

# Rekultivierung von Hochlagen

Helmut WITTMANN und Thomas RÜCKER

## 1. Einleitung

Trotz einer schon jahrzehntelangen Diskussion (SCHIECHTL, 1972, 1973, 1982; FLORINETH, 1982; CERNUSCA, 1977, 1984; SCHAUER, 1981) befinden sich unter dem, was der Skitourist in den Alpen als „gepflegte Piste“ genießt, auch heute noch in vielen Bereichen weitestgehend vegetationslose und erodierte Flächen. Die Wunden der Vegetationszerstörung im Zuge von Planierungen und geländeverändernden Maßnahmen sind in vielen Skigebieten im Sommer unübersehbar. Obwohl namhafte Ökologen mit einer zum Teil markige Wortwahl wie z. B.: „Ski-pisten – tote Schneisen durch die Alpen“ (KLÖTZLI & SCHIECHTL, 1979) auf die Problematik der Anlage von Skipisten einerseits und der schwierigen Rekultivierbarkeit der Hochlagen andererseits hingewiesen haben, hat sich die Situation bis in die heutige Zeit nur relativ wenig verbessert (vgl. Bild 1). Die alten Wunden sind geblieben, und die neu dazugekommenen sind kaum wesentlich besser „geheilt“ worden, als es in den Anfängen der großtouristischen Wintererschließungen der Fall war.

Im folgenden Vortrag möchten wir darauf eingehen, wo die grundsätzlichen, d. h. im weitesten Sinn die technischen Probleme liegen, was heutzutage hinsichtlich der Begrünung von Hochlagen möglich und Stand der Technik ist und wo – zumindest derzeit – die Grenzen der Rekultivierung liegen. Im weiteren soll jedoch auch behandelt werden, welche Probleme zu den technischen hinsichtlich praktischer Umsetzung, Ausschreibung, Auftragsvergabe und Abnahme, d. h. hinsichtlich der praktischen Durchführung von Hochlagenbegrünungen bestehen. Abschließend soll in unserem Vortrag auch auf Zielvorstellungen eingegangen werden, die es möglich machen, die „Wunden“ der Vergangenheit zu heilen und in Hinblick neue Zerstörungen in den Hochlagen zu verhindern.

## 2. Grundsätzliche Probleme

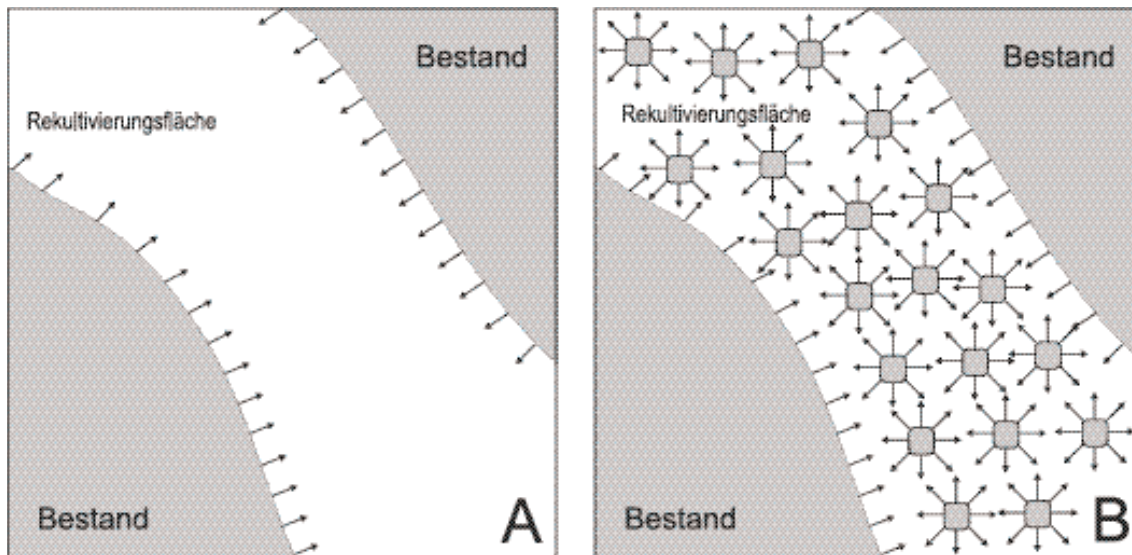
Die grundsätzlichen Probleme der Begrünung von Hochlagen konzentrieren sich vor allem auf zwei Punkte: die Verfügbarkeit von entsprechendem Saatgut einerseits und den in Hochlagen limitierten Faktor „Zeit“ andererseits.

Bis vor wenigen Jahren waren keine Arten, deren Hauptlebensraum in Hochlagen über der Waldgrenze

liegt, als Saatgut verfügbar. Die einzigen Arten, die sich noch halbwegs gut für höhere Lagen eigneten, waren spezielle Zuchtformen von Tieflandsgräsern, die ein gewisses Maß an „Höhentauglichkeit“ aufweisen wie z. B. eine spezielle Rotschwingelsippe (*Festuca rubra* „kokett“) oder Arten, die zwar ihren Hauptlebensraum im Montanbereich besitzen, die daneben jedoch von Natur aus auch in die subalpine und zum Teil alpine Stufe aufsteigen können (z. B. die Gewöhnliche Rasenschmiehe *Deschampsia cespitosa*).

Seit ca. 7 bis 8 Jahren hat sich diesbezüglich die Situation deutlich geändert. Seit diesem Zeitpunkt sind im Saatguthandel auch Arten verfügbar, die in der Natur schwerpunktmäßig im subalpin-alpinen Bereich vorkommen. So sind vor allem durch das Vorhandensein des Alpenrispengrases (*Poa alpina*) und des Schwarzwerdenden Schwingels (*Festuca nigrescens*) zwei Saatgutkomponenten gegeben, die heutzutage die Basis für jede Hochlagensaatgutmischung darstellen. Neben diesen beiden Komponenten sind auch Arten wie *Agrostis schraderiana*, *Avenella flexuosa*, *Deschampsia cespitosa*, *Festuca violacea* agg., *Festuca pseudodura*, *Festuca varia*, *Festuca supina*, *Poa supina*, *Phleum alpinum*, *Phleum hirsutum*, *Trifolium alpinum*, *Trifolium badium*, *Trifolium pratense* ssp. *nivale* und *Anthyllis vulneraria* ssp. *alpestris* zumeist in größeren Mengen erhältlich. Der entscheidende Vorteil bei Verwendung dieser Arten im Saatgut liegt vor allem darin, daß die daraus entstehenden Individuen nicht nur dauerhaft in höheren Lagen bestehen können, sondern daß sie sich dort auch selbst reproduzieren, d. h. daß sie den natürlich ablaufenden Zyklus von Keimung, Wachstum, Blühen, Fruchten bis hin zum Samen durchlaufen können. Der nach einiger Zeit aufgrund des natürlichen Alterungsprozesses stattfindende Verlust der Primärpflanzen kann daher – ident wie in der Natur – problemlos kompensiert werden. Diese Arten können somit im Zusammenspiel mit den einwandernden Arten der Umgebungsvegetation die Basis für naturidenten Vegetationstypen bilden.

Das zweite Problem bei Begrünungen in Hochlagen ist der Faktor Zeit. Während es nämlich im Tiefland möglich ist, innerhalb von wenigen Wochen eine geschlossene Rasendecke zu erzeugen, dauert das Auflaufen des Saatguts und vor allem die Entwicklung der Jungpflanzen in höheren Lagen wesentlich länger. Vor allem bei der Verwendung von normalem



**Abbildung 1**

**Schematische Darstellung des Prinzips des Saat-Soden-Kombinationsverfahrens.**

Tieflandsaatgut ist die Keim- und Entwicklungsrate – trotz der oftmals applizierten, hohen Düngegaben – oft unbefriedigend. Auch das Einwandern von Arten aus der Umgebung im Wege der natürlichen Ausbreitung geht in Hochlagen nur relativ langsam vor sich. So ist im Tiefland eine gut humusierte Fläche – selbst wenn sie nicht eingesät wurde – innerhalb einer Vegetationsperiode im Regelfall flächig begrünt, während in Lagen im subalpinen und alpinen Bereich eine vergleichbare Fläche nur extrem lückig bewachsen bzw. fast vegetationsfrei ist.

Diese beiden Komponenten „fehlendes Saatgut“ und „generell verlangsamte Vegetationsentwicklung“ führten zumeist dazu, daß bei herkömmlichen Hochlagenbegrünungen letztendlich nur vegetationslose Flächen übrigblieben. Zum einen entwickelt sich das aufgebrachte Tieflandsaatgut nicht nur spärlich oder zu kurzlebig, um das Bodensubstrat dauerhaft festigen zu können, zum anderen wandert die Umgebungsvegetation viel zu langsam ein, um von sich aus den Oberboden gegen die in Hochlagen massiven Niederschlagsereignisse sichern zu können. Bei der Entwicklung entsprechender Strategien für die dauerhafte Rekultivierung von Flächen oberhalb der Waldgrenze war es daher notwendig, diesen beiden Problemen entgegenzuwirken.

### 3. Das Saat-Soden-Kombinationsverfahren

Dieses vom Institut für Ökologie entwickelte Verfahren arbeitet gezielt den Kernproblemen der Hochlagenbegrünung entgegen. So geht es von zwei Strategien aus:

1. Der Verwendung von möglichst gut geeignetem Saatgut, das in entsprechender Höhenlage auch ohne permanente menschliche Hilfe bestehen kann und Teil einer sich selbst reproduzierenden Vegetationsdecke wird und

2. Mosaikartiges Einbringen von Teilen bodenständiger Vegetation (Andecken von Rasensoden), um damit die Einwanderungsdistanzen der natürlichen Artengarnitur in die erdoffenen Stellen zu reduzieren (vgl. Abb. 1). Durch dieses Verkürzen der Distanzen kann dem Faktor „Zeit“ entscheidend entgegen gearbeitet werden.

Durch die Ermöglichung einer relativ raschen natürlichen Einwanderung in die zu begrünenden Flächen entstehen selbst bei relativ artenarmen Ansaatmischungen für die Zwischenflächen in kurzer Zeit naturidentente, vielfältige Vegetationsdecken. Die Ergebnisse der Anwendung dieser Methode sollen anhand von 5 ausgewählten Beispielen vorgestellt werden:

#### 3.1 Projekt Rotgülden (Abbildungen 2-5)

Beim Projekt Rotgülden im hinteren Murtal (Bundesland Salzburg) war der ca. 2,5 ha große Schüttdamm eines Speicherkraftwerkes im Zuge der Bauarbeiten an der Erhöhung des Stauzieles zu begrünen. Das Projektgebiet liegt in der subalpinen Höhenstufe zwischen 1700 und 1800m. Die Umgebungsvegetation sind Lärchen-Zirben-Wälder und in Lawingassen bzw. an wasserzügigen Hängen Grünerlengebüsche. Lokal treten auch Bürstling-Weiderasen sowie Läger- und Hochstaudenfluren auf. Neben einer optischen Anpassung der Dammluftseite an die Geländestrukturen der Umgebung war die Schaffung einer naturidenten, pflegefreien Vegetation als Aufgabe gestellt. Der Auftraggeber für dieses Projekt war die Salzburger AG für Energiewirtschaft (SAFE).

Die Vegetation für das punktuelle Andecken der Rasensoden im zu rekultivierenden Bereich wurde beim Projekt Rotgülden aus jenen Flächen gewonnen, die im Zuge der Erhöhung des Stauzieles des Speichers ohnehin vernichtet worden wären. Die Vegetation wurde mittels Schreitbagger im Gelände

gewonnen, mittels LKW auf die Dammluftseite transportiert und hier in den geschütteten Flächen fachgerecht eingebaut. Zum Teil wurden die Vegetationsstücke auch mit dem Boot transportiert, da aus energietechnischen Gründen bereits während der Rekultivierungsarbeiten mit dem Aufstau begonnen wurde. Die transplantierten Pflanzengesellschaften waren Grünerlengebüsche, Hochstaudenfluren, Rumex-alpinus-Bestände und Calamagrostis-villosa-Rasen. Als stabilisierende Zwischensaat wurde eine Mischung aus Deschampsia cespitosa (Gewöhnliche Rasenschmiegle), Festuca rubra „kokett“ (Rotschwingel) und Cynosurus cristatus (Gewöhnliches Kammgras) verwendet. Hervorzuheben ist, daß bei Projektbeginn in den Jahren 1991 und 1992 Poa alpina (Alpenrispengras) als Saatgut noch nicht verfügbar war. Bei einzelnen Restrekultivierungsarbeiten im Jahr 1993 wurde lokal bereits Saatgut des Alpenrispengrases eingesetzt.

Bereits ein Jahr nach Abschluß der Begrünungsarbeiten erreichte die Deckung im gesamten zu rekultivierenden Bereich zwischen 95 und 100 %. Einzig in kleineren Runsen oder in Bereichen, in denen das Wasser auf der Dammkrone bei Niederschlagsereignissen gesammelt wird und konzentriert abläuft, waren noch kleinere Erosionsstellen vorhanden. Der Austrieb der versetzten Sträucher (vor allem Alnus incana und Lonicera caerulea) war im ersten und zweiten Jahr verzögert. Im dritten Jahr kam es zu einem Vollaustrieb, der mit dem Längenaustrieb von Grünerlen und Heckenkirschenpflanzen in der Umgebung ident war. Ausfälle bei versetzten Pflanzen waren bei Juniperus communis ssp. alpina, Vaccinium myrtillus, Vaccinium vitis-idaea und Rhododendron ferrugineum-Pflanzen zu diagnostizieren. Die besten Erfolge konnten bei versetzten Calamagrostis-villosa-Rasen bzw. auch bei den verpflanzten Hochstaudenfluren festgestellt werden. Ausfälle sind bei diesen Vegetationseinheiten kaum festzustellen.

Bereits im ersten Jahr nach Aufbringung der Rasensoden und erfolgter Einsaat breiteten sich Arten, die nicht im Saatgut vorhanden waren, geradezu explosionsartig aus. Diesbezüglich ist Calamagrostis villosa (Woll-Reitgras) hervorzuheben, die in der Umgebung von versetzten Vegetationsteilen mit dieser Art rasch große Herden ausbildete. Der Konkurrenzdruck von Calamagrostis villosa ging sogar soweit, daß versetzte Farnpflanzen (Dryopteris assimilis, Athyrium distentifolium) richtiggehend niederkonkurriert wurden.

Vorhandene Saatgutverunreinigungen (vor allem Tripleurospermum inodorum) waren im ersten Jahr lokal sogar aspektbildend, verschwanden jedoch im zweiten Jahr zur Gänze. In 5 untersuchten 10 x 10 m großen normierten Flächen wurden zwischen 22 und 41 Arten (Arten aus käuflichem Saatgut bzw. eingewanderte und verpflanzte Arten) notiert. Als Mittelwert ergab sich auf der zu begrünenden Fläche eine Zahl von 31 Pflanzenarten im ersten Jahr. Diese

Artenzahlen sind bei einer Wiederholungsuntersuchung nach 5 Jahren weitestgehend konstant geblieben. Im Jahr 1998, d.h. 5 Jahre nach Abschluß der Rekultivierungsarbeiten können die Ergebnisse dieses Rekultivierungsprojektes folgendermaßen zusammengefaßt werden.

- Die mittels Saat-Soden-Kombinationsverfahren erzeugte Vegetationsdecke ist hinsichtlich Struktur und Artenzusammensetzung auch vom Fachmann nicht mehr von den Grünerlen- und Hochstaudengesellschaften der Umgebung zu unterscheiden. Die Vegetation kann als naturident bezeichnet werden.
- Der Deckungsgrad der Begrünung wurde im Laufe der Jahre auch in kritischen Erosionsbereichen besser und nahm – im Gegensatz zu herkömmlichen Begrünungsmethoden in Hochlagen – nicht ab. Nach 2 bis 3 Jahren sind in den begrünenden Bereichen keinerlei Erosionserscheinungen zu konstatieren, der Oberboden hat durch seine Fixierung mittels Vegetation eine idente Stabilität wie der Oberboden natürlicher Pflanzengesellschaften in der Umgebung.
- Außer einer geringfügigen Startdüngung mit Biosol waren keine Pflegemaßnahmen mehr notwendig. Die transplantierte Vegetation verhält sich ident wie die „pflegefreie“ Vegetation der Umgebung.

### 3.2 Projekt Schmittenhöhe (Abbildungen 6-8)

Der Projektbereich der Begrünungen auf der Schmittenhöhe bei Zell am See (Pinzgau, Bundesland Salzburg) liegt in einer Höhe von ca. 2 000 m. Die Umgebungsvegetation der zu rekultivierenden Bereiche bestand aus Weiderasen und Zwergstrauchformationen. Die Schmittenhöhe wird seit Jahrhunderten für Beweidung genutzt, der ursprünglich wahrscheinlich bis in die Gipfelregion reichende Wald wurde bereits vor Jahrhunderten gerodet, die Waldgrenze liegt heute trotz umfangreichen Aufforstungen in großen Bereichen mehrere 100 m unter Gipfelniveau (vgl. HINTERSTOISSER & MAYER, 1982). Die zu begrünenden Flächen waren Erosionsstellen im Skipistenbereich, durch Wander- und Erholungstourismus erodierte Hangbereiche sowie erdoffene Stellen im Zuge von Wegerückbauten. Als Auftraggeber fungierte die Schmittenhöhe Bergbahnen AG.

Auf der Schmittenhöhe war – anders als beim Projekt Rotgülden – keine „überschüssige“ Vegetation vorhanden. Es mußte daher vorhandene Vegetation aufgeteilt bzw. „gestreckt“ werden. So wurden vor Beginn der Begrünungsarbeiten Bereiche ausgewählt, die aufgrund ihrer Vegetationszusammensetzung und Erreichbarkeit besonders geeignet für Verpflanzungsmaßnahmen sind. Auch diese Bereiche, die als Spenderflächen für Vegetation dienten, wurden im Zuge der Rekultivierungsmaßnahmen mit dem Saat-Soden-Kombinationsverfahren begrünt.





**Abbildung 1**

**Skipistenbau ohne Rücksichtnahme auf die Natur: auch Jahrzehnte nach der Errichtung bleiben vegetationslose Wunden in der Landschaft bestehen (Speiereck, Lungau, Salzburg 1990).**

**Abbildung 4 (unten)**

**Detail aus den rekultivierten Flächen: angelegte Rasen mit subalpiner Vegetation, zwischen denen mit Hochlagensaatgut eingesät wurde.**



**Abbildung 2 (unten)**

**Der Rotgüldenseedamm des Kraftwerkes Hintermuhr während der Rekultivierung (Zur Orientierung: im Bereich der parkenden PKWs im Hintergrund wird die Alpenvereins-Schutzhütte errichtet).**



**Abbildung 3**

**Der Rotgüldenseedamm fünf Jahre nach Abschluß der Rekultivierungsarbeiten. Die begrünt Flächen im Vordergrund (bis zur Alpenvereinsshütte) sind nicht mehr von der natürlichen Vegetation im Hintergrund zu unterscheiden.**

**Abbildung 5**

**Bei entsprechender Vorgangsweise lassen sich auch spezielle Pflanzengesellschaften naturident herstellen (Ampfer-reiche Hochstaudenfluren, durchsetzt mit Grünerle im Umfeld der Alpenvereinsshütte).**







**Abbildung 6**  
**Projekt Schmittenhöhe: vor Projektrealisierung prägten erodierte Flächen die Landschaft.**

**Abbildung 7 (unten)**  
**Identer Ausschnitt wie Bild 6 zwei Jahre nach Abschluß der Rekultivierungsarbeiten: selbst in einer Höhe von 2000 m lassen sich mit dem Saat-Soden-Kombinationsverfahren innerhalb kurzer Zeit naturidentente, dauerhafte und stabile Vegetationsdecken erzeugen.**



**Abbildung 8 (unten)**  
**Detail der Rekultivierung auf der Schmittenhöhe: die angedeckten alpinen Rasen werden mosaikartig auf die Fläche verteilt. Am rechten Bildrand sind die in steilen Hangbereichen zur Vegetations- bzw. Oberbodensicherung eingesetzten Geotextilien erkennbar.**



**Abbildung 9 (mitte)**  
**Projekt Großglockner-Hochalpenstraße, Parkplatz Kasereck: die artenreichen und bunten Almwiesen im Vordergrund sind erst zwei Jahre alt.**

**Abbildung 10 (unten)**  
**Rekultivierungsfläche im Umfeld des Speichers Schlegeis: bei optimaler Geländegestaltung lassen sich Strukturen erzeugen, die—in Kombination mit perfekten Begrünungstechniken—einen menschlichen Eingriff nicht einmal erahnen lassen (Zeitraum nach erfolgter Rekultivierung 2 Jahre, der Waldrand im Hintergrund markiert den Übergang zur natürlichen Vegetation).**

Verpflanzt wurden hauptsächlich Bürstling-Weiderasen, Lägerfluren und Zwergstrauchheiden mit *Vaccinium vitis-idaea* (Preiselbeere), *Vaccinium myrtillus* (Heidelbeere) und *Vaccinium gaultherioides* (Alpenrauschbeere). Als Zwischensaat fand eine Mischung aus *Poa alpina* (Alpenrispengras), *Festuca nigrescens* (Schwarzwerdender Schwingel), *Phleum alpinum* (Alpenlieschgras) und *Trifolium badium* (Brauner Klee) Verwendung. Die Herkunft des Saatgutes lag bei diesem Projekt im Bereich der benachbarten Hohe Tauern, d. h. es konnte sogar auf Saatgut zurückgegriffen werden, das aus der Region (im weitesten Sinne) stammt. Zur Sicherung des Oberbodens diente in besonders exponierten und steilen Bereichen eine Geotextilmatte (Aquasol, KGW 400) als Erosionsschutz, die flächig bodendeckend aufgebracht wurde.

Beim Projekt Schmittenhöhe kam es bereits wenige Monate nach Abschluß der Arbeiten (Herbst 1994) zu einer 70- bis 100-prozentigen Deckung der Vegetation. Die verpflanzten Rasensoden und die Vegetationsteile mit Lägerfluren zeigten 100-prozentige Anwachsrate. Auch die versetzten Zwergsträucher entwickelten sich gut, wenngleich auch bei den *Ericaceen* ca. 20% Ausfall zu diagnostizieren war. Die Zwischenssaaten zeigten optimales Keimverhalten, fixierten sehr rasch den aufgebrauchten Humus und boten zusammen mit den versetzten Rasensoden bereits nach wenigen Monaten ein ausgesprochen naturnahes Erscheinungsbild. Äußerst gut bewährt haben sich die Geotextilien als Erosionsschutz. Darüber hinaus ist die Vegetationsentwicklung unterhalb der Geotextilmatten deutlich beschleunigt (schnelleres Wachstum durch begünstigte kleinklimatische Verhältnisse).

Auch bei diesem Projekt zeigten sich ähnliche Ergebnisse wie beim Rotgüldenseedamm – nämlich daß innerhalb kürzester Zeit durch die Kombination von Einsaat, Sodenandekung und Etablierung der Umgebungsvegetation aus den Rasensoden eine sowohl für den Laien als auch für den Fachmann nur schwer unterscheidbare, naturidentische Vegetationsdecke entsteht, die sich sowohl hinsichtlich Deckung als auch Artenzusammensetzung rasch der Umgebungsvegetation annähert. Außer einer Startdüngung mit Biosol waren auch bei diesem Projekt keine zusätzlichen Düngemaßnahmen notwendig.

Erwähnenswert ist beim Projekt Schmittenhöhe noch, daß durch das Andecken der Rasensoden eine Struktur auf den Begrünungsflächen entstanden ist, die weitestgehend ident mit der „Bulten“-Bildung durch Viehtritt in Weidenrasen ist. Durch diese Struktur ist das Erscheinungsbild der Rekultivierungsflächen nicht nur hinsichtlich Vegetation, Deckung und Artenzusammensetzung, sondern auch hinsichtlich seinem Gesamterscheinungsbild als identes Ebenbild der Umgebungsvegetation zu bezeichnen.

### 3.3 Projekt Mooserboden

Die dritte Lokalität, an der eine Hochlagenbegrünung mit naturidenten Pflanzengesellschaften vorgestellt werden soll, liegt im Umfeld des Speichers Mooserboden im hintersten Kapruner Tal (Pinzgau, Bundesland Salzburg) – eine Region, die durch Kraftwerksanlagen der Tauernkraft (vormals TKW) eine wichtige touristische Funktion erfüllt. Die zu begrünenden Flächen befanden sich in einer Höhenlage von ca. 2000 m, die umgebenden Pflanzengesellschaften sind Bürstlingweiderasen, Hochstaudenfluren und Violettschwingelrasen. Bei diesem Projekt handelte es sich um einen Weg-, Straßen- und Parkplatzrückbau, bei dem die frei werdenden Fläche in die Vegetationsstrukturen der Umgebung eingebunden werden sollten. Auftraggeber für dieses Projekt war die Tauernkraft.

Auch bei diesem Rekultivierungsvorhaben mußte die vorhandene Vegetation aufgeteilt werden, d. h. es wurden auch hier Abschnitte ausgewählt, aus denen punktuell (ohne landschaftsstörende Wirkung) Rasenziegel und andere Vegetationsteile entnommen wurden, die dann rasterartig auf die zu begrünenden Flächen angedeckt wurden. Die erdoffenen Stellen und Entnahmeorte wurden umgehend mittels Einsaat in ähnlicher Art und Weise rekultiviert, wie die zu begrünenden Flächen. Transplantiert wurden Bürstling-Weiderasen, Hochstaudenfluren und Violettschwingelrasen. Eingesät wurde mit einer Mischung aus *Poa alpina*, *Festuca nigrescens* und *Phleum alpinum*.

Auch am Mooserboden lag die Vegetationsdeckung ein Jahr nach Abschluß der Begrünungsarbeiten zwischen 80 und 100%, im zweiten Jahr war durchgehend Vegetationsschluß gegeben. Die Anwachsrate der Rasensoden und Hochstaudenpflanzen zeigten keinerlei Ausfälle. Auch bei diesem Vorhaben entstand innerhalb weniger Jahre eine Vegetationsdecke, die selbst für den Fachmann nicht mehr von der Umgebungsvegetation zu unterscheiden ist. Auch die kontinuierliche Annäherung an den naturidenten Zustand ist wie bei den anderen erwähnten Projekten gegeben. Auch am Mooserboden erfolgte eine Startdüngung mittels Biosol in den Folgejahren war keine Düngung mehr vonnöten. Die Vegetation entwickelte sich autark.

### 3.4 Projekt Großglockner Hochalpenstraße (Abbildung 9)

Das Institut für Ökologie wurde in den vergangenen Jahren von seiten der Großglockner Hochalpenstraßen AG immer wieder in verschiedenste Begrünungsprojekte entlang der Großglockner Hochalpenstraße für die Auswahl von Saatgut und für die Anwendung von Begrünungstechniken herangezogen. Die zu begrünenden Bereiche erstreckten sich in Höhenlagen von 1600 bis 2300 m. Während in tieferen Lagen mit normaler Einsaat (teilweise mittels Hydrosaat) und der Pflanzung von Gehölzen vorgegangen wurde, wurde in höheren Lagen (ab ca. 1750m)



auf die Saat-Soden-Kombinationsmethode zurückgegriffen. Bei dieser Höhenlage wurden spezielle Saatgutmischungen verwendet, wobei *Poa alpina* (Alpenrispengras) und *Festuca nigrescens* (Schwarzwerden Schwingel) als Hauptkomponenten dienten, die durch einen ca. 20- bis 30-prozentigen Leguminosenanteil zur Bodenstabilisierung ergänzt wurden. Durch geschickte Koordinierung des Bauablaufes war es stets möglich, jene Rasensoden, die an einer Stelle des Bauvorhabens entnommen werden mußten (z. B. im Zuge von Straßenverbreiterungen) an anderen Stellen des gleichen Bauloses nach Fertigstellung der Erdarbeiten direkt—d. h. ohne wesentliche Zwischenlagerung—wieder anzudecken. Diese Methode setzt zwar einen gut koordinierten Bauablauf voraus, reduziert jedoch den Arbeitsaufwand auf ein Minimum und bringt optimale Ergebnisse. Durch das direkt Andecken und Andrücken der Rasensoden sind Ausfälle verschwindend gering. Die teilweise verwendete Methode der Hydrosaat mit Alpinsaatzgut hat sich bei diesem Projekt sehr gut bewährt, da mit dieser Methodik ein rasches Auflaufen der Einsaat bzw. eine rasche Keimung gewährleistet ist, wodurch die relativ kurze Vegetationszeit maximal ausgenützt werden kann.

Die höchsten zu begrünenden Bereiche befanden sich im Umfeld der Eduard-Paul-Tratz-Station. In diesem Bereich wurden Wege und Parkflächen rückgebaut sowie größere Baustellenbereiche (das ehemalige Straßenmeisterhaus wurde in eine wissenschaftliche Forschungsstätte und in ein Naturkundemuseum umgebaut) rekultiviert. Trotz der Höhenlage von 2 300 m war auch hier die Vegetationsentwicklung ähnlich wie bei den anderen Projekten. Drei Jahre nach völligem Abschluß der Rekultivierungsarbeiten sind die begrüneten Flächen nicht mehr von den Weiderasen der Umgebung zu unterscheiden.

Ein weiterer Begrünungsbereich im Umfeld der Großglockner Hochalpenstraße befand sich im Bereich des Kaserecks auf der Südseite der Abdachung der Hohe Tauern. Im Umfeld des Restaurationsbetriebes Kasereck wurden Parkflächen rückgebaut und neu gestaltet, sowie erodierte Flächen begrünt und in die Umgebungsvegetation eingebunden. Der Projektbereich befindet sich in einer Seehöhe von 1 900 m. Neben den erwähnten Saatguthauptkomponenten (*Poa alpina*, *Festuca nigrescens*) standen für diese Rekultivierungen auch größere Mengen an *Trifolium pratense ssp. nivale*—also der alpinen Unterart des Wiesenklees—zur Verfügung (mengenmäßig 3 bis 10 Gewichtsprozent im Saatgut).

Darüber hinaus wurden einzelne Flächen mit Mähgut benachbarter Bereiche rekultiviert. Das samenhaltige Pflanzenmaterial für diese Heumulchsaat wurde zu zwei verschiedenen Zeitpunkten in Abhängigkeit von der Samenreife der vegetationsbestimmenden Pflanzenarten erworben. Ergänzend dazu sammelten die Arbeiter der Großglockner Hochalpenstraßen AG per Hand Samen des Alpen-Klappertopfes (*Rhinanthus*

*alpinus*) und säten diese auf den Rekultivierungsflächen aus. Auch Rasensoden, die in der unmittelbaren Umgebung der Großglockner Hochalpenstraße erworben wurden, sind auf den Rekultivierungsflächen nach der üblichen Methodik angegedeckt und angedrückt worden.

Wie bereits bei den anderen hier vorgestellten Projekten kam es auch beim Kasereck zu einer äußerst raschen Vegetationsentwicklung mit bereits im ersten Jahr nahezu 100-prozentiger Deckung. Bemerkenswerterweise traten—unabhängig vom verwendeten Saatgut (ob käufliches Hochlagensaatzgut oder Heumulchsaat) die Gräser anfangs zurück, und *Trifolium pratense ssp. nivale* gelangte zur Dominanz. Der Frühsommeraspekt der Rekultivierungsflächen im ersten Jahr nach Durchführung der Arbeiten zeigt eine Vegetation aus fast deckenden Infloreszenzen dieser Kleeart. Nach Verwelken und Verblühen des Alpenwiesenklees wird der Herbstaspekt vom Alpen-Klappertopf (*Rhinanthus alpinus*) geprägt. In den Folgejahren trat die Kleedominanz zurück, und eine bunte, vielfältige Vegetationsdecke, die nicht von der Umgebungsvegetation zu unterscheiden ist, bedeckt heute die Rekultivierungsfläche.

### 3.5 Projekt Schlegeis (Abbildung 10)

Das Projektgebiet liegt im hintersten Zillertal in der unmittelbaren Umgebung des Speichers Schlegeis, der auf ca. 1 800 bis 1 900 m in von Weideflächen durchsetzte Zirbenwälder eingebettet ist. Rekultiviert wurden Flächen im Ausmaß von 5 ha im Umfeld des Speichers, Bereiche, die im Zuge von Verkehrsrückbauten erodierten sowie erdoffene Stellen, die im Zuge von Geländegestaltungsmaßnahmen (Rückbau der Fläche des ehemaligen Baulagers bei der Speichererrichtung) entstanden sind. Auch in diesem Bereich wurde die Saat-Soden-Kombinationstechnik verwendet, wobei vor allem Weiderasen für das Sodenandecken Verwendung fanden. Das Saatgutgemisch bestand aus den Hauptkomponenten *Poa alpina* und *Festuca nigrescens*, die durch einen 20-prozentigen Leguminosenanteil zur anfänglichen Vegetationsstabilisierung und Bodenbildung ergänzt wurden. Das Aufbringen der Saatgutmischung erfolgte ausschließlich durch Hydrosaat. Auftraggeber war die Tauernkraft (vormals TKW).

Besonderes Augenmerk wurde bei diesem Projekt auf Geländegestaltungen gelegt, so wurde bei der Strukturierung der Begrünungsflächen im Zuge der punktuellen Vegetationsandeckung versucht, die Strukturen typischer Weiderasenlandschaften nachzuempfinden, d. h. daß Geländemodellierungen wie „Weidegangeln“ bewußt angelegt wurden, daß aber auch für Weideflächen typische Elemente, wie einzelne Steine oder vermorschende Wurzelstöcke in die Rekultivierungsbereiche eingebaut wurden.

Die Vegetationsentwicklung bzw. der Erfolg der Begrünung ist ident wie bei den übrigen vorgestellten Projekten, wobei durch das bewußte Augenmerk auf

die Geländemodellierung ein noch höheres Maß an „Naturidentität“ erreicht werden kann.

#### **4. Was ist heute an Hochlagenbegrünungen möglich?**

Die oben genannten Beispiele zeigen, daß es in Hochlagen durchaus möglichst, naturidentente pflegefreie Begrünungen herzustellen, die auch vom Fachmann nicht von der Umgebungsvegetation unterschieden werden können. Diese Aussage ist jedoch nicht für alle Pflanzengesellschaften uneingeschränkt gültig. So ist die oben geschilderte Technik vor allem für nährstoffreiche, anthropogen mäßig bis stark beeinflusste Lebensgemeinschaften wie Weidenrasen, Hochstaudenfluren, Grünerlengebüsche und Lägerfluren anwendbar. Die bisherige Höchstgrenze für derartige naturidentente Rekultivierung liegt bei 2300 m, es ist jedoch davon auszugehen, daß überall dort, wo vergleichbare Pflanzengesellschaften von Natur aus noch höher vorkommen, diese auch herstellbar sind.

Nach bisheriger Erfahrung sind Pflanzengesellschaften von Extremstandorten wie Windkanten, *Ericaceen*-Spaliere oder ähnliche und auch die echten Urwiesen (*Caricetum curvulae*, *Caricetum firmae*) nicht durch Rekultivierung herstellbar. Dies einerseits deshalb, da für diese Arten kein Saatgut zur Verfügung steht bzw. überhaupt nicht produzierbar ist, zum anderen aber auch, da die Vegetationsentwicklung an derartigen Standorten bzw. bei derartigen Pflanzenformationen noch wesentlich langsamer abläuft und auch durch Düngung nicht oder nur sehr bedingt gefördert werden kann. Bereits an dieser Stelle soll festgehalten werden, daß Eingriffe in derartige Pflanzengesellschaften abzulehnen sind, da die Möglichkeit der Rekultivierung nach dem derzeitigen Stand der Technik nicht gegeben ist.

Eine weitere Grenze hinsichtlich Rekultivierung stellen die anfallenden Kosten dar. So liegen die Aufwendungen für die Rekultivierung nach der Saat-Soden-Methode (ohne projektspezifische Erdbauarbeiten) im Regelfall zwischen 30 und 200 öS/m<sup>2</sup>. Die Höhe der Kosten ist hauptsächlich durch die Möglichkeit des Geräteeinsatzes (Zufahrtsmöglichkeit, Materialtransporte etc.) bedingt. Bei diesen Kosten ist jedoch einzukalkulieren, daß die mit der hier präsentierten Methodik erzeugten Rekultivierungen pflegefrei und dauerhaft sind.

#### **5. Wo liegen die tatsächlichen Probleme?**

Nachdem in den vorangegangenen Erläuterungen die grundsätzlichen Probleme geschildert wurden, nachdem erläutert wurde, was heute möglich ist und wo die Vegetationstechnik an ihre Grenzen stößt, muß man sich fragen, warum Rekultivierungen in Hochlagen auch heute noch überwiegend mit extrem schlechten Ergebnissen durchgeführt werden. Diese Fragen sind zwar vielschichtig, sind jedoch relativ einfach zu beantworten.

### **5.1 Fehlende Richtlinien und Normen**

Während es sich heute in fast sämtlichen Bereichen des Baugewerbes bewährt hat, Maßnahmen anhand von Richtlinien und Normen auszuschreiben, zu vergeben, zu bewerten und abzunehmen, ist dies hinsichtlich Vegetationstechnik im allgemeinen und Hochlagenbegrünung im speziellen nicht der Fall. Wenn jedoch nicht exakt festgelegt wird, was zu tun ist und wie das Endergebnis einer Begrünung bzw. Rekultivierung auszusehen hat, ist es auch extrem schwer bzw. beinahe unmöglich, bei nicht entsprechendem Erfolg zu reklamieren. Im Regelfall läuft eine Hochlagenrekultivierung (vor allem im Skierschließungsbereich) folgendermaßen ab:

Ausgeschrieben wird eine Hochlagenbegrünung, die nach Einlangen entsprechender Angebote an den Billigstbieter vergeben wird. Dieser führt seine Arbeit durch, das Saatgut läuft – bedingt durch hohe Dünggaben – rasch auf. Das Ergebnis wird abgenommen und bezahlt. Nach einer, maximal zwei Vegetationsperioden ist das Anfangsgrün wieder verschwunden, die – zumeist spärliche – Oberbodenschicht ist mit Niederschlagswasser talwärts geronnen, und es verbleibt ein spärlicher Kryptogamenbewuchs zwischen steinigten Pistenbereichen. Für den Fall, daß der Auftraggeber nun reklamiert, daß das Ergebnis nicht seinen Erwartungen bzw. auch seiner Ausschreibung entspricht, wird vom Auftragnehmer – sprich vom Begrüner – argumentiert, daß er getan hat, was er konnte – besser kann man Höhenlagen eben nicht begrünen. Für den Fall, daß auch von Behördenseite reklamiert wird, wird ihr eine idente Argumentation entgegengehalten. Mit dieser Situation sind zwar alle Beteiligten nicht zufrieden, Leidtragende ist letztendlich aber nur die Natur. Eine Abhilfe kann daher nur mit der Schaffung von Richtlinien und Normierungen erzielt werden, die Begrünungsarbeiten in gleicher Art und Weise behandelt, wie andere Tätigkeiten des Baugewerbes etwa Maurer-, Tischler-, Betonier- oder Fliesenlegearbeiten. Damit wird nicht nur grundsätzlich ein höheres Qualitätsniveau eingeführt, es werden darüber hinaus auch Reklamationen und der Schritt zum Rechtsweg möglich.

### **5.2 Unwissenheit bei Auftraggeber und Auftragnehmer und teilweise auch bei den Behörden**

Die hier präsentierten Begrünungstechniken und Projekte sind nur zum Teil Allgemeinwissen, nur zum Teil konnten die Ergebnisse bisher veröffentlicht werden (WITTMANN & RÜCKER, 1997 a,b). Es ist also sowohl dem Auftraggeber als auch dem Auftragnehmer oftmals gar nicht bewußt, was Stand der Technik und was tatsächlich möglich ist. Dieses Unwissen geht sogar soweit, daß vielerorts (auch bei Begrünungsfirmen) nicht bekannt ist, welche Hochlagensaatgutkomponenten heutzutage verfügbar sind geschweige denn, daß man weiß, welche Mischungen und Mischungsverhältnisse für spezielle Bereiche herangezogen werden sollten. Selbstverständlich



hat jeder Planer oder jede Begrünungsfirma ihre eigenen Hausrezepte und Erfahrungen, doch sollten die grundsätzlichen Möglichkeiten - eben der „Stand der Technik“ - weiter bekannt sein.

### 5.3 Finanzierung

Letztendlich ist unter dem Themenschwerpunkt „Tatsächliche Probleme“ auch die monetäre Seite zu durchleuchten. Ordnungsgemäße Rekultivierungen in Hochlagen mit naturidenten, pflegefreien Vegetationsstrukturen kosten Geld, kosten im Regelfall mehr Geld als das, was bisher an Hochlagenbegrünungen versucht wurde. Wie bereits vorhin erwähnt, ist in diesem Zusammenhang jedoch auch einzukalkulieren, daß die nach dem Stand der Technik rekultivierten Abschnitte pflegefrei sind, d. h. daß die Kosten von Nachdüngungen oder Wiederholungen der Begrünung von den Kosten ordnungsgemäßer Rekultivierungen abzuziehen sind. Mit diesen Überlegungen sieht die finanzielle Seite zweifelsfrei völlig anders aus.

Auf der anderen Seite ist es aus unserer Sicht diesbezüglich notwendig, Rekultivierungsarbeiten mit dem gleichen Maß zu bewerten, wie rein technische Arbeiten. So sind heute die technischen Standards bei Liftanlagen als extrem hoch zu bezeichnen, und diese Standards sind mit zum Teil extremen Kosten verbunden. Hinsichtlich dieser technischen Kriterien wird jedoch im Regelfall nicht diskutiert. Entweder werden sie eingehalten, und ein Betreiber kann sich die Einhaltung leisten oder die Aufstiegsanlage kann nicht errichtet werden. Genauso muß letztendlich die Rekultivierung betrachtet und gehandhabt werden: entweder ein Betreiber kann sich die Rekultivierung nach dem Stand der Technik leisten oder eine Skierschließung ist nicht realisierbar. Aus unserer Sicht liegt diesbezüglich eher ein gesellschaftliches Werteproblem denn ein echtes finanzielles Problem vor. Die Aufwände für technische Standards sind nämlich im Regelfall wesentlich höher als all das, was letztendlich für Rekultivierungen verbraucht wird.

## 6. Zielvorstellungen

Um die Rekultivierung von Hochlagen im allgemeinen und von Wintersportanlagen im speziellen auf einen qualitativ besseren Standard - eben auf den „Stand der Technik“ - zu bringen, sind unserer Meinung nach folgende drei Punkte notwendig:

### 1. Schaffung von Richtlinien

Im Rahmen einer Arbeitsgruppe der österreichischen Arbeitsgemeinschaft für Grünland und Futterbau (ÖAG) werden derzeit Richtlinien für standortgerechte Begrünungen erarbeitet, die neben standortgerechten Begrünungen in vielen Bereichen des Landschaftsbaues auch eine Normierung hinsichtlich Hochlagenbegrünungen enthalten. Diese Richtlinie ist aufgebaut wie eine ÖNORM und kann daher als Grundlage für

Verträge herangezogen werden. Sowohl der Stand der Technik als auch Kriterien wie Warn- und Prüfpflichten, abnahmefähiger Zustand, Ausschreibungsgrundlagen und ähnliches sind in dieser Richtlinie enthalten. Falls sie Bestandteil eines Auftrages wird, muß dieser entweder korrekt, d. h. mit entsprechendem Ergebnis ausgeführt werden, oder der Auftraggeber hat - bedingt durch die exakten Formulierungen der Richtlinie - die Möglichkeit, auf dem Rechtsweg die Einhaltung des Standes der Technik zu fordern.

### 2. Information für Betreiber, Projektanten, Begrüner und Behörden

Als besonders wichtig erscheint uns auch, daß über die Möglichkeiten der Hochlagenbegrünung, über den Stand der Technik und vor allem über die diesbezügliche Entwicklung in den letzten Jahren mehr Information an jene herangetragen wird, die mit diesem Themenkreis zu tun haben: nämlich den Betreibern von Wintersportanlagen bzw. den Errichtern von diversesten Vorhaben im Bereich oberhalb der Waldgrenze, von Begrünungs- und Rekultivierungsfirmen und letztendlich auch von den zuständigen Behörden. Letztere haben - bedingt durch die Optimierung der Naturschutzgesetzgebungen in vielen Ländern - die Möglichkeit, bei Eingriffen in Hochlagen entsprechende Rekultivierungen vorzuschreiben. Die Forderung, bestimmte Verfahren zu verwenden oder bestimmte Vegetationstypen zur Rekultivierung zu erreichen, kann jedoch nur aufgestellt werden, wenn die entsprechenden Möglichkeiten bekannt sind. Vielleicht dient - neben vielem anderen - auch dieser Vortrag dazu, diesbezüglich das Wissensdefizit zu minimieren. Nur nebenbei sei erwähnt, daß in die Erstellung der oben genannten Richtlinien für standortgerechte Begrünung von Anfang an Behördenvertreter eingebunden waren und daß vor endgültiger Veröffentlichung dieser Richtlinie zahlreiche österreichische Behördenvertreter um Stellungnahme ersucht werden.

### 3. Umsetzung auf Behördenebene und durch „öffentlichen Druck“

Letztendlich ist das, was Geld kostet oftmals unbeliebt und wird nur gemacht, wenn man dazu gezwungen wird. Dies gilt auch - wenn auch nicht ganz uneingeschränkt - für die Begrünung von Hochlagen. Es wird also nicht nur von exakten Richtlinien und von entsprechender Information, sondern auch vom Willen zur Umsetzung abhängen, ob in Hinkunft die alten Wunden in unserer Landschaft kleiner werden und dauerhafte Neue in Hochlagen nicht mehr entstehen. Falls der Wille und das Wissen auf Behördenseite vorhanden sind, müßte es auch möglich sein, den Stand der Technik für Hochlagenbegrünungen umzusetzen. Die Medien, die sich immer wieder für den Problembereich Wintersport-Tourismus-Naturschutz

engagieren und hier oftmals den Naturschutz unterstützen, können diesbezüglich auch eine wichtige Rolle übernehmen.

## 7. Schlußbemerkung

Die vom Institut für Ökologie entwickelten Rekultivierungstechniken, ihre Anwendung im praktischen Beispiel im österreichischen Hochgebirge und die im Vortrag angeführten, flankierenden Maßnahmen sollen alles andere als ein Freibrief für eine ungezügelter Weitererschließung unserer Skigebiete nach dem Motto „Alles ist rekultivierbar, alles ist möglich“ bewirken. Es soll vielmehr emotionsfrei aufgezeigt werden, was vegetations technisch möglich ist und wo die Grenzen aus Sicht des Vegetationstyps, der Höhenlage und der aufzuwendenden Finanzen liegen. Die echten „Grenzen“ der Skierschließungen müssen Naturschutzgesetzgebung einerseits und Wirtschaftlichkeitsüberlegungen andererseits markieren. Wir hoffen jedoch, mit unseren Projekten für den einen oder anderen Problemfall gute, vorbildhafte, konstruktive und vor allem für die Natur vertretbare Lösungen erarbeitet zu haben.

## Literatur

- CERNUSCA, A. (1977):  
Ökologische Veränderungen durch das Anlegen von Schiabfahrten an Waldhängen. - In: Beiträge zur Umweltgestaltung, E. Schmidt Verlag, Berlin, Heft A62: 5 - 119.
- (1984):  
Beurteilung der Schipistenplanierungen in Tirol aus ökologischer Sicht. - Verhandl. Ges. Ökologie, Bern, 12: 137 - 148.
- FLORINETH, F. (1982):  
Begrünungen von Erosionszonen im Bereich und über der Waldgrenze. - Zeitschrift für Vegetationstechnik 5: 20 - 24.
- (1988):  
Begrünung von Erosionszonen über der Waldgrenze. - In: Ingenieurbiologie, Erosionsbekämpfung im Hochgebirge, Sepia-Verlag Aachen, 78 - 93.
- HINTERSTOISSER, H. & H. MAYER (1982):  
Waldbauliche Auswirkungen der Standard-(Weltcup)- und Traß-Schiabfahrt an der Schmittenhöhe/Zell am See. - Allgem. Forstz. 2/82: 34 - 37.

KLÖTZLI, F. & H.M. SCHIECHTL (1979):  
Schipisten - tote Schneisen durch die Alpen. - Kosmosverlag Stuttgart, 954 - 962.

KLUG-PÜMPPEL, B. (1992):  
Schipistenbewuchs und seine Beziehung zur naturnahen Vegetation im Raum Obertauern (Land Salzburg). - Stapfia 26: 1 - 100 + 4 Karten.

SCHAUER, TH. (1981):  
Vegetationsveränderungen und Florenverlust auf Schipisten in den bayerischen Alpen. - Jahrbuch des Vereins zum Schutz der Bergwelt 64: 149 - 181.

SCHIECHTL, H.M. (1972):  
Schipistenbegrünungen. - Allgem. Forstz. 83: 78 - 80.

——— (1973):  
Sicherungsarbeiten im Landschaftsbau, Grundlagen, lebende Baustoffe, Methoden. - Verlag G. D. W. Callwey München, 244 pp.

——— (1982):  
Der Bau von Wintersportanlagen. - Allgemeine Forstzeitung 93: 95 - 96.

STOLZ, G. (1984):  
Entwicklung und Begrünungen oberhalb der Waldgrenze aus Sicht der Botanik. - Zeitschrift für Vegetationstechnik 7: 29 - 34.

WITTMANN, H. & Th. RÜCKER (1997 a):  
Hochlagenbegrünungen mit naturidenten Pflanzengesellschaften - Ergebnisse aus der Praxis. - Mitt. Haus der Natur, Salzburg, 13: 16-22.

——— (1997 b):  
Aktuelle Anwendungsbereiche von Ansaatmischungen mit standortgerechtem Saatgut in Österreich. - Gumpensteiner Sämereientagung, „Standortgerechte Saatgutmischungen für Grünland und Landschaftsbau“, BAL Gumpenstein, 18. Und 19. September 1997, Tagungsband, 55-64.

## Anschrift der Autoren:

Dr. Helmut Wittmann  
Dr. Thomas Rücker  
Institut für Ökologie  
Arenbergstraße 10  
5020 Salzburg





**Die Veranstaltung und vorliegende Broschüre wurden mit Mitteln der Europäischen Union gefördert.**

Titelbildgestaltung: Foto und Montage von H.J.Netz (ANL)

### **Laufener Seminarbeiträge 6/99**

Bayerische Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege (ANL)

ISSN 0175-0852

ISBN 3-931175-53-7

---

Die Bayerische Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege ist eine dem Geschäftsbereich des Bayerischen Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen angehörende Einrichtung.

---

Die mit dem Verfasseramen gekennzeichneten Beiträge geben nicht in jedem Fall die Meinung der Herausgeber wieder. Die Verfasser sind verantwortlich für die Richtigkeit der in ihren Beiträgen mitgeteilten Tatbestände.

Die Zeitschrift und alle in ihr enthaltenen einzelnen Beiträge sind urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist ohne Zustimmung der AutorInnen oder der Herausgeber unzulässig.

Schriftleitung: Dr. Notker Mallach in Zusammenarbeit mit Dr. Christian Stettmer  
Bearbeitung und Satz: Fa. Hans Bleicher, 83410 Laufen  
Redaktionelle Betreuung beim Druck: Dr. Notker Mallach (ANL)  
Druck: Fa. Kurt Grauer, 83410 Laufen; Druck auf Recyclingpapier (100% Altpapier)