



Fachstelle für Gebirgswaldpflege (GWP)
Centre de sylviculture de montagne (CSM)
Centro per la selvicoltura di montagna (CSM)

Bund, Kantone und Fürstentum Liechtenstein



BILDUNGSZENTRUM WALD
CENTRO FORMAZIONE BOSCO
CENTER FURMAZIUN GAUD
CH-7304 MAIENFELD

Gebirgswaldbau und Schutzwaldpflege

Eine Orientierungshilfe für Försterausbildung und Praxis

Version 2, Mai 2020

Raphael Schwitter, Lukas Glanzmann, Christian Rüscher, Samuel Zürcher



1	EINLEITUNG	3
1.1	Geltungsbereich und Zweck	3
1.2	Entstehung und Entwicklung	4
1.3	Aufbau der Praxishilfe	4
2	GEBIRGSWALDBAU	5
2.1	Gebirgswald – Gebirgswaldbau und Schutzwaldpflege	5
2.2	Handeln in Unsicherheit	5
3	GRUNDLAGEN – GEGEBENHEITEN	7
3.1	Besonderheiten des Gebirgswaldes	7
3.2	Standortstypen	8
3.3	Standortsregionen und Höhenstufen	8
3.4	Merkmale von Bäumen und Beständen	9
3.5	Walddynamik.....	11
3.6	Bestandesgeschichte	12
4	WALDFUNKTIONEN.....	13
4.1	Allgemeines	13
4.2	Waldbiodiversität	13
4.3	Schutz vor Naturgefahren.....	14
4.4	Holzproduktion	17
4.5	Erholungsfunktion und Landschaftselement.....	17
4.6	Weitere Waldleistungen	18
4.7	Waldflächenzunahme.....	18
5	WALDBAULICHE ENTSCHEIDUNGSFINDUNG	19
5.1	Allgemeines Vorgehen.....	19
5.2	Langfristiges Waldbauziel	19
5.3	Waldzustand und Entwicklungsprognose.....	21
5.4	Den Handlungsbedarf herleiten	22
5.5	Massnahmen definieren.....	23
6	MASSNAHMEN	24
6.1	Jungwaldpflege	24
6.2	Die Baumartenmischung regulieren.....	26
6.3	Das Bestandesgefüge differenzieren	27
6.4	Die Stabilität verbessern.....	29
6.5	Die Verjüngung einleiten und fördern.....	30
6.5.1	Zur Verjüngung der hochmontanen Fichtenwälder.....	32
6.5.2	Zur Verjüngung der hochmontanen Tannen-Fichtenwälder.....	33
6.5.3	Zur Verjüngung der subalpinen Fichtenwälder	35
7	UMSETZUNG WALDBAULICHER MASSNAHMEN.....	37
7.1	Allgemeine Überlegungen	37
7.2	Waldbau und Holzernte koordinieren.....	37
7.3	Die Eingriffsstärke festlegen	38

8	PLANUNG UND CONTROLLING	41
8.1	Waldbauliche Planung	41
8.2	Waldbauliche Erfolgskontrolle	43
8.2.1	Wirkungsanalyse auf Weiserflächen	44
9	GLOSSAR.....	46
10	LITERATURVERZEICHNIS.....	47

1 Einleitung

1.1 Geltungsbereich und Zweck

Diese Praxishilfe dient in erster Linie als Leitfaden für die Studierenden des Försterlehrgangs an den Bildungszentren Wald in Maienfeld und Lyss. Gleichzeitig richtet sich das Papier auch an Forstfachleute in der Praxis, welche sich waldbaulich mit Gebirgs- und Schutzwald befassen.

Zielpublikum

Zum Geltungsbereich dieses Papiers zählen einerseits die Gebirgswälder von der obermontanen bis in die obersubalpine Stufe generell. Die Schutzwaldpflege bildet dabei aufgrund ihrer zentralen Bedeutung den thematischen Schwerpunkt, wobei in diesem Kontext teilweise auch die Schutzwälder der tieferen Lagen gemeint sind.

Geltungsbereich

Insgesamt entsprechen die Gebirgs- und Schutzwälder gemäss LFI rund 70 Prozent der Gesamtwaldfläche der Schweiz.

Die Praxishilfe dient folgendem Zweck:

Zweck

- Sie bildet einen roten Faden durch das während Jahrzehnten zusammengetragene Wissen um die Pflege der Gebirgswälder.
- Sie ermöglicht einen schnellen Zugriff auf vorhandenes Wissen zur praktischen Gebirgswaldpflege.
- Waldbau soll als Synthesedisziplin bei der Umsetzung der praktischen Gebirgswaldpflege verstanden werden.
- Die Zusammenhänge von waldbaulichen Entscheidungen mit standortkundlichen, ertragskundlichen, ökonomischen und holzerntetechnischen Aspekten werden nachvollziehbar dargestellt.
- Die Ausführung von waldbaulichen Massnahmen ist mit den waldbaulichen Grundlagen – insbesondere NaiS im Schutzwald – kompatibel.
- Die praktischen Empfehlungen orientieren sich wenn immer möglich an realen Beispielen.

Diese Praxishilfe ist keine wissenschaftliche Abhandlung. Es geht vielmehr darum, wissenschaftliche Grundlagen für die Praxis besser greifbar zu machen. Sie erhebt auch keineswegs den Anspruch auf Vollständigkeit. Im Unterschied zu einem gedruckten Buch besteht in dieser digitalen Form die Möglichkeit und Absicht der laufenden Erweiterung und Verbesserung.

Praxisnähe vor Wissenschaftlichkeit

Wenn mit diesem Text der Versuch unternommen wird, eine zusammenfassende Übersicht zur Gebirgswaldpflege zu vermitteln, ist dies zwangsläufig auch mit der Gefahr unzulässiger Verallgemeinerungen und ungenügend differenzierter Folgerungen verbunden. Dem Leser wird deshalb dringend empfohlen, immer wieder auf die zitierte weiterführende Literatur zurück zu greifen.

Kürze vs. Differenziertheit

1.2 Entstehung und Entwicklung

Version 1: 2012

Hauptautor dieser Praxishilfe ist Raphael Schwitter. Er hat das Papier 2012 erarbeitet, um seine Kenntnisse und Erfahrungen in kurzer und verständlicher Form zusammenzufassen, welche er als Leiter der Fachstelle für Gebirgswaldpflege (seit 1997) und Fachlehrer am BZWM (seit den 1980er Jahren) erarbeitet hat. Dabei konnte er auf die fachliche und gestalterische Unterstützung von Monika Frehner und Nora Zürcher-Gasser zurückgreifen. Ihnen sei hierfür gebührend gedankt.

Version 2: 2020

2020 wurde das Papier von Lukas Glanzmann, Christian Rüschi und Samuel Zürcher (alle GWP und ibW BZWM) ergänzt und überarbeitet.



Abb. 1-1: Junge Fichten an der oberen Waldgrenze

1.3 Aufbau der Praxishilfe

Die Praxishilfe besteht aus 2 Ebenen. Ebene 1 ist der nachfolgende Text zur Gewinnung einer ersten Übersicht. In der Randspalte stehen Stichwörter oder zusammenfassende Sätze zur schnelleren Orientierung. Das Inhaltsverzeichnis ist mit den entsprechenden Textstellen verknüpft und dient als Navigationshilfe.

Die **grün markierten Stellen** enthalten Querverweise zu anderen Passagen innerhalb dieser Praxishilfe.

Ebene 2 enthält weiterführende Informationen, die an den entsprechenden Stellen über „Links“ abgerufen werden können. Es handelt sich dabei um diverse Publikationen, Auszüge aus der Literatur, Verknüpfungen zu anderen Internetseiten sowie um Beispiele aus der Praxis.

Die **rot markierten Links** enthalten wichtige weiterführende Texte und Informationen, die zum Beispiel für die Förster-Studierenden der ibW zur Pflichtlektüre gehören.

Die **blau markierten Links** führen zu Informationen, die als Nachschlagewerk gedacht sind oder der Illustration dienen, sowie zu Beispielen aus der Praxis. Zumeist handelt es sich hierbei um Unterlagen, welche unter www.gebirgswald.ch oder www.suisse.ch verfügbar sind.

Unter www.gebirgswald.ch kann auch jeweils die aktuelle Version dieser Praxishilfe heruntergeladen werden.

2 Gebirgswaldbau

2.1 Gebirgswald – Gebirgswaldbau und Schutzwaldpflege

„Die Wirtschaftswälder in tieferen Lagen lassen sich weitgehend nach unseren Wünschen gestalten. Gängige Waldbautechniken, wie die einzelstammweise Durchforstung oder die Verjüngung unter Schirm, sind zum Beispiel auf den voralpinen Buchenwaldstandorten fast überall anwendbar. Nicht so im subalpinen Gebirgsnadelwald. Seine Lebensbedingungen, die vor allem im Waldaufbau und in der Art und Weise der Waldverjüngung ihren Ausdruck finden, können nicht ungestraft missachtet werden. Nur wenn wir uns mit den Eigenheiten der Gebirgsnadelwälder vertraut machen, können wir sie auch bestmöglich behandeln und erhalten.“ (OTT, E., ET AL.: 1997)

Für den Gebirgswaldbau gelten also besondere Rahmenbedingungen, die auch eine besondere Beachtung erfordern. Im Gebirgswaldbau sind meistens auch spezielle Zielsetzungen zu berücksichtigen. Der Schutz vor Naturgefahren erlangt in unserem dicht besiedelten Land eine zunehmende Bedeutung. Auch für die Holzerntetechnik ergeben sich im Gebirge erschwerte Bedingungen. Die Begriffe Gebirgswald, bzw. Gebirgswaldbau lassen sich jedoch nicht klar abgrenzen. Gebirgswaldbau ist auch keine separate Disziplin; es bestehen viele Bezüge zu anderen Fachgebieten. Gebirgswaldpflege und Gebirgswaldbau werden als Synonyme verwendet. Die folgenden Ausführungen beziehen sich zwar schwerpunktmässig auf die Nadelwälder der hochmontanen und subalpinen Stufe, aber nicht nur. Denn auch in tieferen Lagen wirken die Naturgefahren und gelten die Grundsätze zur Schutzwaldpflege.

2.2 Handeln in Unsicherheit

Der Gebirgswald ist ein kompliziertes Ökosystem mit einer grossen Eigendynamik. Die lange Lebensdauer der Bäume hat zur Folge, dass ein Förster während seines Berufslebens nur einen kleinen Ausschnitt der Waldentwicklung miterleben kann. Im Laufe der Zeit haben wir zwar ein beachtliches Wissen angehäuft, und trotzdem verstehen wir noch wenig - zu wenig, um dem Gebirgswald in unserer gewohnten Machermentalität zu begegnen. Wenn wir aber wollen, dass der Gebirgswald unsere Erwartungen erfüllt, braucht es dennoch oft die lenkende Hand des Försters. Wir müssen also handeln, auch wenn wir nicht alles wissen und noch weniger verstehen. Und wir dürfen nicht handeln, ohne die Folgen unserer Entscheide sorgfältig zu prüfen.



Abb. 2-1: Wir dürfen nicht „ewig“ warten, bis wir uns zum Handeln entschliessen.

**Gebirgswaldförster
müssen lernen in Un-
sicherheit zu handeln**

Handeln in Unsicherheit lässt sich mit der Situation eines Schachspielers vergleichen, der mit einem Schachspiel spielen muss, welches sehr viele Figuren aufweist, die mit Gummifäden aneinanderhängen, so dass es ihm unmöglich ist, nur eine Figur zu bewegen. Ausserdem bewegen sich seine und des Gegners Figuren auch von allein, nach Regeln, die er nicht genau kennt oder über die er falsche Annahmen hat. Und obendrein befindet sich ein Teil der eigenen und fremden Figuren im Nebel und ist nicht oder nur ungenau zu erkennen. (DÖRNER, D., 1992).

**Klimawandel:
zusätzliche Dimension
der Unsicherheit**

Der Klimawandel – seit Jahrzehnten von der Wissenschaft vorausgesagt und seit einigen Jahren nun sichtbare Realität im Schweizer Wald – kommt als eine zusätzliche Dimension der Unsicherheit hinzu. Bisher gemachte Erfahrungen auf einem bestimmten Standort waren bisher eine zentrale Grundlage für unsere Entscheidungen. Nun beginnen sich durch die Klimaveränderungen auch die Standortsfaktoren zu verändern, was die Unsicherheit und Komplexität deutlich erhöht.

Wenn gesichertes Wissen fehlt, gibt es auch keine Unfehlbarkeit; der Umgang mit Unsicherheit setzt Kritikfähigkeit voraus. Wir müssen den Wald beobachten und versuchen, ihm seine Geheimnisse zu entlocken. Wir müssen lernen, dem Wald Fragen zu stellen; das haben uns unsere Waldbau – Lehrer schon vor Jahrzehnten beigebracht:

Wer bist Du?	Die Analyse der Gegebenheiten bildet eine Grundlage für unser Handeln. Das Sammeln von Informationen und die Planung sind Hilfsmittel aber nicht Selbstzweck.
Woher kommst Du?	Gebirgswälder wurden während Jahrzehnten oder sogar Jahrhunderten zu dem geformt, was sie heute sind (Bestandsgeschichte).
Wohin gehst Du?	Wir müssen aber auch Entwicklungstendenzen abschätzen. Die Berücksichtigung der Eigendynamik des Gebirgswaldes ermöglicht uns die Nutzung der natürlichen Kräfte.
Wo will ich Dich haben?	Mit der Zielsetzung umschreiben wir einen Waldzustand, der unsere Bedürfnisse nachhaltig am ehesten abdeckt.
Wie bringe ich Dich dorthin?	Mit passend gewählten und ausgeführten Massnahmen steuern wir das Ökosystem Wald so, dass es sich in Richtung unserer Zielsetzungen bewegt.

**Erfolgskontrolle:
Lernen aus Erfahrung**

Es gilt, das jeweilig bestmögliche Vorgehen sorgfältig herzuleiten und keine voreiligen Schlüsse zu ziehen. Wir dürfen aber auch nicht „ewig“ zögern, bis wir uns zum Handeln entschliessen. Zu den Massnahmen gehört als Alternative aber auch das Unterlassen eines Eingriffes.

Die waldbauliche **Erfolgskontrolle** gibt uns die Chance, echte Erfahrungen zu sammeln. Die Erfolgskontrolle ist eine Art Rückkoppelung, die uns dazu zwingt, das eigene Handeln immer wieder kritisch zu hinterfragen. Erst dadurch werden gezielte Korrekturen für das weitere Vorgehen möglich. Sie ist zentral für die Qualitätssicherung und ständige Weiterentwicklung im Gebirgswaldbau.

Gebirgswaldbau ist eine Teamarbeit zwischen Förster, Forstingenieur und allenfalls Fachspezialisten zur Umsetzung der von Öffentlichkeit und Waldeigentümer formulierten Erwartungen.

3 Grundlagen – Gegebenheiten

3.1 Besonderheiten des Gebirgswaldes

Mit zunehmender Höhenlage verändern sich die Lebensbedingungen. Die Summe all dieser Veränderungen macht aus dem Gebirgswald den besonderen Lebensraum:

- Der Wärmemangel wird in der subalpinen Stufe zum kritischen Faktor für das Überleben der Bäume und führt schliesslich zur Waldgrenze. **Wärme**
- Die starke Sonneneinstrahlung am Tage und die Abstrahlung während der Nacht sind Extreme, unter denen besonders Keimlinge leiden. **Sonneneinstrahlung**
- In den Bergen haben die Topographie und die Exposition einen grossen Einfluss auf das Mikroklima und somit auf die Wachstumsbedingungen. Zudem behindern oder verhindern Massenbewegungen das Waldwachstum in steilen Hängen. **Topographie**
- Grosse Schneemengen, Schneebewegungen und lange Schneebedeckungen sind für Bäume eine grosse Belastung. **Schnee**



Abb. 3-1: Eine junge Fichte, gebeugt vom Gewicht des Schnees. Hochmontane Stufe der nördlichen Zwischenalpen

- Hohe Windgeschwindigkeiten können Bäume umwerfen oder brechen. Seit „Vivian“ kennen wir die mögliche Grössenordnung solcher Schäden. Im Gebirge sind die Windgeschwindigkeiten höher als in den Tieflagen. **Sturm**
- Der Buchdrucker kann bis hinauf zur Waldgrenze grossflächige Schäden verursachen. Da die Fichte in hohen Lagen natürlicherweise häufig dominiert, können dabei grossflächige Schäden entstehen. **Insekten**
- Insbesondere im Zusammenhang mit langer Schneebedeckung entwickeln sich Pilze, welche zum Absterben von Bäumen führen können. **Pilze**
- Die geringere biologische Aktivität im Gebirge führt häufig zur Bildung von Moder- und Rohhumusauflagen. In niederschlagsreichen, kühlen Lagen werden die oberen Bodenhorizonte oft ausgewaschen und die Nährstoffe in tiefere Horizonte verlagert – es entstehen die sogenannten Podsole. Die jungen Bäume haben unter solchen Bedingungen grosse Mühe anzuwachsen. **Boden**
- Zwergsträucher, Reitgrasrasen und Hochstaudenfluren sind für die Verjüngung der Bäume oft eine unüberwindbare Konkurrenz. Der dichte Wurzelfilz und das ungünstige Mikroklima in Bodennähe erschweren die Keimung und das Anwachsen der Bäume. **Vegetation**
- Der Einfluss des Schalenwildes ist im Gebirgswald vielerorts besonders hoch. Dies aus vielerlei Gründen, u.a. weil die Jungbäume durch das verzögerte Wachstum länger benötigen um dem Äser zu entwachsen. **Wildeinfluss**

Weiterführende Informationen zu den Besonderheiten der subalpinen Nadelwälder finden Sie bei OTT, E., ET AL., 1996, S. 13FF.

3.2 Standortstypen

Standort: Gesamtheit aller Einflüsse, die auf die Bäume eines Waldbestandes wirken

Die oben beschriebenen Einflüsse geben jedem Standort ein charakteristisches Gepräge. Aus der Vielfalt von Standorten können aufgrund ähnlicher Merkmale Standortstypen umschrieben werden. Die Beschreibung von Standortstypen umfasst auch Vorstellungen zu den Naturwäldern und liefert Hinweise für die waldbauliche Zielsetzung und Behandlung.

Je extremer die Bedingungen sind, umso kleinflächiger wechseln sich baumfreundliche und baumfeindliche Kleinstandorte ab - es entsteht ein Standortsmosaik. Das Standortsmosaik beeinflusst die Struktur des Waldes. Voraussetzung für eine angemessene Waldbehandlung ist die Kenntnis des Standortstyps. In vielen Kantonen sind die Waldstandorte flächendeckend kartiert oder es stehen Bestimmungsschlüssel zur Verfügung. Wo entsprechende Grundlagen fehlen, kann die **Bestimmungshilfe** aus NaiS verwendet werden.

Klimawandel = Standortveränderung

Der Klimawandel führt dazu, dass sich die Standortseigenschaften innert weniger Jahrzehnte teilweise deutlich verändern. Ein vielversprechender Ansatz, um damit umzugehen, sind die sogenannten «adaptierten Ökogramme». Sie basieren auf den bestehenden NaiS-Ökogrammen und den modellierten zukünftig veränderten **Standortsregionen** und Höhenstufen. Ein guter Beschrieb zu dieser Methode, welche neben einer Herleitung des «zukünftigen Standortstyps» auch «Baumartenempfehlungen» liefert, ist der **WSL-Bericht Nr. 66 (2018)**.

3.3 Standortsregionen und Höhenstufen

Aufgrund klimatischer Faktoren und der Verbreitungsareale wichtiger Baumarten können sogenannte **Standortsregionen** unterschieden werden, welche eine erste grobe Gliederung der standörtlichen Vielfalt ermöglichen. **Höhenstufen** werden aufgrund des ökologischen Verhaltens der Baumarten und nach Merkmalen der Bestandesstruktur unterschieden. Das heisst, dass die Beachtung dieser Unterschiede von grosser praktischer Bedeutung ist.

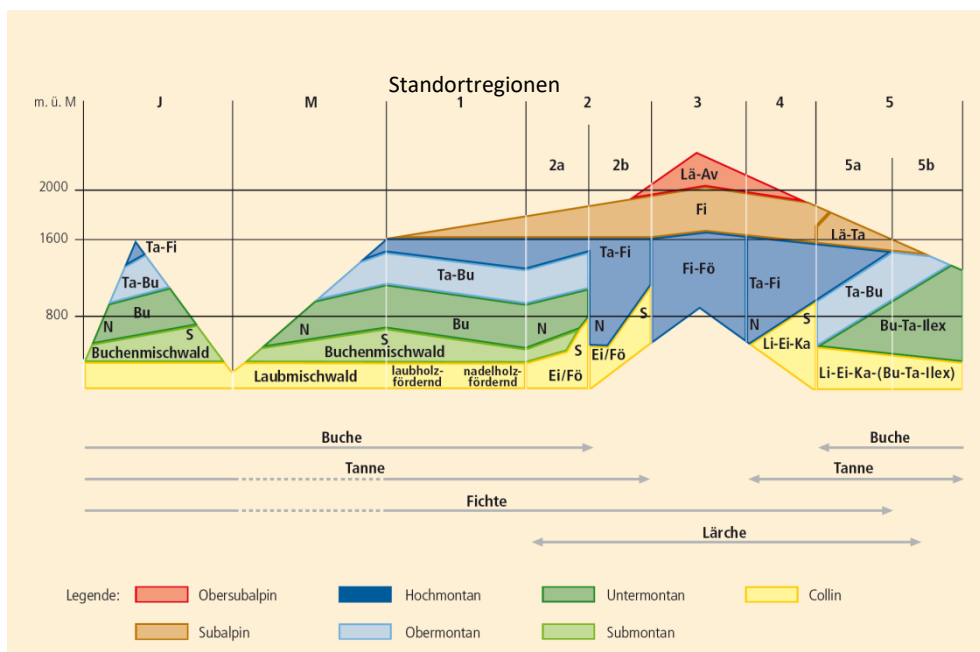


Abb. 3-2: Höhenstufen in den verschiedenen Standortsregionen nach NaiS

Der Klimawandel führt dazu, dass sich die Höhenstufen innert weniger Jahrzehnte teilweise deutlich nach oben verschieben werden. Nach heutigem Wissensstand muss bis Ende des 21. Jahrhunderts mit einer Verschiebung um ca. 600 Höhenmeter gerechnet werden – je nach Szenario und vor allem je nachdem, wie schnell der Ausstoss von Treibhausgasen reduziert werden kann. Die Höhenstufen-Verschiebungen wurden für zwei Klima-Zukünfte modelliert und sind unter www.map.geo.admin.ch (Suchbegriff «Höhenstufe») einsehbar.

3.4 Merkmale von Bäumen und Beständen

Im Gebirgswald wird die Baumartenvielfalt durch die Standortfaktoren massgeblich eingeschränkt; nur noch wenige Baumarten überleben, dank spezifischen Anpassungen an die extremen Bedingungen. Weiterführende Informationen zu den Baumarten:

Baumarten

Faktenblätter zur Weisstanne

Zusammenfassung zur Verjüngung der Lärche

Baumarten-Portraits (ETH)

Mit zunehmender Höhe wachsen die Bäume immer langsamer. In der subalpinen Stufe benötigt die Fichte oft 50 und mehr Jahre bis sie Brusthöhe erreicht. Erst wenn ihr Wurzelwerk genügend ausgebildet ist, bildet sie kräftige Triebe und wächst rasch in die Höhe.

Wachstum

Die Lebenserwartung der Bäume im Gebirgswald ist höher als in Tieflagen. Der Wachstumsverlauf hängt aber sehr vom Kleinstandort des einzelnen Baumes ab. Das Alter der Bäume lässt sich nicht mehr an ihrer Dimension erkennen. In einem scheinbar gleichförmigen subalpinen Fichtenwald können die Bäume sehr ungleichaltrig sein. Mit Ausnahme von gepflanzten Beständen ist das Alter im Gebirgswald deshalb auch kein geeignetes Kriterium zur Beschreibung von Beständen.

Alter



Abb. 3-3: Trotz der scheinbaren Gleichförmigkeit können die einzelnen Bäume sehr ungleichaltrig sein. Subalpiner Fichtenurwald Scatlé in Brigels, GR



Abb. 3-4: Die unterschiedliche Dimension der Bäume ist nicht nur vom Alter sondern auch vom Kleinstandort abhängig. Subalpiner Fichtenurwald Scatlé in Brigels, GR

Bestandesgefüge

Mit zunehmender Meereshöhe wird der Einzelbaum allmählich von gruppenförmigen Strukturen abgelöst. Das Untereinander verschiedener Schichten wird zu einem Nebeneinander der unterschiedlichen Entwicklungsstufen. Man spricht vom „vertikalen Gefüge“ oder von der Struktur eines Bestandes. Die lange Lebenserwartung führt dazu, dass trotz anfänglicher Differenzierung die meisten Bäume allmählich entweder absterben oder die Oberschicht erreichen und einschichtige, aber oft sehr ungleichaltrige Bestände bilden.

Kollektive Stabilität

Je ausgeprägter das Standortsmosaik ist, umso unregelmässiger ist die Verteilung der Bäume auf der Fläche. Die Bäume rotten sich zu Kollektiven zusammen, deren Dichtstand zu kollektiver Stabilität führt. Die unterschiedlichen Wuchsbedingungen am Boden widerspiegeln sich auch im Kronenbild. Es entstehen „innere Waldränder“. In der subalpinen Stufe wird der Wald dann zunehmend zu einer Ansammlung von Rotten. Man spricht vom „horizontalen Gefüge“ oder von der Textur eines Bestandes.

Stabilitätsträger

Abholzige Einzelbäume oder Baumkollektive mit langen Kronen sind erfahrungsgemäss stabiler gegenüber äusseren Belastungen als schlanke Bäume mit kurzen Kronen. Stabile Einzelbäume oder Kleinkollektive, welche als solche „Stabilitätsträger“ dienen, haben eine hohe individuelle Stabilität und können vor allem in montanen Lagen das „Gerüst“ eines Bestandes bilden. Der Schlankheitsgrad und die Kronenlänge sind vom Licht abhängig, das dem Einzelbaum zur Verfügung steht.

Individuelle Stabilität



Abb. 3-5: Diese junge Fichte zeigt jetzt ein rasches Höhenwachstum und kann im Schutz benachbarter Rotten zu einem stabilen Einzelbaum heranwachsen. Subalpiner Fichtenwald, Pfäfers, SG

Verjüngung

Für die Verjüngung braucht es ein geeignetes Keimbett und genügend Wärme. Im Gebirge genügt diffuses Licht mit zunehmender Höhe nicht mehr; es braucht direkte Sonneneinstrahlung, um genügend Wärme für die Keimung der Samen zu erreichen. Zu grosse Sonneneinstrahlung an exponierten Lagen kann hingegen auch austrocknend wirken. Eine üppige Bodenvegetation kann die Ansamung verunmöglichen; die Verjüngung ist oft nur noch auf besonderen Kleinstandorten oder auf Moderholz erfolgreich. **Samenjahre** sind selten.

Keimbett

Das heisst, im Gebirgswald ist die Verjüngungsgunst örtlich und zeitlich begrenzt. Dies im Unterschied zu den Wäldern in Tieflagen, wo sich die Verjüngung in der Regel schon durch eine Bestandesauflichtung flächendeckend einstellen kann.

Anwuchs: Verjüngung von 10 – 40 cm Höhe

Nach erfolgreicher Keimung und Ansamung verbleiben die jungen Bäume während der Anwuchsphase noch im direkten Einflussbereich der Krautschicht. Viele sterben wieder ab.

Vor allem durch lange Schneebedeckung begünstigte Pilzkrankheiten, z.B. Schwarzer **Schneeschimmel**, sind gefährlich.

Für das Aufwachsen benötigen die jungen Bäume in der Regel noch mehr Licht. Unter Schirm wächst die Verjüngung sehr langsam und kann unter Umständen auch wieder absterben. Der Aufwuchs wird oft durch schneemechanische Einwirkungen und das Schalenwild gefährdet.

Aufwuchs: Verjüngung von 40 cm Höhe bis 12 cm Durchmesser

3.5 Walddynamik

Im naturnahen Waldbau sind Überlegungen zur natürlichen Walddynamik auf dem jeweiligen Standort eine entscheidende Grundlage.

Im Gebirgswald ist die natürliche Sukzession ein sehr langfristiger Prozess. Er führt nicht „automatisch“ zur Erfüllung der Waldfunktionen. Mit waldbaulichen Eingriffen kann man die natürliche Entwicklung steuern. Die Vorstellung über die natürliche Waldentwicklung ist deshalb eine wichtige Grundlage für die waldbauliche Zielsetzung und die Herleitung der Massnahmen. Die Urwaldforschung liefert dafür wesentliche Erkenntnisse. Die Entwicklungsprognose dient also dazu, die Wirkung der natürlichen Kräfte abzuschätzen. Mit der Wahl einer Massnahme und dem Zeitpunkt eines Eingriffes werden die natürlichen Prozesse genutzt und gefördert.

Wohin gehst Du?

Ein oft verwendetes Konzept für die Darstellung der natürlichen Walddynamik in Mosaik-Zyklen, welches verschiedene Phasen der Sukzession beschreibt, ist in Abb. 3-6 zu sehen.

Je nachdem, wie stark und wie grossflächig Zusammenbrüche (altersbedingt oder durch Störungen) auftreten, hat dies sehr unterschiedliche Auswirkungen auf den Waldzustand und entsprechend die Waldleistungen. Ziel der Gebirgswaldpflege sind daher zumeist kleinflächig strukturierte, stabile Bestände, welche der Vorstellung der «Plenterphase» nahekommen. Dabei kommt es möglichst nur zu kleinflächigen «Störungen», welche idealerweise sogar positiv wirken, da sie neue Verjüngungsöffnungen schaffen. Unerwünscht sind jedoch gleichförmigere Bestandesstrukturen, da hier Zusammenbrüche (v.a. aufgrund von Störungen) eher grösserflächig ausfallen und sich auf die Waldleistungen oft negativ auswirken. Für das Ökosystem Wald selbst sind auch grossflächige Zusammenbrüche jedoch kein Problem, sondern auch positiv, da sie anderen Arten (vorübergehend) günstige Lebensbedingungen bieten.

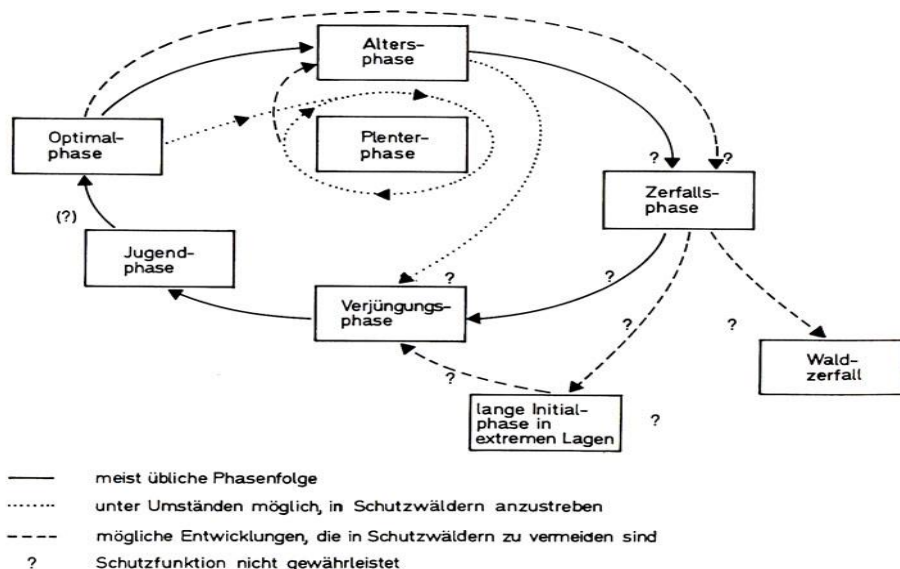


Abb. 3-6: Dynamik im Gebirgswald (Abb. aus Langenegger 1984 in: MAYER, H., OTT, E. 1991)

Detailliertere Hinweise zur natürlichen Walddynamik pro Höhenstufe und deren Bedeutung für den Waldbau sind im **Anhang 2B von NaiS** (jeweils die ersten 2 bis 3 Seiten pro Unterkapitel) sowie im **Grundlagenpapier zur Jungwaldpflege im Gebirgs- und Schutzwald** (Kapitel 2) zu finden.

3.6 Bestandesgeschichte

Woher kommst Du?

Die Wälder, die wir heute vorfinden, wurden während Jahrzehnten oder Jahrhunderten durch Naturereignisse und menschliche Aktivitäten geformt. Zur Beurteilung der Waldentwicklung gehört deshalb auch ein Blick in die Vergangenheit. Zur Gewinnung von Ackerland und Weideflächen wurden die Wälder grossflächig gerodet. Holz war in den Gebirgstälern wichtigster Baustoff, Energieträger und auch Exportprodukt. Wirtschaftliche Not führte bis ins letzte Jahrhundert hinein zu grossräumigen Waldvernichtungen mit der Folge, dass zerstörerische Naturereignisse gehäuft auftraten. Mit der Erfindung der Eisenbahn konnte Kohle auch in abgelegene Regionen transportiert werden. Der Druck auf die Holznutzung liess nach, und im Jahre 1876 konnte das erste Forstgesetz zum Schutz und Wiederaufbau der Gebirgswälder in Kraft gesetzt werden.

Die Anstrengungen des letzten Jahrhunderts haben eine Zunahme der Waldfläche und eine erfreuliche Verbesserung des Waldzustandes gebracht. Trotzdem sind mangels geeigneter Grundlagen und wegen anderer Zielsetzungen auch Entwicklungen eingeleitet worden, welche wir heute als ungünstig erachten. Viele unserer fichtenreichen Bestände sind das Ergebnis der grossflächigen Aufforstungen des (vor)letzten Jahrhunderts. Nadelholz zum Beispiel, wurde unter anderem auch deswegen gefördert, weil es im Gegensatz zur schweren Buche auf Seen geflösst werden konnte. Oft wurden in der Vergangenheit die Gebirgswälder nach den gleichen Grundsätzen „durchforstet“ wie die Wälder der Tieflagen. Daraus entstanden häufig gleichförmige, instabile Baumholzbestände, die schwer zu verjüngen sind. Die Förster von heute müssen sich also mit dem Erbe ihrer Vorfahren auseinandersetzen.



Abb. 3-7: Eine gleichaltrige, gleichförmige Aufforstung aus dem 19. Jahrhundert ist durch Sturm und Käferbefall stark geschädigt worden. Die Überführung in einen besser strukturierten Wald ist sehr aufwändig und dauert mindestens eine Baumgeneration. Hochmontaner Tannen-Fichtenwald, St. Galler Oberland.

4 Waldfunktionen

4.1 Allgemeines

Wir betreiben Waldbau, weil die Menschen – sei es die Allgemeinheit, der Waldeigentümer oder verschiedene Gesellschaftsgruppen – Ansprüche an den Wald und seine Wirkungen auf den eigenen Lebensraum stellen. Der Wald deckt also bestimmte menschliche Bedürfnisse. Diese Leistungen werden als Waldleistungen oder Waldfunktionen bezeichnet.

Waldleistungen
Waldfunktionen

Betriebswirtschaftlich gesprochen sind dies Produkte, also Waren (z.B. Holz) oder Dienstleistungen (z.B. Schutz), welche in einem Produktionsprozess hergestellt werden und für einen Abnehmer einen Wert haben. Während bei der Holzproduktion das «geerntete» Holz das primäre Produkt ist, ist es bei fast allen anderen Waldfunktionen genau umgekehrt: Hier ist der Waldzustand, also quasi das «verbleibende» Holz, das eigentliche Produkt.

Produkte

Der Wald erbringt immer verschiedene Leistungen gleichzeitig, das heisst er ist multifunktional. Gewisse Ansprüche erfordern jedoch besondere Beachtung, wie zum Beispiel die Biodiversität oder im Gebirgswald vor allem die Schutzwirkung. Im Sinne einer Prioritätenordnung kann dann von Vorrangfunktionen gesprochen werden. Die Ausscheidung der Waldfunktionen und deren Priorisierung erfolgt im Rahmen des Waldentwicklungsplanes unter Mitwirkung der Bevölkerung.

Multifunktionalität
Vorrangfunktion
Waldentwicklungsplan WEP

Die Bedürfnisse des Menschen ändern sich teilweise schneller als der Zustand des Waldes. Der Umgang mit dem Gebirgswald erfordert jedoch langfristige Strategien. Im Gebirgswald stehen die nachhaltige Stabilität und eine ausreichende Verjüngung unabhängig von der Waldfunktion immer als wichtigste Zielsetzung im Vordergrund.

Nachfolgend wird kurz auf die einzelnen Waldfunktionen eingegangen. Zahlen und Fakten zu den einzelnen Waldleistungen können gut zusammengefasst im [Waldbericht 2015](#), sowie detailliert und aktuell im jeweiligen [Jahrbuch Wald und Holz](#) des BAFU nachgelesen werden.

4.2 Waldbiodiversität

Die Forderung, dass der Wald als naturnahe Lebensgemeinschaft zu schützen ist, wird im Zweckartikel des Eidg. Waldgesetzes festgehalten. Dies erfolgt unter anderem durch das allgemeine Zulassen der natürlichen Entwicklung (z.B. Totalwaldreservat) wie auch durch spezifische Massnahmen zugunsten einzelner Arten (z.B. Sonderwaldreservate für seltene Baum- oder Tierarten, z.B. Auerhuhn). Im Einzelfall ist die Zusammenarbeit mit Spezialisten und Naturschutzorganisationen wichtig. Zum Schutz von Pflanzen und wildlebenden Tieren kann für bestimmte Waldgebiete die Zugänglichkeit eingeschränkt werden.

Total- und Sonderwaldreservate

Die Gebirgswälder bieten weiträumige, naturnahe und verhältnismässig wenig gestörte Lebensräume für viele Tier- Pilz- und Pflanzenarten. Die Besonderheiten des Gebirges bringen auch besondere Lebensräume hervor, z.B.:

Naturnaher Lebensraum

- Die Waldentwicklung in Lawenzügen wird periodisch immer wieder zurückgeworfen. Dadurch entstehen offene Landschaften mit einer Pioniervegetation, die anderenorts durch die Hauptbaumarten verdrängt wird.
- Im Ablagerungsraum von Bergstürzen entwickeln sich Blockschuttwälder mit einer Vielfalt an Kleinstandorten.
- Die gebirgige Topographie führt auf kleinstem Raum zu einer grossen Vielfalt an unterschiedlichen Standorten.
- Das hohe Alter vieler Bäume und Bestände lässt auch die Besiedlung durch langsam wachsende Arten wie z.B. Flechten zu.

Schalenwild

Einst standen die Schalenwildarten im Alpenraum am Rande der Ausrottung. Erfreulicherweise haben sich die Bestände von Reh, Hirsch, Gämse und Steinbock wieder so gut erholt, dass diese Arten nicht mehr gefährdet sind. Die starke Zunahme der Schalenwildbestände führt heute in vielen Regionen sogar zu einer Überlastung des Waldökosystems.

Damals wurden auch die grossen Beutegreifer ausgerottet. Dank rigorosem Schutz und aufwändigen Wiederansiedlungsprojekten ist es gelungen, den Luchs wieder anzusiedeln.

Grossraubtiere

Der Wolf hat die Schweiz vom angrenzenden Ausland her selbst wieder besiedelt und auch einzelne Bären streifen hin und wieder durch unsere Wälder. Es ist wichtig, dass die Beutegreifer ihre wichtige Rolle im Ökosystem Wald in Zukunft noch verbreiteter wahrnehmen können.

In der Schweiz gibt es nur noch kleine Inseln, in denen sich der Wald langfristig ungestört entwickeln kann. Die letzten winzigen Urwaldreste befinden sich in abgelegenen Gebieten der Alpen (Derborence VS und Scatlé GR). Jedoch haben die wirtschaftlichen Schwierigkeiten der letzten Jahrzehnte in der Waldwirtschaft dazu geführt, dass viele schlecht erschlossene Gebirgswälder gar nicht mehr oder nur noch extensiv bewirtschaftet werden, so dass dort wieder vermehrt natürliche Prozesse zugelassen werden.

Sehr wichtig für die Waldbiodiversität sind zusätzlich zu den spezifischen Massnahmen bzw. Unterlassungen (Biodiversitäts-Vorrangflächen) auch (oft kleine) Massnahmen auf der übrigen Waldfläche. Diese können in der Regel auch im Schutzwald umgesetzt werden.

Biodiversität im ganzen Wald

Beispiele dafür sind: Habitatbäume stehen lassen, Pionierbaumarten erhalten, Totholz und Dürrständer im Wald belassen etc. Viele dieser Massnahmen sind nicht nur wertvoll für die Natur, sondern auch wichtig für die Erreichung der waldbaulichen Ziele (z.B. Moderholzverjüngung, Lebensraum für Fressfeinde von Waldschädlingen). Zudem bedeuten viele dieser «Massnahmen» lediglich Unterlassungen, welche auch betriebswirtschaftlich vorteilhaft sind und die übrigen Waldfunktionen meist nicht negativ beeinflussen

4.3 Schutz vor Naturgefahren

Im Gebirge hat die Schutzfunktion in rund der Hälfte der Waldfläche eine übergeordnete Bedeutung und erfordert eine spezielle Zielsetzung. Aber auch in den tieferen Lagen ist schweizweit rund ein Drittel der Waldfläche Schutzwald. Die Schutzwirkung kommt einem materiellen Wert gleich, der sich aber nur schwer in Franken ermitteln lässt. Das Bundesgesetz über den Wald verpflichtet die Kantone, eine minimale Pflege sicher zu stellen, wenn dies die Schutzfunktion erfordert. Die Öffentlichkeit unterstützt Massnahmen der Schutzwaldpflege durch finanzielle Abgeltungen.

Die Schutzwaldausscheidung beruht auf der Beurteilung folgender Kriterien:

Schutzwald-Ausscheidung

- Gefahrenpotential: Art und Intensität der drohenden Naturgefahren
- Schadenpotential: Das Ausmass von Schäden, das durch Naturereignisse angerichtet werden könnte.
- Schutzwirksamkeit des Waldes: Die Fähigkeit des Waldes, einer solchen Gefährdung entgegenzuwirken.

In der Schweiz wurden in den 2010er-Jahren im Rahmen des [Projekts SilvaProtect-CH](#) auf der Grundlage von einheitlichen Kriterien und Modellierungen in den Kantonen neue Schutzwald-Ausscheidungen vorgenommen.

Schutzwaldpflege ist ein wichtiger Bestandteil des **integralen Naturgefahren-Managements**.



Abb. 4-1: Der Wald schützt die Eisenbahn (Schadenpotential) vor Steinschlag (Gefahrenpotential)
Hochmontaner Fichtenwald, Susch, GR

Steinschlag, Rutschungen oder Lawinenniedergänge sind natürliche Prozesse, die sich nicht grundsätzlich aufhalten lassen. Durch eine geeignete Waldbestockung kann jedoch das Ausmass der Prozesse reduziert werden.

Bäume können niederstürzende Steine abbremsen oder stoppen. Die Wirkung der Bäume ist stark abhängig von der Energie der Steine. Entscheidend ist deshalb neben den Öffnungsgrössen in Falllinie vor allem die Grundfläche der Bestockung. Schräg im Hang liegende Stämme können die Energie der Steine ebenfalls wirksam reduzieren. Im Entstehungsgebiet des Steinschlagprozesses können durch die Wurzelwirkung oder durch das Umstürzen von Bäumen auch Steine losgerissen werden.

Steinschlag

Bäume beeinflussen den **Aufbau der Schneedecke** und können das Anreissen von Lawinen verhindern. Entscheidend sind ein genügender Anteil an immergrünen Nadelbäumen, die Grösse der Lücken im Bestand und der Deckungsgrad. Auch hohe Stöcke und liegende Bäume reduzieren die Schneebewegungen. Ist aber eine Lawine einmal in Fahrt, hat der Wald keinen entscheidenden Einfluss mehr. Wenn sich also das Anrissgebiet oberhalb der Waldgrenze befindet, ist der Wald selber gefährdet und kann keine zuverlässige Schutzfunktion übernehmen.

Lawinen

Die Wurzeln der Bäume befestigen den Boden und reduzieren die Häufigkeit und Grösse von Rutschungen und Bodenabtrag. Das gilt vor allem für flachgründige Rutschungen (bis ca. 2 Meter Tiefe). Die mechanische Armierung des Bodens durch das Wurzelwerk wird aber fast bedeutungslos, wenn sich die Gleitfläche der Rutschung in grösserer Tiefe befindet. Die Wirkung des Waldes beschränkt sich dann auf die positive Beeinflussung des Wasserhaushaltes. Entscheidend sind die Baumartenmischung, damit eine möglichst differenzierte Durchwurzelung des Bodens entsteht, sowie die Grösse der Lücken und der Deckungsgrad, um eine möglichst flächendeckende und dauernde Durchwurzelung sicher zu stellen.

Erosion, Rutschung

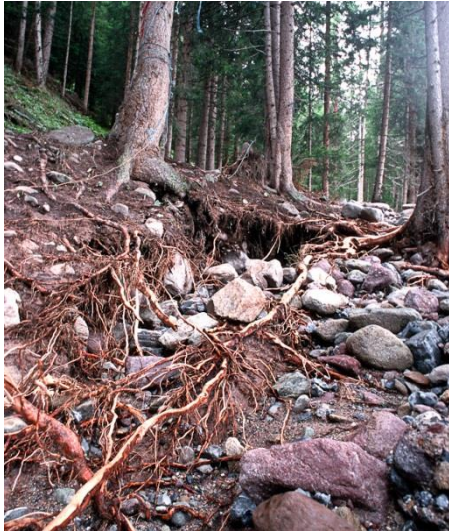


Abb. 4-2: Ein Starkniederschlag hat einen Murgang verursacht. Dank der Baumwurzeln wurde der Bodenabtrag reduziert.
Chummerbach, Davos, GR

Hochwasser

Wald hat bei Starkniederschlägen eine bessere Wirkung auf den Wasserabfluss als andere Vegetationsformen und mindert die Gefahr von Hochwasser und Murgang. Der mit Wald bestockte Anteil eines Einzugsgebietes ist dabei natürlich massgebend. Inwieweit der jeweilige Zustand des Waldes für das Abflussgeschehen entscheidend ist, hängt von vielen Faktoren ab und lässt sich nur schwer quantifizieren. Am grössten ist der Waldeinfluss auf tiefgründigen, gehemmt durchlässigen Böden.

Wald im Gerinnebereich

Bäume im Einflussbereich von Bächen und Flüssen haben einerseits eine positive Wirkung gegenüber Rutschungen und Ufererosion, andererseits können sie bei Hochwasser mitgerissen werden und Verklausungen verursachen.

NaiS – Nachhaltigkeit und Erfolgskontrolle im Schutzwald

Die Wegleitung NaiS (FREHNER, M.; WASSER, B.; SCHWITTER, R., 2005.) ist ein Instrument für die Praxis, welches einen nachhaltig wirksamen Schutzwald mit minimalem Aufwand sicherstellen soll. NaiS ist in der Schweiz für jegliche Schutzwaldpflege-Massnahmen verbindlich, welche mit Bundesmitteln abgegolten oder gefördert werden. Es handelt sich um eine erweiterte Neuauflage der Wegleitung «Minimale Pflegemassnahmen für Wälder mit Schutzfunktion» aus dem Jahre 1996. Die Pflege der Schutzwälder kann im Interesse der Öffentlichkeit durch die Kantone angeordnet werden. Angeordnete Massnahmen werden im Rahmen des Gesetzes abgegolten. Die öffentlichen Mittel sind möglichst effizient und effektiv einzusetzen. Pflegemassnahmen, die angeordnet und mit öffentlichen Geldern abgegolten werden, müssen daher den nachstehenden 7 Grundsätzen genügen:

Die 7 Grundsätze der Schutzwaldpflege

1. **Auf das Schutzziel ausgerichtet:** Pflegemassnahmen in Schutzwäldern dienen ausschliesslich der Verminderung von Naturgefahren.
2. **Am richtigen Ort:** Pflegemassnahmen werden dort ausgeführt, wo der Wald die Wirkung von Naturgefahren auf Menschen oder Sachwerte verhindern oder verringern kann.
3. **Zur richtigen Zeit:** Pflegemassnahmen sind dann auszuführen, wenn eine optimale Wirkung mit minimalem Aufwand erzielt werden kann.
4. **Im Einklang mit den natürlichen Lebensabläufen:** Pflegemassnahmen sind auf die Standortverhältnisse abzustimmen. So lassen sich die Kräfte der natürlichen Waldentwicklung nutzen.

5. **Objektbezogen, transparent, nachvollziehbar und kontrollierbar:** Pflegemassnahmen werden durch Fachleute an Ort und Stelle festgelegt. Damit wird man den kleinräumig wechselnden Verhältnissen gerecht. Der Entscheidungsprozess verläuft immer gleich. Er wird dokumentiert und damit transparent, nachvollziehbar und kontrollierbar gemacht.
6. **Wirksam:** Pflegemassnahmen führen mit hoher Wahrscheinlichkeit zum Ziel.
7. **Ziel mit verhältnismässigem Aufwand erreichbar:** Pflegemassnahmen stehen in einem angemessenen Aufwand/Nutzen – Verhältnis.

Gestützt auf die Annahme, dass der Waldzustand entscheidend ist für die Wirkung des Waldes gegenüber Naturgefahren, werden Ziel-Waldzustände definiert, welche als verbindliche Zielsetzungen dienen. Diese sind differenziert nach Standortstyp und Naturgefahr und werden als Anforderungsprofile bezeichnet.

Anforderungsprofile

Die Methode zur Herleitung des Handlungsbedarfes basiert auf einem SOLL-IST Vergleich und erfolgt von den Verantwortlichen vor Ort. Es werden also in NaiS klare Zielsetzungen und das grundsätzliche Vorgehen vorgegeben, jedoch keinerlei Massnahmen. Die geeigneten Massnahmen sollen vom Bewirtschafter vor Ort und angepasst an die lokalen Verhältnisse gewählt werden.

Handlungsbedarf

Die Erfolgskontrolle beinhaltet sowohl eine Wirkungsanalyse auf Weiserflächen zur Überprüfung des Erfolges der waldbaulichen Massnahmen als auch eine Zielanalyse. Sie gewährleistet, dass neue Erkenntnisse aus Forschung und Praxis in die Anforderungen an den Schutzwald einfließen.

Erfolgskontrolle

Die **Wegleitung NaiS** ist nach Themen geordnet als PDF abrufbar.

4.4 Holzproduktion

Die ökologische und wirtschaftliche Bedeutung des Holzes als Rohstoff wird hochgeschätzt und der Holzerlös ist auch im Gebirgswald nach wie vor eine wichtige Einnahmequelle. Im Gegensatz zu vergangenen Zeiten ist jedoch unter heutigen Erlös- und Kostenstrukturen im nicht befahrbaren Gelände oft keine kostendeckende Holzproduktion möglich.

Unter den heutigen Bedingungen ist der Holzanfall daher oft das Ergebnis von übergeordneten Zielsetzungen, insbesondere der Schutzwaldpflege. Der wertvolle Rohstoff Holz wird somit zum Koppelprodukt. Auf grossen Waldflächen besteht die Herausforderung somit darin, mittels effizienter Planung und Umsetzung die Rohstoffgewinnung durch die Nutzung von Synergien mit anderen Waldfunktionen bestmöglich zu ermöglichen. Zudem soll in Wäldern ohne anderweitige Vorrangfunktion das Holznutzungspotenzial genutzt werden, wann immer dies kostendeckend und nachhaltig möglich ist.

Holz als
Koppelprodukt

4.5 Erholungsfunktion und Landschaftselement

Der Gebirgswald wird durch unsere Freizeitgesellschaft zunehmend und ohne direkte Abgeltung beansprucht, durch Einheimische und Touristen. Sei das durch Aktivitäten direkt im Wald oder indem der Wald als wichtiges Landschaftselement Teil der «Kulisse» darstellt. Ziel-, bzw. Nutzungskonflikte können die Folge davon sein. Mit dem Klimawandel könnte der Aufenthalt in kühlen Gebirgswäldern für den Sommertourismus noch attraktiver werden.

4.6 Weitere Waldleistungen

Der Gebirgswald erfüllt zahlreiche weitere Funktionen, auf welche hier nicht weiter eingegangen werden soll. Beispiele dafür sind:

- Trinkwasserschutz
- Sogenannte Non-timber forest products: Pilze, Beeren, Wildfleisch sowie andere Lebens- und Heilmittel
- Kohlenstoffspeicherung
- Weidefläche für die Landwirtschaft: Nur unter speziellen und klar geregelten Bedingungen wie z.B. die Erhaltung traditioneller Nutzungsformen wie Waldweiden.

4.7 Waldflächenzunahme

Die Gebirgswaldfläche der Schweiz nimmt seit Jahrzehnten zu und wird auch noch weiter zunehmen. Die einwachsenden Flächen entwickeln sich wieder in Richtung ihrer ursprünglichen Vegetation. Hauptgrund hierfür ist die Reduktion der landwirtschaftlichen Nutzungsintensität auf Flächen, wo diese trotz vielfältiger Abgeltungs- und Fördermassnahmen ökonomisch nicht mehr «rentabel» resp. zu arbeitsintensiv ist. Dies kann positive Auswirkungen haben aus Sicht der Naturgefahrenabwehr oder Holzproduktion, jedoch gleichzeitig auch negative Konsequenzen für die Biodiversität und das Landschaftsbild.

Umgekehrt ist die Umwandlung von Wald in Nicht-Wald durch das Rodungsverbot in der Waldgesetzgebung sehr strikte geregelt.

5 Waldbauliche Entscheidungsfindung

5.1 Allgemeines Vorgehen

Die waldbauliche Entscheidungsfindung erfolgt unabhängig von den Rahmenbedingungen und den gesteckten waldbaulichen Zielen immer nach einem ähnlichen Vorgehen. Die erwarteten Veränderungen aufgrund des Klimawandels fließen für alle Beurteilungen und Entscheidungen mit ein.

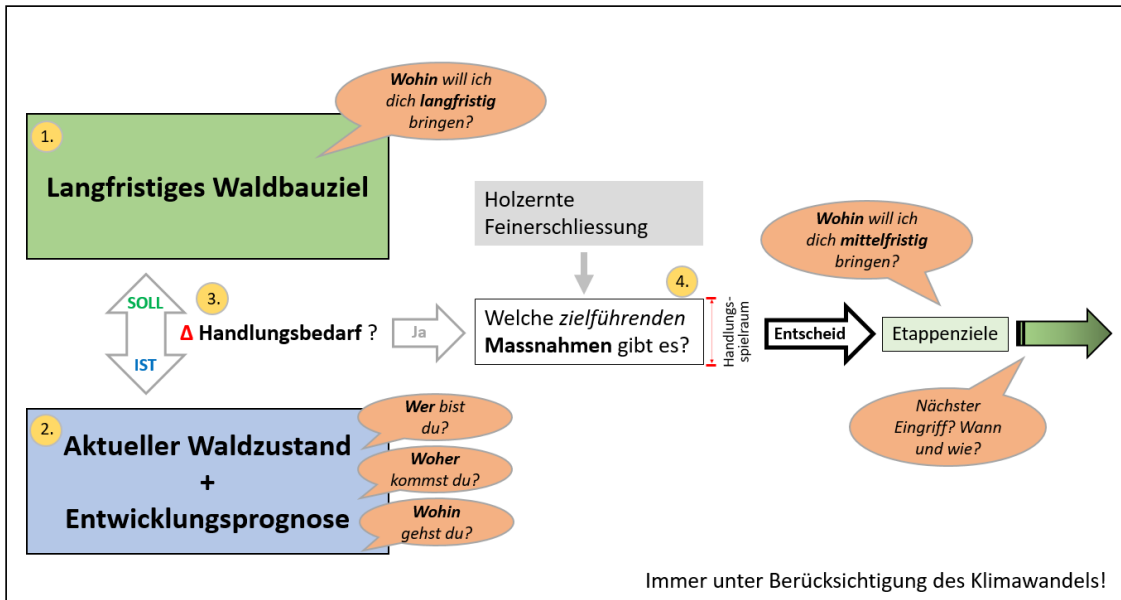


Abb. 5-1: Grundsätzliches Vorgehen bei der waldbaulichen Entscheidungsfindung

In einem ersten Schritt braucht es eine klare Formulierung des langfristigen Waldbauziels, welches im Schutzwald grundsätzlich dem konkretisierten Anforderungsprofil entspricht. Dann erfolgt eine Beurteilung des aktuellen Waldzustandes inkl. Bestandesgeschichte und der zukünftigen Entwicklung des Bestandes ohne Massnahmen. Nun können die gesteckten Ziele (SOLL) mit dem tatsächlich vorhandenen Bestand (IST) verglichen werden und möglicher Handlungsbedarf hergeleitet werden. Ist der Handlungsbedarf erkannt, können zielführende Massnahmen definiert und auf die Rahmenbedingungen wie Holzerntetechnik abgestimmt werden. Unter Einbezug eines sinnvollen mittelfristigen Vorgehens (zukünftig anschliessende Massnahmen) wird die am besten geeignete Massnahme ausgewählt. Die definierten Etappenziele beschreiben den nächsten Zustand (z.B. in 10 Jahren) auf dem Weg zur Erreichung des langfristigen Waldbauziels.

5.2 Langfristiges Waldbauziel

Ein klar formuliertes langfristiges Waldbauziel ist die Voraussetzung für zielgerichtetes waldbauliches Handeln. Alle Massnahmen (inkl. Unterlassungen) werden konsequent darauf ausgerichtet. Die klare Formulierung der waldbaulichen Ziele ist auch eine Voraussetzung für die spätere Erfolgskontrolle.

Überbetriebliche Zielsetzungen aus dem Waldentwicklungsplan (WEP) wie beispielsweise Schutz vor Steinschlag oder Förderung des Auerhuhns werden mit der Formulierung des langfristigen Waldbauziels entsprechend konkretisiert. Nebst den zu erfüllenden Waldfunktionen hängt das Waldbauziel auch vom Waldstandort und von der Erschliessung ab.

Konkretisierte Ziele

Im Schutzwald entspricht das langfristige Waldbauziel in der Regel dem idealen Anforderungsprofil (Soll-Zustand nach NaiS), d.h. dem Waldzustand, welcher eine nachhaltig hohe Schutzwirkung gegenüber den massgebenden Naturgefahren erwarten lässt. In Abhängigkeit vom aktuellen Waldzustand, von der vergangenen Bewirtschaftung und der aktuellen Erschliessung wird dann weiter konkretisiert, ob ein bestimmter Schutzwald beispielsweise einzelbaumweise (klassische Plenterung) oder gruppenweise strukturiert (Gruppenplenterung) sein soll.

Gruppenplenterung bezeichnet eine Bewirtschaftungsform, bei welcher im Unterschied zur klassischen Plenterung auch Baumgruppen oder Rotten bis zu einer Grösse von 10 Aren entnommen werden. Sie entspricht im Gebirgs- und Schutzwald einer häufigen Zielvorstellung (siehe auch *Kap. 1.2 Gruppenplenterung als Zielvorstellung im Grundlagenpapier Jungwaldpflege im Gebirgs- und Schutzwald*).

Bestockungsziel im schlagweisen Hochwald
Ein langfristiges Waldbauziel ist auch für die Holzproduktion notwendig, damit zielführende Behandlungskonzepte gewählt werden können. Während hier für stufige Produktionswälder (Gruppenplenterung, Einzelplenterung, Dauerwald) bestimmte Waldstrukturen und sogenannte Gleichgewichtszustände als Zielvorstellung dienen, entspricht im schlagweisen Hochwald das Bestockungsziel dem langfristigen Waldbauziel.

Gebirgsplenterung in hohen Lagen
In Gebirgswäldern werden aus unterschiedlichen Gründen in den meisten Fällen auch ausserhalb des Schutzwaldes gruppenweise strukturierte Bestände angestrebt. Für die **Gebirgsnadelwälder** der subalpinen (und teilweise hochmontanen) Stufe gilt:

- Die Verjüngung ist auf genügend Wärme und somit direktes Sonnenlicht in gruppenweisen Öffnungen (Verjüngungsschlitze) angewiesen.
- Mit zunehmender Höhe über Meer wachsen die Bäume in Kollektiven (Rotten). Die Bäume eines Kollektivs sind voneinander abhängig und nur gemeinsam stabil.
- Die Gruppenplenterung wird hier auch als Gebirgsplenterung bezeichnet

Gruppenplenterung auch in tieferen Lagen
Aus den folgenden Gründen ist die Gruppenplenterung auch für mittlere und tiefere Höhenlagen geeignet:

- Bestmögliche Erfüllung der verschiedenen Ansprüche an den Wald (Multifunktionalität)
- Stufige Mischbestände weisen eine hohe Bestandesstabilität und somit geringe Risiken auf
- Ungleichaltrige Bestände mit Vorverjüngung erholen sich rasch nach Störungsereignissen (hohe Resilienz)
- Negative waldbauliche Effekte (Vegetationskonkurrenz, Schneebewegungen, etc.), insbesondere für die Verjüngung, können durch das Ausbleiben von grösseren Räumungen verhindert werden
- Gezielte Verjüngung und Förderung von Baumarten mit unterschiedlichem Licht- oder Wärmebedürfnis durch variable Öffnungsgrössen
- Die Gruppenplenterung ist kompatibel mit der Holzbringung mittels Seilkran



Abb. 5-2: Gruppenweise strukturierte Bestände eignen sich in den meisten Gebirgswäldern als langfristiges Waldbauziel.

Die Gruppenplenterung lässt bewusst Spielraum offen für an den Standort und die Zielsetzungen angepasste Öffnungsgrößen. Öffnungen mit negativen Auswirkungen oder grossen Risiken für den Bestand müssen vermieden werden.

Es gibt auch Situationen, in denen andere langfristige Waldbauziele als die Gruppenplenterung sinnvoll sein können. Beispielsweise ein Niederwald im Steinschlagschutzwald mit kleinen Steingrößen oder ein gut erschlossener Holzproduktionswald, für welchen Bestockungsziele im Fehlschlagbetrieb definiert werden.

Gruppenweise bewirtschaftete Wälder können auch als Dauerwald im weiteren Sinne bezeichnet werden.

5.3 Waldzustand und Entwicklungsprognose

Das genaue Beobachten und Beschreiben des aktuellen Waldzustandes ist Voraussetzung dafür, um richtige waldbauliche Entscheidungen zu treffen. Ebenfalls entscheidend ist das Abschätzen der zukünftigen Bestandesentwicklung. Einerseits will man von Natur aus positiv (zielkonform) ablaufenden Entwicklungen profitieren und nur eingreifen, wenn dies wirklich nötig ist. Andererseits entfalten auch allfällige Massnahmen ihre Wirkung immer in der Zukunft. Normalerweise beurteilt man die natürliche Entwicklung ohne grössere Störungsereignisse (wie z.B. Sturm Lothar 1999), jedoch müssen für den waldbaulichen Entscheid auch mögliche zukünftige Störungen (Risiken) berücksichtigt werden.

**Genaueres Beobachten
als Voraussetzung**

Oft ist auch der Blick zurück in die Bestandesgeschichte wichtig, um den aktuellen Waldzustand richtig einordnen und die zukünftige Entwicklung abschätzen zu können. Je nach Zielsetzung und Ausgangsbestand sind unterschiedliche Merkmale und Kriterien entscheidend und somit zu berücksichtigen.

Wichtiger Blick zurück

Mit den NaiS Anforderungsprofilen sind die für den Schutzwald relevanten Merkmale definiert. Diese werden entsprechend auch bei der systematischen Beurteilung des **Handlungsbedarfs** mit dem NaiS Formular 2 beurteilt.

Mit der Klimaveränderung werden in Zukunft andere Standortverhältnisse vorherrschen und sich Konkurrenzverhältnisse zwischen den Baumarten verschieben. Die Berücksichtigung dieser

**Klimawandel erschwert
Prognosen**

Veränderungen macht die Prognose für die zukünftige Bestandesentwicklung noch anspruchsvoller. Zusätzlich erschwerend wirkt die Tatsache, dass auch die Störungsregimes sich verändern und allgemein mit häufigeren und grösseren Störungen (z.B. Trockenheit, Buchdrucker, etc.) gerechnet werden muss.

5.4 Den Handlungsbedarf herleiten

SOLL-IST-Vergleich

Mit der Herleitung des Handlungsbedarfs soll abgeklärt werden, ob lenkend in die Bestandesentwicklung eingegriffen werden muss, um die waldbaulichen Ziele zu erreichen. Es handelt sich dabei um einen SOLL-IST-Vergleich unter Berücksichtigung der zukünftigen Entwicklung des Bestandes ohne Massnahmen. Es ist wichtig, klar zu differenzieren, bei welchen **Bestandesmerkmalen** (z.B. fehlende Verjüngung) Handlungsbedarf besteht und bei welchen nicht.

Für die Schutzwaldpflege wurde das Vorgehen zur **Herleitung des Handlungsbedarfes** auf die für die Schutzwirkung relevanten Bestandesmerkmale ausgerichtet und standardisiert.

Der „SOLL-IST-Vergleich“ zeigt die Differenz zwischen dem massgebenden Anforderungsprofil und dem aktuellen Waldzustand. Mit der Entwicklungsprognose wird versucht, die Eigendynamik des Bestandes, bzw. die Wirkung der natürlichen Kräfte abzuschätzen. Aus der Gesamtbeurteilung resultiert ein Entscheid zur Notwendigkeit und Dringlichkeit von Eingriffen. Die Dringlichkeit ist grundsätzlich umso höher, je schneller erwartete negative Entwicklungen ablaufen werden.

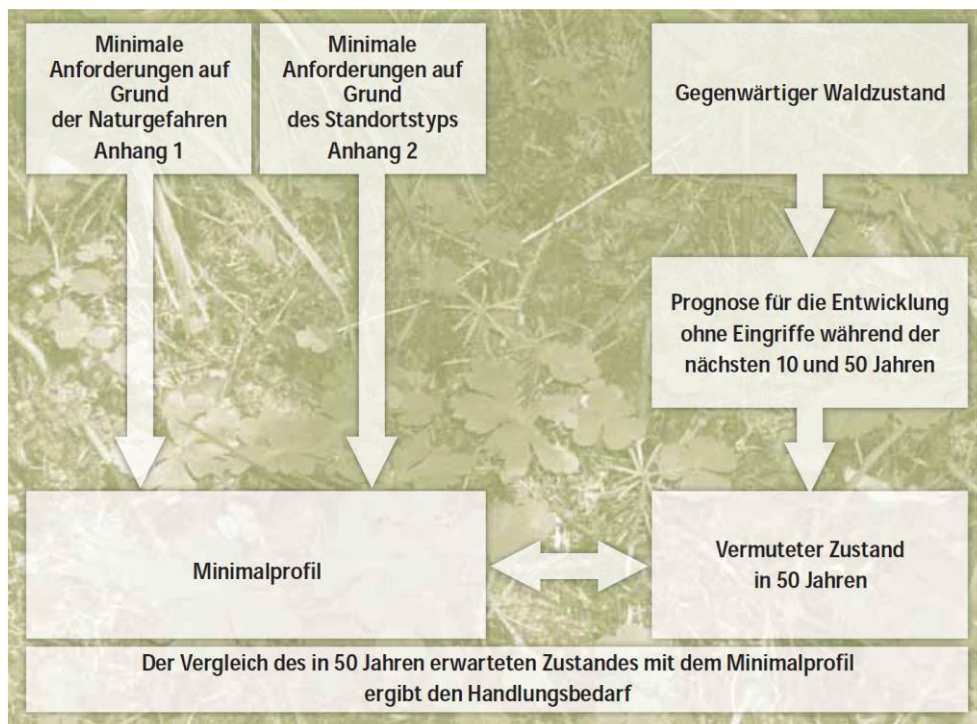


Abb. 5-1: Schema zur Herleitung des Handlungsbedarfes im Schutzwald nach NaïS

Dieses Vorgehen ist in jedem Fall empfehlenswert, da der Bewirtschafter dadurch „gezwungen“ wird, die Gesamtentwicklung eines Bestandes im Auge zu behalten und nicht nur den nächsten Eingriff, bzw. die bevorstehende Nutzung.

5.5 Massnahmen definieren

Besteht Handlungsbedarf, stellt sich die Frage, mit welchen wirksamen Massnahmen die Waldentwicklung bestmöglich in die gewünschte Richtung gelenkt werden können. Die waldbaulichen Ziele müssen dabei mit den Rahmenbedingungen wie beispielsweise der Erschliessung sowie den möglichen **Holzernteverfahren** abgeglichen werden und daraus verschiedene mögliche zielführende Massnahmen hergeleitet werden. Ebenfalls zentral ist die zeitliche und räumliche Koordination mit Massnahmen in der gleichen **Feinerschliessungseinheit**.

Koordination Wald-
bau-Holzernte

In der Schutzwaldpflege nach NaiS gilt der Grundsatz, dass Massnahmen wirksam, machbar und verhältnismässig sein müssen.

Es besteht grundsätzlich immer ein Handlungsspielraum, welcher je nach Zielsetzung und Ausgangssituation grösser oder kleiner ist. Im Schutzwald beispielsweise liegt der Handlungsspielraum zwischen der minimal notwendigen Massnahme um die Schutzwirkung langfristig zu garantieren und des maximal möglichen Eingriffes, welcher die Schutzwirkung nicht gefährdet. Innerhalb des Handlungsspielraumes kann man entsprechend auch wirtschaftlich optimieren oder andere Waldfunktionen berücksichtigen.

Handlungsspielraum

Das Definieren von konkreten Etappenzielen zwingt einen einerseits dazu, realistische Zwischenziele auf dem Weg zum langfristigen Waldbauziel zu stecken und die Massnahmen konsequent darauf auszurichten. Andererseits ermöglichen formulierte Etappenziele eine **Wirkungsanalyse** als wichtigen Teil des Controllings.

Etappenziele

6 Massnahmen

Klare Ziele als Voraussetzung

Waldbauliches Handeln verlangt grundsätzlich die Orientierung an klaren **Zielsetzungen**.

Der Bewirtschafter führt basierend auf einen **Handlungsbedarf** alle seine waldbaulichen Massnahmen wie Verjüngungseinleitung, Stabilitätsausformung, Differenzierung des Bestandesgefüges, usw. zweckgerichtet aus. Ist eine Massnahme wirksam oder ist es schon zu spät dafür? Kann noch ausgeformt oder muss bereits verjüngt werden? Das langfristige Waldbauziel kann in der Regel nicht mit einer einzigen Massnahme erreicht werden. Dies bedeutet, dass die nächste Massnahme gut auf die darauffolgenden Massnahmen abgestimmt sein muss und jeweils realistische Etappenziele gesteckt werden.

Massnahmen aufeinander abstimmen

Je nach Bestandesstruktur und –gefüge sind Gebirgswälder ein stabiles und träge reagierendes System. Rechtzeitig ergriffene und wirksame Massnahmen ermöglichen eine dauernde Gewährleistung der gewünschten Waldleistungen. Bei der Gruppenplenterung geht es dabei um eine Annäherung an die angestrebte Waldstruktur. Ist der Wald bereits stufig, werden alle Massnahmen wie Mischungsregulierung, Stabilitätspflege oder die Verjüngungseinleitung in einem Eingriff auf relativ kleinem Raum gleichzeitig angewendet. Ist der Bestand hingegen noch relativ weit weg von diesem Zielzustand (z.B. flächige Verjüngung nach einem Sturmereignis), muss der Fokus oft stärker auf einzelne Aspekte wie z.B. Mischungsregulierung und Strukturierung gelegt werden. Man spricht dann von einer Überführung. In der Realität werden mit einer Massnahme immer verschiedene Teilziele bezüglich Mischung, Stabilität und Verjüngung kombiniert, wobei je nach Handlungsbedarf der Schwerpunkt unterschiedlich liegt.

Verschiedene Massnahmen im gleichen Eingriff

Überführung

Biologische Rationalisierung

In der Praxis wird viel der Begriff «biologische Rationalisierung» verwendet, oft jedoch nur im Zusammenhang mit der Jungwaldpflege. Eigentlich ist die biologische Rationalisierung jedoch als gesamtheitliches Grundkonzept des naturnahen Waldbaus zu verstehen, welches die Waldbewirtschaftung als Ganzes betrifft und folgende zwei Prinzipien beinhaltet. Bei der **Naturautomation** geht es darum, alle Prozesse zu nutzen, welche selbsttätig (automatisch) im Sinne des Bewirtschafters ablaufen. Solange die Entwicklung zielgemäss verläuft, wird nicht eingegriffen. Mit dem **Konzentrationsprinzip** beschränkt sich die waldbauliche Tätigkeit auf das, was zur Zielerreichung unmittelbar notwendig ist. Alle unnötigen Arbeitsschritte werden weggelassen.

Naturautomation Konzentrationsprinzip

Spezielle Massnahmen

Steht aufgrund der definierten Waldfunktionen nicht die Holznutzung im Vordergrund (z.B. Schutzwald oder Biodiversität), kann im Rahmen von Eingriffen auch ganz auf die Holzentnahme verzichtet werden (Holz liegen lassen, Kronenschnitt, Ringeln, etc.).

In den folgenden Kapiteln werden die verschiedenen Massnahmen erläutert. Die Jungwaldpflege wird in einem ersten Kapitel separat behandelt, obwohl sie selbstverständlich auch alle Aspekte der nachfolgenden Massnahmen (ausser die Verjüngungseinleitung) beinhaltet.

6.1 Jungwaldpflege

Jungwaldpflege als Teil des Gesamten

Die Methoden der Jungwaldpflege im Gebirgs- und Schutzwald müssen in einen übergeordneten waldbaulichen Zusammenhang mit zumeist der Gruppenplenterung als langfristiges Waldbauziel gestellt werden. In bereits mehr oder weniger stufigen Beständen sind bezüglich Jungwaldpflege oft nur punktuelle Eingriffe zugunsten einzelner Bäume oder (Klein-)Kollektive notwendig.

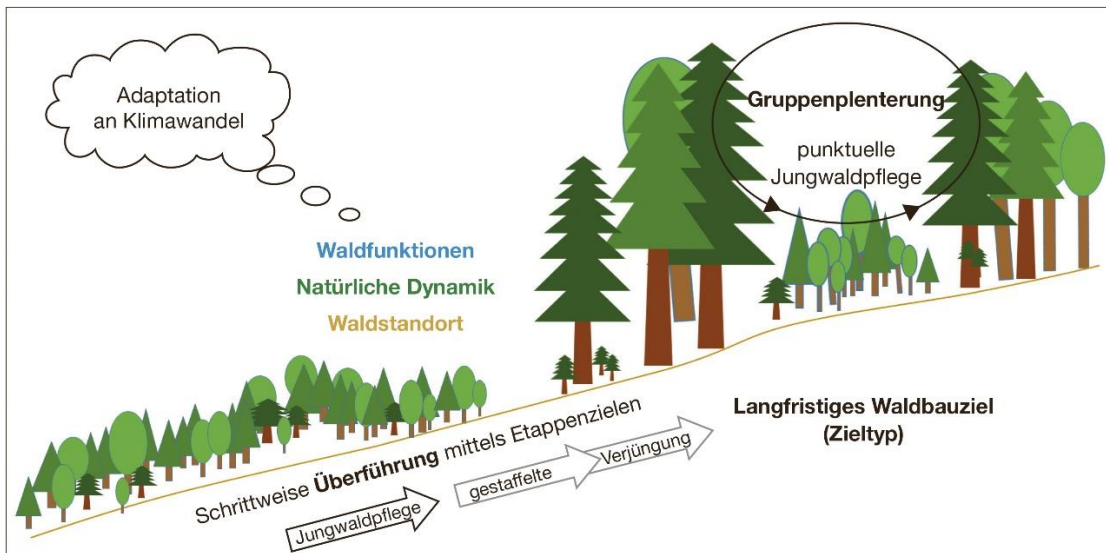


Abb. 6-1: Die Jungwaldpflege ist Teil einer gesamtheitlichen Waldbewirtschaftung

Auch im Gebirgswald gibt es jedoch immer wieder flächige Jungwälder, beispielsweise auf Sturmflächen, aus grossflächigen Abräumungen oder aus Aufforstungen der jüngeren Vergangenheit. In solchen grösserflächigen Jungwäldern sind die in Abb. 6-2 aufgeführten Jungwaldpflegemethoden als erste Eingriffe der Überführung in stufige Gruppenplenterwälder zu verstehen. Sie schaffen die Voraussetzungen für eine spätere gestaffelte Verjüngung hin zu stufigen Strukturen.

Für die Jungwaldpflege können abhängig von der Höhenstufe und vom Ausgangsbestand grundsätzlich drei Methoden unterschieden werden: **Drei Pflegemethoden**

- die Rottenpflege
- die Kammerung
- die Z-Baum-Pflege

Die wichtigsten Ausführungen zu den drei Pflegemethoden sind in der **Praxishilfe Jungwaldpflege im Gebirgs- und Schutzwald** zusammengefasst sowie in ausführlicher Form im der Praxishilfe zu Grunde liegenden **Grundlagenpapier** dargestellt. Die dazugehörige **Checkkarte** ist als Gedankenstütze für die Ausführung im Gelände gedacht.

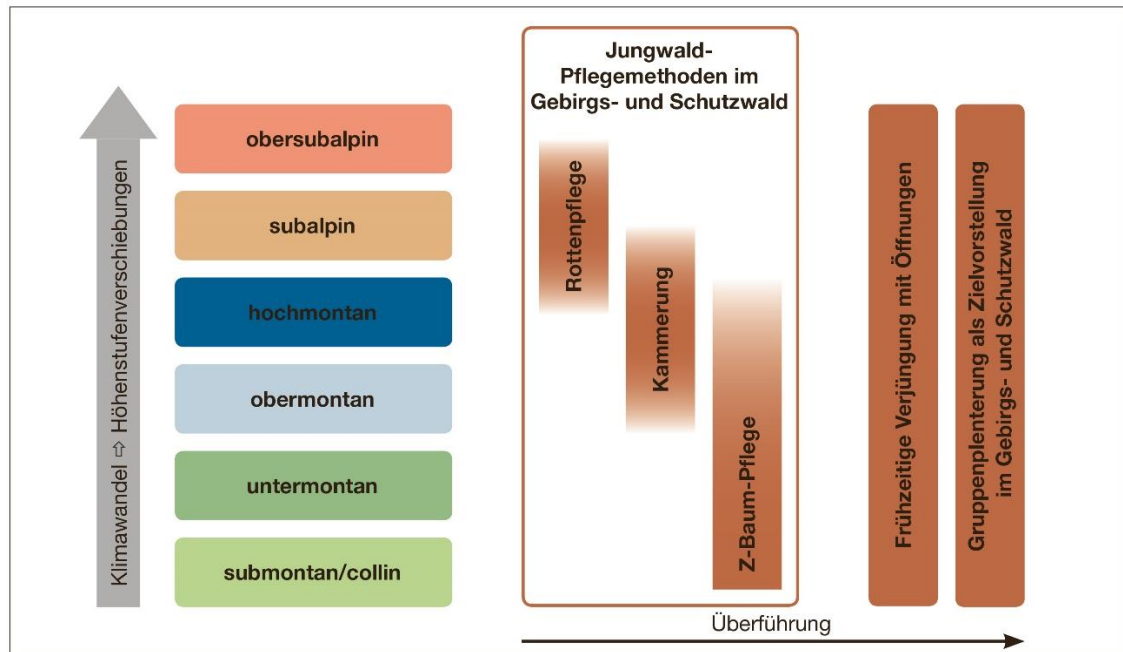


Abb. 6-2: Jungwaldpflegemethoden in Abhängigkeit der Höhenstufe mit dem langfristigen Waldbauziel stufiger Gruppenplenterwälder

Wird im schlagweisen Hochwald mit klassischen Bestockungszielen gearbeitet, sind die Pflegekonzepte von Peter Ammann zielführend ([Checkkarte Jungwaldpflege / Biologische Rationalisierung](#)). Als weiterführende Literatur ist ein [Fallbeispiel zur Weisstanne](#) empfehlenswert. Zudem bietet folgende 4-teilige Artikelserie weitere Informationen: [Teil 1 - Einleitung und ökonomische Grundlagen](#); [Teil 2 - Biologische Rationalisierung bei der Fichte](#); [Teil 3 - Biologische Rationalisierung bei Esche, Bergahorn und Buche](#); [Teil 4 - Baumartenmischung und Anwendungsbereich](#).

Pflegeauftrag

Für die praktische Umsetzung der Pflegemaßnahmen gibt es einen überarbeiteten [Pflegeauftrag](#) von Ammann et al., 2019, welcher sich für alle erwähnten Pflegemethoden eignet. Der Pflegeauftrag steht als [Word-Dokument](#) zur Verfügung.

6.2 Die Baumartenmischung regulieren

Mischungsregulierung

Die Baumartenvielfalt und damit die Möglichkeiten der Mischungsregulierung sind in höheren Lagen natürlicherweise eingeschränkt. Umso wichtiger ist es, dass die wenigen Baumarten, die im Gebirge noch gedeihen können, auch tatsächlich vorhanden sind.

Baumartenwechsel aufgrund Klimawandel

Der **Klimawandel** führt zu Veränderungen der Baumartenvorkommen. Obwohl wir immer bessere Grundlagen haben, wissen wir nicht genau, welche Baumarten auf welchem Standort vorkommen werden. Und für viele Baumarten, welche für das Klima in 100 Jahren geeignet sein dürften, ist das heutige Klima noch unpassend. Aber trotz diesen Schwierigkeiten können wir bereits heute sehr viel zu einer auch zukünftig bestmöglichen Baumartenmischung beitragen, beispielsweise indem wir im Jungwald zukunftsfähige Baumarten gezielt fördern, auch wenn diese unter dem gegenwärtigen Klima noch am Limit und somit wenig konkurrenzfähig sind. Denn grundsätzlich gilt: Je mehr Baumarten mit unterschiedlichen Eigenschaften auf einem Standort vorkommen, umso besser ist die Risikoverteilung.

Entscheidend für die Mischung sind die Bedingungen während der Phase der Verjüngung, wobei neben den Lichtverhältnissen das Vorkommen von Samenbäumen und die Wildbelastung massgebend sind. Wo Samenbäume fehlen, können auch Pflanzungen in Betracht gezogen werden. Im Schutzwald ist wenigstens das Einbringen von Stützpunktpflanzungen für ein zukünftiges Gerüst von Samenbäumen zweckmässig. Solche Pflanzungen sind für das Wild eine besondere Delikatesse und müssen in der Regel mit viel Aufwand geschützt werden.

In älteren Gebirgswaldbeständen kann die Mischung nicht mehr wesentlich beeinflusst werden. Es ist aber trotzdem empfehlenswert, (Samen-) Bäume erwünschter Arten zu fördern oder bei der Holzernte zurück zu lassen. Das gilt insbesondere für Weisstannen, deren Nachwuchs vielerorts durch die Schalenwildbelastung gefährdet ist. Auch unterdrückte Laubbäume produzieren oft Samen, nachdem sie begünstigt wurden.

Pflanzung
Praxisbeispiel Einzel-
schutz

6.3 Das Bestandesgefüge differenzieren

Die Erfahrung zeigt, dass bei Eingriffen in stark strukturierten Beständen das Risiko von Folgeschäden durch Käfer, Schneedruck und Windfall viel geringer ist, als bei gleichförmigen Strukturen. Die Resistenz, d.h. Widerstandsfähigkeit von stark strukturierten Bestände gegen unterschiedliche Störungseinflüsse wie Starkwinde, extreme Niederschläge oder Trockenperioden ist deutlich höher. Zudem sind die Folgen beim Auftreten von Bestandesschäden aufgrund der Vorverjüngung in diesen Beständen oft weniger gravierend. Dies, weil solche Bestände schneller wieder in den ursprünglichen Ausgangszustand zurückkehren (= Resilienz) und beispielsweise in einem Schutzwald wieder die Schutzwirkung gewährleisten können. Die Resilienz von solchen Beständen ist also ebenfalls deutlich höher. Langfristig lohnt es sich deshalb, Eingriffe so zu gestalten, dass die Differenzierung von Beständen erhalten oder verbessert wird. Dies erfordert sehr viel Aufmerksamkeit bei der Anzeichnung und eine gewisse Zurückhaltung bei der Eingriffsstärke. Zudem sollte mit der Differenzierung bereits möglichst früh begonnen werden (Überführung).

Resistenz
Resilienz



Abb. 6-31: Gut strukturierter Tannen-Buchenwald, Luan VD

Im Idealfall wird mit einem Eingriff sowohl die Ausformung der Struktur als auch die Förderung der Verjüngung berücksichtigt – entsprechend den Prinzipien der Plenterung (siehe auch OTT, ET AL., 1997, S.32F).

Gebirgsplenterung

Innere Waldränder beachten

Die Praktiker weisen jedoch mit Recht darauf hin, dass der Idealfall nur selten der Realität entspricht. Sehr oft machen Wälder der hochmontanen und subalpinen Stufe einen ziemlich homogenen Eindruck - wenigstens äusserlich. Manchmal wird dabei aber übersehen, dass die Bestände zwar gleichförmig aber nicht gleichaltrig sind und dass bei näherer Betrachtung trotzdem noch innere grüne Kronenränder, bzw. Spuren einer verschwindenden Differenzierung zu finden sind, die herausgepflegt werden können. Wenn Öffnungen geschaffen werden, sollten wenn immer möglich, grüne innere Waldränder zurück bleiben. Die Anzeichnung in solchen Situationen ist sehr anspruchsvoll und erfordert viel Zeit. Es ist hilfreich, sich stärker auf die Bäume und Baumkollektive zu konzentrieren, die im Bestand verbleiben sollen als auf diejenigen, die genutzt werden. Dadurch wird eher sichergestellt, dass der verbleibende Bestand den noch bestmöglichen Zustand mit möglichst stabilen Rändern oder Randbäumen aufweist.



Abb. 6-32: Übergang von der obermontanen zur hochmontanen Stufe: in einer gleichförmigen Aufforstung wurde eine Öffnung angelegt. Der verbleibende Bestandesrand ist nicht ideal, aber der bestmögliche in diesem Bestandesteil. Bad Ragaz SG

Flächige Räumungen vermeiden

Grösserflächige Abräumungen mit dem Hinweis auf fehlende Struktur und schlechte Stabilität sollten, wenn irgendwie möglich, vermieden werden. Sie schaffen in der Regel neue **Probleme**. Im Schutzwald muss wenigstens ein etappiertes Vorgehen angestrebt werden, auch wenn damit gerechnet werden muss, dass nach dem Holzschlag noch Bäume umfallen oder vom Käfer befallen werden. Aus einem waldbaulichen Eingriff sollte nicht die Notwendigkeit für künstliche Verbauungen resultieren.

Junge flächige Bestände bieten hingegen noch genügend Möglichkeiten, das Bestandesgefüge für die Zukunft zu gestalten. Solche Eingriffe sind jedoch teuer und es fällt kein verwertbares Nutzholz an. Es kann hier auch darauf hingewiesen werden, dass heute im Gegensatz zu früher bei der künstlichen Verjüngung nur gruppen- oder rottenförmige Pflanzungen angelegt werden. Die Erkenntnis, dass flächige Pflanzungen nicht zweckmässig sind, hat sich inzwischen durchgesetzt.

Pflanzung**Laubholzbestände in Steillagen**

Besondere Schwierigkeiten bieten Laubholzbestände an Steilhängen, welche oft einseitig talwärts hängende Kronenformen aufweisen und dadurch ihre Stabilität verlieren. In solchen Lagen ist die Stabilität deutlich besser, wenn mindestens 10 % Nadelbäume beigemischt sind.

Die wichtigsten Folgerungen aus den schlechten Erfahrungen mit gleichförmigen Beständen im Gebirgswald sind:

- Waldbauliche Eingriffe dürfen nicht zu grossflächigen Verjüngungen führen.
- In Beständen, die zur Gleichförmigkeit neigen, muss möglichst früh damit begonnen werden, die Struktur zu erhalten, zu fördern oder zu schaffen.

6.4 Die Stabilität verbessern

Die Baumartenmischung und die Qualität des Gefüges haben eine grosse Bedeutung für die Bestandesstabilität. Je stärker ein Bestand strukturiert ist, umso mehr stabile Elemente – sogenannte Stabilitätsträger – bilden miteinander die stabile Grundstruktur des Bestandes.

Auch hier soll darauf hingewiesen werden, dass mit der Stabilität eines Bestandes im weiteren Sinne sowohl die **Resistenz** als auch die **Resilienz** verstanden wird. Die Stabilität eines Bestandes setzt sich aus der **individuellen und kollektiven Stabilität** zusammen.

Die Stabilitätsträger mit ihrer individuellen Stabilität bilden das Gerüst des Bestandes und ermöglichen das Anlegen von zukünftigen Verjüngungsöffnungen (stabile Ränder). Bei waldbaulichen Eingriffen ist es wichtig zu beachten, dass die kollektive Stabilität gezwungenermassen immer reduziert wird. Der Eingriff ist so zu gestalten, dass die Reduktion der Bestandesstabilität nur vorübergehend, möglichst gering und nicht flächig erfolgt.

Stabilitätsträger

Ungleichförmige Strukturen mit allen standortgerechten Baumarten stellen den Idealfall dar. Damit ist die wohl beste Stabilität und höchstmögliche Risikoverteilung erreicht. Sie verfügen mit vielen Stabilitätsträgern über eine höhere Resistenz gegenüber Störereignissen. Nach einem Störereignis ist die Fähigkeit eines ideal strukturierten Bestandes, rasch zu einem stabilen Gleichgewicht zurück zu kommen (Resilienz), deutlich höher.

Leider aber weicht die Realität meist mehr oder weniger stark vom Idealfall ab, und die Sorge um die Stabilität der Gebirgswälder ist allgegenwärtig. Was kann getan werden? Die oben erwähnten Bestrebungen, das Bestandesgefüge zu differenzieren, decken sich auch mit dem Ziel, die Stabilität zu verbessern.

Das Ausformen von grünen inneren Rändern ist also auch Stabilitätspflege. Zusätzlich stellt sich die Frage, ob und wie innerhalb der einzelnen Bestandesteile einzugreifen sei – die Frage nach der Durchforstung. In wüchsigen, gut erschlossenen Beständen der tieferen Lagen sind Durchforstungen die Regel. Rechtzeitige Durchforstungen führen zu einem Gerüst von stabilen Einzelbäumen, das die Bedeutung der Bestandesstruktur für die Stabilität etwas relativiert.

Die Erfahrung zeigt jedoch, dass es in weniger gut erschlossenen Gebirgswäldern (v.a. im Seilkrangelände) schwierig ist, zweckmässige Durchforstungen auszuführen. Zudem wurden in den vergangenen Jahrzehnten viele Gebirgswälder der hochmontanen und subalpinen Stufe mit Durchforstungen homogenisiert. Das Resultat sind diffus aufgelichtete Bestände mit einer geschlossenen Kraut- oder Grasschicht. Das erschwert die Verjüngung erheblich. Obwohl die einst geförderten Einzelbäume stabil sein mögen, ist die langfristige Stabilität wegen der ganz fehlenden oder teilweise ungenügenden Verjüngung des Gesamtbestandes sehr ungewiss.

Stabilitätsdurchforstung



Abb. 6-4: Ein Tannen-Fichtenbestand der „zu Tode durchforstet“ wurde – flächig bedeckt mit Hochstauden und ohne Verjüngung. Nach dem Sturm „Vivian“ musste die Fläche bepflanzt werden. Pfäfers SG

Durchforstungen in den hochmontanen und subalpinen Wäldern müssen deshalb sehr früh – spätestens im schwachen Baumholz – durchgeführt werden und sich auf die gezielte Förderung einzelner Stabilitätsträger und die Erhaltung/Ausformung von inneren grünen Rändern begrenzen. Im Zweifelsfall ist es im Hinblick auf die langfristige Bestandesentwicklung vorteilhafter, auf die Durchforstung zu verzichten und die Verjüngung einzuleiten. Denn beides gleichzeitig zu tun, führt oft zu allzu starken Destabilisierungen.

Ringeln von Konkurrenten

Zur Förderung ausgewählter Individuen – z.B. einzelner Samenbäume – können Konkurrenten auch geringelt werden. Durch das **Ringeln** wird der Saftstrom mit einer ringförmigen Verletzung von Rinde, Bast und Kambium unterbrochen und der Baum zum Absterben gebracht. Mit dieser Methode können konkurrierende Individuen ohne das Risiko von Fällschäden an den geförderten Bäumen ausgeschaltet werden.

Man macht aber auch die Erfahrung, dass die Stabilität im Gebirgswald oft unterschätzt wird. Dies zeigt sich an Beispielen, die über längere Zeiträume wiederholt neu beurteilt werden. Während die beobachtenden Förster Runzeln und graue Haare kriegen, stehen die alten Fichten und Tannen unverändert da.

6.5 Die Verjüngung einleiten und fördern

In den Wäldern der tieferen Lagen wird die Verjüngung oft als ein Nebenprodukt der Nutzung bezeichnet, da sie sich sozusagen automatisch in jeder verfügbaren Lücke einstellt. In den Wäldern der hochmontanen und subalpinen Stufe gilt dies nicht mehr. Man könnte den Satz sogar umkehren: Der Holzanfall ist ein Ergebnis der Bemühungen, den Wald kleinflächig zu verjüngen. Im Idealfall werden durch Holznutzung gleichzeitig sowohl die Strukturen ausgeformt als auch die Bedingungen für die Verjüngung geschaffen. Die verjüngungsökologischen Anforderungen sind ausschlaggebend und müssen gezielt berücksichtigt werden. Die **Gruppenplenterung** kann eben diesen standörtlichen Unterschieden Rechnung tragen.

**Keimbett
Kleinstandort**

Entscheidend für die Verjüngung im Gebirgswald ist das Mikroklima. Durch plenterartige Eingriffe entstehen kleinflächig vielfältig differenzierte Licht- und Wärmeverhältnisse. Eine weitere Voraussetzung für eine erfolgreiche Keimung und Ansamung ist ein geeignetes Keimbett. Dicke Rohhumusauflagen oder eine üppige Vegetationsdecke bilden für die Keimung der Baumsamen ein grosses Hindernis. Meistens beschränkt sich der Erfolg auf besondere Kleinstandorte oder auf Moderholz. Zu beachten sind auch die Unterschiede je nach Exposition. Während es an Nordhängen oft schwierig ist, auf einem Kleinstandort genügend Wärme zu konzentrieren, kann die Sonneneinstrahlung an Südhängen bereits zur Austrocknung führen.



Abb. 6-51: Fichtenverjüngung auf Moderholz inmitten einer Hochstaudenflur.
Wartau SG

Der Aufwuchs wird oft durch schneemechanische Einwirkungen geschädigt. Dabei wird zwischen der Setzungsbewegung in der Schneedecke und dem Schneegleiten unterschieden. Besonders gefährdet sind grasige Standorte, reine Laubwälder oder Mischbestände mit sehr hohem Laubholzanteil an süd- und westexponierten Hängen. Dürres Gras und Laub bilden eine ideale Gleit- oder Rutschbahn für die Schneedecke. Hohe Stöcke und schräg im Hang verankerte Stämme sind eine wirksame Massnahme gegen Schneegleiten und -kriechen. Wenn dies nicht ausreicht, sind technische Massnahmen zur Erhöhung der Bodenrauigkeit wie Dreibeinböcke, Pfählungen oder Bermen erforderlich.

Gleitschneeschutz



Abb. 6-52: Ein Stachelbaum zur Reduzierung der Schneebewegungen an einem grasigen Hang. Durch das Einsägen der Rinde wird der Befall durch Borkenkäfer verhindert. Praktiziert durch Fredy Zuberbühler in Ritzingen VS.

Der Wilddruck wird oft zum entscheidenden Faktor für den Verjüngungserfolg. Weil in höheren Lagen die Verjüngung ohnehin zum «knappen Gut» wird und der waldbauliche Erfolg insbesondere im Schutzwald davon abhängt, dass über die gesamte Waldfläche verteilt auch in kleineren Lücken Verjüngung aufwachsen kann, führen hohe Wildbestände häufig zu Problemen. Dies insbesondere dann, wenn für die Erfüllung der Waldleistungen verbissanfällige Baumarten benötigt werden. Aufgrund des Klimawandels ist dies heute noch viel verbreiteter der Fall. Insgesamt ist gegenwärtig in grossen Teilen der Schweizer Gebirgs- und Schutzwälder der Wildeinfluss eindeutig zu hoch - der gesetzliche Auftrag an die Kantone, das Wild dementsprechend zu regulieren, wird dort nicht ausreichend umgesetzt. Die waldbaulichen Möglichkeiten zur Problemlösung sind oft sehr beschränkt, aber vorhanden und wichtig: Massnahmen zur Verbesserung des Lebensraumes und zur Erleichterung der **Bejagung**. In der Regel können solche Massnahmen so

Wald-Wild-Problem

umgesetzt werden, dass sie auch zur Strukturierung der Waldbestände beitragen. Der Aufwand für Wildschutzmassnahmen wie Einzelschutz oder Zäune ist im Gebirge oft unverhältnismässig und stellt weder kurz- noch mittelfristig eine Problemlösung für grössere Flächen dar.

Die **Vollzugshilfe Wald und Wild** (BAFU, 2010) definiert die Vorgehensweise bei Wald-Wild-Problemen. Für sachliche Problemlösungen sind objektive Grundlagen wichtig. Es existieren verschiedene Methoden zur Erhebung und Beurteilung des Wildeinflusses auf die Waldverjüngung, auf die hier nicht weiter eingegangen wird.

Die Erkenntnisse und Erfahrungen zur Verjüngung der Gebirgsnadelwälder wurden in OTT ET AL., 1997, S27f zusammengetragen:

Kriterien für die Verjüngung

- **Montane Stufe – Ansamungs- und Anwuchsphase**
- **Montane Stufe – Aufwuchsphase**
- **Subalpine Stufe, Nordexposition (Schattenhang) – Ansamungs- und Aufwuchsphase**
- **Subalpine Stufe, Südexposition (Sonnenhang) der nördlichen Zwischenalpen – Ansamungs- und Anwuchsphase**
- **Subalpine Stufe – Aufwuchsphase**

6.5.1 Zur Verjüngung der hochmontanen Fichtenwälder

Das Hauptverbreitungsgebiet dieser Wälder liegt in den zentralen Hochalpen und in den Zwischenalpen. Die Fichte kann sich bereits bei diffusem Licht oder in kleinen Öffnungen ansamen. Je besser die Bestände strukturiert sind, umso eher sind daher Stellen mit Ansamung und Anwuchs zu finden. Unter solchen Voraussetzungen kann die vorhandene Verjüngung durch die Erweiterung der Öffnungen relativ einfach gefördert werden. Etablierter Anwuchs ist durch periodische Austrocknung nicht mehr so stark gefährdet wie die Ansamung.



Abb. 6-5-1: Nach erfolgreicher Ansamung leidet dieser Anwuchs nun deutlich unter Lichtmangel. Hochmontaner Fichtenwald, Susch GR.

Öffnungen

Die Öffnungsgrösse richtet sich einerseits nach den Anforderungen der Schutzwaldpflege und andererseits nach den vorhandenen Verjüngungsansätzen und den Rändern des verbleibenden Bestandes. Stabile Ränder sind besonders wichtig, da in der gleichen Eingriffsfläche je nach Zuwachs mit einem Eingriffsturnus von 20 bis 40 Jahren gerechnet werden muss.

In geschlossenen Beständen ohne Verjüngung ist oft ein zweistufiges Vorgehen sinnvoll. In einem ersten Schritt müssen Bedingungen geschaffen werden, welche die oben erwähnte Ansamung ermöglicht. Dies geschieht durch Auflichtungen und kleine Öffnungen. Je nach Standort ist dabei darauf zu achten, dass einerseits genügend Niederschlag bis auf den Boden gelangt und andererseits keine zu starke Besonnung der verjüngungsgünstigen Stellen entsteht. Verjüngungsgünstig sind Stellen mit Mineralerde, Moderholz oder schwacher Vegetationsbedeckung – die Beachtung der jeweiligen Standortverhältnisse ist unumgänglich. Sobald Anwuchs vorhanden ist, können wie oben beschrieben, die Öffnungen in einem zweiten Schritt erweitert werden, wobei die Beachtung stabiler Rändern schwieriger sein wird.

In vielen Fällen neigt man in der Praxis allerdings aus wirtschaftlichen und holzerntetechnischen Gründen dazu, die Öffnungen in einem Eingriff so gross anzulegen, dass sie auch für den Aufwuchs genügend gross sind. Auf der Suche nach stabilen Rändern oder durch (oft absehbare) Folgeschäden entstehen dabei teilweise sehr grosse Öffnungen. Im günstigen Fall stellt sich trotzdem in nützlicher Frist Verjüngung ein, die dann durch nachfolgende Pflegeeingriffe strukturiert werden kann. Im ungünstigen Fall muss mit langjährigen Verzögerungen der Verjüngung gerechnet werden, verursacht je nach Standort u.a. durch Austrocknung, Vegetationskonkurrenz oder Schneebewegungen. Dadurch entstehen Zuwachsverluste und im Schutzwald Schutzdefizite.

Neuere Untersuchungen ([Brang et al 2017](#)) zeigen, dass in gut 50 % von 30 untersuchten grossen Verjüngungsöffnungen auf hochmontanen und wüchsigen subalpinen Standorten 8 bis 24 Jahre nach dem Eingriff keine ausreichende Verjüngung vorhanden war. Erfolgreich konnten sich grosse Verjüngungslücken insbesondere dann verjüngen, wenn vor dem Eingriff ausreichend Vorverjüngung vorhanden war (siehe auch [Kapitel 7.3](#)).

Insbesondere im Schutzwald muss beim Anzeichnen im Zweifelsfall eine „Reserve für Folgeschäden“ berücksichtigt werden, damit die Öffnungen schlussendlich nicht zu gross werden.

6.5.2 Zur Verjüngung der hochmontanen Tannen-Fichtenwälder

Das Hauptverbreitungsgebiet dieser Wälder liegt in den Voralpen und Zwischenalpen mit eher ozeanisch geprägtem Klima und günstigen Bedingungen für eine üppige Bodenvegetation. Die Tanne und gelegentlich auch die Vogelbeere oder der Bergahorn können sich bereits unter Schirm ansamen und sehr lange im Schatten ausharren, bevor sich die Krautschicht entwickelt. Die Fichte braucht mehr Licht, soviel, dass sich gleichzeitig auch die Krautschicht stark entwickeln kann.

Unter natürlichen Bedingungen können bei vorhandener Ansamung grössere Öffnungen geschaffen werden, wobei der Vorsprung der Verjüngung gegenüber der Konkurrenzvegetation für einen erfolgreichen Aufwuchs ausreicht.



Abb. 6-5-21: Mehrjähriger Tannensämling unter einem alten Baum. Die Tanne hat die Fähigkeit, lange Zeit im Schatten zu verharren, um dann bei günstigen Bedingungen aufzuwachsen. Diese Verjüngungsreserve wirkt wie eine Versicherung bei Naturereignissen. Hochmontaner Tannen-Fichtenwald, Pfäfers SG.

Bedeutung der Tanne

Wenn die Tanne fehlt oder sich wegen zu hohem Verbissdruck der Schalenwildarten nicht entwickeln kann, wird die Verjüngung sehr schwierig. Je wüchsiger der Standort, umso üppiger und bedrohlicher wird die Bodenvegetation für die Verjüngung. Das Resultat sind je nach Standort vergraste oder durch Hochstauden besetzte Bestandeslücken ohne Verjüngung, allenfalls mit einzelnen Bergahornen. Ähnlich ist die Situation sehr oft in den Tannen-Buchenwäldern der obermontanen Stufe. Angesichts der fehlenden Verjüngung ziehen manche Waldbauer die falsche Schlussfolgerung, die Öffnungen seien zu klein.

Diese „Störung“ des Verjüngungsprozesses führt zu einer eigentlichen Blockade der Waldentwicklung und schränkt den Handlungsspielraum für die Bewirtschaftung massiv ein. Die Schutzwirkung des Waldes wird reduziert. Die langfristigen wirtschaftlichen Auswirkungen sind nicht ohne Weiteres quantifizierbar und werden in der Wald-Wild-Diskussion (noch) zu wenig beachtet.

Eine Möglichkeit zur Quantifizierung bietet die Abschätzung der Kosten für folgende Aspekte:

- Kosten für Wildschadenverhütungsmassnahmen zum Erhalt der Schutzwirksamkeit des Waldes
- Verzögerung/Verhinderung der Waldverjüngung und daraus entstehende Konsequenzen (Risikoanstieg, technische Schutzmassnahmen)
- Folgeinvestitionen in temporäre Schutzbauten, deren Ziele wildbedingt verfehlt werden
- Kosten für Verjüngungseinleitung, deren Ziele wildbedingt nicht erreicht werden können.

Mit diesem Vorgehen konnten im Rahmen mehrerer Fallstudien in verschiedenen Schutzwäldern in der Schweiz die langfristigen wirtschaftlichen Auswirkungen von zu hohem Verbissdruck durch Wildhuftiere im Schutzwald aufgezeigt werden (ZÜRCHER N., FREHNER M., AB 2016: MEHRERE FALLSTUDIEN ZUR MONETÄREN BEWERTUNG VON WILDHUFTIERBEDINGTEN VERJÜNGUNGSPROBLEMEN IM SCHUTZWALD).



Abb. 6-5-22: Beispiel einer erfolgreichen Tannenverjüngung im Unterwallis im Verbreitungsgebiet von Hirsch und Wolf, Vérossaz VS.

6.5.3 Zur Verjüngung der subalpinen Fichtenwälder

Im Unterschied zur montanen Stufe fehlt subalpin die Tanne und die Fichte braucht direkte Sonneneinstrahlung, um genügend Wärme für die Ansamung und den Anwuchs zu erreichen. Dadurch wird der Verjüngungsprozess zu einem Wettrennen gegen die Entwicklung der Konkurrenzvegetation. In den Randalpen und an Nordhängen ist diese Konkurrenz stärker als in den kontinentalen Hochalpen und an Südhängen.

Um dieses Wettrennen zu gewinnen, braucht es in erster Linie für die Verjüngung geeignete Kleinstandorte. Am besten ist auf den meisten subalpinen Standorten ein ausreichender Vorrat an Moderholz. Günstig sind auch Stellen mit Mineralerde, kleine Kuppen oder Trupps von Vogelbeeren. Die Bestandesöffnungen müssen nun gezielt so angelegt werden, dass die verjüngungsgünstigen Stellen im Juni mindestens 2 Stunden direkte Sonne erhalten (gemessen mit Sonnenkompass). Im Idealfall können ganze Rotten entfernt werden. Lange (1 – 2 Baulängen) und schmale (ca. ½ Baumlänge in Fallinie) Schlitzlöcher sind besser als runde Löcher, in denen die Gefahr von Schneeansammlungen grösser ist. Wichtig ist, dass dabei stabile Ränder zurückbleiben. Bewährt hat sich auch die Förderung von bestehenden Verjüngungsansätzen durch die Verlängerung der Besonnung nach den oben genannten Kriterien. Auch hier ist der Sonnenkompass ein geeignetes Hilfsmittel für die Beurteilung und Steuerung der Lichtverhältnisse in den Schlitzlöchern.

Vegetationskonkurrenz

Verjüngungsgünstige Kleinstandorte

Verjüngungsschlitzlöcher



Abb. 6-5-3: Verjüngung
in einem subalpinen
Fichtenwald. Wangs SG

Erschwerend wirkt sich die Tatsache aus, dass Samenjahre mit zunehmender Höhe immer seltener werden (alle 5 – 15 Jahre). Im Idealfall treffen günstige Kleinstandorte, der Zeitpunkt des Eingriffes, die Samenproduktion und günstige Witterung für die Keimung zusammen. Da sich das aber nur bedingt steuern lässt, besteht die Gefahr, dass sich die Konkurrenzvegetation ausbreitet. Umso wichtiger wird die Beachtung von Kleinstandorten, welche möglichst einige Jahre lang verjüngungsgünstig bleiben. Dazu gehört insbesondere das Moderholz. Bei regulären Eingriffen und auch bei Zwangsnutzungen (z.B. Käferbefall, Schneedruck oder Sturmschäden) sollte man deswegen regelmässig einen Teil des Holzes liegen lassen und wenn nötig entrinden. Damit entsteht längerfristig der für die Verjüngung dringend notwendige Vorrat an Moderholz.

Moderholz

Austrocknung

An Südhängen, insbesondere in den trockeneren Regionen der kontinentalen Hochalpen und der Zwischenalpen kann zu viel direkte Sonneneinstrahlung auch austrocknend wirken. Es ist darauf zu achten, dass die verjüngungsgünstigen Stellen keine direkte Überschirmung haben (Niederschlag), ohne dass eine übermässige Besonnung entsteht. Wenn Aufwuchs vorhanden ist, ist direkte Sonnenstrahlung günstig.

7 Umsetzung waldbaulicher Massnahmen

7.1 Allgemeine Überlegungen

Waldbauliche Massnahmen sind immer auch mit technischen und wirtschaftlichen Fragen verbunden. Waldbau ist eine verbindende Disziplin und ist nie Selbstzweck. Im Zentrum steht die langfristige und möglichst ökonomische Erfüllung der übergeordneten Ziele.

Die vorgeschlagenen Eingriffe müssen im Sinne der **sieben Grundsätze** immer auch auf ihre Verhältnismässigkeit hin überprüft werden; sind sie wirklich nötig, möglich, wirksam und verhältnismässig?

Die Holzernte im Gebirgswald ist meistens aufwändiger als im Flachland und oft ist in Steillagen keine kostendeckende Holzernte möglich. Auf keinen Fall aber dürfen kurzfristige wirtschaftliche Interessen zu Lasten der langfristigen waldbaulichen Ziele durchgesetzt werden. Langfristig betrachtet wäre das auch ökonomisch nicht sinnvoll. Im Schutzwald sind die waldbaulichen Anforderungen bei der Wahl der Holzerntetechnik vorrangig zu berücksichtigen. Der Verzicht auf die Nutzung des Holzes muss dabei ebenfalls in Betracht gezogen werden können.

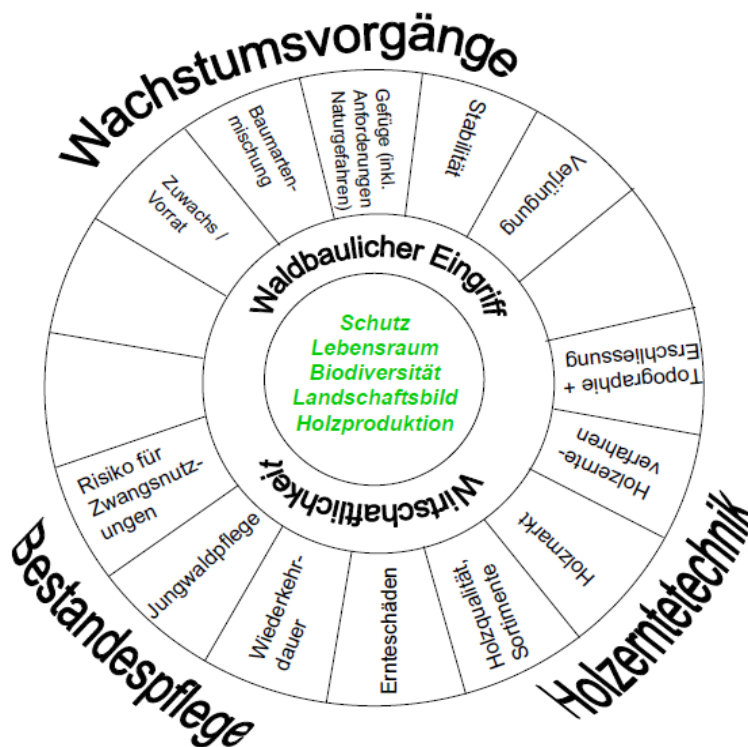


Abb. 7-6: Vernetztes Denken verbessert den Betriebserfolg

Es wird jener waldbauliche Eingriff gewählt, welcher langfristig gesehen möglichst wirtschaftlich ist und mit dem die gesetzten Ziele (z.B. Schutz vor Naturgefahren) erreicht werden können.

Das Schema ist unvollständig - nur einige der vielen wirkenden Faktoren sind aufgeführt.

7.2 Waldbau und Holzernte koordinieren

Auch im Gebirgswald kann Waldbau nicht losgelöst von der Holzerntetechnik betrachtet werden – ob nun boden-, seil oder luftgestützte Verfahren zur Anwendung kommen. Umgekehrt darf es nicht geschehen, dass ein Holzernteverfahren ungeachtet der waldbaulichen Zielsetzungen angewendet wird.

Eine der wichtigsten Aufgaben des Försters ist die Koordination von Waldbau und Holzernte. Die möglichst ideale Abstimmung der langfristigen Waldbauziele mit der Grob- und Feinerschliessung unter Einbezug der Holzernteverfahren nach dem Stand der heutigen Technik in den unterschiedlichen Geländekammern ist anspruchsvoll. Diese Arbeit stellt eine der Kernkompetenzen des Försters dar. Er ist zudem das zentrale Bindeglied zwischen den überbetrieblichen Ansprüchen an den Wald seitens des kantonalen Forstdienstes und der konkreten Umsetzung im Gelände mit eigener Forstequipe oder Forstunternehmern.

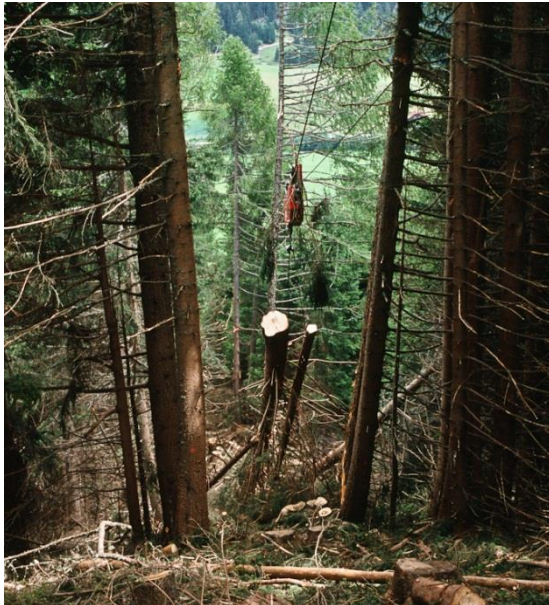


Abb. 7-6-2: Die moderne Seilkrantechnik ermöglicht eine schonende Bringung bei oft sehr grossen Rückedistanzen.

Die Anzeichnung erfolgt in Kenntnis der angewendeten Technik und erfordert grosse Aufmerksamkeit. Hochmontaner Fichtenwald, Lehrwald Spegnas GR.

Waldbaulicher Handlungsspielraum

Fallbeispiel: Lehrwald Spegnas

Vor dem Anzeichnen müssen unter Berücksichtigung der waldbaulichen Ziele der **waldbauliche Handlungsspielraum** definiert und das zur Anwendung kommende Holzernteverfahren geklärt sein. Bei den seilgestützten Verfahren muss die Seillinie abgesteckt sein, bei den bodengestützten Verfahren müssen Rückegassen oder Maschinenwege festgelegt sein. Unter diesen Voraussetzungen ist es möglich, die Anzeichnung so zu gestalten, dass die Umsetzung technisch und wirtschaftlich in einem angemessenen Verhältnis erfolgt und der verbleibende Bestand möglichst unbeschädigt bleibt.

7.3 Die Eingriffsstärke festlegen

„Holz wächst an Holz.“ Das traditionelle Hauptprodukt der Waldwirtschaft im eigentlichen Sinne ist der Zuwachs an nutzbarem Holz, wobei auch hier schon seit langem die anderen Waldfunktionen mehr oder weniger stark berücksichtigt wurden und werden. In der Schutzwaldpflege ist das primäre Produktionsziel jedoch eine möglichst grosse und langanhaltende Schutzwirkung vor den massgebenden Naturgefahrenprozessen. Damit ist dort das Holz «nur» noch **Koppelprodukt**.

Holz = Produkt und Produktionsmittel gleichzeitig

Als eine weitere Eigenheit der Waldwirtschaft wird mit der Nutzung nicht nur das Produkt Holz geerntet, sondern auch der Baum als Produktionsmittel entfernt. Diesem fundamentalen Unterschied der Waldwirtschaft zu anderen Branchen wird nicht immer genügend Rechnung getragen. Insbesondere im Seilkrangelände ist angesichts der relativ hohen Installationskosten die Versuchung gross, möglichst viele der verwertbaren Bäume zu ernten, obwohl diese aus ertragskundlicher Sicht noch nicht hiebsreif, für die weitere Entwicklung des Bestandes nützlich oder für die Schutzwirkung wichtig wären.



Abb. 7-6-1: Im Unterschied zur Obsternte wird bei der Holzernte das Produktionsmittel Baum entfernt.

Basierend auf verschiedenen Arbeitstagen zum Thema (u.a. in Graubünden 2009) und einem Forschungsprojekt der WSL, an welchem auch die GWP mitwirkte ([Brang et al 2017](#)) können in kurzer Form folgende Aussagen zur Eingriffsstärke zusammengefasst werden:

- **Verjüngungserfolg in grossen Lücken:** Die Schaffung grosser Verjüngungslücken in der hochmontanen und subalpinen Höhenstufe führt oft (im erwähnten WSL Projekt auf über 50% der Flächen) zu ungenügendem Verjüngungserfolg und es besteht ein beträchtliches Risiko, dass die Verjüngung dieser Flächen über Jahrzehnte ungenügend ist (siehe auch [Kapitel 6.5.1](#)). Allerdings konnte aus den in Brang et al 2017 verwendeten Datensätzen auch nicht eindeutig abgeleitet werden, dass feinere Eingriffe zu besseren Verjüngungserfolgen führen. Dies widerspricht jedoch den waldbaulichen Erfahrungen vieler Gebirgswaldbauer und auch der Autoren dieser Praxishilfe.
- **«Holz wächst an Holz»:** Aus ertragskundlicher Sicht macht es oft Sinn, Bäume oder Baumgruppen noch stehen und damit wachsen zu lassen, anstatt flächig zu räumen. Im Idealfall kann sich dank kleinflächigem Nebeneinander die Verjüngung erfolgreich entwickeln, während auf derselben Fläche der Altbestand weiterhin beachtliche Holzzuwächse liefert. So konnte auch gezeigt werden, dass Bäume am Lückenrand ihren Zuwachs deutlich steigern können, was ein Argument für lange Bestandesränder und damit kleinere Öffnungen ist.
- **Der Einfluss der Eingriffsstärke auf die Holzerntekosten ist beschränkt:** Dieser hängt stark von der Eingriffsstärke und den «Fixkosten» (Seillinien-Installation etc.) ab: Typischerweise sinken die Kosten pro m³ mit steigender Eingriffsstärke im Bereich von unter etwa 100 m³/ha Aushieb (= rund 0.6 m³/m' Seillinie) erheblich. Bei höheren Eingriffstärken nimmt dieser Effekt jedoch stark ab und wird häufig überschätzt. Hinzu kommt, dass in der Schutzwaldpflege die Kosten pro ha deutlich entscheidender sind als jene pro m³ genutztes Holz.

- **Jungwaldpflege-Aufwand kann reduziert werden:** Durch „schlaue“ waldbauliche Konzepte können der Aufwand für die Jungwaldpflege sowie die Risiken für die Entstehung eines zukünftigen «Problembestandes» aufgrund falscher/fehlender Pflegeeingriffe klein gehalten werden.
- **Risiko für Folgeschäden steigt:** Erfahrungen lassen vermuten, dass starke Eingriffe tendenziell zu mehr Folgeschäden führen als schwache.
- **Starke Eingriffe fördern homogene Folgebestockungen:** Dies widerspricht in der Regel den waldbaulichen Zielsetzungen im Gebirgs- und insbesondere im Schutzwald und kann auch mit zielgerichteter Jungwaldpflege nur beschränkt verhindert werden.

8 Planung und Controlling

Obwohl sich der Waldbauer typischerweise auf Bestandesebene mit dem Wald beschäftigt, dürfen waldbauliche Entscheidungen nicht isoliert im einzelnen Bestand getroffen werden. Einerseits braucht es für die Herleitung von Massnahmen einen Überblick über die umliegenden Wälder, um die Bedeutung des einzelnen Bestandes im gesamten Kontext zu verstehen (z.B. ganzer Prozessraum im Steinschlagschutzwald). Und andererseits sollen die Massnahmen in der gleichen Feinerschliessungseinheit räumlich und zeitlich koordiniert werden (Mehrjahresplanung). Zudem ist es mit der Ausführung einer Massnahme nicht getan, sondern es braucht ein entsprechendes Controlling, um die Entwicklung der Wälder über lange Zeiträume wirksam lenken zu können.

Waldbau nicht nur im einzelnen Bestand

8.1 Waldbauliche Planung

Als Grundlage für die waldbauliche Mehrjahresplanung legt die betriebliche Planung die mittel- bis langfristigen Ziele fest und kombiniert darin die betrieblichen mit den überbetrieblichen Zielsetzungen. Diese beinhalten idealerweise nebst qualitativen Zielen auch quantitative Angaben zu Nutzungsmengen oder zu behandelnder Fläche. Ebenso werden die vorgesehenen waldbaulichen Aktivitäten gebietsweise in groben Zügen definiert und priorisiert, typischerweise mit einem Planungshorizont von ca. 12 Jahren. Weiterführende Informationen zur betrieblichen Planung im Gebirgswald und der darin eingebetteten nachfolgend beschriebenen Mehrjahresplanung sind im [Projektbericht «Betriebliche Planung im Gebirgswald»](#) sowie einem [WaPlaMa-Infoblatt-Artikel](#) über dieses Projekt zu finden.

Mit der Mehrjahresplanung werden die Zielsetzungen aus der Betriebsplanung gebietsweise mit aufeinander abgestimmten Massnahmen konkretisiert. Sie dient der räumlichen und zeitlichen Koordination der waldbaulichen Massnahmen innerhalb von grösseren räumlichen Einheiten (Feinerschliessungseinheiten) über längere Zeiträume. Grundlage einer Mehrjahresplanung ist die Beurteilung von Handlungsbedarf und Dringlichkeiten über den Planungssperimeter (Feinerschliessungseinheit) sowie ausgearbeitete Feinerschliessungskonzepte.

Mehrjahresplanung: Räumliche und zeitliche Koordination von Massnahmen

Feinerschliessungseinheit

Eine fundierte Mehrjahresplanung kann somit kaum gleichzeitig flächendeckend über den ganzen Betrieb gemacht werden, sondern erfolgt vorzugsweise in Etappen, indem dringliche Feinerschliessungseinheiten zuerst geplant werden. Wichtig ist dabei, dass immer die gesamte Feinerschliessungseinheit als Ganzes betrachtet wird. Mit entsprechenden [Planungsinstrumenten](#) kann daraus eine sogenannt rollende Massnahmenplanung resultieren, indem laufend Massnahmen ausgeführt und neue mit unterschiedlichem Konkretisierungsgrad geplant werden.

Die Waldbauliche Mehrjahresplanung gehört zu den Kernkompetenzen des Försters und erfordert sowohl planerische als auch waldbauliche Fähigkeiten. Sie ist neben der Anzeichnung der entscheidende Schritt, der über die Zielerreichung entscheidet.

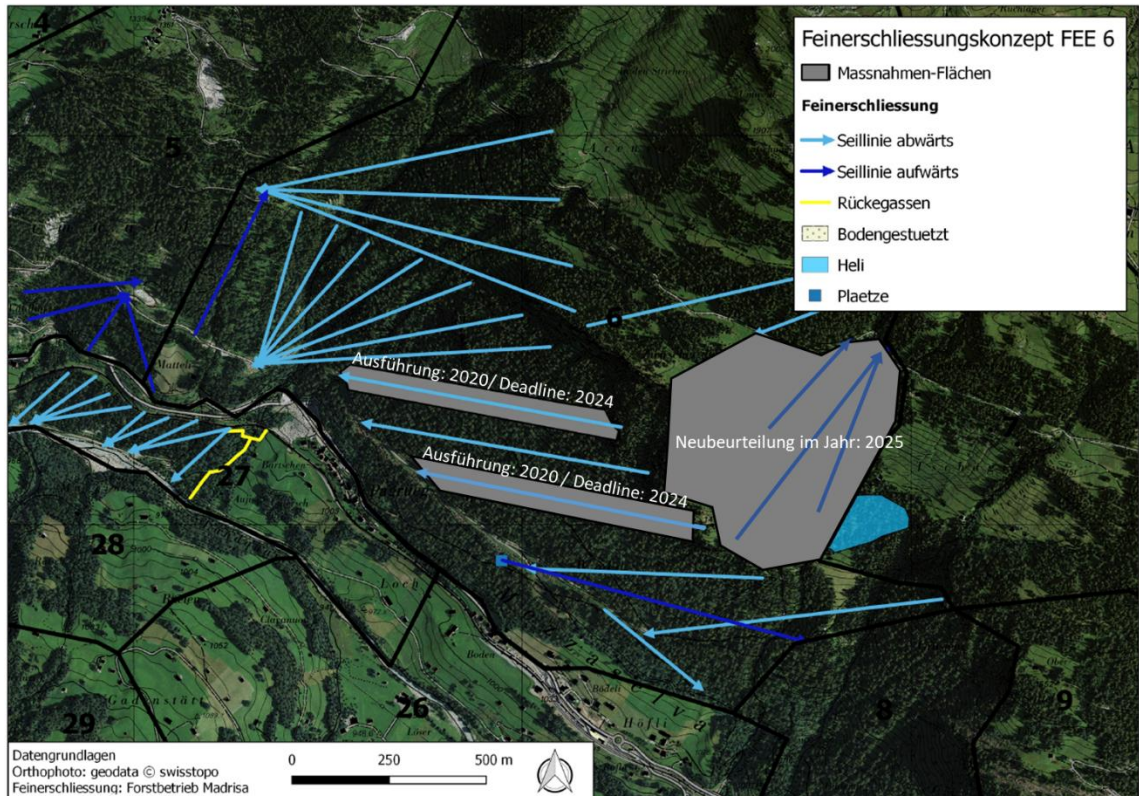


Abb. 8-1: Auf die waldbaulichen Ziele abgestimmte Feinerschlussungskonzepte sind eine wichtige Voraussetzung für die Mehrjahresplanung

Priorisierung

Grundlage für die waldbauliche Massnahmen-Planung ist immer auch eine **Priorisierung**. Es geht darum, die (teils öffentlichen) Mittel möglichst effizient einzusetzen. Dazu muss einerseits als Teil der überbetrieblichen Planung auf Stufe Kanton eine Priorisierung der Waldflächen vorgenommen werden (z.B. im Rahmen des WEP). Dabei spielt die *Wichtigkeit* des zu behandelnden Waldes eine Rolle, z.B. wenn das Unterlassen von Massnahmen aufgrund beschränkter Mittel negative Konsequenzen hat. Hier geben verschiedene Kantone eine Priorisierung für die Schutzwälder vor. Andererseits geht es auch um die Priorisierung der Massnahmen, was grundsätzlich Sache der betrieblichen Planung ist. Hier spielt auch die *Dringlichkeit* von Massnahmen eine Rolle, d.h. wann mit welchen Massnahmen eine entsprechende Wirkung erzielt werden kann. Der Projektbericht *Priorisierung im Schutzwald* (KÜHNE, K. UND THORMANN, JJ., 2019) bietet zu diesem Thema eine schweizweite Übersicht.

8.2 Waldbauliche Erfolgskontrolle

Der Gebirgswald ist ein dynamisches und nicht immer berechenbares System, dessen Entwicklung sich mit unvermeidlichen Störungen wie Stürmen oder Insektenkalamitäten auch immer wieder abrupt ändert. Zudem stellt uns beispielsweise der Klimawandel vor Situationen, für die wir nicht auf Erfahrungswerte aus der Vergangenheit zurückgreifen können. Gebirgswald- und Schutzwaldpflege erfordern Geduld und Vertrauen in die Kräfte der Natur sowie ein behutsames Vorgehen unter Berücksichtigung der natürlichen Dynamik.

Wald als dynamisches System

Damit Entwicklungen nachvollzogen und die Wälder zielgerichtet gelenkt werden können, braucht es ein geeignetes Controlling (aus dem Englischen «to control» im Sinne von «steuern», ≠ «Kontrolle»!), das die Langfristigkeit der Prozesse im Gebirgswald berücksichtigt. Die überbetriebliche und betriebliche Planung schaffen mit der Festlegung von waldbaulichen Zielen und angepassten Controlling-Instrumenten die Grundlagen für das waldbauliche Controlling.

Lenkung der Waldentwicklung

Mit der in NaiS enthaltenen Erfolgskontrolle im Schutzwald soll vor allem das waldbauliche Wissen gestärkt und Lernfortschritte in der Waldbehandlung ermöglicht werden. Es geht aber auch darum, Rechenschaft darüber abzulegen, was mit dem Einsatz öffentlicher Gelder im Wald erreicht werden konnte. Die waldbauliche Erfolgskontrolle nach NaiS umfasst vier Ebenen und sucht Antworten auf folgende Fragen:

Erfolgskontrolle im Schutzwald

- **Vollzugskontrolle:** Sind die geplanten Massnahmen am richtigen Ort und fachgerecht ausgeführt worden? Es ist Aufgabe der Bewirtschafter, die Informationen in geeigneter Form festzuhalten.
- **Wirkungsanalyse:** Haben die ausgeführten Massnahmen oder gezielten Unterlassungen die erwartete Wirkung auf den Waldzustand? Die Wirkungsanalyse dient in erster Linie dazu, die Fachkompetenz der Bewirtschafter zu fördern.
- **Zielerreichungskontrolle:** Inwieweit entspricht der Waldzustand den Anforderungsprofilen? Verbessert sich der Zustand des Schutzwaldes auf nationaler oder regionaler Ebene? Die Zielerreichungskontrolle ist ein wichtiges Bindeglied zu übergeordneten Planungs- und Kontrollebenen.
- **Zielanalyse:** Sind die festgelegten Anforderungsprofile weiterhin angemessen und zweckmässig? Dies ist die Aufgabe des gesetzlichen Auftraggebers und somit des Bundes. Erkenntnisse aus der Forschung sowie Erfahrungen der Praxis fliessen in die Zielanalyse ein.

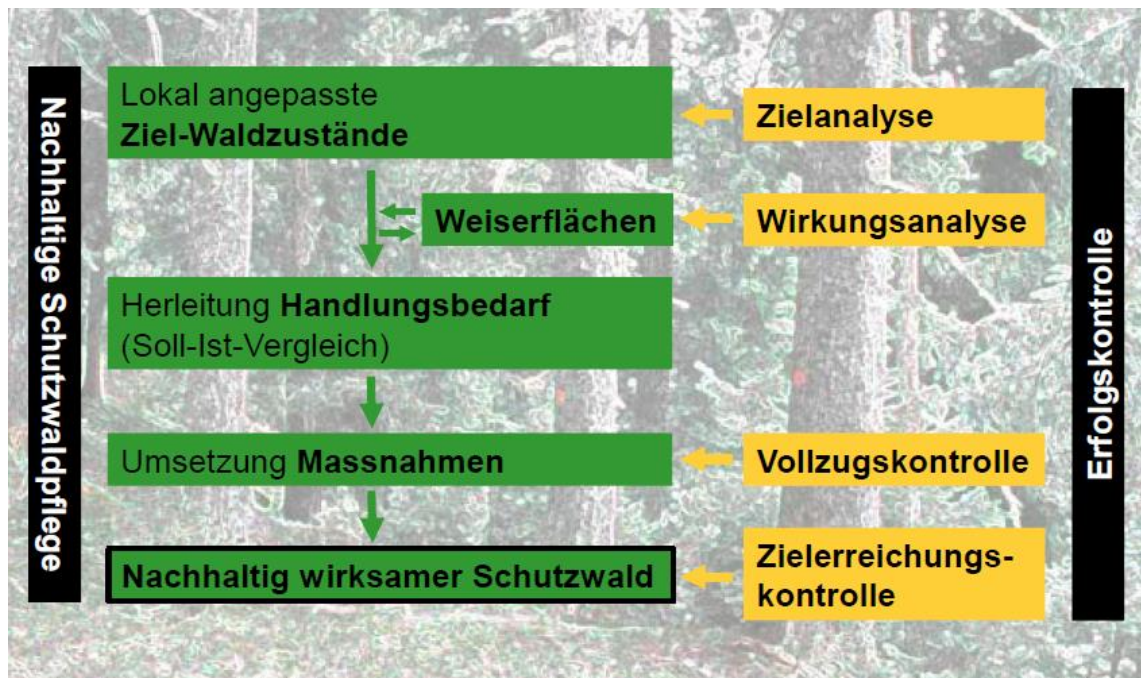


Abb. 8-2: Die vier Ebenen der Erfolgskontrolle nach NaiS: Die Wirkungsanalyse auf Weiserflächen ist ein zentrales Element.

8.2.1 Wirkungsanalyse auf Weiserflächen

Die Wirkungsanalyse auf Weiserflächen ist zentraler Teil der Wegleitung NaiS und einer von vier Qualitätsindikatoren zur Schutzwaldpflege in den Programmvereinbarungen zwischen dem Bund und den Kantonen. Sie fördert die Fachkompetenz der Bewirtschafter und ermöglicht damit eine hoch wirksame Schutzwaldpflege, weil diese auf die lokalen Gegebenheiten abgestimmt ist und auf dem aktuellsten Erfahrungswissen beruht. Weil die Wirkungsanalyse so wichtig ist, müssen die Bewirtschafter dafür gut ausgebildet sein.

Nachvollzogene Entwicklungen bedeuten Erfahrungen und sind in der Schutzwaldpflege zentral. Der Umgang mit diesen Erfahrungen ist aber nicht einfach. Es dauert teilweise mehr als eine Förstergeneration bis Veränderungen sichtbar werden. Das menschliche Gedächtnis und oft auch der waldbauliche 'Götterblick' sind selektiv. Der direkte Vergleich von Varianten ist oftmals nicht möglich.

Die **Wirkungsanalyse** ist der Kern des waldbaulichen Controllings im Schutzwald. Voraussetzung ist eine genaue Beobachtung der Waldentwicklung. Damit dies möglichst zielorientiert, langfristig nachvollziehbar und mit einem vertretbaren Aufwand gemacht werden kann, konzentriert sich die Wirkungsanalyse auf sogenannte Weiserflächen. Das sind repräsentative Ausschnitte von Beständen von ungefähr 1 Hektare Grösse. Darin haben die Bewirtschafter spezielle waldbauliche Fragen, auf welche sie Antworten suchen. Auf den Weiserflächen werden diese waldbauliche Fragestellungen intensiv beobachtet. Die dazu notwendigen Fragestellungen und Massnahmen werden dokumentiert und in ihrer Entwicklung festgehalten.

Weiserflächen sowie die Wirkungsanalyse sind damit multifunktionale Instrumente für die Sammlung und Sicherung der waldbaulichen Erfahrungen, des Wissens der auf der Fläche aktiven Bewirtschafter und der waldbaulichen Erfolgskontrolle. Sie sind auch deshalb besonders wichtig, weil Stellenwechsel und Pensionierungen oftmals zum Verlust von waldbaulichen Erfahrungsschätzen führen.

Die Wirkungsanalyse ist eine wichtige und anspruchsvolle Aufgabe der Förster im Verbund mit den Regionalforstingenieuren und evtl. weiteren Fachpersonen auf den Weiserflächen. Je nach Höhenlage und Waldgesellschaft erfolgt sie 5 – 15 Jahre nach der Einrichtung der Weiserflächen und ausgeführten Massnahmen. Aus dieser Arbeit mit Weiserflächen können wertvolle

Waldbaulicher Erkenntnisgewinn auf Weiserflächen

Der Förster muss die zentrale Figur bei der Wirkungsanalyse sein.

Erfahrungen gewonnen werden, die auch anderen Forstpraktikern helfen. Dafür müssen die Erfahrungen ausgetauscht, überprüft und weitergegeben werden.

Voraussetzungen für eine effiziente Wirkungsanalyse sind:

- Dokumentation des Ausgangszustandes vor dem Eingriff
- genaue Formulierung der Zielsetzung und waldbaulichen Fragestellung
- Dokumentation der ausgeführten Massnahmen
- Beobachtung und Dokumentation der Veränderungen sowie Neubeurteilung des Zustandes am Ende der Beobachtungsperiode
- Ergebnisoffenheit, Bereitschaft zur Diskussion und waldbauliche Selbstreflexion aller Teilnehmenden



Abb. 8-2: Die Entwicklung eines Fichtensämlings in einem Käferloch zwischen 1997 und 2004. Pfäfers SG

Am Ende jeder Wirkungsanalyse steht die Frage, welche Ergebnisse auf andere Waldflächen übertragen werden können oder anderweitig wichtig sind und daher weiterverbreitet werden sollten. Mit der Unterstützung des BAFU stellt die Fachstelle für Gebirgswaldpflege der Praxis eine Weiserflächen-Plattform zur Verfügung. Die Plattform ist unter www.suissemais.ch frei zugänglich. Die Lieferung und Aktualisierung der Daten erfolgt direkt durch die Kantone.

SuisseMais

Die Weiserflächen-Datenbank soll dazu dienen, einen Überblick über die vorhandenen Weiserflächen und die daraus resultierenden Erfahrungen zu verschaffen und diese Informationen einem erweiterten Kreis von Interessenten zur Verfügung zu stellen.

Die Wald- und Holzforschungsförderung Schweiz (WHFF-CH) unterstützte in den Jahren 2016 – 18 das Projekt *Waldbauliche Wirkungsanalyse auf Weiserflächen* (SCHWITTER R., WASSER B., ZÜRCHER S., 2018). Der [Grundlagen-](#) und [Synthesebericht](#) liegen seit Mai 2018 vor. Als Hauptergebnis bestätigt das Projekt, dass die Methode der Wirkungsanalyse zielführend ist. Die zentralen Schlussfolgerungen aus dem Projekt sind:

- Das Potenzial der Weiserflächen für die kommenden Jahre ist gross.
- Viele Kantone haben bisher v.a. Weiserflächen eingerichtet und dokumentiert. Die Wirkungsanalyse steht jedoch mehrheitlich noch bevor.
- Neben den Arbeiten auf Stufe Kanton besteht erhebliches Potenzial in der Auswertung der Erfahrungen auf nationaler Ebene.

Um dieses Potenzial zu nutzen, wird in den kommenden Jahren mit dem BAFU-Umsetzungsprojekt *Inwertsetzung der waldbaulichen Erfahrungen aus den Mais-Weiserflächen* an der Fachstelle für Gebirgswaldpflege weitere Entwicklungs- und Unterstützungsarbeit für die Instrumente Weiserflächen und Wirkungsanalyse geleistet werden können.

9 Glossar

Das Glossar bezieht sich auf den [Anhang 9 aus NaiS](#) und enthält die Begriffe, welche für die Schutzwaldpflege verwendet werden.

10 Literaturverzeichnis

- BISCHOFF, 1987: Pflege des Gebirgswaldes. Leitfaden für die Begründung und forstliche Nutzung von Gebirgswäldern. Bundesamt für Forstwesen und Landschaftsschutz, EDMZ, Bern, 379 S.
- BRANG P., NIKOLOVA P., GORDON R., ZÜRCHER S., 2017: Auswirkungen grosser Verjüngungslücken im Gebirgswald auf Verjüngung und Holzzuwachs. Schlussbericht des Projektes «Eingriffsstärke und Holzzuwachs im Gebirgswald».
- DÖRNER, 1992: Strategisches Denken in komplexen Situationen, Verlag Rowohlt.
- FREHNER M.; BRANG P.; KAUFMANN G.; KÜCHLI C., 2018: Standortkundliche Grundlagen für die Waldbewirtschaftung im Klimawandel. WSL Ber. 66: 43 S.
- FREHNER, M.; WASSER, B.; SCHWITTER, R., 2005: Nachhaltigkeit und Erfolgskontrolle im Schutzwald. Wegleitung für Pflegemassnahmen in Wäldern mit Schutzfunktion, Vollzug Umwelt. Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, Bern, 564 S.
- GLANZMANN L., SCHWITTER R., ZÜRCHER S., 2019: Praxishilfe für die Jungwaldpflege im Gebirgs- und Schutzwald. Fachstelle für Gebirgswaldpflege GWP, Maienfeld.
- MAYER, H., OTT, E., 1991: Gebirgswaldbau – Schutzwaldpflege. G. Fischer Verlag, Stuttgart/New York, 2. Auflage, 587 S.
- OTT, E., FREHNER, M., FREY, H.-U., LÜSCHER, P., 1997: Gebirgsnadelwälder. Ein praxisorientierter Leitfaden für eine standortgerechte Waldbehandlung. Verlag Paul Haupt, Bern, 287 S.
- SCHWITTER R., GLANZMANN L., ZÜRCHER S., 2019: Jungwaldpflege im Gebirgs- und Schutzwald. Fachstelle für Gebirgswaldpflege GWP, Maienfeld.
- SCHWITTER R., WASSER B., ZÜRCHER S., 2018: Waldbauliche Wirkungsanalyse auf Weiserflächen. Schlussbericht Teil 2 – Synthese und Empfehlungen für die Praxis. Fachstelle für Gebirgswaldpflege GWP, Maienfeld.
- ZELLER, E., 1996: Probleme im Gebirgswald lösen; Wiederbewalden, Stabilisieren, Verjüngen, Sanieren: Bericht Gebirgswaldpflegeprojekt II, Nr. 5A, Interkantonale Försterschule Maienfeld.
- ZÜRCHER N., FREHNER M., AB 2016: Mehrere Fallstudien zur Monetären Bewertung von wildhuftierbedingten Verjüngungsproblemen im Schutzwald
- ZÜRCHER S., GLANZMANN L., SCHICKMÜLLER R., 2018: Betriebliche Planung im Gebirgswald. Projektbericht. ibW Bildungszentrum Wald Maienfeld.

LISTE DER WEITERFÜHRENDEN LITERATUR

- ALLGAIER LEUCH B.; STREIT K.; BRANG P., 2017: Der Schweizer Wald im Klimawandel: Welche Entwicklungen kommen auf uns zu? Merkblatt für die Praxis 59. 12 S.
- ALLGAIER LEUCH B.; STREIT K.; BRANG P., 2017: Naturnaher Waldbau im Klimawandel. Merkblatt für die Praxis 59.1. 8 S.
- AMMANN P., 2005: Biologische Rationalisierung. Teil 1: Einleitung und ökonomische Grundlagen. Wald und Holz, 1/05.
- AMMANN P., 2005: Biologische Rationalisierung. Teil 2: Biologische Rationalisierung bei Fichte. Wald und Holz, 2/05.
- AMMANN P., 2005: Biologische Rationalisierung. Teil 3: Biologische Rationalisierung bei Esche, Bergahorn und Buche. Wald und Holz, 3/05.
- AMMANN P., 2005: Biologische Rationalisierung. Teil 4: Baumartenmischung und Anwendungsbe- reich. Wald und Holz, 4/05.
- AMMANN P., BRÖNNIMANN W., 2017: Biologische Rationalisierung bei Weissstanne. Wald und Holz, 5/17.
- AMMANN P., GLANZMANN L., HÜRLIMANN M., JUNOD P., ZÜRCHER S., 2019: Waldbaulicher Auftrag Jungwald- pflege/Nachwuchspflege.

- AMMANN P., GLANZMANN L., JUNOD P., ZÜRCHER S., 2019: Der waldbauliche Pflegeauftrag in überarbeiteter Version. *Wald und Holz*, 5/19.
- AMMANN P.: Checkkarte Jungwaldpflege/Biologische Rationalisierung. Fachstelle Waldbau, BZW Lyss.
- BAFU (HRSG.) 2019: Jahrbuch Wald und Holz 2019. Bundesamt für Umwelt, Bern. Umwelt-Zustand Nr. 1914: 106 S.
- BUNDESAMT FÜR UMWELT BAFU (HRSG.) 2010: Vollzugshilfe Wald und Wild. Das integrale Management von Reh, Gämse, Rothirsch und ihrem Lebensraum. Umwelt-Vollzug Nr. 1012. 24 S.
- FACHSTELLE FÜR GEBIRGSWALDPFLEGE GWP (HRSG.) 2009: Schutzwald – wichtiger Bestandteil des integralen Risikomanagements. Newsletter Schutzwald Schweiz 03.
- FACHSTELLE FÜR GEBIRGSWALDPFLEGE GWP (HRSG.), 2000: Faktenblätter zur Weisstanne (*Abies alba*). Fachstelle für Gebirgswaldpflege GWP, Maienfeld.
- GLANZMANN L., SCHWITTER R., ZÜRCHER S., 2019: Jungwaldpflege im Gebirgs- und Schutzwald – Checkkarte zu den Pflegemethoden. Fachstelle für Gebirgswaldpflege GWP, Maienfeld.
- HÖHENSTUFEN-MODELLIERUNGEN KLIMAWANDEL (KARTEN): www.map.geo.admin.ch (19.05.2020)
- KÜHNE K., THORMANN J.-J., 2019: Priorisierung im Schutzwald. Auslegeordnung zur Priorisierung in den Kantonen und weiterführende Überlegungen möglicher Priorisierungssysteme. Hochschule für Agrar-, Forst- und Lebensmittelwissenschaften HAFL, Zollikofen. Schlussbericht, 40 S.
- PLUESS A.R.; AUGUSTIN S.; BRANG P. (RED.), 2016. Wald im Klimawandel. Grundlagen für Adaptationsstrategien. Bundesamt für Umwelt BAFU, Bern; Eidg. Forschungsanstalt WSL, Birmensdorf; Haupt, Bern, Stuttgart, Wien. 447 S.
- PROFESSUR FÜR WALDBAU UND PROFESSUR FÜR FORSTSCHUTZ & DENDROLOGIE DER ETH ZÜRICH. Mitteleuropäische Waldbaumarten Artbeschreibung und Ökologie unter besonderer Berücksichtigung der Schweiz. ETH, Zürich.
- RIGLING, A., SCHAFFER, H.P. (EDS.) 2015: Waldbericht 2015. Zustand und Nutzung des Schweizer Waldes. Bundesamt für Umwelt, Bern, Eidg. Forschungsanstalt WSL, Birmensdorf. 144 S.
- ROTH B., BUCHER H-U., SCHÜTZ J-PH., AMMANN P., 2001: Ringeln – Alte Methode neu angewendet. *Wald und Holz*, 4/01.
- SCHWITTER R., 1999: Zur Verjüngung der Lärche in den Waldgesellschaften der kontinentalen Hochalpen – eine Zusammenfassung aus der Literatur. Fachstelle für Gebirgswaldpflege GWP, Maienfeld.
- SCHWITTER R., 2005: Prioritäten im Schutzwald. Jahresthema '05. Fachstelle für Gebirgswaldpflege GWP, 4 S.
- SILVAPROTECT-CH: <https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/naturgefahren/fachinformationen/naturgefahrensituation-und-raumnutzung/gefahregrundlagen/silvaprotect-ch.html> (19.05.2020)
- WASEM U., ENGESSER R. Der schwarze Schneeschimmel (*Herpotrichia juniperi*). WSL Birmensdorf.
- ZÜRCHER S., GLANZMANN L., 2018: Resultate aus dem Projekt «Betriebliche Planung im Gebirgswald». *WAPLAMA-Infoblatt* 18/1, S. 19-24.