

# Gebirgswaldpflege – es kommt auf den Standort an<sup>1</sup>

MONIKA FREHNER

Keywords: Mountain silviculture; forest ecology; site factors. FDK 11 : 18 : 23 : 24 : (23)

## 1. Einleitung

Die Gebirgswaldpflege in der Schweiz stützt sich stark auf den Standort. Das kommt schon im Beiheft zum Bündnerwald «Ertragsreiche Nadelwaldgesellschaften im Gebiete der schweizerischen Alpen» (CAMPBELL *et al.*, 1955) zum Ausdruck. Auch PD Dr. Ernst Ott, der den Gebirgswaldbauunterricht an der ETH Zürich aufgebaut hat, war der Überzeugung, dass die Gebirgswaldpflege nur mit Berücksichtigung des Standorts weiterentwickelt werden kann. Die Gebirgswaldpflegegruppe, die 1984 ihre erste Tagung durchgeführt hatte, arbeitete von Anfang an mit Spezialisten der Standortkunde zusammen. Die Umsetzung der aus dem Standort abgeleiteten Informationen in das waldbauliche Handeln war aber lange schwierig.

Mit der Wegleitung «Minimale Pflegemassnahmen für Wälder mit Schutzfunktion» (WASSER und FREHNER, 1996) und dem Buch «Gebirgsnadelwälder» (OTT *et al.*, 1997) wurde diese Umsetzung konkreter. Im vorliegenden Aufsatz wird der heutige Stand der Verflechtung zwischen Standort und Gebirgswaldbau in der Schweiz darlegt.

## 2. Was ist ein Standort?

OTT *et al.* (1997, S. 267) definieren den Standort folgendermassen: «Unter dem «Standort» eines Baumbestandes verstehen wir die Gesamtheit aller Einflüsse, die auf die Bäume des Waldbestandes wirken (zum Beispiel Klima, Eigenarten des Bodens, Lawinen, Steinschlag etc.).»

Die Einflüsse, die einen Baumbestand prägen, sind meistens Gradienten. Diese Vorstellung ist in der angelsächsischen Wissenschaft schon lange als Continuums-Theorie bekannt: So beschreibt WHITTAKER (1967) z.B. den Aufbau der Waldvegetation der «Great Smokey Mountains» als System von verschiedenen Gradienten.

Die traditionelle Einteilung der Standorte in der Schweiz basierte auf der Charakterartenlehre, die von BRAUN-BLANQUET (1964) als «Schule Zürich-Montpellier» bezeichnet wurde. GLAHN (1968) ging davon aus, dass die in den pflanzensoziologischen Arbeiten beschriebenen Systeme direkt in der Natur vorkommen. Neuere standortkundliche Arbeiten in der Schweiz, z.B. «Waldgesellschaften und Waldstandorte im St. Galler Berggebiet» von FREY (1995), stützen sich auf die Continuums-Theorie. Da sich das Arbeiten mit Einheiten aber eingebürgert und bewährt hat, wird trotzdem mit einem Typensystem gearbeitet, das als «gedankliche Konstruktion» bezeichnet und mit dessen Hilfe versucht wird, die in der Natur vorkommenden Verhältnisse zu erklären. Deshalb werden in der Wegleitung «Minimale Pflegemassnahmen für Wälder mit Schutzfunktion» (WASSER und FREHNER, 1996) und im Buch «Gebirgsnadelwälder» (OTT *et al.*, 1997) bevorzugt Standortstypen beschrieben und nicht Standorte.

OTT *et al.* (1997, S. 267) definieren den Standortstyp wie folgt: «Aus der Betrachtung realer Standorte abgeleitete idealisierte Beschreibung eines Standortes. In dieser Beschrei-

bung kann ein ähnlicher realer Standort erkannt werden. Der Standortstyp wird durch floristische, standörtliche und strukturelle Merkmale charakterisiert.»

In den *Abbildungen 1* und *2* ist als Beispiel der Standortstyp «Alpenlattich-Fichtenwald mit Heidelbeere, 57V» dargestellt.



**Abbildung 1:** Alpenlattich-Fichtenwald mit Heidelbeere, 57V, Sumvitg GR (Foto: Markus Bichsel, nach OTT *et al.*, 1997, S. 169).

Neben Boden und Vegetation sind Höhenstufe, Region, Hangneigung, Exposition und der Standort allgemein beschrieben, dazu wird der Standortstyp mit einer Skizze und einem Foto dargestellt.

Alle Angaben zu den Standortstypen sind eine Synthese aus gesichertem Wissen, Erfahrungswissen und Beobachtungen.

## 3. Erscheinungsbild des Naturwaldes

Der Naturwald ist dynamisch; neben den Klimaxbaumarten gehören auch die Pionierbaumarten zum Erscheinungsbild. Die maximale Bestandeshöhe und das Gefüge geben Hinweise auf die Produktivität, aber auch auf die Dynamik, die zu erwarten ist.

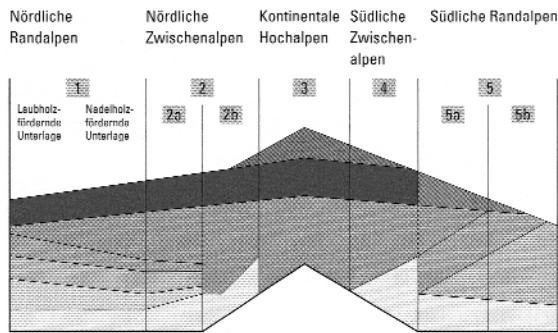
<sup>1</sup> Nach einem Referat, gehalten am Symposium des Schweizerischen Forstvereins «Forstwissenschaften im Wandel – neue Methoden für tragfähige Lösungen» im Rahmen der 180. Jahresversammlung der Schweiz. Akademie der Naturwissenschaften (SANW) am 13. Oktober 2000 in Winterthur.

# Alpenlattich-Fichtenwald mit Heidelbeere

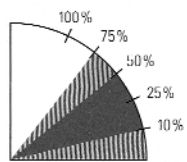
*Homogyno-Piceetum vaccinetosum myrtilli*

- sehr häufig
- ▨ weniger häufig
- selten

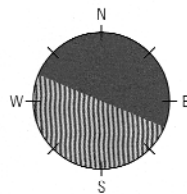
## Höhenstufe/Region vgl. Seite 118



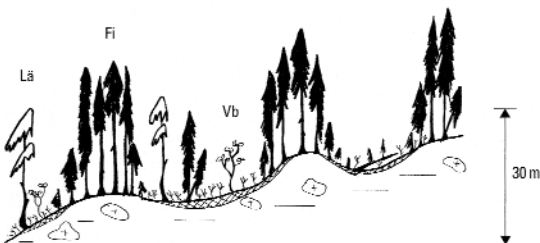
## Hangneigung



## Exposition



## Idealisiertes Bestandesprofil



## Standort allgemein

Saure Unterlage. In den kontinentalen Hochalpen nur an besonders kühlen, schattigen Lagen (Schneelöcher).

## Vegetation

### Aspekt

Zwergstrauchreich, deckende Moosschicht, die Heidelbeere (*Vaccinium myrtillus*) ist oft kniehoch.

Nach Holzschlägen, starker Beweidung oder starkem Wildverbiss kann auch das Wollreitgras (*Calamagrostis villosa*) üppig auftreten

### Häufige Arten

Sauer:

Heidelbeere (*Vaccinium myrtilus*)

Etagenmoos (*Hylocomium splendens*)  
 Rotstengelmoos (*Pleurozium schreberi*)  
 Grosses Kranzmoos (*Rhytidiadelphus triquetrus*)  
 Besenartiges Gabelzahnmoos (*Dicranum scoparium*)  
 Waldhaarmützenmoos (*Polytrichum formosum*)  
 Alpenlattich (*Homogyne alpina*)  
 Bärlappe (*Huperzia selago*, *Lycopodium annotinum*)  
 Wollreitgras (*Calamagrostis villosa*)  
 Waldsimse (*Luzula sylvatica*)  
 Drahtschmiele (*Avenella flexuosa*)

Rippenfarn (*Blechnum spicant*)

Sauer, feucht (oft Kältezeiger):

Federmoos (*Ptilium crista-castrensis*)

Dunkles Hainmoos

(*Hylocomium umbratum*)

Kleines Zweiblatt (*Listera cordata*)

Breiter Wurmfar (*Dryopteris dilatata*)

Sauer, trocken:

höchstens wenig Preiselbeere

(*Vaccinium vitis-idaea*)

wenig Waldwachtelweizen

(*Melampyrum sylvaticum*)

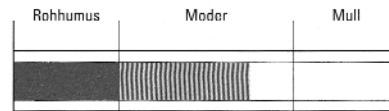
Abbildung 2: Beschreibung des Standortstypes Alpenlattich-Fichtenwald mit Heidelbeere, 57V (nach OTT et al., 1997, S. 168–169).

## Boden

### Humusform

trockene Ausprägung (Xeroformen)

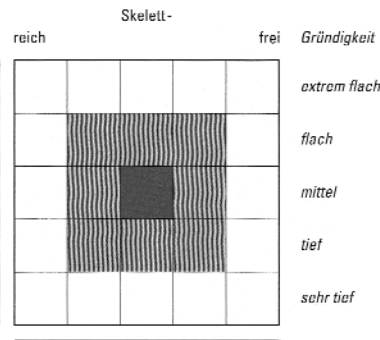
feuchte Ausprägung (Hydroformen)



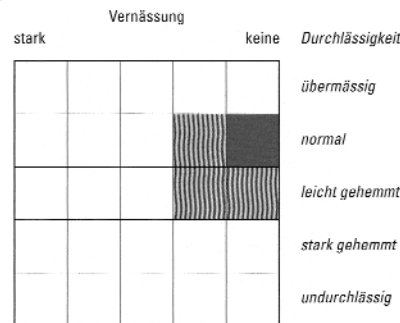
- Varianten:
- Kalkmull
  - Kalkmoder
  - Tangelhumus
  - Anmoor
  - Torf
  - erodiert

## Bodeneigenschaften

### Gründigkeit und Skelettgehalt

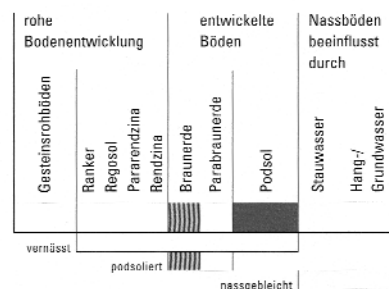


### Wasserdurchlässigkeit und Vernässungsgrad



## Bodenentwicklung

- organische Böden
- Auenböden
- neutr. Braunerden
- Braunpodsole (in Region 2 bis 4 vor allem in Süd-Expositionen)
- Humuspodsole





**Abbildung 3:** Typischer Hochstauden-Tannen-Fichtenwald, 50, Says, GR (Foto: Markus Bichsel, nach OTT et al., 1997, S. 217).



**Abbildung 4:** Typischer Hochstauden-Fichtenwald, 60, Davos GR (Foto: Markus Bichsel, nach OTT et al., 1997, S. 179).



**Abbildung 5:** Typischer Preiselbeer-Fichtenwald, 58, Disentis GR (Foto: Markus Bichsel, nach OTT et al., 1997, S. 166).

Die *Abbildungen 1* und *3* sowie *Tabelle 1* zeigen am Beispiel der Standortstypen «Alpenlattich-Fichtenwald mit Heidelbeere, 57V» und «Typischer Hochstauden-Tannen-Fichtenwald, 50» das Erscheinungsbild des Naturwaldes. Beim Alpenlattich-Fichtenwald mit Heidelbeere ist die Produktivität geringer als beim Typischen Hochstauden-Tannen-Fichtenwald, das Wachstum ist langsamer, die Struktur viel offener.

## 4. Übertragen von Erfahrungen und Forschungsergebnissen

Im Versuch Lusiwald (IMBECK und OTT, 1987) wurde dokumentiert, dass Schneeschimmel (*Herpotrichia juniperi*), üppige Bodenvegetation und Wärmemangel die Fichtenverjüngung stark negativ beeinflussen. Mit Hilfe der Standortskunde können diese Ergebnisse als limitierende Faktoren dem Standortstyp «Typischer Hochstauden-Fichtenwald» (*Abbildung 4*) zugeordnet und so auf andere Flächen dieses Standortstypes übertragen werden. Die limitierenden Faktoren weisen auf Probleme bei der Waldbehandlung hin.

Als Beispiel werden sie für den Typischen Hochstauden-Fichtenwald, und den Typischen Preiselbeer-Fichtenwald in den *Abbildungen 4* und *5* sowie in der *Tabelle 2* dargestellt. Obwohl beide Standortstypen subalpine Fichtenwälder beschreiben, sind die limitierenden Faktoren sehr unterschiedlich. Beim Typischen Hochstauden-Fichtenwald wirken Schneeschimmel und Bodenvegetation limitierend, beim Typischen Preiselbeer-Fichtenwald Austrocknung, Schneegleiten sowie Frostrocknis und Spätfrost.

Die waldbaulichen Anregungen des Leitfadens (OTT et al., 1997; vgl. *Tabelle 2*) sind auf das Erscheinungsbild des Naturwaldes und die limitierenden Faktoren bei den einzelnen Standortstypen abgestimmt.

Manchmal geben die limitierenden Faktoren auch Hinweise auf Naturgefahren. Beispielsweise beim «Mehlbeer-Ahornwald, 23» (*Abbildung 6*) stehen als limitierende Faktoren Schutt, Austrocknung, Lawinen sowie Stein- und Eisschlag.

## 5. Hinweise betreffend Naturschutz

Der Standortstyp gibt Hinweise, was für Pflanzenarten gedeihen können, er gibt aber auch Hinweise auf den Lebensraum von einzelnen Tierarten. Zwei Beispiele seien dazu angeführt:

- Der «Zwergbuchs-Fichtenwald, 53» (*Abbildung 7*) ist geeignet als Lebensraum gefährdeter Arten (z.B. Dreizehenspecht, Kreuzotter). Die Krautschicht ist artenreich, häufig sind Orchideen vorhanden. Er ist oft Winterstand von Schalenwild.
- Der «Heidelbeer-Tannen-Fichtenwald mit Torfmoos, 46\*» (*Abbildung 8*) ist geeignet als Lebensraum gefährdeter Arten (z.B. Auerhuhn, Birkhuhn).

**Tabelle 1:** Erscheinungsbild des Naturwaldes (nach OTT et al., 1997, S. 169 und S. 217).

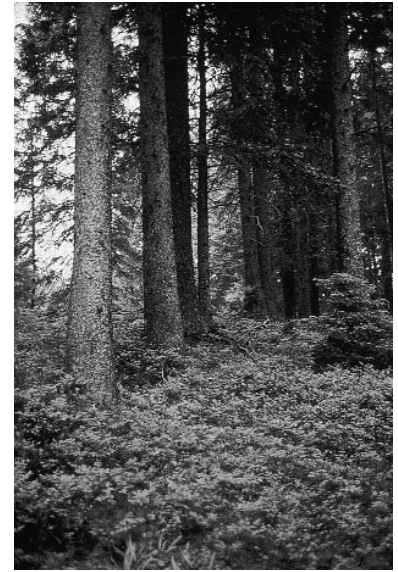
Standortstyp	Alpenlattich-Fichtenwald mit Heidelbeere (57V)	Typischer Hochstauden-Tannen-Fichtenwald (50)
Baumarten	Fichte dominiert, dazu Vogelbeere; in ozeanischen Gebieten einzelne Tannen, in kontinentalen Gebieten Lärche (Pionier) und eventuell einzelne Arven.	Tanne und Fichte dominieren, dazu Vogelbeere, in basischen Ausbildungen etwas Bergahorn, Pionierbaumarten.
Maximale Bestandeshöhe	25–35 m	30–40 m
Gefüge	Schlussgrad räumig; ausgeprägte Rottenstruktur mit Schneelöchern.	Sehr wüchsiger Standort, Schlussgrad normal bis locker; Einzelbäume und Kleinkollektive.



**Abbildung 6:** Mehlbeer-Ahornwald, 23, Gorgier NE (Foto: Peter Steiger, nach OTT *et al.*, 1997, S. 251).



**Abbildung 7:** Zwergbuchs-Fichtenwald, 53, Vättis SG (Foto: Markus Bichsel, nach OTT *et al.*, 1997, S. 187).



**Abbildung 8:** Heidelbeer-Tannen-Fichtenwald mit Torfmoos, 46\*, Grabs SG (Foto: Monika Frehner).

Der «Heidelbeer-Tannen-Fichtenwald mit Torfmoos» ist besonders als Lebensraum des Auerwilds bedeutsam, die Baumschicht ist locker, bei den meisten Standorten dieser Höhenlage ist sie stärker geschlossen, zudem ist die Heidelbeere hier stark verbreitet. Gemäss dem «Merkblatt Waldwirtschaft und Auerhuhn» (MARTI, 1993) sind lockere Bestände ein günstiger Lebensraum für Auerwild, und die Heidelbeere ist die wichtigste und beliebteste Nahrungspflanze dieser Vögel.

Die Standortstypen können nach ihrer Eignung als Lebensraum für Auerwild eingeteilt werden. Standortskarten dienen dann als Hilfsmittel, um abzuschätzen, ob ein Gebiet als Lebensraum dieser Vögel geeignet ist. In einer Diplomarbeit (D. FÜRER, 2001) wird am Fallbeispiel Amden, SG der Frage nachgegangen, wie weit die Auerwild-Lebensraumkartierung durch die Analyse der Bestandes- und pflanzensoziologischen Karte ersetzt werden kann.

**Tabelle 2:** Standortstypen, limitierende Faktoren und waldbauliche Massnahmen (nach OTT *et al.*, 1997, S. 175 und S. 179).

Standortstyp	Typischer Hochstauden-Fichtenwald (60)	Typischer Preiselbeer-Fichtenwald (58)
Limitierende Faktoren	<p><b>Schneeschnitzel (<i>Herpotrichia juniperi</i>):</b> Er bestimmt wesentlich die dauernd nadelwaldfeindlichen Kleinstandorte und wirkt grossflächig.</p> <p><b>Bodenvegetation:</b> Sie bestimmt wesentlich die vorübergehend nadelwaldfeindlichen Kleinstandorte.</p>	<p><b>Austrocknung:</b> Auf Moder (trockene Ausbildung) verhindert die Austrocknung die Keimung weitgehend, falls der Kleinstandort direkt überschirmt oder stark besonnt ist.</p> <p><b>Schneegleiten:</b> An südexponierten Hängen wird das Aufkommen der Verjüngung auf offenen Flächen ohne Schutz durch Baumstrünke, Steine usw. stark behindert.</p> <p><b>Frosttrocknis und Spätfrost:</b> An Stellen mit wenig Schnee und früher Ausaperung (süd-exponierte Hänge mit Schneegleiten, sowie Rippen und Kreten) ist die Verjüngung gefährdet.</p>
Waldbau	<p>Moderholz ist eine wichtige Voraussetzung zur Verjüngung der Fichte. In Mulden muss das Moderholz aber sehr dick sein, damit die Fichtenverjüngung nicht zu stark unter der Konkurrenz der Hochstauden und unter Schneeschimmel leidet. Als Ersatz können Bodenschälungen auf erhöhten Kleinstandorten dienen. Hochstaudenrhizome, die tief verankert sein können, sollten soweit als möglich entfernt werden. Solche Stellen müssen nachher regelmässig gepflegt werden, damit die Streu der benachbarten Krautvegetation im Winter die Verjüngung nicht überdeckt und zerstört. Für die Einleitung der Fichtenverjüngung muss Holz liegen gelassen werden, ausser wenn schon viel Totholz vorhanden ist. Damit die Fichtenverjüngung aufwachsen kann, sind mindestens 2 Stunden Juni-Sonne pro Tag auf die Bodenoberfläche zu bringen. Besonders in gleichförmigen Beständen sind meistens schmale, lange Schlitze notwendig. Die Verjüngung ist schwieriger als im Hochstauden-Fichtenwald mit Alpenwaldfarn, da die versauerten Kleinstandorte seltener sind.</p>	<p>Verjüngungsgünstige Stellen sind nicht überschirmt. Der Niederschlag muss ungehindert auf den Boden gelangen können. Auf Kleinstandorten mit trockener organischer Auflage und starker Besonnung sind die Ansamungsbedingungen besonders ungünstig. Mineralerde ist günstig für die Ansamung. Ein lockerer Reitgrasrasen verhindert die Verjüngung nicht. An schattigeren Stellen mit weniger starker Austrocknung kann auch Moderholz verjüngungsgünstig sein. Gut verankertes Totholz ist günstig als Schutz gegen Schneegleiten oder Schneekriechen. Für den Aufwuchs der Fichte sind im Juni mindestens 2 Stunden Sonne pro Tag notwendig, bei der Lärche mindestens 4 Stunden. Die Verjüngung von Fichte und Lärche kann mit Bodenschälungen (bis auf Mineralerde, nicht unter Schirm) um Baumstrünke herum oder an anderen verjüngungsgünstigen Stellen eingeleitet werden. Zur Förderung der Verjüngung sind kleine schlitzförmige Öffnungen günstig. Achtung: zuviel Sonne (vor allem mittags) verursacht Trockenheit, was zu grossen Ausfällen bei der Fichtenverjüngung führen kann. Für die Lärche sind grössere Eingriffe notwendig als für die Fichte. Fichten verjüngen sich relativ gut im Bereich der Wurzelanläufe von alten Lärchen. Ist der Anwuchs gesichert, so wachsen sie rasch in die Kronen der Lärchen und schädigen diese oder sich selbst. In diesen Fällen muss rasch reagiert werden.</p>

## 6. Abstützung der «Minimale(n) Pflegemassnahmen für Wälder mit Schutzfunktion» auf den Standort

Die Wegleitung «Minimale Pflegemassnahmen für Wälder mit Schutzfunktion» (WASSER und FREHNER, 1996) sollte ursprünglich die im Waldgesetz des Bundes von 1991 erstmals erwähnten «minimalen Pflegemassnahmen» umsetzen. Da das Verfahren heute vom Grundsatz her in allen neuen Schutzwaldprojekten der Schweiz angewendet wird, wäre die Bezeichnung «nachhaltige Schutzwaldpflege» sinnvoller.

Die minimalen «Pflegemassnahmen für Wälder mit Schutzfunktion» sind auf die Standortverhältnisse abgestimmt (*Abbildung 9*).

Das «Soll» beschreibt den Zustand, der im Minimum erforderlich ist, damit der betreffende Schutzwald nachhaltig stabil ist. Es leitet sich ab aus

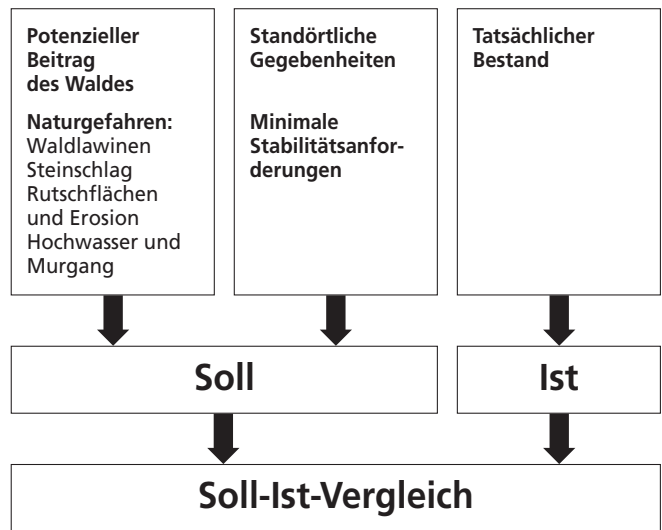
- dem potenziellen Beitrag des Waldes, den der Wald bei den Naturgefahren Waldlawinen, Steinschlag, Rutschflächen und Erosion sowie Hochwasser und Murgang leisten kann. Je nach potenziellen Naturgefahren sind unterschiedliche Vorgaben zu berücksichtigen, z.B. minimale Stammzahl, minimaler Deckungsgrad oder maximale Lückengrösse;
- und aus den minimalen Stabilitätsanforderungen, die sich nach den standörtlichen Gegebenheiten richten.

Das «Ist» entspricht dem tatsächlichen Zustand des beurteilten Bestandes. Beim «Ist» wird auch die Entwicklung innerhalb der nächsten 10 bis 50 Jahre abgeschätzt, mit der Vorgabe, dass keine Eingriffe stattfinden.

«Soll» und «Ist» werden verglichen. Falls der Ist-Zustand mit der abgeschätzten Entwicklung die Kriterien des Soll-Zustandes nicht erreicht, werden Massnahmen gesucht, um die Entwicklung in Richtung des Soll-Zustandes zu beeinflussen. Als Beispiel werden die Stabilitätsanforderungen für den Standortstyp «Alpenlattich-Fichtenwald mit Heidelbeere, 57V» in *Tabelle 3* zusammengestellt.

Die Stabilitätsanforderungen orientieren sich am vorher beschriebenen Erscheinungsbild des Naturwaldes (vgl. Kapitel 3); da es sich um einen Schutzwald handelt, umfassen sie

### Herleitung «minimaler Pflegemassnahmen»



**Abbildung 9:** Herleitung einer nachhaltigen Schutzwaldpflege.

aber nicht mehr die ganze Dynamik, die in einem Naturwald möglich wäre: So werden z.B. bei der Baumartenmischung die Klimaxbaumarten bevorzugt; Pionierbaumarten sollten aber unbedingt so stark vorhanden sein, dass sie sich jederzeit natürlich verjüngen können. Aber auch die «limitierenden Faktoren» aus der Beschreibung der Standortstypen sind wieder zu identifizieren. In diesem Fall sind das

- der Faktor Wärmemangel, der in Öffnungen mit täglich mindestens zwei Stunden Junisonne wiederzufinden ist,
- der Faktor Schneeschimmel, der sich im Moderholz und den erhöhten Stellen ausdrückt und
- der Faktor Bodenvegetation, der auf Moderholz, unter Vogelbeerwäldchen oder auf Mineralerde kein Problem ist.

Die minimalen Stabilitätsanforderungen dienen zur Beschreibung des Soll-Zustandes, um zu entscheiden, ob überhaupt eine Massnahme notwendig ist. Die idealen Stabilitätsanforderungen sind das Ziel, auf das die waldbaulichen Massnahmen ausgerichtet werden.

**Tabelle 3:** Stabilitätsanforderungen für «Alpenlattich-Fichtenwald mit Heidelbeere, 57V» (nach WASSER und FREHNER, 1996).

Bestandes- und Einzelbaummerkmale	Stabilitätsanforderungen minimal	Stabilitätsanforderungen ideal
<b>Mischung</b> Art und Grad	Fichten 100% Vogelbeere Samenbäume	Fichten 90–95% Vogelbeere 5% Falls im Areal vorhanden: Tanne, Lärche oder Arve 5%
<b>Gefüge</b> vertikal BHD-Streuung horizontal	zweischichtig Genügend entwicklungsfähige Bäume in zwei verschiedenen Entwicklungsstufen Rotten, allenfalls Einzelbäume	stufig Genügend entwicklungsfähige Bäume in mind. drei verschiedenen Entwicklungsstufen Rotten, allenfalls Einzelbäume Schlussgrad locker bis räumig
<b>Stabilitätsträger</b> Kronen Stand/Verankerung	Kronenlänge mind. $\frac{2}{3}$ gut	Kronen bis zum Boden gut
<b>Verjüngung</b> Keimbett Ansamung/Anwuchs Aufwuchs	Alle 10 m Moderholz, Vogelbeerwäldchen oder erhöhte Kleinstandorte mit Mineralerde vorhanden Alle 15 m vorhanden In verjüngungsgünstigen Öffnungen mit täglich mind. 2 h Juni-Sonne vorhanden Mind. alle 150 m eine verjüngungsgünstige Öffnung	Alle 5 m Moderholz, Vogelbeerwäldchen oder erhöhte Kleinstandorte mit Mineralerde vorhanden Alle 10 m vorhanden In verjüngungsgünstigen Öffnungen mit täglich mind. 2 h Juni-Sonne vorhanden Mind. alle 100 m eine verjüngungsgünstige Öffnung

Die Beschreibung der Standortstypen hilft bei der Abschätzung der Entwicklung des Ist-Zustandes innerhalb der nächsten 10 bis 50 Jahre ohne Eingriffe.

## 7. Zwei Projekte zum Zusammenhang zwischen Standort und Naturgefahren

### 7.1 Projekt «Vegetationswirkungen und Rutschungen»

Nach den Unwetterschäden vom 15. August 1997 in Sachseln, Kanton Obwalden, wurde unter der Leitung der WSL während zwei Jahren das Projekt «Vegetationswirkungen und Rutschungen» ausgeführt. Eine Zusammenfassung der Ergebnisse wurde von RICKLI *et al.* (2000) in einer Tagungspublikation des Interpraevent-Symposiums veröffentlicht. Die folgenden Ausführungen stützen sich auf diese Publikation und auf RICKLI (2001).

Bei vergleichbaren Standortverhältnissen entstanden im Wald bis zu einer Hangneigung von 37° deutlich weniger Rutschungen als im Freiland, in steileren Gebieten zeigte sich kein eindeutiger Unterschied.

Interessant sind vor allem die Unterschiede innerhalb des Waldareales (*Abbildung 10*). Bei der Kategorie «Waldzustand schlecht», die aus Jungwald, Sturmschadenflächen und aufgelösten Beständen besteht, entstanden am meisten Rutschungen pro ha.

Bestände, die die Kriterien des Soll-Zustandes gemäss Wegleitung «Minimale Pflegemassnahmen für Wälder mit Schutzfunktion» (WASSER und FREHNER, 1996) erfüllten, waren im Untersuchungsgebiet sehr selten. Um trotzdem eine Auswertung zu ermöglichen, wurden in der Kategorie «Waldzustand gut» jene Bestände zusammengefasst, die vereinfachte Kriterien des Soll-Zustandes erfüllten. Mit den vereinfachten Kriterien wurde vor allem die momentane Stabilität der Bestände beurteilt. Die Verjüngung wurde dabei nicht berücksichtigt, da diese vor allem für die Stabilität in der Zukunft wichtig ist. Auch bei der Baumartenzusammensetzung wurden weniger strenge Anforderungen aufgestellt, z.B. wurde oft ein höherer Fichtenanteil zugelassen als bei den Stabilitätsanforderungen der Wegleitung. Auch der Fichtenanteil spielt vor allem für die Stabilität in der Zukunft eine Rolle; ein Bestand in einem Tannen-Buchenwald mit 60% Fichten kann im Moment durchaus gut vor Naturgefahren schützen, aber das Risiko, dass Sturm- und Borkenkäferschäden entstehen, ist gross. In der Kategorie «Waldzustand gut» entstanden eindeutig am

wenigsten Rutschungen pro ha. Die Kategorie «Waldzustand mässig» umfasst alle übrigen Bestände.

Von den Verhältnissen her (mittlere Neigung, mittlere Höhenlage und Anteil Drusbergschichten) wurden in allen drei Waldkategorien ähnlich viele Rutschungen erwartet. Das bedeutet, dass die Anzahl der Rutschungen tatsächlich stark vom Waldzustand abhängig ist.

Diese Untersuchung über Rutschungen bestätigt die Idee der Wegleitung «Minimale Pflegemassnahmen für Wälder mit Schutzfunktion», dass mit einer Waldpflege, die einen durch Naturgefahren und Standort definierten Soll-Zustand anstrebt, die Schutzfunktion von Wäldern nachhaltig verbessert werden kann.

### 7.2 Projekt zu den Grenzen des Waldeinflusses auf Flysch

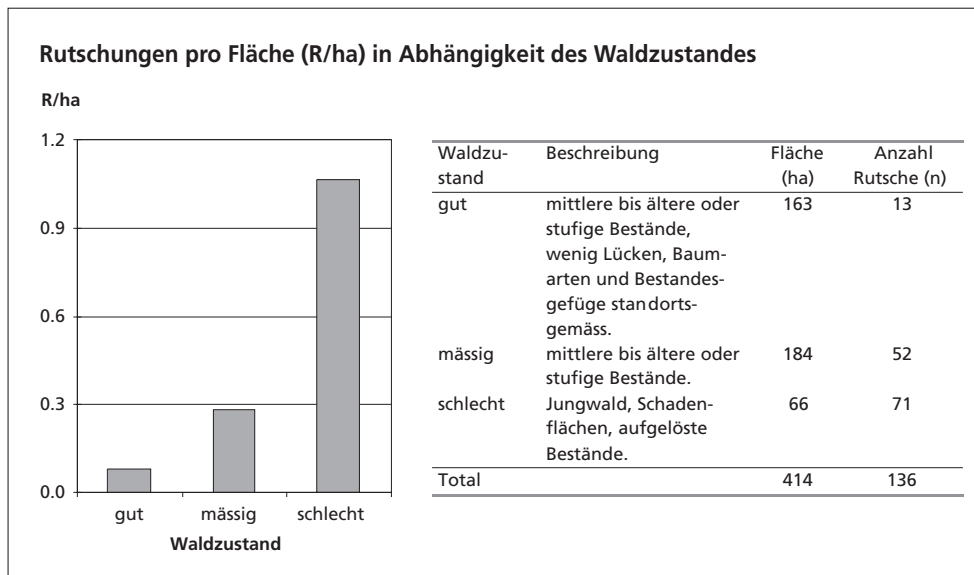
Bei der Erarbeitung der Wegleitung «Minimale Pflegemassnahmen für Wälder mit Schutzfunktion» war es schwierig, den Einfluss des Waldes auf Hochwasserereignisse zu erfassen.

Das Buwal hatte deshalb das Projekt «Einfluss des Waldes und minimaler Pflegemassnahmen auf das Abflussverhalten der Gewässer und die Rutschaktivität in Flyschgebieten 1997–2000» in Auftrag gegeben. Auf Grund der Ergebnisse aus den Teilprojekten «Standortcharakteristiken» (B. Wasser und K. Zürcher, Impuls; P. Lüscher, WSL) sowie «Infiltrationsverhalten forstlicher Standortseinheiten» (P. Germann und T. Niggli, Universität Bern) entstand die «Anleitung zur Bewertung der Waldwirkung auf das Abflussverhalten der wichtigsten Standortstypen im voralpinen Flysch» (ZÜRCHER *et al.*, 2000).

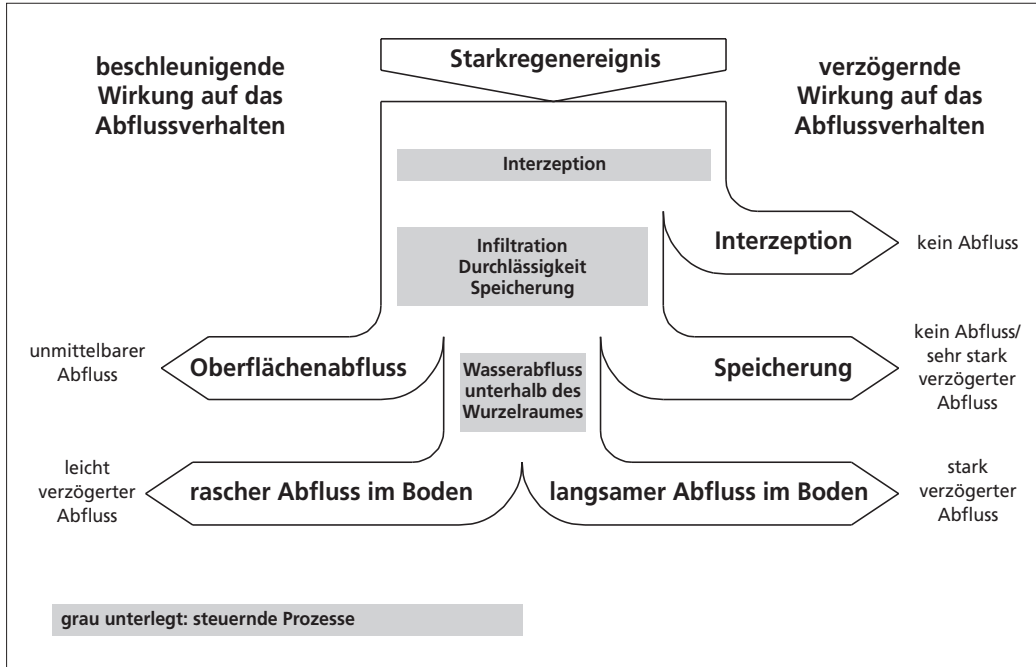
Diese Anleitung wurde im August 2000 im Gurnigelgebiet an einer Tagung der Gebirgswaldpflegegruppe zusammen mit dem Vorstand der forstlichen Arbeitsgruppe Naturgefahren (FAN) im Gelände getestet und diskutiert.

Für die Beurteilung der Frage des Einflusses des Waldes auf das Abflussverhalten bei Hochwasser ist die Beschaffenheit des Bodens entscheidend. *Abbildung 11* zeigt ein Schema des Prozesses, der bei einem Starkregenereignis abläuft. Mit Hilfe der Anleitung wurden die grau unterlegten steuernden Prozesse in ihrer Wirkung auf das Abflussverhalten auf verschiedenen Standortstypen und bei verschiedenen Waldzuständen abgeschätzt.

Für die Abschätzung der Durchlässigkeit des Bodens ist z.B. die Durchwurzelung wichtig. Diese ist abhängig von den Baumarten und der Bestandesstruktur. Peter Lüscher entnahm mit dem Humax-Bohrgerät im Wurzelbereich von zwölf Bäu-



**Abbildung 10: Waldzustand und Rutschungen (nach RICKLI *et al.*, 2000, *Abbildung 6*).**



**Abbildung 11:** Prozesse im System «Bestand und Boden» bei einem Starkregenereignis (nach ZÜRCHER *et al.*, 2000).

men Proben. Die Probemenge war zwar zu gering für eine gesicherte Aussage, aber der Trend erscheint klar: zwischen Baumarten und Standorten bestehen wesentliche Unterschiede. Auch die Bodenbeschaffenheit ist wichtig, wenn z.B. oben im Bodenprofil ein Stauhorizont vorhanden ist, so ist die Durchlässigkeit klein und die Speicherung gering.

Mit Hilfe der Anleitung kann abgeschätzt werden, auf welchen Standortstypen der Waldzustand einen grossen Einfluss auf den Prozess hat, der bei einem Starkregenereignis stattfindet, und welche Waldzustände bei verschiedenen Standortstypen günstig sind (ZÜRCHER *et al.*, 2000).

Mit Hilfe einer Standortskarte können diese Informationen auf die Fläche übertragen werden. Zusammen mit Informationen über das Einzugsgebiet eines Baches kann so abgeschätzt werden, wo und mit welcher Waldpflege Hochwasserereignisse beeinflusst werden können. Das Verfahren wurde vom Grundsatz her an der Tagung im Gurnigelgebiet akzeptiert, nun folgt die Umsetzung in die Praxis. Es ist zu hoffen, dass auch weiterhin ähnliche Projekte wie die vorgestellten durchgeführt werden. Einerseits damit die Gebirgswaldpflege gezielt ausgeführt werden kann, andererseits aber auch, damit die Wirkung der Gebirgswaldpflege belegt werden kann.

## Zusammenfassung

Der Aufsatz zeigt, dass aus der Kenntnis des Standortes eines bestimmten Waldbestandes mit Hilfe von Forschungsergebnissen und von Erfahrung Informationen abgeleitet werden können, die wichtig sind für den Gebirgswaldbau, z.B. Baumartenzusammensetzung, Struktur und Wüchsigkeit des Naturwaldes. Auch limitierende Faktoren, die die Verjüngung ungünstig beeinflussen, können so bestimmten Standorten zugeordnet werden, z.B. Schneeschimmel, üppige Bodenvegetation oder Wärmemangel. Die Wegleitung «Minimale Pflegemassnahmen für Wälder mit Schutzfunktion» (WASSER und FREHNER, 1996) nutzt dieses Prinzip. Bei einzelnen Standorten sind auch Hinweise auf Naturgefahren wie Steinschlag möglich, oder es können Aussagen betreffend Naturschutz gemacht werden (z.B. Vorkommen von Pflanzenarten, Eignung als Lebensraum für Auerwild). Am Schluss werden zwei Forschungsprojekte zum Zusammenhang zwischen Standort und spezifischen Naturgefahren vorgestellt.

## Résumé

### La sylviculture de montagne dépend de la station

Le présent article montre qu'à partir de la connaissance de la station d'un peuplement donné, il est possible de déduire, à l'aide de résultats issus de la recherche ou de l'expérience, des informations essentielles pour la sylviculture de montagne, comme la composition des essences, la structure et la croissance de la forêt naturelle. Les facteurs influençant la régénération (p. ex. l'herpoticie, la végétation herbacée luxuriante ou le manque de chaleur) peuvent également être attribués à certaines stations. Les instructions «Soins minimaux pour les forêts à fonction protectrice» (WASSER und FREHNER, 1996) utilisent ce principe. Quelques stations fournissent même des indications sur les dangers naturels, tels que les chutes de pierres, ou permettent de faire certaines déclarations concernant la protection de la nature (p. ex. la présence d'espèces végétales, l'aptitude d'un milieu pour les tétraonidés). Pour conclure, l'article présente deux projets de recherche portant sur la relation entre la station et les dangers naturels.

*Traduction:* CLAUDE GASSMANN

## Summary

### Mountain silviculture – it all depends on the site

The article shows that knowledge of the site of a particular forest stand, together with research results and experience, can provide information that is important for the cultivation of mountain forests, including knowledge of the composition of the tree species and the structure and growth capacity of natural forest. Furthermore, certain sites can, thus, be characterized by factors that influence restocking, such as snow mould, lush ground vegetation or low temperature. The guidelines «minimale Pflegemassnahmen» – «Minimal tending of protection forests» (WASSER und FREHNER, 1996) are based on this principle. For individual sites, warnings about natural dangers such as rock fall or statements concerning nature conservation can be made (e.g., the occurrence of tree species, suitability as a biotope for Capercaillie). In conclusion, two research projects on the relationship between site and natural dangers will be presented.

*Translation:* MARCIA SCHOENBERG

## Literaturverzeichnis

- BRAUN-BLANQUET, J. (1964): Pflanzensoziologie. Grundzüge der Vegetationskunde, 3., neu bearbeitete und vermehrte Auflage, Springer, Wien.
- CAMPELL, E., KUOCH, R., RICHARD, F., TREPP, W. (1955): Ertragsreiche Nadelwaldgesellschaften im Gebiet der schweizerischen Alpen, unter besonderer Berücksichtigung Graubündens. Bündnerwald, Beiheft 5.
- FREY, H.-U. (1995): Waldgesellschaften und Waldstandorte im St. Galler Berggebiet. Veröff. des Geobotanischen Institutes der ETH, Stiftung Rübel, Zürich, 126a/b.
- FÜRER, D. (2001): Wie weit kann die Auerhuhn-Lebensraumkartierung durch die Analyse der bestandes- und pflanzensoziologischen Karte ersetzt werden? Am Fallbeispiel Amden, SG. Diplomarbeit ETH Zürich, unveröffentlicht.
- GLAHN, H. (1968): Der Begriff des Vegetationstyps im Rahmen eines allgemeinen naturwissenschaftlichen Typenbegriffs. In: TÜXEN, R. (Hrsg.), Pflanzensoziologische Systematik. Bericht über das Internationale Symposium in Stolzenau 1964, Internationale Vereinigung für Vegetationskunde, Den Haag, 1–14.
- IMBECK, H., OTT, E., (1987): Verjüngungsökologische Untersuchungen in einem hochstaudenreichen subalpinen Fichtenwald, mit spezieller Berücksichtigung der Schneeablagerung und Lawinenbildung. Mitteilungen des Eidg. Institutes für Schnee- und Lawinenforschung, Davos, 42.
- [MARTI, C.] (1993): Merkblatt Waldwirtschaft und Auerhuhn. Bundesamt für Wald, Schnee und Landschaft (Buwal) und Schweizerische Vogelwarte Sempach, Buwal, Bern.
- OTT, E., FREHNER, M., FREY, H. U., LÜSCHER, P. (1997): Gebirgsnadelwälder: praxisorientierter Leitfaden für eine standortgerechte Waldbehandlung. Verlag Paul Haupt, Bern u.a.
- RICKLI, C., ZIMMERLI, P., ZÜRCHER, K. (2000): Waldwirkungen auf oberflächennahe Rutschungen anlässlich der Unwetterereignisse vom August 1997 in Sachseln, Schweiz. In: Veränderungen im Natur- und Kulturhaushalt und ihre Auswirkungen, Internationales Symposium Interpraevent 2000, Villach, Tagungspublikation, Bd. 1, 305–316.
- [RICKLI, C. (Red.)] (2001): Vegetationswirkungen und Rutschungen – Untersuchung über den Einfluss der Vegetation auf oberflächennahe Rutschprozesse anhand der Unwetterereignisse vom August 1997 in Sachseln. Eidg. Forschungsanstalt WSL und Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (Buwal), in Vorbereitung.
- [WASSER, B., FREHNER, M.] (1996): Wegleitung minimale Pflegemaßnahmen für Wälder mit Schutzfunktion. In: Vollzug Umwelt, hrsg. vom Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, Buwal, Bern.
- WHITTAKER, R. H. (1967): Gradient analysis of vegetation. Biol. Rev., 42, 207–264.
- ZÜRCHER, K., LÜSCHER, P., WASSER, B. (2000): Anleitung zur Bewertung der Waldwirkung auf das Abflussverhalten der wichtigsten Standortstypen im voralpinen Flysch. Arbeitsgrundlage für die GWG-Tagung vom 21.–23. August 2000, Hotel Gurnigelbad BE, unveröffentlicht.

Die Abbildungen 1, 2, 3, 4, 5, 6 und 7 stammen aus dem Leitfaden «Gebirgsnadelwälder» von OTT *et al.* (1997). Wir danken dem Verlag Paul Haupt, Bern, für die Abdruckgenehmigung aus diesem Buch.

### Autorin:

Dr. MONIKA FREHNER, dipl. Forst-Ing. ETH, Sixer 9, 7320 Sargans.