

# **Vegetationsdynamik und Struktur alpiner Ökosysteme**

## **Diskussionsbeitrag einer prozessorientierten Ökosystemdarstellung am Beispiel eines lawinaren Urrasens im Nationalpark Hohe Tauern**

**Gregory Egger**

Eingelangt am 23.01.2001

### **1 Zusammenfassung**

Lawinare Urrasen sind ein charakteristischer Ökosystemtyp des Nationalparks Hohe Tauern. Sie werden im Wesentlichen durch natürliche Störungen geprägt. Anhand eines Fallbeispiels werden das Raum-Zeit-Gefüge und die funktionalen Zusammenhänge von endo- und exogenen Faktoren und Phytozönosen dargestellt. Im Vordergrund steht die Analyse des Störungsregimes und die daraus abgeleiteten Prozesstypen. Der Beitrag ist eine theoretisch-konzeptive Grundlage für die Entwicklung prozessorientierter Naturschutzstrategien. Er unterstreicht die Bedeutung des Prozessschutzes in Nationalparks.

### **2 Summary**

#### **Vegetation dynamics and structure of alpine ecosystems - Contribution to the discussion of process-oriented ecosystems, illustrated by an example of an avalanche primeval meadow in the Hohe Tauern National Park**

Avalanche primeval meadows are a very typical type of ecosystem in the Hohe Tauern National Park. They are mainly influenced by natural disturbances. Using one specific example, the functional context and the ecological spatial-time-structure of endogenic and exogenic factors and phytocenoses are shown. The importance of this example is the analysis of the specific disturbance regimes. The article is a theoretical-conceptual basis for process-oriented nature conservation strategies. It illustrates the importance of process-preservation in national parks.

### **3 Keywords**

Vegetation dynamics, natural disturbance, Seebachtal, Hohe Tauern National Park, Central Alps, Austria

### **4 Einleitung**

Neben der seit Jahrhunderten bestehenden Nutzung wird die Vielfalt des Naturraums der Hohen Tauern durch das Zusammenspiel abiotischer und biotischer Standortsfaktoren geprägt. Dabei nimmt das natürliche Störungsregime einen zentralen Stellenwert ein. Darüber hinaus unterliegen die Ökosysteme einer zeitlichen Veränderung. Dieses Beziehungsnetz bestimmt sowohl die Ökologie der Lebensräume als auch das charakteristische Landschaftsbild.

Der vorliegende Diskussionsbeitrag wurde als Grundlage für dynamisch orientierte Naturschutzmaßnahmen im alpinen Raum entwickelt. Insbesondere in Nationalparks rücken Aspekte wie die Abschätzung von Folgewirkungen technischer Eingriffe und die langfristige Sicherung naturnaher Lebensgemeinschaften in den Vordergrund. Die Festlegung von Nationalparkzielen erfordert theoretisch-konzeptive Grundlagen, um langfristig wirksame Leitlinien entwickeln zu können. In Zukunft sind daher verstärkt prozessorientierte Naturschutzstrategien gefordert (vgl. SCHERZINGER 1995, KNAPP 1998).

Die konzeptiven und methodischen Grundlagen des vorgeliegenden Beitrages wurden im Rahmen mehrerer Studien erarbeitet. Ausgangspunkt ist die vom Bundesministerium für Umwelt, Jugend und Familie beauftragte Studie „Vegetationsökologische Untersuchung Seebachtal“ (EGGER 1996). Dabei wurden ausgewählte alpinspezifische Ökosysteme des Seebachtals analysiert, unter anderen auch der

vorgestellte Murkegel „Mernigleith“: Spezielle Aspekte wurden in der von ASCHER (1998) durchgeführten Diplomarbeit „Naturbedingte und anthropogene dynamische Prozesse der Vegetation im Seebachtal“ näher untersucht. Im Projekt „Langzeitmonitoring Nationalpark Hohe Tauern 2100“ (INSTITUT FÜR ANGEWANDTE ÖKOLOGIE 1998) wurde das Konzept überarbeitet und anhand charakteristischer Ökosysteme des Nationalparks Hohe Tauern dargestellt.



Abb. 1: Das hintere Seebachtal bei Mallnitz (Nationalpark Hohe Tauern)

Fig. 1: The upper end of the valley "Seebachtal" near Mallnitz (Hohe Tauern National Park)

Foto: J. Ascher (alle anderen Fotos: G. Egger)

## 5 Vegetationsökologische Charakteristik des lawinaren Urrasens „Mernigleith“

Bedingt durch jährlich abgehende Lawinen zählen lawinare Urrasen zu den wenigen natürlich waldfreien Bereichen unterhalb der klimatischen Waldgrenze. Sie kommen in den Tauerntälern bevorzugt

auf Murkegeln unterhalb von steil abfallenden Trogwänden vor. Syndynamisch sind sie mit den Bergmähdern vergleichbar (kein Aufkommen von Gehölzen durch die periodische Mahd). Dies findet u. a. in der bestandesstrukturellen und physiognomischen Ähnlichkeit seinen Ausdruck. In Abhängigkeit von der Einflusstärke und der Häufigkeit der Lawinen gehen die lawinaren Urrasen von den Wiesen- und Hochstaudengesellschaften über Gebüsch- und Pionierwaldgesellschaften in den angrenzenden Bergwald über.

Im Folgenden wird ein Überblick über die Ökologie, die Struktur und vegetationsdynamische Aspekte am Beispiel der „Mernigleitn“ gegeben.

## 5.1 Lage des Untersuchungsgebietes

Das Seebachtal befindet sich in der Ankogelgruppe auf der Südabdachung der Hohen Tauern (Kärnten). Beginnend von der Ortschaft Mallnitz in einer Höhe von 1191 m erstreckt es sich über ca. 13 km nach Westen und endet mit der Hochalmspitze auf einer Seehöhe von 3360 m. Es ist ein typisches Beispiel eines glazial geformten Trogtales mit von eiszeitlichen Gletschern übertieften Felsbecken. Der schuttverfüllte, flache Trogboden geht unvermittelt in die steilen, teils senkrechten Trogwände über. Diese enden mit einer Trogschulter. Im vorderen Abschnitt des Seebachtals prägen ausgedehnte Karböden das Landschaftsbild, im hinteren Abschnitt schließen steile, trichterartig geformte Kare an (Abb. 1). Die höheren Karbereiche sind teilweise vergletschert und gehen in die Felswände der Gipfel- und Kammregion über.



Abb. 2: Das Projektgebiet „Mernigleitn“ mit dem baumfreien lawinaren Urrasen im zentralen Bereich des Murkegels

Fig. 2: The investigation area “Mernigleitn” with the treeless avalanche primeval meadow in the central part of the debris-cone

Die Geomorphologie wird wie die belebte Natur durch Felsstürze, Muren- und Lawinenabgänge geprägt. Das Fallbeispiel „Mernigleitn“ liegt im hinteren Abschnitt des Tales, ca. 1,5 km taleinwärts der

Schwaßner Hütte beim Lerchbaumer Gedenkstein. Es handelt sich dabei um einen südexponierten Murkegel. Er befindet sich in der hochmontanen Höhenstufe und reicht vom Winkl bach in einer Seehöhe von ca. 1480 m bis auf ca. 1580 m unterhalb der Trogwände. Das Untersuchungsgebiet umfasst den waldfreien lawinaren Urrasen und den anschließenden Grauerlenhangwald und Fichtenwald (siehe Abb. 2 und 3).

## 5.2 Abiotische Umweltparameter

Infolge der südexponierten und windgeschützten Hanglage ist der Standort thermisch begünstigt. Der Schnee schmilzt bereits früh im Jahr. Dadurch ist die Vegetationsperiode im Vergleich zu den gegenüber auf der Schattseite gelegenen Hängen wesentlich länger. Die Niederschläge liegen ca. bei 1100-1200 mm pro Jahr. Der geologische Untergrund wird von Felssturz- und Felswandverwitterungsmaterial gebildet. Im Einzugsbereich des Schutt- und Murkegels bilden Amphibolite und karbonatreiche Phyllite den Untergrund.

## 5.3 Vegetation und Nutzung

Die vegetationsfreien Murrinnen werden von Grünerlengebüschen und kleinflächigen, schmalen alpinen Kiesbettfluren gesäumt. Daran schließt eine Rotschwengel-Hainrispengras-Hochstaudenwiese an. Diese nimmt den Großteil des Murkegels ein. In den seitlich gelegenen Randbereichen sind Birken-Grünerlen-Weidengebüsche ausgebildet. Diese gehen in einen lärchenreichen montanen Hainsimsen-Fichtenwald über. Der untere Bereich des Murkegels reicht bis zum Bachbett des Winkl bachs, stellenweise grenzt der lawinare Urrasen an einen Grauerlen-Hangwald. Mit zunehmender Entfernung kommen vermehrt Fichten und Lärchen auf und es ist ein Grauerlen-Fichtenwald ausgebildet. Dieser wird von einem montanen Sauerklee-Fichtenwald abgelöst.

Die aktuelle Nutzung des Gebiets beschränkt sich auf eine extensive Weidenutzung durch Rinder. In den tieferen Bereichen erfolgt eine punktuelle Beweidung. Lediglich in der Nähe des Winkl bachs finden sich einzelne kleinere Wiesenflächen, die zeitweise intensiver beweidet werden.

Sukzessionsstadien	Primärsukzession	Sekundärsukzession
<b>Initialstadium</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Schotterrohboden</li> </ul>	-
<b>Pionierstadium</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alpigene Kiesbettflur</li> </ul>	-
<b>Folgestadium</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grünerlengebüsch</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grünerlengebüsch</li> <li>• Rotschwengel-Hainrispengras-Hochstaudenwiese</li> <li>• Birken-Grünerlen-Weidengebüsch</li> <li>• Grauerlen-Hangwald</li> <li>• Grauerlen-Fichtenwald</li> </ul>
<b>Terminalstadium</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Montaner Hainsimsen (Lärchen)-Fichtenwald</li> <li>• Montaner Sauerklee-Fichtenwald</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Montaner Hainsimsen (Lärchen)-Fichtenwald</li> <li>• Montaner Sauerklee-Fichtenwald</li> </ul>

Tab. 1: Übersicht über die Sukzessionsstadien und die zugeordneten Gesellschaften der primären und sekundären Sukzessionsserie des Fallbeispiels „Mernigleitr“

Table 1: Survey of the stages of succession and of the vegetation communities as related to the primary and the secondary series of succession of the example “Mernigleitr”



**Legende der Vegetationstypen**

**Wälder**

- Silikat-Lärchen-Zirbenwald
- Alpenrosen-Lärchenwald
- Grünerlen-Lärchenwald
- Anthropogener Lärchen (Fichten)-Wald
- Lärchen-Fichten-Steilhangmosaik
- Subalpiner Alpenlattich (Lärchen)-Fichtenwald
- Mont. Silikat-Hainsimsen (Lärchen)-Fichtenwald
- Montaner Sauerklee-Fichtenwald
- Montaner Grauerlen-Fichtenwald
- Grauerlen-Hangwald
- Grauerlen-Auwald

**Zwergstrauchheiden und Gebüsche**

- Alpenrosen-Wollreitgrasbestand
- Rostrote Alpenrosenheide
- Grünerlengebüsch
- Birken-Grünerlen-Weidengebüsch
- Grünerlen-Latschengebüsch
- Silikat-Latschengebüsch

**Rasen und Hochstaudenfluren**

- Alpenampferflur
- Ahorn-Ulmen Hochstaudenflur
- Alpendost-Hochstaudenflur
- Wollreitgras-Hochstaudenwiese
- Rotschwengel-Hainrispengras Hochstaudenwiese
- Bürstlingrasen
- Alpenglöckchen-Violetschwengelrasen
- Zarter Straußgrasrasen
- Krummseggen-Bürstlingrasen

**Fels und Schutt**

- Alpigene Kiesbettflur
- Schutt/Blockfeld
- Fels

- Untersuchungsgebiet Murenkegel Mernigleith
- Hauptbach
- Nebenbach
- Gerinne
- Weg
- Steigspuren

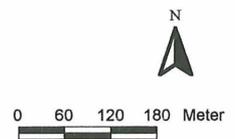


Abb. 3: Ausschnitt aus der Vegetationskarte Seebachtal (Maßstab 1:10000, verändert aus EGGER 1996)

Fig. 3: Detail of the vegetation map "Seebachtal" (scale 1:10000, adapted from EGGER 1996)



**Definition der Sukzessionsstadien (vgl. DIERSCHKE 1994):**

Ausgehend von einem vegetationslosen „**Initialstadium**“ läuft die Vegetationsentwicklung über ein „**Pionierstadium**“ mit einem extrem lückigen Pflanzenbestand hin zu einem „**Folgestadium**“ In letzterem werden neben den autökologischen Faktoren durch zunehmende Durchdringung von Spross- und/oder Wurzelsystemen verstärkt synökologische Faktoren wirksam. Endpunkt der progressiven Sukzession ist ein „**Terminalstadium**“, in welchem die synökologischen Faktoren in den Vordergrund rücken. Die Phytozönosen stehen im Gleichgewicht mit dem endogen-exogenen Einflussfaktoren. Das Terminalstadium kann durch Störungen auf ein Folge-, Pionier- oder Initialstadium zurückgeworfen werden (Retrogression bzw. Regression).

**5.5 Raumgefüge – Zonation**

Der Gradient exogener Standortfaktoren führt zur Ausbildung ökosystemtypischer Ökotope. Bestimmender Faktor im Hochgebirge sind die klimatisch bedingten Höhenstufen. Diese können als biozönotisch strukturelle Einheiten, die Vegetationsserien, definiert werden. Sie zeichnen sich durch charakteristische Muster von Pflanzengesellschaften aus. So ist das Vorkommen der lawinaren Urrasen im Nationalpark Hohe Tauern auf die montane bis subalpine Höhenstufe beschränkt. Der vorgestellte Standort ist nach OZENDA (1988) der Inneralpinen Fichten-Serie zuzuordnen.

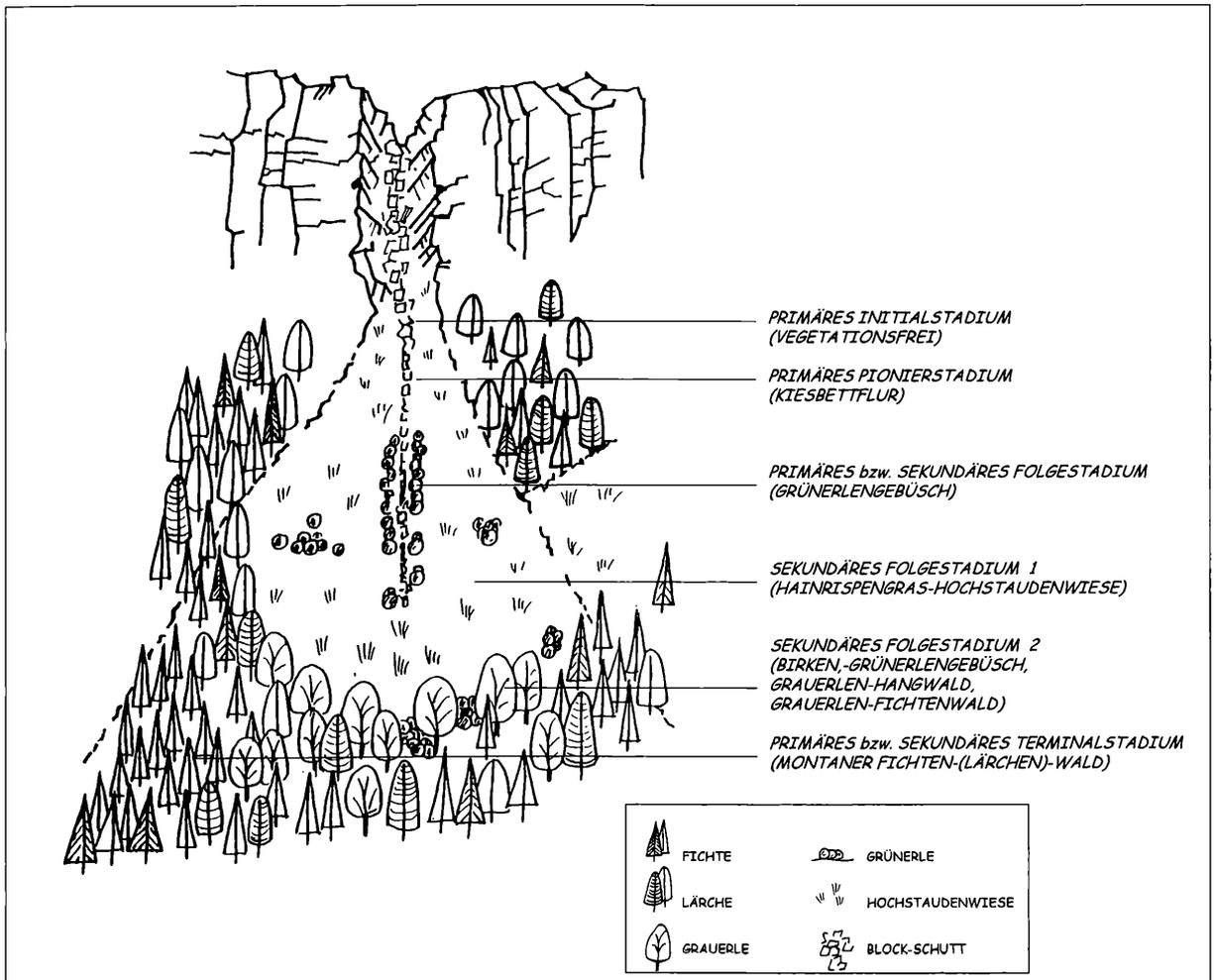


Abb. 5: Schematische Darstellung der Zonation des Fallbeispiels „Mernigleith“

Fig. 5: The zones of the example “Mernigleith” in diagram form

Sämtliche Sukzessionsstadien zeigen eine charakteristische zonale Anordnung (Catena) (Abb. 5). Diese leitet sich vom unterschiedlichen Auswirkungsbereich der Lawinen- und Murereignisse ab. Dabei erfährt die zentral gelegene, vegetationsfreie Murrinne (primäres Initialstadium) eine zumindest jährliche Störung durch Murstöße. Die im Anschluss gelegene Kiesbettflur (primäres Pionierstadium) ist davon nur randlich berührt, was das Aufkommen einzelner entsprechend angepasster Arten ermöglicht. Charakteristisch ist ein schmaler Grünerlensaum entlang der zentralen Murrinne (primäres bzw. sekundäres Folgestadium). Der gesamte wald- und gebüschfreie Kegel wird von ein- bis mehrmals pro Jahr abgehenden Lawinen flächig erfasst, weshalb sich hier die Rotschwengel-Hainrispengras-Hochstaudenwiese durchsetzt (sekundäres Folgestadium 1). Die Bereiche der Birken-Grünerlen-Weidengebüsch und Grauerlen-Hangwälder sind in etwas größeren Zeitabständen von periodischen Lawinen- oder Murereignissen betroffen (sekundäres Folgestadium 2). Die randlichen Fichtenwaldgesellschaften (primäres/sekundäres Terminalstadium) werden lediglich von episodischen Katastrophenereignissen erfasst.

## 5.6 Funktionsgefüge – Verteilung der Lebensstrategietypen

Im Zusammenhang mit einer funktionalen Klassifikation von Pflanzen hinsichtlich der Auswirkung und des Einflusses der Standortdynamik kann als Summenparameter die Verteilung der pflanzlichen Strategietypen herangezogen werden. Dabei wird die Strategie einer Pflanzenart durch die physiologischen und anatomisch-morphologischen Anpassungen zur Eroberung und Behauptung eines Wuchsortes unter möglichst optimaler Ressourcennutzung charakterisiert (vgl. DIERSCHKE 1994). Die Zuordnung der vorkommenden Pflanzen zu den jeweiligen Strategietypen wird speziell im Hinblick auf die Standortbedingungen des Seebachtales vorgenommen (Abb. 6). Die Einstufung weicht zum Teil erheblich von jener anderer Autoren (vgl. FRANK et al. 1990) ab.

### Definition der Strategietypen:

Das Strategiemodell orientiert sich am Dreiecksmodell ökologischer Primärstrategien von GRIME (1979). Dabei werden drei Haupttypen (Konkurrenz-, Ruderal- und Stresstoleranz-Strategen) und vier Kombinationstypen (Konkurrenz-Stress-Strategen, Konkurrenz-Ruderal-Strategen, Stress-Ruderal-Strategen und Konkurrenz-Stress-Ruderal-Strategen) ausgewiesen:

**Konkurrenz-Strategen (C-Typ):** Diese zeichnen sich durch hohe Konkurrenzkraft aus, sind mehrjährig und bilden dichte, hochwüchsige Bestände. Sie nehmen im Unterschied zu den Konkurrenz-Ruderal-Strategen Standorte eher langsam ein und benötigen im Gegensatz zu den Konkurrenz-Stress-Strategen günstige Wuchsbedingungen (geringe Stresstoleranz). Darüber hinaus zeichnen sich die Standorte durch einen geringen Störungseinfluss aus. Zu dieser Gruppe gehören vor allem Gehölze, Hochstauden und Hochgräser.

**Ruderal-Strategen (R-Typ):** Diese kurzlebigen Pflanzen zeichnen sich vor allem durch die Fähigkeit aus, neue Standorte und Vegetationslücken rasch zu erobern. Im Unterschied zu den Konkurrenz-Ruderal-Strategen sind sie konkurrenzschwach und werden bereits in den Anfangsphasen einer Sukzession von konkurrenzstärkeren Arten verdrängt. Sie benötigen günstige Wuchsbedingungen.

**Stresstoleranz-Strategen (S-Typ):** Dazu zählen langlebige Pflanzen, die an ungünstige Wuchsbedingungen oder an extreme Standortbedingungen angepasst sind. Sie sind im Gegensatz zu den Konkurrenz-Stress-Strategen konkurrenzschwächer und können im Unterschied zu den Ruderal-Stress-Strategen die Standorte nur allmählich einnehmen. Sie sind typisch für konkurrenzarme Situationen lückiger bis locker geschlossener, kleinwüchsiger Bestände.

**Konkurrenz-Ruderal-Strategen (CR-Typ):** Diese können neue, günstige Standorte rasch einnehmen und behaupten sich auf Grund ihrer Konkurrenzkraft auch in geschlossenen, dichten Beständen. Es sind in erster Linie hochwüchsige Stauden und Gräser waldfreier Standorte.

**Konkurrenz-Stress-Strategen (CS-Typ):** Auf störungsarmen Standorten mit ungünstigen Wuchsbedingungen (nass oder trocken und/oder nährstoffarm) können sich konkurrenzstarke, stresstolerante Arten durchzusetzen. Es sind vor allem Stauden von Gebüsch und Wäldern sowie hochwüchsige Arten der Magerrasen.

**Stress-Ruderal-Strategen (SR-Typ):** Dies sind stresstolerante Ruderalarten mit geringer Konkurrenzkraft, welche auf gestörten, ungünstigen Standorten lückige, kleinwüchsige Bestände bilden. Es sind unter anderem Arten von mehr oder weniger offenen Magerrasen jüngerer Sukzessionsphasen.

**Intermediäre Strategen (CSR-Typ):** Diese große Artengruppe zeichnet sich weder durch Konkurrenzkraft, Stresstoleranz noch durch die Fähigkeit zu einer raschen Neubesiedelung aus. Allerdings können sie sich in bereits geschlossenen Beständen auf Standorten mit mehr oder weniger ausgeglichenen Wuchsbedingungen langfristig etablieren. Es sind vor allem charakteristische Arten der Weiden, Magerrasen und Pflanzen der Krautschicht in Wäldern.

Sämtliche Pflanzenbestände der „Mernigleith“ zeichnen sich durch eine ähnliche Verteilung der Strategietypen aus. Charakteristisch ist ein überdurchschnittlich hoher Anteil von Konkurrenz-Strategen, ein durchgehender Anteil von Konkurrenz-Ruderal-Strategen, Konkurrenz-Stress-Strategen, Stress-Konkurrenz-Ruderal-Strategen sowie mit Ausnahme der Grauerlenwälder ein geringer Anteil von Stress-Ruderal-Strategen. Insgesamt spiegelt die Verteilung die Kombination aus günstigen Wuchsbedingungen und starkem Störungseinfluss wider. Lediglich auf den lückigen Pionierstadien der Kiesbetflur kommt zusätzlich ein höherer Anteil von Stress-Strategen hinzu.

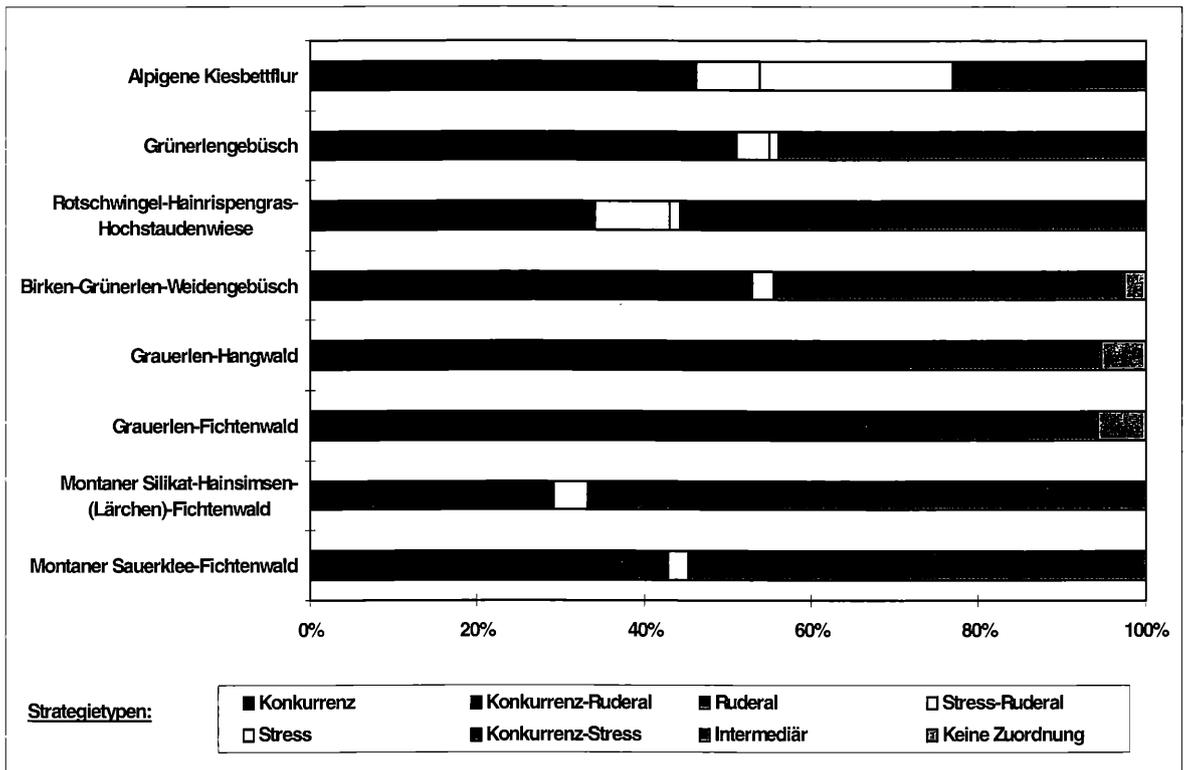


Abb. 6: Strategietypenverteilung beim Fallbeispiel „Mernigleith“

Fig. 6: Distribution of strategic types of the example “Mernigleith”

Struktur und Dynamik alpiner Ökosysteme werden wesentlich von Störungen bestimmt. Entscheidend für die Ausprägung der Ökosysteme ist die Verteilung der Störung entlang der Zeitachse sowie die Wirkung der Störung.

### Definition des Begriffs „Störung“:

Störungen sind definiert als diskrete Ereignisse in der Zeit, die Organismen beseitigen bzw. mechanische Schadwirkungen auf Pflanzen oder Pflanzenteile nach sich ziehen und Raum öffnen (vgl. BEGON et al. 1991). Ergänzend dazu lautet die Definition von HUSTON (1994), welche nach Einschätzung des Autors alle wesentlichen Störungscharakteristika enthält: „Disturbance is any process or condition external to the natural physiology of living organisms that results in the sudden mortality of biomass in a community on a time scale significantly shorter (e.g. several orders of magnitude faster) than that of the accumulation of biomass.“

Lawinen sind im alpinen Raum charakteristische Störungsfaktoren, die eine Reihe von Hochgebirgs-ökosystemen entscheidend prägen. Bedingt durch die hohe Energie und das Auftreten außerhalb der Vegetationsperiode zeigen sie zerstörende Auswirkungen auf die Strauch- und (vor allem) auf die Baumschicht. Da sich Bäume und Sträucher im unmittelbaren Einflussbereich von Lawinenbahnen nicht bzw. nur punktuell etablieren können, ist hier die Vegetation von Gräsern, Kräutern und Hochstauden dominiert.

Ein wesentliches Charakteristikum der Störung ist der Zeitbezug. Im Zuge von dynamisch-ökosystemaren Betrachtungen muss daher dem Faktor Störung eine zentrale Rolle beigemessen werden. Zur Klassifizierung von Störungen können die Parameter Störungsamplitude, -frequenz, -intervall und -rhythmik als Grundlage herangezogen werden (vgl. WHITE & PICKET 1985, siehe Kasten).

### Störungsparameter:

**Störungsamplitude** („magnitude intensity“): Diese wird allgemein als Maß der störungsbedingten Abweichung eines ökologischen Faktors definiert. In Anlehnung an die Definition wird die Störungsamplitude durch die (Zerstörungs-)Wirkung auf die Vegetation charakterisiert. Als Störungswirkung wird eine mechanische Schädigung angesehen, welche für die betroffene Vegetationsschicht eine massive Störung („disturbance“) bis Zerstörung („disruption“) zur Folge hat. Dabei werden je nach betroffener Vegetationssystemstruktur drei Wirkungsstufen („degree of damage“) unterschieden (vgl. CANHAM & MARKS 1985, PICKET & WHITE 1985):

- Störung bis Zerstörung der Baum- und Strauchschicht
- Störung bis Zerstörung der Krautschicht
- Störung bis Zerstörung der Wurzelschicht.

Störungsbedingte Auswirkungen kommen in der Natur überwiegend als Mischformen und Übergangsstadien der drei angeführten Schadwirkungsstufen vor. Eine „Störung der Wurzelschicht“ ist einer mehr oder minder vollständigen Um- oder Überlagerung des Bodens gleichzusetzen und führt zur Schaffung eines primären (z. B. An-, Ver- und Auflandung im Zuge von Hochwässern) oder eines sekundären Initialstandortes (z. B. Acker). Die Störung der Wurzelschicht zieht zwangsläufig eine Zerstörung der Kraut-, Strauch- bzw. Baumschicht nach sich. Im Gegensatz dazu kann eine „Störung bis Zerstörung der Krautschicht“ unabhängig von einer „Störung bis Zerstörung der Baum- und Strauchschicht“ erfolgen (z. B. Waldweide). Bei natürlich bedingten Störungen treten beide Schadwirkungsstufen häufig gemeinsam auf (z. B. Lawineneinwirkung).

**Störungsfrequenz** (Häufigkeit, „frequency“): Auftreten einer Störung pro Zeiteinheit.

**Störungsintervall** (Periodendauer, „return intervall“, „cycle“): Zeitspanne zwischen den Störungen.

**Störungsrhythmik** (Periodik): Diese gibt über die Verteilung des Auftretens einer Störung entlang der Zeitachse Auskunft. Dabei wird im Wesentlichen zwischen regelmäßig oder unregelmäßig auftretender Störung unterschieden (vgl. GAMS 1918).

Intensität und Häufigkeit von Störungen sind keine fixen, absoluten Größen, sondern können über die Geschwindigkeit der Regeneration der Populationen nach einer Störung definiert werden (vgl. HUSTON 1994). Die Zeitdauer der Störungsintervalle steht in Abhängigkeit von der Stellung des Vegetationstyps innerhalb der soziologischen Progression. Die zeitlichen Einheiten entlang der Zeitachse sind somit als Relativwerte zu betrachten und sind in Bezug auf die Entwicklungsgeschwindigkeit der Pflanzengesellschaften innerhalb der einzelnen Stadien zu setzen. So zeichnen sich „junge“ Stadien durch eine kurze, „ältere“ Stadien durch eine entsprechend längere Periodendauer des Störungsintervalls aus.

Die „Mernigleith“ unterliegt sowohl Lawinen- als auch Mureinfluss. Dabei wirken sich die jährlich abgehenden Lawinen auf den gesamten (und daher weitestgehend baum- und strauchfreien) Ober- und Mittelhangbereich aus. Der Unterhang wird lediglich von langfristige-zyklischen Ereignissen erfasst, der anschließende Talboden bzw. die randlichen geschützteren Bereiche nur bei episodisch auftretenden katastrophalen Lawinenereignissen. Der Einfluss durch jährlich einwirkende Muren beschränkt sich im Wesentlichen auf schmale Rinnen (kurzfristig-zyklische Störungen). Neben Felssturzereignissen und Felswandverwitterungsprozessen sind langfristig auch katastrophale Murereignisse an der Ausbildung des ca. 30 ° geneigten Mur- und Schuttkegels beteiligt (langfristig-zyklische bis stochastische Ereignisse).

	Störungsursache und Störungswirkung (Amplitude)		
	Störung bis Zerstörung der		
Störungsfrequenz	Baum-/Strauchschicht	Krautschicht	Wurzelschicht
Kurzfristig – zyklisch	•Lawine	•Mure	•Mure
Langfristig – zyklisch	•Lawine	•Mure	•Mure
Langfristig – stochastisch	•Lawine	•Mure •Felssturz und Felswandverwitterung	•Mure •Felssturz und Felswandverwitterung

Tab. 2: Störungsursachen, -wirkung und -frequenz des Fallbeispiels „Mernigleith“ Die Störungsauswirkung durch Muren auf die Kraut- und Wurzelschicht beschränkt sich im Wesentlichen auf den räumlich eng begrenzten Bereich der Murrinne.

Table 2: Causes, effects and frequency of disturbance of the example “Mernigleith” The effect of disturbance by avalanches of mud and debris on soil and herbaceous vegetation is mainly restricted to the small area of the debris-groove.

## 7 Prozesstypen

Abgeleitet aus der Störungsfrequenz bzw. dem Störungsintervall sowie der Störungsrhythmik können die einwirkenden Störungen durch drei Prozesstypen definiert werden. Sie werden anhand charakteristischer Teilbereiche des Fallbeispiels „Mernigleith“ vorgestellt.

## 7.1 Kurzfristig-zyklische Störungen – Quasistabilprozess © Helmut Tausch, 1998, unter www.biologiezentrum.at

Ständige Unterbrechungen der Sukzessionsabläufe führen zur Ausbildung entsprechend an die Störung angepasster Vegetationstypen („inhärente Störung“, BÖHMER 1999).

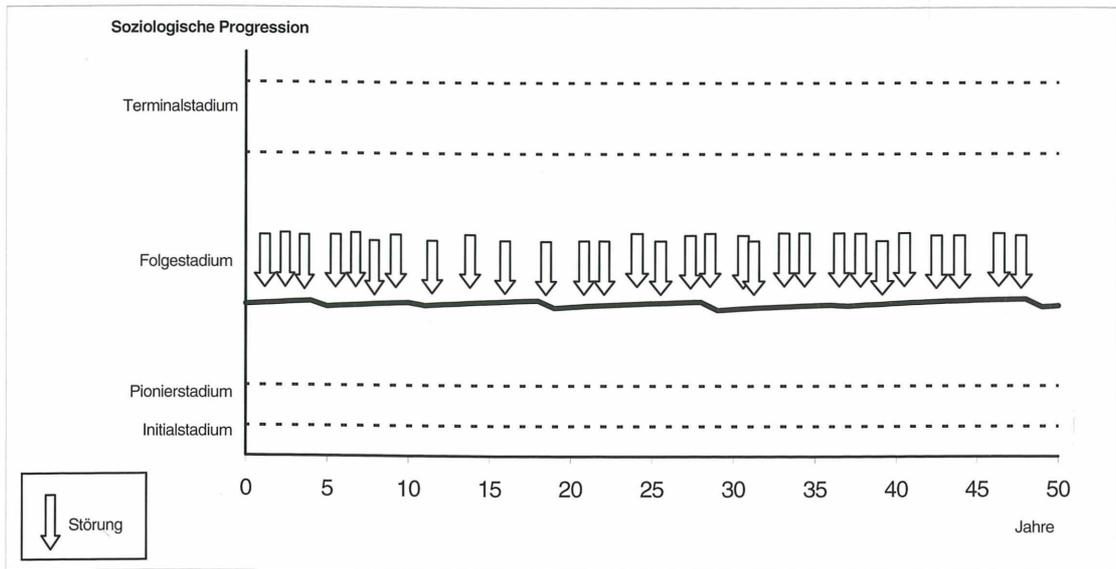


Abb. 7: Prozesstyp „Quasistabilprozess“ am Beispiel „Mernigleitn“: Der zentrale Bereich des Murkegels zeichnet sich durch einen Quasistabilprozess aus. Die Vegetation der für diese Standorte typischen Hochstaudenwiesen wird durch jährlich abgehende Lawinen geprägt.

Fig. 7: Process-type “quasi-stable process” by the example “Mernigleitn”: The central area of the debris-cone is characterized by a quasi-stable process. Annual avalanches influence the vegetation of the high standing herbaceous meadows, which are typical for sites like this.



Kennzeichnend für sie ist, dass sie durch den Störungseinfluss in Hinblick auf ihre Artenzusammensetzung mehr oder minder keinen Veränderungen unterworfen sind („quasistabil“, störungsbedingte Dauergesellschaft). Die klimatisch oder edaphisch bedingte Schlussgesellschaft bzw. das Terminalstadium der Vegetationsserie wird unter Störungseinfluss nicht erreicht.

## 7.2 Langfristig-zyklische Störungen – Oszillationsprozess

Das Störungsintervall ist kürzer als die Entwicklungsdauer der klimatisch oder edaphisch bedingten Terminalphase. Dabei wird die Entwicklung störungsbedingt vor Erreichen der klimatischen oder edaphischen Schlussgesellschaft bzw. das Terminalstadium der Vegetationsserie abgebrochen. Dadurch befinden sich die Stadien in oszillierender, progressiver Sukzession.

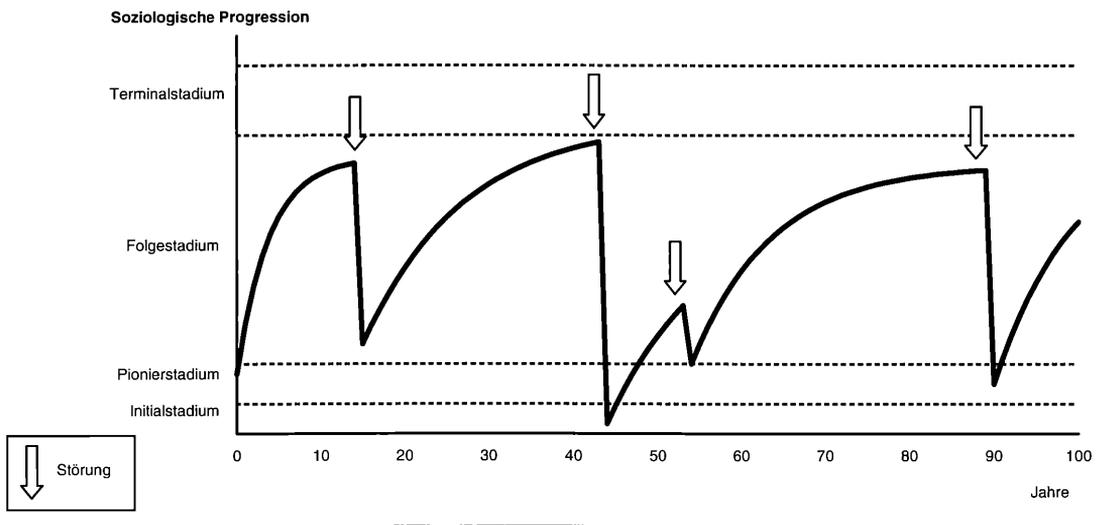


Abb. 9: Prozessstyp „Oszillationsprozess“ am Beispiel „Mernigleith“: Im Randbereich von jährlich abgehenden Lawinen sowie im Einflussbereich von langfristig-zyklisch abgehenden Lawinen geht die sekundäre progressive Sukzession je nach Störungswirkung und Periodendauer bis hin zu einem fortentwickelten, sekundären Folgestadium weiter. Dabei stellen sich natürlich störungsbedingte Dauergesellschaften wie Grünerlen-Gebüsche oder Grauerlen-Hangwälder ein.

Fig. 9: Process-type “oscillating process” by the example “Mernigleith”: In the outlying area of the annual avalanches as well as under the influence of avalanches, which come down in long-term cycles, the succession goes on to a further developed secondary stage, dependent on the disturbance and the duration of the period. Naturally those sites have constant plant communities caused by disturbance, such as *Alnus alnobetula*-shrubs or *Alnus incana*-slope-forests.

Abb. 8: Lawinarer Urrasen der „Mernigleith“ (Rotschwengel-Hainrispengras-Hochstaudenwiese): Ähnlich einer jährlichen Mahd wird hier ein Aufkommen von Gehölzen verhindert. Im Unterschied zur Mahd werden Strategietypen mit zwei- oder mehrjährigem Entwicklungszyklus nicht selektiv getroffen. Dies und die zumeist gute Nährstoff- und Wasserversorgung haben zur Folge, dass sich eine Reihe von Hochstauden auf den Standorten etablieren können.

Fig. 8: Avalanche primeval meadow of the “Mernigleith” (*Festuca rubra*-*Poa nemoralis*-meadow): Similar to an annual mowing the development of woody plants is prevented. In contrast to mowing, strategic types with a cycle of development lasting two or more years are not selectively affected. Together with a good supply of nutrients and water this allows a number of high standing herbaceous plants to establish themselves on these sites.



Abb. 10: Grauerlen-Hangwald im Übergangsbereich vom lawinaren Urrasen zum Bergwald. Ausgelöst durch das störungsbedingte Absterben einzelner Individuen (Gap-Dynamik) oder - bei größeren Ereignissen - lokaler Populationen (Patch-Dynamik) ist die periodische Wiederkehr der Pflanzengesellschaft kennzeichnend (zyklische Sukzession).

Fig. 10: *Alnus incana*-slope-forest in the transitional area between the avalanche primeval meadow and the mountain forest. Disturbance causes mortality of single individuals (gap dynamics) or local populations (patch dynamics), when the occurrence has larger dimensions. This results typically in a periodical return of the plant community (cyclic succession).

### 7.3 Langfristig-stochastische Störungen – Azyklusprozess

Diese Störungen sind durch „katastrophenartige“ Ereignisse gekennzeichnet. Die Störungsintervalle sind größer als die Entwicklungsdauer der vollständigen Sukzessionsserie des Standortes. Die Pflanzenbestände eines gestörten Standortes können sich bis zur klimatisch oder edaphisch bedingten Schlussgesellschaft bzw. bis zum Terminalstadium der Vegetationsserie entwickeln. Störungen sind so selten, dass eine Anpassung der betroffenen Pflanzenbestände nicht stattfinden kann.

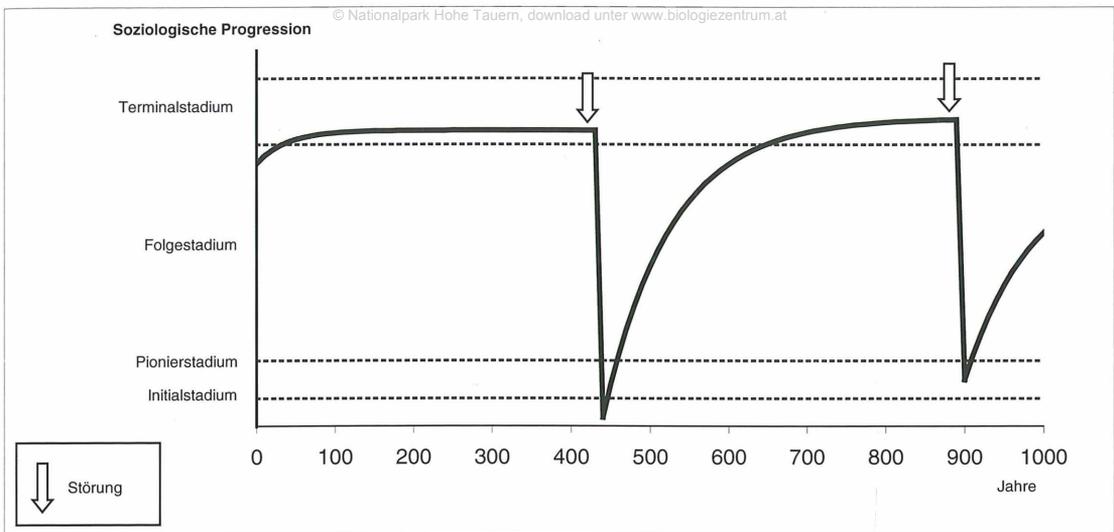


Abb. 11: Prozesstyp „Azyklusprozess“ am Beispiel „Mernigleitn“: Außerhalb des unmittelbaren Lawen- und Mureinflusses erreicht die Vegetation das Terminalstadium.

Fig. 11: Process-type “acyclic process” by the example “Mernigleitn”: Outside of the sphere of immediate influence of avalanches of snow, or mud and debris, the vegetation reaches its terminal stage.



Abb. 12: Lärchenreiche montane Fichtenwälder werden höchstens bereichsweise von katastrophentypischen „Jahrtausendereignissen“ erfasst und gehen nahtlos in die störungsberuhigten Bergwaldbereiche über.

Fig. 12: Larch-rich mountain-spruce-forests are only affected in small areas by exceptional catastrophes and show a smooth transition to mountain-forest areas.

Die Wahrnehmung des Wandels der Pflanzendecke im Laufe der Zeit war bereits im 19. Jahrhundert Gegenstand naturwissenschaftlicher Forschung (vgl. DIERSCHKE 1994). So lieferte CLEMENTS (1916) zu Beginn des 20. Jahrhunderts allgemeine Grundlagen zur Sukzessionsdynamik. In den letzten Jahrzehnten wurden insbesondere komplexe Zusammenhänge auch experimentell untersucht und in einer Reihe von landschaftsökologischen, populationsdynamischen und systemtheoretischen Publikationen veröffentlicht (siehe BURROWS 1990, FORMAN 1995, GLENN-LEWIN & VAN DER MAAREL 1992, PICKET & WHITE 1985). Hervorzuheben ist im Zusammenhang mit der vorgestellten Thematik die von BÖHMER (1999) durchgeführte Studie „Vegetationsdynamik im Hochgebirge unter dem Einfluss natürlicher Störungen“

Charakteristisch für dynamische, prozessorientierte Modelle ist die Verknüpfung raumbezogener Parameter mit der Zeitachse. Das vorgestellte Konzept ist speziell auf alpine Ökosysteme ausgerichtet, jedoch generell auf störungsgeprägte Lebensräume übertragbar. Die beiden Ansätze der systemtheoretischen Überlegungen sind:

- **Störungen sind systemprägend.** Sie können als externer Systemparameter maßgeblich die Arten-, Populations- und Strukturdiversität sowie die zeitliche Varianz von Lebensräumen und Ökosystemen bestimmen (DENSLOW 1985). Gerade bei populären vegetationsökologischen Konzepten stehen häufig endogene Mechanismen im Vordergrund (EDWARDS et al. 1999). So werden in dem von REMMERT (1991) für Klimaxwälder entwickelten Mosaik-Zyklus-Konzept Lebensräume als Mosaik von Zellen unterschiedlicher Entwicklungsphasen („patches“) aufgefasst, in denen Interaktionen stattfinden. Um allerdings die Vielschichtigkeit und die gerade für den alpinen Raum charakteristischen permanenten Ungleichgewichtszustände infolge exogener Faktoren nachvollziehbar zu gestalten, sind zentrale Begriffe des Mosaik-Zyklus-Konzepts, wie z.B. die Abgrenzung des Begriffes der Klimaxgesellschaft von der Dauergesellschaft, unklar definiert bzw. ergeben bei der Übertragung auf störungsgeprägte Ökosysteme keinen konsistenten Ansatz (vgl. BÖHMER 1999).
- **Störungen sind systemtypisch.** Mit dem Zeitpunkt, wo Störungen, unabhängig ob anthropogen oder natürlich ausgelöst, auf ein Ökosystem einwirken, sind sie ein Bestandteil des Systems. „Störungen“ oder „Katastrophen“ – unabhängig von ihrer Einstufung als „vorhersehbar“ oder stochastisch – sind nicht als „Abweichung vom idealen Entwicklungsweg“ (PICKET & WHITE 1985) zu verstehen, sondern sind gerade für alpine Ökosysteme systemtypisch (vgl. PLACHTER 1998). Störungsauslösenden Faktoren, wie sie z. B. GIGON (1982) für die Typisierung der ökologischen Stabilität und Instabilität von Ökosystemen heranzieht („Fremdfaktoren, welche nicht zum normalen Haushalt gehören“), wird im Rahmen des vorgestellten Konzepts keine Bedeutung beigemessen.

Im Mittelpunkt des Fallbeispiels „lawinarer Urrasen“ steht die Raum-Zeit-Analyse funktioneller Beziehungen von Vegetation und Umwelt. Daraus abgeleitet kann im Rahmen eines **vegetationsdynamischen Konzeptes** ein Ökosystem anhand folgender **Systemparameter** charakterisiert werden:

1. **Systemelemente:** Die Systemelemente stellen die „Bausteine“ eines Ökosystems dar und werden durch die anorganische Umwelt und durch die Organismen gebildet. Die Systemelemente können auf einer räumlichen, zeitlichen und funktionalen Bezugsebene miteinander in Verbindung gebracht werden.
2. **Systembeziehungen:** Diese definieren die Art und Weise der gegenseitigen Verknüpfung der Systemelemente. Dabei wird eine räumliche, eine funktionale sowie eine zeitliche Ebene der Systembeziehungen unterschieden. Die Systembeziehungen der anorganischen Umwelt zur Lebewelt auf Artniveau werden durch die Autökologie, auf Bestandesniveau durch die Synökologie und auf Vegetationskomplexniveau durch die Synsoziologie (Sigmasoziologie) erfasst.
3. **Systemsteuerung:** Die miteinander in Beziehung stehenden Systemelemente werden durch Informations-, Energie- und Stoffflüsse gesteuert. Das Vorkommen von Pflanzenarten, die Entstehung, die Erhaltung und die Fortentwicklung von Pflanzenbeständen sowie die spezifische Charakteristik von Vegetationskomplexen erfolgt durch folgende Systemsteuerungsparameter:

- **Endogene Wirkungen:** Die endogenen Wirkungen ergeben sich durch inter- und intraspezifische Konkurrenz- und Koexistenzphänomene (Kooperation, Epiphytismus, Mutualismus usw.) unmittelbar aus der Vegetation. Sie können als Folgereaktion von Störungen abgeleitet werden und sind indirekt von den anorganischen Umweltfaktoren bestimmt. Darüber hinaus können auch anthropogen-zoogene Einflüsse auf die Vegetation die endogenen Wirkungen entscheidend prägen.
- **Exogene primäre Standortfaktoren:** Ausgehend von der komplexen Faktorengruppe der anorganischen Umweltfaktoren Klima, Relief, Boden sowie den biotischen Faktoren Mensch und Tier lassen sich die exogenen primären Standortparameter Wärme, Licht, Wasser und chemische Stoffe ableiten. Letztere wirken direkt auf die Vegetation und sind für die Wachstumsbedingungen der Pflanzen verantwortlich.
- **Störungseinfluss:** Dieser exogene Standortfaktor ist maßgeblicher Auslöser der progressiven Sukzessionsentwicklung und stellt daher einen zentralen Faktor für die Dynamik von alpinen Ökosystemen dar.

Technische Eingriffe könne den natürlichen Prozessablauf abstoppen bzw. minimieren. Eine solche „Störungsblockade“ kann insbesondere in alpinen Ökosystemen mit einer naturgemäß hohen Reliefenergie eine nachhaltige Veränderung des Lebensraums nach sich ziehen. Beispiele von Störungsblockaden sind Lawinen- und Wildbachverbauungen sowie Fluss- und Bachregulierungen. Mit dem Wissen vom räumlich-zeitlichen und funktionalen Beziehungsgefüge eines Ökosystems können anthropogene Eingriffe zur Arterhaltung den natürlichen Prozessen angeglichen und damit aus Sicht des Naturschutzes optimiert werden.

Im Zusammenhang mit anthropogenen und anthropogen-zoogenen Störungen ist aus gegenwärtiger Sicht auch die Zeitdauer der Nutzungsauffassung zu berücksichtigen. Charakteristisch ist ab dem Zeitpunkt der Nutzungseinstellung ein mehr oder minder rasches Einsetzen einer sekundären progressiven Sukzession. Das ist insbesondere in der Alpenregion von großer Bedeutung, da hier innerhalb der letzten Jahrzehnte über weite Bereiche Bergmäher und Almen aus der Nutzung genommen wurden und seither verbrachen.

Im Naturschutz und gerade im Zusammenhang mit Schutzgebietskonzepten werden in erster Linie konservierende Schutzstrategien verfolgt (vgl. SCHERZINGER 1995, 1996). Hinter diesen konventionellen Planungsansätzen stehen zumeist statische und deterministische Konzepte, welche exakt definierte „Endzustände“ anstreben. Im Gegensatz dazu muss für die langfristige Erhaltung natürlicher Ökosysteme verstärkt der „Schutz“ von Naturprozessen in der Planungsphilosophie im Vordergrund stehen (vgl. PLACHTER 1998). Dabei tritt der unmittelbare Schutz ausgewählter Tier- und Pflanzenarten in seiner Bedeutung zurück. Wesentlich ist, dass Naturereignisse bis hin zu „Naturkatastrophen“ von Menschen möglichst ungehindert ablaufen. Das setzt voraus, dass Schutzgebiete eine entsprechende Größenordnung besitzen und wirtschaftliche Faktoren bezüglich der Landnutzung eine untergeordnete Rolle spielen. Speziell Nationalparke bieten sich hier aufgrund der gesetzlichen und naturräumlichen Voraussetzungen an, als „Naturrefugien“ eine besondere Bedeutung in einer zunehmend technisch kontrollierten Umwelt und ökonomisch orientierten Gesellschaft einzunehmen.

## 9 Dank

Für die kritische Durchsicht des Manuskripts und die wertvollen fachlichen Anregungen möchte ich mich besonders bei Mag. Thomas DIRNBÖCK (Institut für Ökologie und Naturschutz der Universität Wien) bedanken. Zusätzlich gebührt Mag. Susanne AIGNER für die Korrektur sämtlicher Textversionen mein Dank. Auch möchte ich mich bei Dipl.Ing. Karoline ANGERMANN für die Ausführung des Zonationsschemas und bei Mag. Maximilian THEISS für die Übersetzung der Zusammenfassung bedanken.

- ASCHER, J. (1998): Naturbedingte und anthropogene dynamische Prozesse der Vegetation im Seebachtal. – Unveröff. Diplomarbeit, Leopold-Franzens-Universität Innsbruck, 205pp.
- BEGON, M., HARPER, J.L. & TOWNSEND, C.R. (1991): Ökologie. Birkhauser Verlag, Basel, Boston, Berlin, 1024pp.
- BÖHMER, H.J. (1999): Vegetationsdynamik im Hochgebirge unter dem Einfluß natürlicher Störungen. - Dissertationes Botanicae, Bd. 311, J. Cramer, Berlin, Stuttgart, 180pp.
- BURROWS, C.J. (1990): Processes of vegetation change. - Unwin Hyman Ltd, London, 551pp.
- CANHAM, C.D. & MARKS, P.L. (1985): The response of woody plants to disturbance: Patterns of establishment and growth. In: PICKET, S.T.A. & WHITE, P.S.: The ecology of natural disturbance and patch dynamics. Academic Press Orlando: 198-216.
- CLEMENTS, F.E. (1916): Plant succession: analysis of the development of vegetation. - Publ.Carnegie Inst.Wash. 242: 1-512.
- DENSLOW, J.S. (1985): Disturbance-mediated coexistence of species. In: PICKET, S.T.A. & WHITE, P.S.: The ecology of natural disturbance and patch dynamics. Academic Press Orlando: 307-323.
- DIERSCHKE, H. (1994): Pflanzensoziologie. Grundlagen und Methoden. - Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, 683pp.
- EDWARDS, P.J., KOLLMANN, J., GURNELL, A.M., PETTS, G.E., TOCKNER, K. & WARD, J.V (1999): A conceptual model of vegetation dynamics on gravel bars of a large Alpine river. - Wetlands Ecology and Management: 141-153.
- EGGER, G. (1996): Vegetationsökologische Untersuchung Seebachtal – Vegetation und Standortsdynamik alpiner Lebensräume. Unveröff. Studie im Auftrag des BMUJF, Institut für Angewandte Ökologie, Klagenfurt, 175pp.
- FORMAN, R.T.T. (1995): Land Mosaics. The ecology of landscape and regions. - Cambridge University Press, 632pp.
- FRANK, D., KLOTZ, S. & WESTHUS, W. (1990): Botanisch-ökologische Daten zur Flora der DDR. 2. neu bearbeitet Aufl. - Wiss. Beitr. Martin-Luther-Univ. Halle-Wittenberg, Halle/Saale, 167pp.
- GAMS, H. (1918): Prinzipienfragen der Vegetationsforschung. Ein Beitrag zur Begriffsklärung und Methodik der Biocoenologie. - Diss. Univ. Zürich. Vierteljahresschr. Naturf. Ges. Zürich 63: 1-205.
- GIGON, A. (1982): Typen von ökologischer Stabilität und Instabilität mit Beispielen aus Waldökosystemen. - In: Urwaldsymposium Boku Wien: 23-34.
- GLENN-LEWIN, D.C. & VAN DER MAAREL, E. (1992): Patterns and processes of vegetation dynamics. In: GLENN-LEWIN, D.C., PEET, R.K. & VEBLER, T.T.: Plant succession. Chapman & Hall, London: 11-59.
- GRIME, J.P. (1979): Plant strategies and vegetation processes. - Wiley, London, 222pp.
- HUSTON, M.A. (1994): Biological Diversity – The coexistence of species on changing landscapes. - Cambridge University Press, 681pp.
- INSTITUT FÜR ANGEWANDTE ÖKOLOGIE (1998): Langzeitmonitoring Nationalpark Hohe Tauern 2100. Unveröff. Studie im Auftrag des BMUJF, Klagenfurt, 140pp.
- KNAPP, H. (1998): Freiraum für natürliche Dynamik – „Prozeßschutz“ als Naturschutzziel. - In: Schutz und Förderung dynamischer Prozesse in der Landschaft. Schriftenreihe für Landschaftsschutz und Naturschutz 56: 337-352.
- OZENDA, P. (1988): Die Vegetation der Alpen im europäischen Gebirgsraum. - Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, New York, 353pp.
- PICKET, S.T.A. & WHITE, P.S. (1985): Patch dynamics: A synthesis. In: PICKET, S.T.A. & WHITE, P.S.: The ecology of natural disturbance and patch dynamics. Academic Press Orlando: 371-384.
- PLACHTER, H. (1998): Die Auen alpiner Wildflüsse als Modelle störungsgeprägter ökologischer Systeme. In: Schutz und Förderung dynamischer Prozesse in der Landschaft. Schriftenreihe für Landschaftspflege und Naturschutz 56: 21-66.

REMMERT, H. (1991): Das Mosaik-Zyklus-Konzept und seine Bedeutung für den Naturschutz: Eine Übersicht. - Laufener Seminarbeiträge 5/95: 5-15.

SCHERZINGER, W. (1995): „Naturnähe“ - Kriterien im Nationalpark-Konzept. - Nationalpark-Beirat am Bundesministerium für Umwelt, unveröff. Manuskript, Wien, 8pp.

SCHERZINGER, W. (1996): Naturschutz im Wald: Qualitätsziele einer dynamischen Waldentwicklung. Verlag Eugen Ulmer & Co, Stuttgart, 447pp.

WHITE, P.S. & PICKET, S.T.A. (1985): Natural disturbance and patch dynamics: An introduction. In: PICKET, S.T.A. & WHITE, P.S.: The ecology of natural disturbance and patch dynamics. Academic Press Orlando: 3-13.

### **Adresse des Autors**

Mag. Dr. Gregory Egger  
Institut für Ökologie und Umweltplanung  
Bahnhofstraße 39/2  
A-9020 Klagenfurt  
Austria  
e-mail: [oekuplan@aon.at](mailto:oekuplan@aon.at)

- ASCHER, J. (1998): Naturbedingte und anthropogene dynamische Prozesse der Vegetation im Seebachtal. – Unveröff. Diplomarbeit, Leopold-Franzens-Universität Innsbruck, 205pp.
- BEGON, M., HARPER, J.L. & TOWNSEND, C.R. (1991): Ökologie. Birkhauser Verlag, Basel, Boston, Berlin, 1024pp.
- BÖHMER, H.J. (1999): Vegetationsdynamik im Hochgebirge unter dem Einfluß natürlicher Störungen. - Dissertationes Botanicae, Bd. 311, J. Cramer, Berlin, Stuttgart, 180pp.
- BURROWS, C.J. (1990): Processes of vegetation change. - Unwin Hyman Ltd, London, 551pp.
- CANHAM, C.D. & MARKS, P.L. (1985): The response of woody plants to disturbance: Patterns of establishment and growth. In: PICKET, S.T.A. & WHITE, P.S.: The ecology of natural disturbance and patch dynamics. Academic Press Orlando: 198-216.
- CLEMENTS, F.E. (1916): Plant succession: analysis of the development of vegetation. - Publ.Carnegie Inst.Wash. 242: 1-512.
- DENSLOW, J.S. (1985): Disturbance-mediated coexistence of species. In: PICKET, S.T.A. & WHITE, P.S.: The ecology of natural disturbance and patch dynamics. Academic Press Orlando: 307-323.
- DIERSCHKE, H. (1994): Pflanzensoziologie. Grundlagen und Methoden. - Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, 683pp.
- EDWARDS, P.J., KOLLMANN, J., GURNELL, A.M., PETTS, G.E., TOCKNER, K. & WARD, J.V. (1999): A conceptual model of vegetation dynamics on gravel bars of a large Alpine river. - Wetlands Ecology and Management: 141-153.
- EGGER, G. (1996): Vegetationsökologische Untersuchung Seebachtal – Vegetation und Standortsdynamik alpiner Lebensräume. Unveröff. Studie im Auftrag des BMUJF, Institut für Angewandte Ökologie, Klagenfurt, 175pp.
- FORMAN, R.T.T. (1995): Land Mosaics. The ecology of landscape and regions. - Cambridge University Press, 632pp.
- FRANK, D., KLOTZ, S. & WESTHUS, W. (1990): Botanisch-ökologische Daten zur Flora der DDR. 2. neu bearbeitet Aufl. - Wiss. Beitr. Martin-Luther-Univ. Halle-Wittenberg, Halle/Saale, 167pp.
- GAMS, H. (1918): Prinzipienfragen der Vegetationsforschung. Ein Beitrag zur Begriffsklärung und Methodik der Biocoenologie. - Diss. Univ. Zürich. Vierteljahresschr. Naturf. Ges. Zürich 63: 1-205.
- GIGON, A. (1982): Typen von ökologischer Stabilität und Instabilität mit Beispielen aus Waldökosystemen. - In: Urwaldsymposium Boku Wien: 23-34.
- GLENN-LEWIN, D.C. & VAN DER MAAREL, E. (1992): Patterns and processes of vegetation dynamics. In: GLENN-LEWIN, D.C., PEET, R.K. & VEBLEN, T.T.: Plant succession. Chapman & Hall, London: 11-59.
- GRIME, J.P. (1979): Plant strategies and vegetation processes. - Wiley, London, 222pp.
- HUSTON, M.A. (1994): Biological Diversity – The coexistence of species on changing landscapes. - Cambridge University Press, 681pp.
- INSTITUT FÜR ANGEWANDTE ÖKOLOGIE (1998): Langzeitmonitoring Nationalpark Hohe Tauern 2100. Unveröff. Studie im Auftrag des BMUJF, Klagenfurt, 140pp.
- KNAPP, H. (1998): Freiraum für natürliche Dynamik – „Prozeßschutz“ als Naturschutzziel. In: Schutz und Förderung dynamischer Prozesse in der Landschaft. Schriftenreihe für Landschaftsschutz und Naturschutz 56: 337-352.
- OZENDA, P. (1988): Die Vegetation der Alpen im europäischen Gebirgsraum. - Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, New York, 353pp.
- PICKET, S.T.A. & WHITE, P.S. (1985): Patch dynamics: A synthesis. In: PICKET, S.T.A. & WHITE, P.S.: The ecology of natural disturbance and patch dynamics. Academic Press Orlando: 371-384.
- PLACHTER, H. (1998): Die Auen alpiner Wildflüsse als Modelle störungsgeprägter ökologischer Systeme. In: Schutz und Förderung dynamischer Prozesse in der Landschaft. Schriftenreihe für Landschaftspflege und Naturschutz 56: 21-66.

- ASCHER, J. (1998): Naturbedingte und anthropogene dynamische Prozesse der Vegetation im Seebachtal. – Unveröff. Diplomarbeit, Leopold-Franzens-Universität Innsbruck, 205pp.
- BEGON, M., HARPER, J.L. & TOWNSEND, C.R. (1991): Ökologie. Birkhauser Verlag, Basel, Boston, Berlin, 1024pp.
- BÖHMER, H.J. (1999): Vegetationsdynamik im Hochgebirge unter dem Einfluß natürlicher Störungen. - Dissertationes Botanicae, Bd. 311, J. Cramer, Berlin, Stuttgart, 180pp.
- BURROWS, C.J. (1990): Processes of vegetation change. - Unwin Hyman Ltd, London, 551pp.
- CANHAM, C.D. & MARKS, P.L. (1985): The response of woody plants to disturbance: Patterns of establishment and growth. In: PICKET, S.T.A. & WHITE, P.S.: The ecology of natural disturbance and patch dynamics. Academic Press Orlando: 198-216.
- CLEMENTS, F.E. (1916): Plant succession: analysis of the development of vegetation. - Publ.Carnegie Inst.Wash. 242: 1-512.
- DENSLOW, J.S. (1985): Disturbance-mediated coexistence of species. In: PICKET, S.T.A. & WHITE, P.S.: The ecology of natural disturbance and patch dynamics. Academic Press Orlando: 307-323.
- DIERSCHKE, H. (1994): Pflanzensoziologie. Grundlagen und Methoden. - Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, 683pp.
- EDWARDS, P.J., KOLLMANN, J., GURNELL, A.M., PETTS, G.E., TOCKNER, K. & WARD, J.V (1999): A conceptual model of vegetation dynamics on gravel bars of a large Alpine river. Wetlands Ecology and Management: 141-153.
- EGGER, G. (1996): Vegetationsökologische Untersuchung Seebachtal – Vegetation und Standortsdynamik alpiner Lebensräume. Unveröff. Studie im Auftrag des BMUJF, Institut für Angewandte Ökologie, Klagenfurt, 175pp.
- FORMAN, R.T.T. (1995): Land Mosaics. The ecology of landscape and regions. - Cambridge University Press, 632pp.
- FRANK, D., KLOTZ, S. & WESTHUS, W. (1990): Botanisch-ökologische Daten zur Flora der DDR. 2. neu bearbeitet Aufl. - Wiss. Beitr. Martin-Luther-Univ. Halle-Wittenberg, Halle/Saale, 167pp.
- GAMS, H. (1918): Prinzipienfragen der Vegetationsforschung. Ein Beitrag zur Begriffsklärung und Methodik der Biocoenologie. - Diss. Univ. Zürich. Vierteljahresschr. Naturf. Ges. Zürich 63: 1-205.
- GIGON, A. (1982): Typen von ökologischer Stabilität und Instabilität mit Beispielen aus Waldökosystemen. In: Urwaldsymposium Boku Wien: 23-34.
- GLENN-LEWIN, D.C. & VAN DER MAAREL, E. (1992): Patterns and processes of vegetation dynamics. In: GLENN-LEWIN, D.C., PEET, R.K. & VEBLER, T.T.: Plant succession. Chapman & Hall, London: 11-59.
- GRIME, J.P. (1979): Plant strategies and vegetation processes. - Wiley, London, 222pp.
- HUSTON, M.A. (1994): Biological Diversity – The coexistence of species on changing landscapes. - Cambridge University Press, 681pp.
- INSTITUT FÜR ANGEWANDTE ÖKOLOGIE (1998): Langzeitmonitoring Nationalpark Hohe Tauern 2100. Unveröff. Studie im Auftrag des BMUJF, Klagenfurt, 140pp.
- KNAPP, H. (1998): Freiraum für natürliche Dynamik – „Prozeßschutz“ als Naturschutzziel. - In: Schutz und Förderung dynamischer Prozesse in der Landschaft. Schriftenreihe für Landschaftsschutz und Naturschutz 56: 337-352.
- OZENDA, P. (1988): Die Vegetation der Alpen im europäischen Gebirgsraum. - Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, New York, 353pp.
- PICKET, S.T.A. & WHITE, P.S. (1985): Patch dynamics: A synthesis. - In: PICKET, S.T.A. & WHITE, P.S.: The ecology of natural disturbance and patch dynamics. Academic Press Orlando: 371-384.
- PLACHTER, H. (1998): Die Auen alpiner Wildflüsse als Modelle störungsgeprägter ökologischer Systeme. In: Schutz und Förderung dynamischer Prozesse in der Landschaft. Schriftenreihe für Landschaftspflege und Naturschutz 56: 21-66.

REMMERT, H. (1991): Das Mosaik-Zyklus-Konzept und seine Bedeutung für den Naturschutz: Eine Übersicht. Laufener Seminarbeiträge 5/95: 5-15.

SCHERZINGER, W. (1995): „Naturnähe“ - Kriterien im Nationalpark-Konzept. - Nationalpark-Beirat am Bundesministerim für Umwelt, unveröff. Manuskript, Wien, 8pp.

SCHERZINGER, W (1996): Naturschutz im Wald: Qualitätsziele einer dynamischen Waldentwicklung. Verlag Eugen Ulmer & Co, Stuttgart, 447pp.

WHITE, P.S. & PICKET, S.T.A. (1985): Natural disturbance and patch dynamics: An introduction. - In: PICKET, S.T.A. & WHITE, P.S.: The ecology of natural disturbance and patch dynamics. Academic Press Orlando: 3-13.

### **Adresse des Autors**

Mag. Dr. Gregory Egger  
Institut für Ökologie und Umweltplanung  
Bahnhofstraße 39/2  
A-9020 Klagenfurt  
Austria

e-mail: oekuplan@aon.at

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Nationalpark Hohe Tauern - Wissenschaftliche Mitteilungen Nationalpark Hohe Tauern](#)

Jahr/Year: 2001

Band/Volume: [6](#)

Autor(en)/Author(s): Egger Gregory

Artikel/Article: [Vegetationsdynamik und Struktur alpiner Ökosysteme  
Diskussionsbeitrag einer prozessorientierten Ökosystemdarstellung am Beispiel  
eines lawinaren Urrasens im Nationalpark Hohe Tauern 119-137](#)