstammweise gleichförmig aufgebaut wie die künstlichen Fichtenforste der Tieflagen.

Namentlich in Anbetracht der extrem rauhen und unausgeglichenen subalpinen Klima- und Witterungsbedingungen können die anthropo-zoogenen Waldschädigungen solch komplex organisierte Gebirgswald-Lebensgemeinschaften dermassen tiefgreifend stören, dass ihre Selbstregulierungsfähigkeiten schliesslich überfordert werden. Augenfällige Beispiele zur Belegung dieses Sachverhaltes finden sich leider nur allzu häufig. Infolgedessen dürfen die Erwartungen in die natürlichen Selbstheilungsmöglichkeiten (Homöostase) dieser exponierten Gebirgwälder nicht unbeschränkt strapaziert bzw. «beschworen» werden, wie dies heute oftmals der Fall zu sein scheint, vielleicht aufgrund eines allzu idealistischen oder anthropozentrischen Naturverständnisses. Es geht vielmehr um Fragen differenzierter Risikobeurteilungen im Rahmen von fallweise sehr unterschiedlichen Risikospielräumen. Dabei ist immer wieder sorgfältig zu fragen und abzuwägen, wo und in welchem Ausmass wir unerwünschten bzw. destabilisierenden Waldentwicklungen begegnen können, sollten oder eben müssen. Die dafür erforderlichen theoretischen Grundlagen sind heute zweifellos dermassen ausreichend verfügbar, dass mindestens gravierende Fehler vermeidbar wären, und wir diese Wälder deshalb wirklich konsequent positiv beeinflussen könnten. Als wichtigste Hemmschuhe für die Gebirgswaldflege wirken dagegen nach wie vor die ungenügenden oder fehlenden organisatorischen, betrieblichen und finanziellen Voraussetzungen. Als absolut erstes, schwerwiegendstes und vordringlichstes Problem muss insgesamt jedoch die Wildschadenfrage weit über alle anderen Schwierigkeiten hervorgehoben werden (*Abbildung 2*)! Totverbiss der Hauptbaumarten ist in Anbetracht der hier naturbedingt spärlichen Verjüngung nicht tragbar, und deshalb muss dieses Kriterium gezwungenermassen ausschlaggebend sein für die Toleranzschwelle der hier tragbaren Schalenwildbelastung (3). Die Absenkung der Wildschadenbelastung bis zu dieser Toleranzschwelle ist für die Lösbarkeit der Verjüngungsprobleme unter den erschwerten Bedingungen der hochstaudenreichen Gebirgsnadelwälder *die unabdingbare Voraussetzung «sine qua non»*. Stattdessen wird die Tannenverjüngung in den Tannenwaldgesellschaften heute fast überall weiterhin und sogar effizienter denn je selektiv vermindert und oftmals sogar eliminiert. Dasselbe Schicksal droht dem Vogelbeerbaum, welcher hier für die Fichtenverjüngung eine sehr wichtige Pionierrolle spielt. Mögen nun aber diese Tatsachen für den waldkundigen Beobachter noch so augenfällig sein, im vielfältigen Interessenkonflikt um die wünschenswerten bzw. tragbaren Schalenwildbestände können uns allein unwiderlegbare

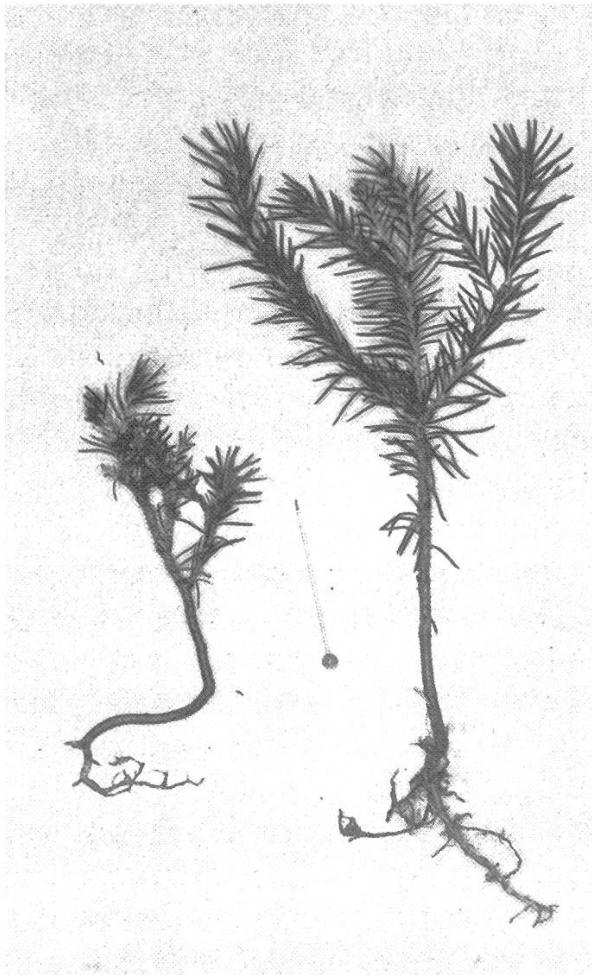


Abbildung 2. Sämlingsverbiss durch Schalenwild: Fichten-«Sämlinge» aus dem Wald Bugnei, Sedrun, 1550 m ü. M., Südexposition; der kleinere, 8 Jahre alte Fichten-«Sämling» links wurde offensichtlich mehrmals verbissen. Beim grösseren, 6jährigen Fichtensämling rechts deutet die ungewöhnliche Wuchsform auf früheren Verbiss hin, was sich jedoch kaum oder nur sehr schwierig gesichert nachweisen lässt. Die Stecknadel in der Mitte dient als Größenmassstab (Foto M. Frehner, ETHZ).

wissenschaftliche Beweisführungen weiterhelfen. Allem Anschein nach bedarf es sogar einer erdrückenden Beweislast!

4. Wissenschaftlich belegte Kenntnisse und Einsichten über die Eigenart der hochstaudenreichen Gebirgsnadelwälder und ihrer Verjüngungsdynamik

Die hochstaudenreichen Tannenwaldgesellschaften wurden in den Schweizer Alpen namentlich von *R. Kuoch* (6, 7) und im Ostalpenraum von *H. Mayer* (10) eingehend untersucht. Aufgrund seiner ebenso umfangreichen wie detaillierten Forschungsarbeiten kommt Kuoch zum Schluss, dass die Weisstannen in unseren hochstaudenreichen Tannenwaldgesellschaften natürlicherweise vorherrschend vertreten wären und dass sich tannenreiche Waldbestockungen durch eine befriedigende und auf besser drainierten Standorten sogar gute Verjüngungskraft auszeichnen. Die anthropogenen bedingten Verfichtungen haben dagegen stets gravierende Verjüngungsschwierigkeiten zur Folge. Gemäss den

umfangreichen Erhebungen von Kuoch in unseren Voralpen und Alpen hat nun aber die Umwandlung der Tannen-Fichten-Mischwälder in Fichtenreinbestände im Bereich der hochstaudenreichen Tannenwaldgesellschaften geradezu ungeahnte Ausmasse erreicht. Die Tanne wurde durch jahrhundertelange Raubwirtschaft in Form von Kahl- und Plünderschlägen, Beweidung und Brandabschätzung immer wieder benachteiligt und zunehmend verdrängt. Im Schachtelhalm-Tannenmischwald, der bedeutendsten Klimaxgesellschaft in den montanen, voralpinen Flysch-Gebieten, finden sich heute vorwiegend pionierhafte Fichtenbestockungen. Stark vertreten ist die Tanne nur noch in den unbeweideten, seit langem konservativ bewirtschafteten Wäldern. Dazu bemerkt Kuoch (6): «Die Fichte leistet ähnliches wie die Tanne, verjüngt sich aber in fichten-dominierten Bestockungen ungenügend. Die Verjüngungskraft des Naturwaldes ist mittelmässig, am kräftigsten in mehrstufigen Beständen und an den drainiertesten Orten, am schwächsten auf sehr nassen und biologisch sehr aktiven Bodenstellen.» Analog wird zum Alpendost-Fichten-Tannenwald festgestellt: «Nun sind aber verfichtete Hochstauden-Tannenwälder in hohem Masse verjüngungsunfähig. Sie verlieren leicht, was die Rückwanderung der Tanne weiter erschwert. Die ursprünglichen Wälder, welche nur als ungenutzte oder geplante Bestände zwischen Felsbändern oder tiefen Tobeln oder, dank besonderer Eigentumsgrenzen, an weniger bewirtschafteten Orten erhalten geblieben sind, verjüngen sich zwar nicht kräftig, aber doch befriedigend.»

Die so förderliche, ja unentbehrliche Rolle der Tanne für die Funktionsfähigkeit dieser Gebirgswald-Lebensgemeinschaften dürfte namentlich ihren folgenden charakteristischen Eigenschaften zu verdanken sein: Das überaus grosse jugendliche Schattenerträgnis und Ausharrungsvermögen, ihre im Vergleich zur Fichte andersartigen, komplementären verjüngungsökologischen Ansprüche und ihre wesentlich geringere Schneepilzanfälligkeit sowie die hervorragende physiologische Anpassungsfähigkeit ihres tiefreichenden Wurzelwerkes an die hochdispersten und oft feuchten bis vernässsten Böden. Diese potentiellen Wettbewerbsvorteile können jedoch nur unter der Voraussetzung günstiger, naturnaher, kleinflächig differenzierter Bestandesstrukturen genügend wirksam werden. Grobe Waldbehandlung benachteiligt die Tanne gegenüber der pionierfähigeren Fichte, um so mehr als nun zudem ihre Empfindlichkeit gegenüber Spätfrösten sowie im Keimplingsstadium auch gegenüber Barfrost und Keimplingspilzen stärker ins Gewicht fällt, und darüber hinaus erträgt sie wegen ihrer überaus sonnenempfindlichen Schattennadeln abrupt-starke Kronenfreistellungen wesentlich schlechter als die Fichte. Kuoch (7) schreibt hierzu: «In normal geschlossenen Beständen fliegt zuerst die *Tanne* an. Dank ihres Schattenerträgnisses stellt sie sich so frühzeitig ein, dass sie von den Hochstauden nicht wesentlich konkurreniert werden kann. Sie ist also schon da, wenn bei vermehrtem Lichteintritt auch die Hochstauden zu profitieren beginnen. Die Tannenverjüngung gelingt allgemein dort, wo das Altholz mit Schirm und Stamm einen Schutz bietet vor starken Schädigungen durch Schnee und

Frost (Schneegleiten, Barfrost, Spätfrost und Schneeabwurf von Kronen) und wo der Oberboden für Keimung und Jungpflanzen biologisch-chemisch günstig, „gar“ ist. Die Tanne eignet sich in unserer Gesellschaft also nicht zur Besiedlung grosser Blössen. Sie gedeiht aber gleicherweise unter Fichten- wie unter Tannenschirm. Demgegenüber ist die *Fichte* Halbschattenholzart. Sie braucht zum Aufkommen mehr Licht als die Tanne, nämlich fast so viel wie die Hochstauden zum Blühen und Fruktifizieren benötigen.» Und: «Einerseits verjüngt sich also die Fichte in der Lücke, wo sie allerdings häufig durch Schnee umgedrückt wird; andererseits stellt sie sich auch unter Schirm ein und hat dann eine gesicherte Jugend; doch zieht sie deutlich den Schirm von Tannen vor und kommt weniger zahlreich unter alten Fichten auf.»

Dieser von Kuoch in bezug auf die Fichtenverjüngung angedeutete Baumartenwechsel kann für die Verjüngungsdynamik der tannenreichen Waldgesellschaften eine sehr bedeutende, wenn auch gebietsweise recht unterschiedliche Rolle spielen. *Simak* (14) wies in schweizerischen Fichten-Tannen-Buchen-Plenterwäldern einen gesetzmässigen Baumartenwechsel zwischen Fichte und Tanne nach, indem sich die Fichte besonders reichlich unter älteren Tannen verjüngt und umgekehrt. *Mayer* (10) erwähnt aus jugoslawischen Forschungsarbeiten ein eindrückliches Beispiel, wonach auch durch wirtschaftlich einseitige Tannenbegünstigung bzw. «Entfichtung» auf Standorten des dinarischen Tannen-Buchenwaldes extreme Verjüngungsschwierigkeiten entstanden.

Die von Kuoch erarbeiteten Erkenntnisse über die Eigenart der hochstaudenreichen Tannenwaldgesellschaften werden durch die Untersuchungen von *Mayer* (10) bestätigt. Gegen Osten hin ist jedoch bei analogen Gesellschaften des *Abieti-Fagetum* und des *Abietetum* eine markante Steigerung der naturbedingten Fichten-Mischungsanteile zu beachten, wegen des zunehmenden Kontinentalitätsgrades sowie auch infolge der im Westen und Osten ganz andersartigen waldgeschichtlichen bzw. gesellschaftsgenetischen Entwicklung. Der Schachtelhalm-Tannenmischwald wird von *Mayer* als typischer Tannen-Zwangstandort bezeichnet.

Schliesslich bleibt uns die Aufgabe, das allergrösste und vordringlichste Verjüngungerschwernis in den Tannenwaldgesellschaften wissenschaftlich zu dokumentieren: die selektive Verminderung und sogar Eliminierung des Tannennachwuchses durch zu hohe Wildschadenbelastungen (*Abbildung 3*). Namentlich den Autoren *A. Bernhart* mit *H. Knott* (2) und *Ch. Mettin* (11) verdanken wir ausserordentlich umfangreiche und gründliche Untersuchungen über die wildschadenbedingte Bedrohung des Weisstannennachwuchses in den bayerischen Bergwäldern: Während sich die Bestockung dieser Tannen-Buchen- und Fichten-Tannen-Waldgesellschaften trotz jahrhundertelanger landwirtschaftlicher Beweidung bloss teilweise entmischt, nimmt in den derzeitigen Verjüngungen die Verfichtung wegen unnatürlich überhöhter Wildschadenbelastungen in beängstigendem Ausmaße überhand, vielenorts bis zur



Abbildung 3. Durch Schalenwild mehrmals verbissener Weisstanne-Sämling
(Foto F. Näscher, Vaduz, FL).

Eliminierung der Tanne. Dieselben Entmischungsprozesse hat *W. Schrempf* (13) auch für den bekannten österreichischen Fichten-Tannen-Buchen-Urwald Rothwald nachgewiesen. Von grosser Bedeutung ist in diesem Zusammenhang auch der von *B. M. Liss* (9) erbrachte Nachweis, wonach die heute praktizierte Grossviehbeweidung die Tanne im Gegensatz zur oft gegenteiligen Annahme keineswegs selektiv benachteiligt. Tanne und Fichte wurden aufgrund dieser Untersuchungen zu weniger als 1 % verbissen, während Laubholz selektiv verbissen wurde, was aber nur beim Ahorn von Bedeutung war.

Die selektive Wildschadenbelastung der Tanne ist um so gravierender, als ihr in der subalpinen Stufe ein fast unvorstellbar langsames Jugendwachstum eigen ist. Gemäss den Erhebungen von Kuoch (7) im Alpendost-Fichten-Tannen-Wald ist bei 1 m hohen Tännchen mit einem Durchschnittsalter von 100 Jahren zu rechnen . . . !

Solche Lebensgesetzmässigkeiten müssen im Gebirgswald gezwungenermassen respektiert werden; sie lassen sich auf die Dauer nicht ungestraft missachten. Noch sind unsere Gebirgswälder im allgemeinen keineswegs überaltert.

Wenn sich aber die derzeit häufig verjüngungsbedrohenden Wildschadenbelastungen nicht bis unter die Schwelle des Totverbisses der Hauptbaumarten vermindern lassen, werden längerfristig Überalterungsprobleme in beängstigenden Ausmassen unausweichlich sein, namentlich in den hochstaudenreichen Gebirgsnadelwäldern. In dieser Hinsicht leben wir heute gleichsam auf Kredit. Müsste es bei rationaler Betrachtungsweise nicht einleuchten, dass unsere überbordenden Ansprüche auf die Dauer den natürlichen Lebensgrundlagen untergeordnet werden müssen statt umgekehrt?

In der Waldgesellschaft Alpendostflur mit Fichte konnten wir dank der Initiative von H. R. in der Gand zur Zusammenarbeit des Eidg. Institutes für Schnee- und Lawinenforschung Davos und dem Waldbauinstitut der Eidg. Technischen Hochschule Zürich eigene verjüngungsökologische Untersuchungen im schon erwähnten Lusiwald bei Davos durchführen (5). Die im Abschnitt 3 zitierten Beobachtungen von Trepp, welche die Grundlage für unseren Forschungsplan bildeten, wurden vollumfänglich bestätigt. Wir versuchten, den Einfluss der mutmasslich wichtigsten verjüngungsökologischen Faktoren auf die Verjüngungsdynamik wenigstens größenordnungsgemäss zu erfassen sowie auch etwas mehr Einblick in das komplex vernetzte Zusammenwirken dieser Einflussfaktoren zu gewinnen. Hier sollen nur die waldbaulich wichtigsten Ergebnisse dieser Untersuchungen kurz zusammengefasst werden.

Im Hochstauden-Fichtenwald wird der Verjüngungserfolg vor allem durch die folgenden ökologischen Faktoren bestimmt bzw. begrenzt:

1. die direkte Sonneneinstrahlung durch die damit verbundene Wärmezufuhr;
2. die verdämmende Wirkung der nach Auflichtungen oder flächigen Öffnungen sprunghaft sich ausbreitenden Hochstauden;
3. die extrem hohe Mortalität schon der Fichtensämlinge, hauptsächlich infolge des Schneepilzbefalls (*Herpotrichia juniperi*).

Der Wärmemangel erweist sich in dieser stets nördlich exponierten und schneereichen Waldgesellschaft eindeutig als Minimumfaktor für die Fichtenverjüngung, und deshalb kann sich diese hier bei ausschliesslich diffuser Belichtung nicht mehr entwickeln, im Gegensatz zur Montanstufe. Die jungen Fichten sollten in den Monaten Juni/Juli wenigstens 1 bis 2 Tagesstunden direkte Sonnenstrahlung erhalten können. Namentlich die Bodentemperaturen bleiben ohne diese Sonnenerwärmung selbst im Hochsommer meistens weit unterhalb des Optimumsbereichs für das Wurzelwachstum. Das Wärmedefizit fällt um so stärker ins Gewicht, als hier auch die Vegetationsperiode extrem eingeschränkt ist, sie dauert bloss noch etwa 3 bis 3 $\frac{1}{2}$ Monate. Zudem kann das Wachstum auch im Hochsommer immer wieder durch massive Kälteeinbrüche schockartig gehemmt werden, und als frostfrei kann bestenfalls die Periode von Mitte Juni bis Mitte August gelten. Nacktwurzlig gepflanzten Fichten droht unter diesen Bedingungen ein letaler Pflanzschock: Unmittelbar nach der Ausaperung

Anfang Juni ist der Boden für ein genügendes Wurzelwachstum noch zu kalt, so dass die oberirdischen Sprosse infolge der relativ höheren Lufttemperatur und der pflanzeneigenen Biorhythmik vor dem Anwachsen der Wurzeln austreiben. Dadurch gerät der Wasserhaushalt dieser Pflanzen in eine lebensbedrohende Stresssituation.

Unter dem Schirm üppiger Hochstaudenfluren haben die jungen Fichten keine Überlebenschancen. Zwar wären die Keimbedingungen durchaus günstig, aber die Entwicklung der Keimlinge wird allein schon durch das ungenügende Lichtangebot verunmöglich. Nun reagieren aber die Hochstauden sprunghaft rasch sowohl auf zu starke Kronenauflichtungen wie auch auf den Aushieb von Bestandeslücken. Lediglich die folgenden speziellen Kleinstandorte sind für die Hochstauden zunächst offensichtlich derart ungünstig, dass sich die Fichtenansammlung entwickeln kann, wenigstens in den ersten Jahren nach dem Aushieb begünstigender, sonnenzugewandter Bestandesöffnungen:

- In der «Spalierlage» besonnter Bestandeskulissen, das heisst in der etwa 2 bis 3 m breiten Übergangszone vom Kronenrand gegen die Öffnung hin, wo sich die Krautschicht infolge des verminderten Wasserangebotes nur langsam entwickeln kann.
- Auf bis zum Aushieb besonders dicht (rottenförmig) bestockt und hochstaudenfrei gebliebenen Teilflächen, speziell in unmittelbarer Nähe der Baumstrünke.
- Auf genügend starken, vermorschten Baumstrünken, welche über die Blattschicht der Hochstauden hinausragen.

Die Vogelbeere ist im Vergleich zur Fichte entschieden besser gegen die Hochstaudenkonkurrenz gewappnet, sofern sie nicht durch Wildverbiss eliminiert wird: Sie vermag einerseits im Bestandesinnern unter dem Schirm alter Fichten bis über 2 Jahrzehnte als unscheinbares, kaum 10 cm hohes Pflänzchen auszuhalten, andererseits kann sie auf Freistellung sehr rasch und kräftig reagieren. In unseren Verjüngungsöffnungen bildeten solche kleine Vogelbeer-pflänzchen schon im zweiten Sommer nach dem Aushieb einen Höhentrieb von 30 bis 50 cm, und im 3. Jahr erreichten sie schon eine Gesamthöhe von 80 cm. Dies war allerdings nur dank Einzäunung möglich. Ende Mai im 4. Jahr nach dem Aushieb konnten 2 Rehe durch den geschädigten Zaun während etwa 2 Wochen in die etwa 1 ha grosse Versuchsfläche gelangen, und in dieser kurzen Frist ästen sie fast allen Vogelbeeren die Gipfeltriebe ab. Die Verdrängung bzw. sogar Eliminierung dieser für die Fichtenverjüngung so wichtigen Pionierart muss heute leider allzu oft festgestellt werden.

Die für den Hochstauden-Fichtenwald charakteristische extrem hohe Mortalität der jungen Fichten, namentlich in den ersten Lebensjahren (über 90%), ist hauptsächlich auf den schwarzen Schneeschimmel (*Herpotrichia juniperi*) zurückzuführen. Obwohl dieser Pilz kein eigentlicher Schwäheparasit ist, werden geschwächte Fichten deutlich häufiger befallen als vitale, was wiederum

gegen allfällige Pflanzungen nacktwurziger Fichten spricht. Am stärksten gefährdet sind die jungen Fichten an spät ausapernden, bergseitigen, beschatteten Öffnungsrändern. Von den Altbäumen heruntergefallene, benadelte Zweige wirken als Infektionsherde, indem sie junge Fichten in unmittelbarer Nähe offensichtlich in stark überdurchschnittlichem Ausmass gefährden. Bedingt durch das anfänglich sehr langsame Jugendwachstum bleiben Fichtenverjüngungen in diesen extrem schneereichen Hanglagen während Jahrzehnten vom Schneeschimmelpilz gefährdet. Zunächst erfolgversprechende Verjüngungsansätze können deshalb in überdurchschnittlich schneereichen und sehr spät ausapernden Wintern katastrophale Rückschläge erleiden.

In Anbetracht all dieser Risiken für die kontinuierlich erforderliche Waldverjüngung sollte im Hochstauden-Fichtenwald mindestens in unverzichtbaren Lawinenschutzwäldern wieder vermehrt die geordnete Lagerung von vermorphenden Baumstämmen in Betracht gezogen werden, getreu dem Vorbild entsprechender Urwaldreservate, wo sich die Fichte erwiesenermassen hauptsächlich auf Moderholz verjüngt (8, 10).

Aufgrund unserer Untersuchungen vermögen die von Trepp empfohlenen, schmalen, schräg zur Hangfalllinie schneisenförmig der Sonne zugewandten Bestandesöffnungen die Verjüngungsbereitschaft und -entwicklung am besten zu gewährleisten. Dabei müssen jedoch stets auch die Risiken der im Vergleich zum Bestandesinnern bis doppelt so hohen Schneearlagerung in derartigen Bestandesöffnungen im Auge behalten werden. Weil dort zudem auch der Schneedeckenaufbau weniger stabil ist als im Bestandesinnern, können allzu grossflächige Bestandesöffnungen zu Lawinenanrisse führen. Beispielsweise genügte hierfür in etwa 40° steiler Hanglage schon eine Lückengrösse von 30 m in der Hangfalllinie und etwa 20 m in der Niveaulinie. Vor Schematismus muss also in diesem Zusammenhang eindringlichst gewarnt werden! Beim Aushieb solcher Verjüngungsschlitz handelt es sich um höchst anspruchsvolle Optimierungsaufgaben, welche sehr viel Einfühlungsvermögen und Beobachtungsarbeit erfordern. Das heisst, es müssen in jedem Einzelfall die angestrebten Begünstigungen im Verhältnis zu den damit gekoppelten unerwünschten Nebenwirkungen bzw. Gefährdungen ganzheitlich abwägend beurteilt werden, damit die Gesamtbilanz unserer Pflegeeingriffe für die nachhaltige Stabilitätsförderung wirklich positiv ausfällt. Die Forderung, dass unsere waldbaulichen Pflegeeingriffe dem Walde stets mehr nützen als schaden sollten, mag zwar elementar oder gar minimalistisch anmuten. Dennoch ist sie im Gebirgswald gar nicht immer so selbstverständlich einfach erfüllbar!

5. Waldbauliche Schlussfolgerungen

Die heute häufig gravierenden Verjüngungsprobleme in den hochstaudenreichen Gebirgsnadelwäldern sind allein auf der Grundlage einer möglichst naturgetreuen Waldflege wirklich nachhaltig lösbar. Denn die hier entscheidenden besonderen Naturgesetzmässigkeiten lassen sich nicht manipulieren, sie müssen zwingend respektiert werden. Künstliche naturfremde Massnahmen werden auf die Dauer zu aufwendig, vor allem aber zu risikoreich, indem sich die Katastrophenanfälligkeit unangepasster Waldbestockungen erhöht. Durch naturwidrige Sanierungsmassnahmen, wie zum Beispiel grossflächige gleichförmige Fichtenpflanzungen, werden zugleich auch schon wieder die nächsten Sanierungserfordernisse «vorprogrammiert», so dass man schliesslich in waldbauliche Teufelskreise hineingeraten kann. Grundsätzlich sollten wir somit versuchen, einerseits die von der Natur aufgezeigten Begünstigungen, wie zum Beispiel die Moderholzverjüngung, nachzuahmen und gezielt auszunützen und andererseits die naturbedingten Gefährdungen, wie zum Beispiel Schneepilzschäden, zu vermeiden oder wenigstens zu minimalisieren.

In den hochstaudenreichen Tannenwaldgesellschaften ist die Tanne für eine wirklich nachhaltige Lösung der Verjüngungs- und Stabilitätsprobleme unersetzlich, und zwar sind zumeist reichliche Tannen-Beimischungen erforderlich. Kuoch (7) schreibt hierzu: «In der jungwuchslosen Fichtenbestockung ist ein künftiger Mischbestand dadurch erreichbar, dass in den Blössen die Fichte gruppenweise, und zwar besonders unterhalb von Stöcken, Steinen und liegendem Faulholz usw., eingebracht wird, während die Weisstanne, welche im Zukunftsbestand wenigstens mit genügend Mutterbäumen (Samenträger) vertreten sein soll, unter Altholzschild oder unter dem natürlichen Vorwuchs von Vogelbeere eingepflanzt wird.» Selbstverständlich setzen solche Tannenpflanzungen jedoch eine regelmässige intensive Kontrolle und Regelung der heute meistens untragbaren Wildschadenbelastung voraus. Lösungsansätze für diese Aufgaben wurden namentlich von *K. Eiberle et al.* (3) aufgezeigt.

Die in den Naturwaldreservaten so eindrücklich ungleichaltrigen, klein-kollektivförmig geklumpten Bestandesstrukturen zählen ebenfalls zu den Naturgesetzmässigkeiten, welche zur Förderung der nachhaltigen Stabilität und Verjüngungsbereitschaft in den hochstaudenreichen Gebirgsnadelwäldern zwingende Beachtung erfordern. Die entsprechenden Hinweise von Trepp wurden im Abschnitt 3 erwähnt. Hinsichtlich der Tannenwaldgesellschaften schreibt Kuoch (6): «Wo der Bewirtschafter der Weisstanne eine wesentliche Rolle zudenkt, muss er ihrem Wesen waldbaulich Rechnung tragen, vor allem ihrer Vorliebe, unter Schirm aufzuwachsen, ihrem Wohlbefinden in starkholzreichen, nicht zu gleichförmigen Beständen und ihrer eigenwilligen Verjüngungsweise. Am sichersten wird die Tanne verjüngt und erzogen im Plenterbetrieb und im kleinflächigen Femelschlagbetrieb.»

In bereits zu stark aufgelockerten und deshalb lückenlos von Hochstauden überwucherten Altbeständen können nur noch Pflanzungen die Verjüngungsschwierigkeiten überwinden helfen (5, 7, 15). Diese sollten jedoch in einem ersten Schritt stützpunktartig (etwa 5 bis 15 Pflanzen) auf die günstigsten Kleinstandorte beschränkt werden: Fichten-Topfpflanzen speziell bei besonnten Baumstrünken, Geländeerhebungen, Gefällsbrüchen, an den besonnten Bestandeskulissen und dort auch unter dem Kronenschirm der Altbäume. Von allfälliger Hochstaudenkonkurrenzierung müssen die Pflanzungen alljährlich möglichst frühzeitig (Ende Juni/Anfang Juli) befreit werden. Denn die Fichtenpflanzungen sollten in diesen Sommermonaten mindestens während 1 bis 2 Tagesstunden von der Sonne beschienen werden können. Diese kleinstandörtliche Sonnenscheindauer lässt sich mit Hilfe des einfachen Horizontoskop-Instrumentes problemlos beurteilen. In sehr steilen Hanglagen sind Bermentritte vorzusehen. Zur Vorbeugung gegen Schneepilze sind spät ausapernde Kleinstandorte zu meiden, und der Astabbaum nach der Holzfällung muss im Bestandesinneren oberhalb von Altholzstämmen angehäuft werden, woraus später wiederum günstige Moderholzstellen für die Naturverjüngung entstehen können. Zusätzlich zu den Hauptbaumarten sollte in grösseren Blössen zudem die Pflanzung von Pioniersträuchern, wie Vogelbeere, Grünerle und in der Montanstufe Weisserle, vorgesehen werden.

Allgemein sollte die Moderholzverjüngung vermehrt in Betracht gezogen werden, mindestens sind bei der Holzfällung die Blattschicht der Hochstauden überragende Baumstrünke zu belassen.

Die aufgrund unserer Untersuchungen für den subalpinen Hochstaudenfichtenwald empfehlenswerten, sonnenzugewandten Verjüngungsschlitzte sollten im Sinne einer groben Faustregel längsseitig etwa zwei Baumlängen oder mehr erreichen, die Schlitzbreite sollte jedoch möglichst schmal gehalten werden und nicht über eine halbe Baumlänge ausgedehnt werden. Nebst der Sonneneinstrahlung sind hierbei vor allem die reliefbedingte Verjüngungsgunst, die Bestandesstabilität sowie die Schneeeablagerung und eventuelle Lawinenanrisse gefährdungen zu berücksichtigen. Diese Risiken sind keinesfalls zu unterschätzen! Im Hinblick auf Fichtenverjüngungen oder -pflanzungen dürfte dieses Vorgehen auch in verfichteten hochstaudenreichen Tannenwaldgesellschaften prüfenswert sein.

Ganz allgemein müssen die Pflegemassnahmen im Gebirgswald in jedem Einzelfall immer wieder von einer sorgfältigen, intensiven Beobachtung und Analysierung des Altbestandes, der bereits vorhandenen Verjüngungsansätze, der Pflanzengemeinschaften und des Kleinstandortmosaiks ausgehen. Wir sollten uns gewissermassen in die Lebensgesetzmässigkeiten dieser Wälder einfühlen können. Die Bedeutung solch eigenständig sorgfältiger, geduldiger Beobachtungsarbeit kann gar nicht genug hervorgehoben werden, denn selbst die besten theoretischen Kenntnisse können nur in dem Masse nutzbringend werden, wie wir fähig sind, sie in jedem Einzelfall differenziert, das heisst individuell.

duell angepasst anzuwenden. Wirklich auf Nachhaltigkeit ausgerichtete Wiederherstellungsmassnahmen in den anthropogen zumeist stark beeinträchtigten hochstaudenreichen Gebirgsnadelwäldern erfordern ein Höchstmass an Geduld und waldbaulicher Kunstfertigkeit. Es handelt sich um gleichsam übermenschlich langfristige, sehr risikoreiche und deshalb nicht beherrschbare Entwicklungsprozesse, in die wir lediglich immer wieder vorbeugend begünstigend eingreifen können. Demgegenüber sind Gebirgsplenterwälder, die heute allerdings noch Seltenheitswert haben, wesentlich pflegeleichter und betriebssicherer. Die Plenterwaldformen müssen sich aber im Einzelfall nach den speziellen Standortsbedingungen richten. In diesem Sinne wären alle unsere Pflegemassnahmen generell auf dieses Fernziel auszurichten.

Résumé

Problèmes de régénération dans les forêts résineuses subalpines riches en mégaphorbiaies

Les forêts résineuses subalpines riches en mégaphorbiaies regroupent les associations forestières de l'*Equiseto-Abietetum*, de l'*Adenostylo-Abietetum* et du *Piceo-Adenostyletum* aux étages montagnard supérieur et subalpin. Les mégaphorbiées particulièrement hautes et souvent dominantes sont par exemple *Adenostyles alliariae* et *Cicerbita alpina*. En raison de l'influence oppressante pour le rajeunissement des tapis de mégaphorbiées, nous sommes fréquemment confrontés dans les forêts vouées à la production à d'énormes difficultés de rajeunissement. Considéré globalement et à long terme, le bilan utilité / dommages tend toutefois à l'avantage des hautes herbes: elles sont non seulement d'une importance primordiale pour lutter contre l'érosion, mais sont tout aussi essentielles pour la stabilité des vieux peuplements. En effet, elles contribuent à la disparité des âges par petites surfaces et à la formation de petits collectifs irréguliers. La comparaison avec les réserves de forêt vierge et les peuplements demeurés dans un état proche de la nature prouve bien que les insurmontables problèmes de rajeunissement auxquels nous sommes confrontés dans les forêts à vocation productive sont essentiellement d'origine anthropozoogène. En effet, les forêts résineuses subalpines riches en mégaphorbiaies sont extraordinairement sensibles aux perturbations et requièrent ainsi un traitement sylvicole le plus proche de la nature possible, c'est-à-dire une juste prise en compte et un respect des lois immuables de la nature. L'état actuel des connaissances sylvicoles, scientifiques et pratiques, résumé succinctement dans la présente étude serait suffisant pour permettre la pratique de soins promis au succès dans les forêts résineuses subalpines riches en mégaphorbiaies. Dans tous les cas, les erreurs sylvicoles grossières seraient aujourd'hui évitables. Mais la transposition des connaissances théoriques n'en reste pas moins exigeante et difficile en forêt subalpine car elle doit être adaptée individuellement à chaque cas particulier et éviter tout schématisation, ce qui exige un don et un travail d'observation extraordinaire. Par rapport aux problèmes particuliers de rajeunissement et de stabilité dans les forêts résineuses subalpines riches en mégaphorbiaies, il convient avant tout de porter attention aux points suivants: dans les associations de la sapinière un important mélange

de sapin blanc est indispensable. De même une structure des peuplements irrégulière et inéquienne par petites surfaces, formée de petits collectifs restant fermés jusqu'à la régénération est nécessaire par nature. Ce qui présuppose des mesures culturelles et de rajeunissement inspirées de la forêt jardinée subalpine. La régénération sur bois pourris (sur les souches en putréfaction et les troncs abandonnés au sol) devrait être propagée d'avantage en pessières subalpines riches en mégaphorbiaies. Les dangers d'infection par l'herpotrichie noire peuvent et doivent être prévenus de manière prophylactique. En plein été, les jeunes épicéas nécessitent au moins une à deux heures par jour de rayonnement solaire direct, respectivement de chaleur, ce qui peut être apporté par des ouvertures dans le peuplement en forme de longues fentes étroites. La véritable clé pour résoudre les problèmes de rajeunissement réside finalement dans le réglage de la pression exercée par les dégâts de gibier: étant donné la parcimonie et la longue période de menace du rajeunissement, l'aboutissement qui conduit à la mort des jeunes plants des essences principales est insupportable en forêt subalpine.

Traduction: *P. Junod*

Literatur

- 1) *Bischoff, N.*, 1987: Pflege des Gebirgswaldes. Leitfaden für die Begründung und forstliche Nutzung von Gebirgswäldern. Eidg. Drucksachen- und Materialzentrale, Bern, 385 S.
- 2) *Bernhart, A., Knott, H.*, 1986: Waldentwicklung und Verjüngungssituation im oberbayerischen Bergwald. Heft 49 der Schriftenreihe des deutschen Rates für Landespflege, S. 854–861.
- 3) *Eiberle, K., Nigg, H.*, 1987: Grundlagen zur Beurteilung des Wildverbisses im Gebirgswald. Schweiz. Z. Forstwes., 138, 9: 747–785.
- 4) *Ellenberg H., Klötzli F.*, 1972: Waldgesellschaften und Waldstandorte der Schweiz. Eidg. Anstalt Forstl. Versuchswes., Mitt. 48, 4: 589–930.
- 5) *Imbeck, H., Ott, E.*, 1987: Verjüngungsökologische Untersuchungen in einem hochstaudenreichen subalpinen Fichtenwald, mit spezieller Berücksichtigung der Schneearlagerung und der Lawinenbildung. Eidg. Inst. für Schnee- und Lawinenforschung, Mitt. 42, Weissfluhjoch/Davos.
- 6) *Kuoch, R.*, 1954: Wälder der Schweizer Alpen im Verbreitungsgebiet der Weisstanne. Eidg. Anst. forstl. Versuchswes., Mitt. 30: 133–260.
- 7) *Kuoch, R.*, 1955: Hochstauden-Tannenwald (*Adenostylo-Abietetum*). In: Ertragreiche Nadelwaldgesellschaften im Gebiet der schweizerischen Alpen, unter besonderer Berücksichtigung Graubündens. Beih. Bündner Wald, Nr. 5, 61–73.
- 8) *Leibundgut, H.*, 1983: Die waldbauliche Behandlung wichtiger Waldgesellschaften der Schweiz. Eidg. Anst. Forstl. Versuchswes., Mitt. 59, 1: 1–78.
- 9) *Liss, B.-M.*, 1988: Der Einfluss von Weidevieh und Wild auf die natürliche und künstliche Verjüngung im Bergmischwald der ostbayerischen Alpen. Forstw. Cbl. 107: 14–25.
- 10) *Mayer, H.*, 1974: Wälder des Ostalpenraumes. XV + 344 S., Stuttgart, Fischer.
- 11) *Mettin, Ch.*, 1977: Zustand und Dynamik der Verjüngung der Hochlagenwälder im Werdenselser Land. Diss. Univ. München, 157 S.
- 12) *Pfister, F., Kempf, A., Oester, B.*, 1986: Bedeutung der Bestandesentwicklung für den «Fall Schutzwald Bristen». Schweiz. Z. Forstwes., 137, 7: 594–606.
- 13) *Schrempf, W.*, 1986: Waldbauliche Untersuchungen im Fichten-Tannen-Buchen-Urwald Rothwald und in Urwald-Folgebeständen. Diss. Univ. f. Bodenkultur Wien, 26, 147 S.
- 14) *Simak, M.*, 1951: Untersuchungen über den natürlichen Baumartenwechsel in schweizerischen Plenterwäldern. Eidg. Anst. Forstl. Versuchswes., Mitt. 27: 406–468.
- 15) *Trepp, W.*, 1955: Hochstauden-Alpenfichtenwald (*Piceetum subalpinum adenostyletosum*). In: Ertragreiche Nadelwaldgesellschaften im Gebiet der schweizerischen Alpen, unter besonderer Berücksichtigung Graubündens. Beih. Bündner Wald, Nr. 5, 42–44.