Bodenschutz und Hochlagenbegrünung in einem hochalpinen Skigebiet (Zermatt)

Stefan Julen / Remo Wenger

Zusammenfassung
Der folgende Artikel fasst die Erfahrungen der Zermatt Bergbahnen AG im Bereich Hochlagenbegrünung in einem hochalpinen Skigebiet zusammen. Seit der Fusion der Zermatter Bahnbetriebe 2002 wurden grosse Anstrengungen unternommen, um die Eingriffe bei neuen Projekten zu minimieren und frühere Schäden zu beheben. Damit sollen die äusserst wertvolle Flora und der herausragende landschaftliche Wert der Region erhalten bleiben.
Um diese Ziele zu erreichen, wurde ein Gesamtkonzept erarbeitet und eine Reihe von Massnahmen definiert, die bei allen Ausbauprojekten (Beschneiungsanlagen, Transportanlagen, Pisten usw.) der Bahngesellschaft angewendet werden. Dazu gehören z.B. die projektintegrierte Umweltbaubegleitung, die Behebung früherer Schäden, die Separierung, Zwischenlagerung und der Auftrag des Oberbodens mit den Rasensoden und die Ansaat einzelner Abschnitte mit standortgerechten Samenmischungen. Mit diesen Methoden wurden mehr als 40 km Beschneiungsleitungen verlegt und 8 neue Transportanlagen gebaut.
Die Resultate zeigen, dass dadurch die neuen Bauwerke viel besser in die hochalpine Landschaft integriert sind. Die Vegetation der Eingriffsflächen hebt sich weniger stark von der natürlichen Umgebung ab, da die eingebauten Rasensoden und der Oberboden als Ausgangspunkte für die vegetative Vermehrung und die Ausbreitung von Pionierpflanzen dienen. Die Ansaat mit standortgerechten Mischungen einheimischer Provenienz erlaubt eine rasche Begrünung und verhindert zusammen mit weiteren Massnahmen erosive Prozesse.
Aufgrund der Erfahrungen der ZBAG stehen bei solchen Projekten die Wiederherstellung der landschaftlichen Kleinformen und die Erhaltung des Bodens mit den Rasensoden im Vordergrund.

Keywords
Hochlagenbegrünung, wintersportbedingte Landschaftseingriffe, Erosionsschutz, standortgerechtes Saatgut

Protection des sols et végétalisation en altitude dans une station alpine de ski (Zermatt)

Résumé
L'article suivant résume les expériences des Zermatt Bergbahnen AG dans le domaine de la végétalisation en altitude dans une station alpine de ski. Depuis la fusion des compagnies de chemin de fer de Zermatt en 2002, de grands efforts ont été entrepris afin de minimiser les interventions lors de nouveaux projets et pour remédier aux premiers dégâts. Il s'agit ainsi de préserver une flore de grande valeur et la valeur scénique exceptionnelle de la région.

Pour atteindre ces objectifs, un concept global a été élaboré et une série de mesures a été définie. Ces éléments sont appliqués dans tous les projets de développement (canons à neige, installation de transport, pistes, etc.) de la compagnie de chemin de fer. Il s'agit par exemple de projet intégré d'accompagnement des travaux environnementaux, de réparation des dommages antérieurs, la séparation, le stockage temporaire et le prélèvement de la couche superficielle avec des plaque de gazon ainsi que l'ensemencement des sections individuelles avec des mélanges de semences adaptés à la station. Plus de 40 km de conduites d'enneigement ont été posés et 8 nouvelles installations ont été construites selon ces méthodes.

Les résultats montrent que les nouveaux ouvrages sont bien mieux intégrés dans le paysage de haute montagne. La végétation des surfaces d'intervention contraste moins fortement avec le milieu naturel, car les plaques de gazon et la couche superficielle aménagées servent de points de départ pour la multiplication végétative et la propagation des plantes pionnières. L'ensemencement avec des mélanges indigènes adaptés à la station permet une végétalisation rapide et empêche ainsi les processus érosifs ayant lieu avec d'autres mesures. Basée sur les expériences des ZBAG, la restauration des petites formes scéniques et la conservation des sols avec des plaques de gazon viennent au premier plan dans de tels projets.

Mots-clés
Végétalisation en altitude, interventions sur le paysage liées au sport d'hiver, protection contre l'érosion, semence adaptée à la station.

Protezione del suolo e rinverdimento ad alta quota in una regione sciistica alpina (Zermatt)

Riassunto
Il seguente articolo riassume l'esperienza acquisita dalla società degli impianti di risalita della regione di Zermatt nell'ambito dei lavori di rinverdimento della stazione sciistica di alta quota.
Dalla fusione nel 2002 delle «Zermatter Bahnbetriebe» (ZBAG) è stata data grande importanza alla riduzione dell'impatto ambientale di nuovi progetti e alla correzione di danni precedenti in modo da preservare la flora locale di particolare valore e conservare il paesaggio della regione.
Sono stati definiti un piano globale e una serie di misure specifiche per essere applicati a tutti i progetti della società (impianti d'innevamento artificiale e risalita, piste da sci, ecc.) tra cui vale la pena citare: la supervisione ambientale in fase di cantiere integrata dei pro-

getti, la correzione di danni causati in precedenza, la separazione, deposito temporaneo e reimpianto di zolle della parte superiore del terreno o la semina di aree specifiche con combinazioni di sementi adatte all'habitat. Oltre 40 km di condotte per l'innevamento artificiale e otto nuovi impianti di risalita sono stati costruiti seguendo queste misure.
I risultati dimostrano che in questo modo le nuove costruzioni s'integrano molto meglio nel paesaggio alpino. La nuova vegetazione si sviluppa dalle zolle o dalle parti di terreno superiore trapiantate e non si lascia più distinguere così facilmente. Il trasferimento diretto fa da punto di partenza per lo sviluppo della vegetazione e delle piante pioniere. La semina con sementi adatte all'habitat locale permette di raggiungere rapidamente buoni risultati e proteggere il suolo dall'erosione. L'esperienza delle ZBAG mostra come la reintegrazione di piccole forme di vegetazione e il rinforzo con zolle di terreno siano molto importanti per questo tipo di progetti.

Parole chiave
rinverdimento ad alta quota, interventi a causa di lavori per sport invernali, protezione dall'erosione, sementi adatte all'habitat locale

1 Einleitung

Die Arbeitsgruppe Hochlagenbegrünung (AGHB) des Vereins für Ingenieurbiologie schreibt alle 2 Jahre den sogenannten Begrünerpreis aus. Die Zermatt Bergbahnen AG (ZBAG) hat ein Antragsdossier für den Preis 2013 eingereicht. Der folgende Artikel fasst die Erfahrungen der ZBAG im Bereich des Bodenschutzes und der Hochlagenbegrünung zusammen.
Die Zermatt Bergbahnen AG (ZBAG) hat sich seit ihrer Gründung am 15.2.2002 sehr intensiv mit Fragen der Hochlagenbegrünung auseinandergesetzt; auch als Folge früherer Eingriffe, die wenig bodenschonend ausgeführt wurden. 1991 hatte eine der Vorgängergesellschaften der Zermatt Bergbahnen AG die zweifelhafte Ehre, auf dem Titelfoto der Wegleitung «Eingriffe für den Skisport» als Beispiel für einen irreversiblen Eingriff zu figurieren. Im vorliegenden Artikel wird nicht ein Einzelprojekt vorgestellt, sondern die Gesamtheit der Arbeiten der letzten 10 Jahre. Dabei werden die Aspekte des Bodenschutzes und der Hochlagenbegrünung im Speziellen berücksichtigt. Beide sind Teil des Umweltmanagements der Zermatt Bergbahnen AG.

2 Ausgangslage

2.1 Vorgehen bei früheren Eingriffen
Bei früheren skisportbedingten Eingriffen wie den flächenhaften Pistenplanien in den 60/70er Jahren wurden Aspekte des Bodenschutzes nicht beachtet. Der Boden, der sich auf der alpinen Stufe seit der letzten Eiszeit entwickelt hat, wurde mit grossen Baumaschinen beiseite geschoben und mit dem mineralischen Untergrund durchmischt. Grössere Steine wurden aus der Piste entfernt und am Pistenrand zeilenförmig aufgeschichtet. Lokale Geländeformen wie Moränenwälle, Mulden, kleine Bachläufe, Schutthalden usw. wurden ausgeebnet und zerstört. Im Waldareal wurden 20–30 m breite Pistenschneisen gerodet. Am Ende wurde die so planierten Pisten mit Samenmischungen angesät, welche standortfremde und nicht angepasste Pflanzenarten in die Region brachten. Resultat dieser Eingriffe waren flächige Planien ohne oder mit artenarmen Pflanzenbeständen, Rillenerosion und irreversible landschaftliche Schäden.

2.2 Hohe Natur- und Landschaftswerte
Die Region Zermatt zeichnet sich durch hohe Natur- und Landschaftswerte aus. Bei skisportlichen Eingriffen, die schonender als oben beschrieben ausgeführt werden sollen, sind diese regionsspezifischen Besonderheiten zu beachten.

Die Region Zermatt ist sowohl tektonisch wie auch geologisch sehr vielfältig. Der Bodenuntergrund besteht aus Kalk-, Silikat- und Ophiolithgesteinen und kann kleinräumig ändern. Der anstehende Gesteinsuntergrund wurde vielfach durch die Gletscher während der Eiszeiten oder durch bis heute andauernde Ereignisse (Bergsturz, Murgänge usw.) mit Sedimenten überlagert. Die Verwitterung des Bodenuntergrundes wird wesentlich durch die Frostwechselprozesse geprägt, die in der alpinen und nivalen Stufe im Sommer fast täglich ablaufen. Speziell die Solifluktion ist ein Vorgang, der bei skisportlichen Eingriffen zu beachten ist.

Foto 1: Titelbild Wegleitung 1991, die Abb. zeigt den heutigen Zustand.
Photo 1 : Image de titre Lignes directrices 1991, les figures montrent l'état actuel.

Foto 2: Gerodete Skipiste im Waldareal, Zustand 2013.
Photo 2 : Piste de ski effacé dans une forêt, état 2013.

Aufgrund der Abschirmung durch die umliegenden Gebirgsketten herrscht ein inneralpines Trockenklima vor, mit trockenen, heissen Sommern und grossen tages- und jahreszeitlichen Temperaturschwankungen.
Die häufigen Frostwechsel fördern die Verwitterung des mineralischen Untergrundes. Hingegen verlangsamt die Trockenheit den Abbau der organischen Substanz und damit die Bodenbildung, in Abhängigkeit von Höhenlage, Gestein, Exposition, Neigung usw. Die Böden sind heterogen, mehrheitlich haben sich flachgründige Böden mit hohem Skelettanteil ohne eigentlichen Unterboden (B-Horizont) gebildet.

Die Region Zermatt besitzt eine äusserst vielfältige Flora mit mehr als 1000 Arten auf dem Gemeindegebiet. Einige der von Steiner kartierten Einheitsflächen der Vegetation besitzen nationale oder internationale Bedeutung. Dazu kommen 7 welt- und 17 schweizweit seltene Arten, mehrheitlich sog. Endemiten, die hier die Eiszeiten überlebt und sich nachher nicht weiterverbreitet haben. Die alpinen Pflanzen zeichnen sich durch spezifische Anpassungen an die Extrembedingungen ihrer Umwelt aus. Für die Hochlagenbegrünung relevant sind vor allem der Zwergwuchs, das grosse Wurzelsystem und die vegetative Vermehrung (Horstpflanzen). Zahlreiche Pflanzen sind auf die Besiedlung von Pionierstandorten (z.B. Schutthalden, Felsen) spezialisiert.

Der Sommertourismus bildet ein wesentliches Standbein der ZBAG, die hochalpine Landschaft wird auch im Sommer sehr stark von Touristen besucht. Landschaftsschäden durch skisportliche Eingriffe werden im Sommer von vielen Gästen wahrgenommen.

Die Bodenfruchtbarkeit und der landwirtschaftliche Ertrag sind aufgrund der Höhenlage und der Niederschlagsarmut beschränkt. Die landwirtschaftliche Nutzung der Alpweiden ist sehr extensiv, heute erfolgt sie vorwiegend mit Schafen, früher mit Rindvieh. Viele magere Rasen blieben so erhalten. Das Flächenangebot ist gemäss kantonaler Alpplanung ausreichend und würde die Aufnahme der 2–3fachen Anzahl gesömmerter Tiere erlauben.

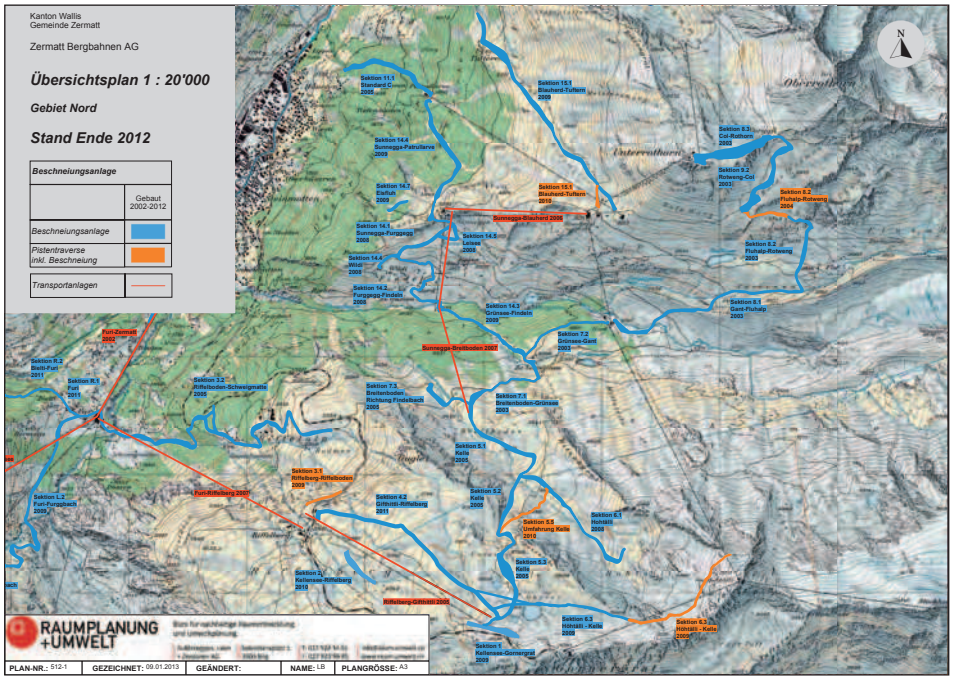


Abb. 1: Gesamtkonzept Gebiet Nord.
Fig. 1 : Concept global région nord.

3 Begrünungsziele

Abgeleitet von der oben beschriebenen Ausgangslage wurden folgende Begrünungsziele formuliert:

3.1 Landschaftliche Integration

Landschaftliche Integration der Bauwerke in die natürliche Gebirgslandschaft. Deshalb kommt der Minimierung der Eingriffe und der standortangepassten Oberflächengestaltung nach einem Eingriff besondere Bedeutung zu.

3.2 Erhaltung der natürlichen Vegetation

Ziel ist die Herstellung der natürlichen Umgebungsvegetation, primär durch Vermehrung und natürliche Sukzession. Deshalb wird besonderer Wert auf den Bodenschutz und die Erhaltung und den Einbau von Rasensoden gelegt.
Der Erosionsschutz bildet eine unabdingbare Voraussetzung zur Erreichung dieser Ziele, steht aber nur bei Einzelfällen im Vordergrund. Ebenso sind andere Nutzungsansprüche wie die Alpwirtschaft nur in wenigen Fällen ausschlaggebend.

4 Material und Methoden

Seit den 70er/80er Jahren ist das Bewusstsein um die Empfindlichkeit der hochalpinen Lebensräume stark gestiegen. Parallel dazu wurden auch Techniken der Hochlagenbegrünung entwickelt, welche eine naturschonende Ausführung nicht a priori in Frage stellen. Die wichtigsten Methoden und Vorgehensweisen der ZBAG zur Erreichung der oben formulierten Begrünungsziele sind hier kurz vorgestellt:

4.1 Ausarbeiten eines Gesamtkonzeptes

Die Zermatt Bergbahnen AG verfügt seit der Fusion von 4 Vorgängergesellschaften 2002 über ein Gesamtkonzept zum Ausbau ihres Skigebietes. Darin sind alle Ausbauschritte der nächsten 15 Jahre festgehalten. Das Gesamtkonzept ist breit abgestützt und auch Bestandteil von Vereinbarungen mit den Umweltorganisationen. Die wesentlichen Elemente dieses Gesamtkonzeptes sind:

- Erneuerung bestehender Transportanlagen / Ersatz von Skiliften durch Sesselbahnen
- Bau neuer Transportanlagen zur besseren Verbindung der Teilskigebiete
- Ausbau der technischen Beschneiung, so dass zu jeder Transportanlage mindestens eine Piste beschneit und die Dorfrückfahrten gesichert sind

- Punktueller Pistenausbau zur Behebung einzelner Gefahrenstellen und Engpässe
- Sicherung der Dorfrückfahrten durch neue Linienführung ausserhalb der Bauzone und Fahrwege mit Erschliessungsfunktion
- Schutz der Vorranggebiete Flora/Fauna vor neuen Eingriffen
- Behebung früherer Schäden
- Projektintegrierte Umwelt-Baubegleitung

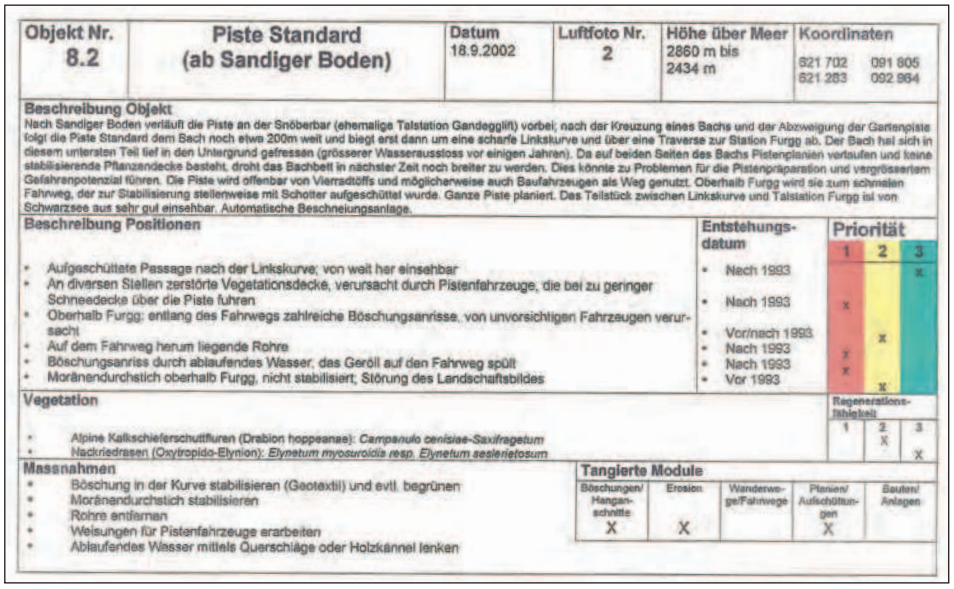
Insgesamt wurden seit 2002 8 Transportanlagen, >40 km technische Beschneiung und 3 km Pistentraversen nach dem Vorgehen realisiert, das nachfolgend beschrieben wird. In der Planbeilage (Übersichtsplan 1:20000) sind alle seit 2002 gebauten Anlagen im Gebiet Nord dargestellt. In der Gesamtplanung sind auch die hier nicht eingezeichneten Vorranggebiete Flora/Fauna enthalten, bei denen keine neuen Eingriffe erfolgen.
Die Gesamtplanung ist ein Steuerungsinstrument, das die Koordination der Bauprojekte und damit die Minimierung der Eingriffe erlaubt.

4.2 Schadeninventar
Ausgehend von den vorhandenen Grundlagen wurde im Sommer und Herbst 2002 der gesamte Projektperimeter flächendeckend inventarisiert. Dabei wurden Schadensobjekte protokolliert, fotografisch festgehalten und auf aktuellen Orthofotos eingezeichnet. Dazu gehören vor allem:

- nicht kanalisierte Wanderwege
- Fahrwege/Fahrspuren ausserhalb der nicht rückgebauten Baustrassen
- Erosionsschäden aufgrund früherer Eingriffe
- Böschungsanrisse, Hanganschnitte
- Planien, Aufschüttungen, Pisten
- Bauten, Anlagen ohne aktuelle Funktion

Für jedes Objekt wurde ein Objektblatt angelegt, das auch eine Priorisierung enthält.

Aufgrund der vorgefundenen Schäden wurden spezifische und allgemeine Massnahmen formuliert. Während die allgemeinen Massnahmen unabhängig vom Objekt für den gesamten Pe-



Objekt Nr.	Piste Standard (ab Sandiger Boden)	Datum	Luftfoto Nr.	Höhe über Meer	Koordinaten
8.2		18.9.2002	2	2860 m bis 2434 m	621 702 091 805 621 283 092 964

Beschreibung Objekt
Nach Sandiger Boden verläuft die Piste an der Snöberbar (ehemalige Talstation Gandegglift) vorbei; nach der Kreuzung eines Bachs und der Abzweigung der Gartenpiste folgt die Piste Standard dem Bach noch etwa 200m weit und biegt erst dann um eine scharfe Linkskurve und über eine Traverse zur Station Furgg ab. Der Bach hat sich in diesem unteren Teil tief in den Untergrund gefressen (grösserer Wasserausstoss vor einigen Jahren). Da auf beiden Seiten des Bachs Pistenplanien verlaufen und keine stabilisierende Pflanzendecke besteht, droht das Bachbett in nächster Zeit noch breiter zu werden. Dies könnte zu Problemen für die Pistenpräparation und vergrösserten Gefahrenpotenzial führen. Die Piste wird offenbar von Vierradtöffs und möglicherweise auch Baufahrzeugen als Weg genutzt. Oberhalb Furgg wird sie zum schmalen Fahrweg, der zur Stabilisierung stellenweise mit Schotter aufgeschüttet wurde. Ganze Piste planiert. Das Teilstück zwischen Linkskurve und Talstation Furgg ist von Schwarzsee aus sehr gut einsehbar. Automatische Beschneiungsanlage.

Beschreibung Positionen	Entstehungsdatum	Priorität 1	Priorität 2	Priorität 3
• Aufgeschüttete Passage nach der Linkskurve; von weit her einsehbar	• Nach 1993			x
• An diversen Stellen zerstörte Vegetationsdecke, verursacht durch Pistenfahrzeuge, die bei zu geringer Schneedecke über die Piste fuhren	• Nach 1993	x		
• Oberhalb Furgg: entlang des Fahrwegs zahlreiche Böschungsanrisse, von unvorsichtigen Fahrzeugen verursacht	• Vor/nach 1993		x	
• Auf dem Fahrweg herum liegende Rohre	• Nach 1993	x		
• Böschungsanriss durch ablaufendes Wasser, das Geröll auf den Fahrweg spült	• Nach 1993	x		
• Moränendurchstich oberhalb Furgg, nicht stabilisiert; Störung des Landschaftsbildes	• Vor 1993		x	

Vegetation	Regenerationsfähigkeit 1	2	3
• Alpine Kalkschieferschuttfluren (Drabion hoppeanae): *Campanulo cenisiae-Saxifragetum*		X	
• Nackriedrasen (Oxytropido-Elynion): *Elynetum myosuroidis resp. Elynetum seslerietosum*			X

Massnahmen	Tangierte Module: Böschungen/Hanganschnitte	Erosion	Wanderwege/Fahrwege	Planien/Aufschüttungen	Bauten/Anlagen
• Böschung in der Kurve stabilisieren (Geotextil) und evtl. begrünen	X	X		X	
• Moränendurchstich stabilisieren					
• Rohre entfernen					
• Weisungen für Pistenfahrzeuge erarbeiten					
• Ablaufendes Wasser mittels Querschläge oder Holzkannel lenken					

Abb. 2: Objektblatt Schadeninventar.
Fig. 2: Inventaire des dégâts.

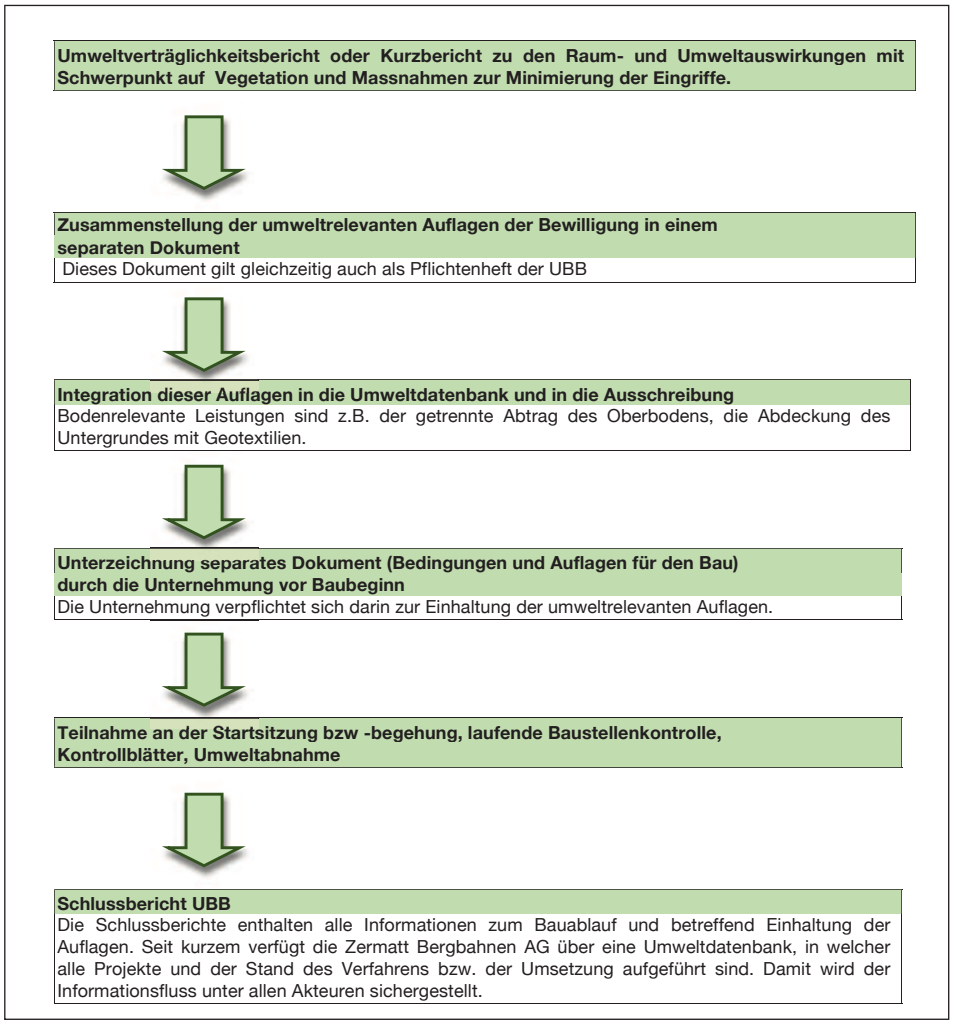


Abb. 3: Ablauf Umweltmanagement Projekte.
Fig. 3: Procédure projets de gestion environnementale.

rimeter Gültigkeit haben, nehmen die spezifischen Massnahmen jeweils auf ein bestimmtes Objekt Bezug. Für alle inventarisierten Schadensbilder wurden Ablaufschemas entwickelt, die aufzeigen, was bei einer jeweiligen Beeinträchtigung konkret zu unternehmen ist. Folgende Module stehen für die Massnahmenformulierung zur Verfügung:

- Modul Wanderwege/Fahrwege
- Modul Erosion
- Modul Böschungsanrisse, Hanganschnitte
- Modul Planien, Aufschüttungen, Pisten
- Modul Bauten, Anlagen

Bis 2012 konnte ein grosser Teil der Schäden 1. und 2. Priorität behoben werden. Die Schäden 3. Priorität sind in den meisten Fällen irreversible landschaftliche Eingriffe. Die Ausführung erfolgte grösstenteils durch die spezialisierte Baugruppe der Zermatt Bergbahnen unter Anleitung der UBB, die sich ein entsprechendes Know-how erarbeitet hat.

4.3 Projektintegrierte Umweltbaubegleitung

2002 betraute die Zermatt Bergbahnen AG eine Arbeitsgemeinschaft aus Umwelt- und Planungsbüros (ArGe Nachhaltige Skigebiete Zermatt, bestehend aus den Büros Raumplanung + Umwelt AG, buweg, WRU) mit der Aufgabe, alle Projekte, von der Projektierung bis zur Abnahme, zu begleiten (UVB, Bewilligung, UBB, Auflagenkontrolle, Schlussbericht UBB). Bei allen Projekten sollen die einheitlichen Standards gelten. Bei der Wahl der Linienführung oder der Eingriffsstandorte wird auf ökologisch wertvolle Flächen Rücksicht genommen. Bei jedem Projekt werden folgende Dokumente erarbeitet: (siehe Abb. 3)

4.4 Begrünungskonzept

In der Gebirgsflora ist es für einjährige Arten schwierig, in einem Sommer den ganzen Wachstumszyklus vom Keimen bis zur Samenverbreitung erfolgreich abzuschliessen. Viele Arten sind mehrjährig, überwintern bodennah oder im Boden oder vermehren sich vegetativ durch Ausläufer, ab Horsten usw. Deshalb bietet die Bodenbedeckung mit Rasensoden als Ausgangspunkten die besten Voraussetzungen für die Wiederinstandstellung einer Eingriffsfläche. In Übereinstimmung mit den beiden Hauptbegrünungszielen (Erhaltung der Vegetation und der Landschaft) wurde folgendes Begrünungskonzept erarbeitet, das den Schwerpunkt auf die Erhaltung des Bodens und der Rasensoden legt. Boden und Rasensoden dienen als Ausgangspunkte für die Renaturierung der Eingriffsflächen.

Unter Abwägung von Kosten und Nutzen und unter Berücksichtigung der wertvollen Umgebungsvegetation werden landschaftlich exponierte, erosionsgefährdete und/oder ehemals planierte Flächen ohne Bodenausbildung zusätzlich mit einer speziellen Samenmischung Schutz-Filisur angesät. Die verwendeten Arten sind einheimischer Provenienz, d.h., das Samenmaterial wurde in der Umgebung gewonnen und nachher vermehrt. Die Mischungen werden für jede Anlage an die umgebende Vegetation angepasst. Dazu werden der Lieferfirma Artenlisten aus Vegetationsaufnahmen der näheren Umgebung abgegeben. Diese stellt anschliessend eine standortangepasste Samenmischung aus dem Grundsortiment zusammen. Die Zusammensetzung wird vom Botaniker validiert.

Im Vordergrund steht aber auch hier die Erhaltung des (spärlichen) Oberbodens mit den Rasensoden, welche als Ausgangspunkte für die Vermehrung dienen. Bei allen Anlagen erfolgt nach Abschluss der Arbeiten eine laufende Erfolgskontrolle. Bei ungenügendem Begrünungserfolg ohne Ansaat wird die Fläche im laufenden Jahr angesät, sofern der Erosionsschutz und die landschaftliche Integration nicht zufriedenstellend sind. Dies ist vor allem bei früheren Planien notwendig.

Als weitere Grundlage wurde ein Arbeitspapier zur Regenerierbarkeit der im Skigebiet vorkommenden mehr als 50 Vegetationstypen erstellt. Diese werden in 3 Klassen eingeteilt. Bei leicht regenerierbaren Vegetationstypen wird auf eine Ansaat verzichtet, da diese Flächen wieder von Pioniervegetation besiedelt werden. Bei schwer wiederherstellbaren Vegetationstypen ist die Erhaltung der Rasensoden, die Knospen enthalten und als Ausgangspunkte der Vermehrung dienen, zentral. Bei der Wahl der Begrünungsmethode wird die Regenerierbarkeit der Vegetation entsprechend berücksichtigt. Die Ein-

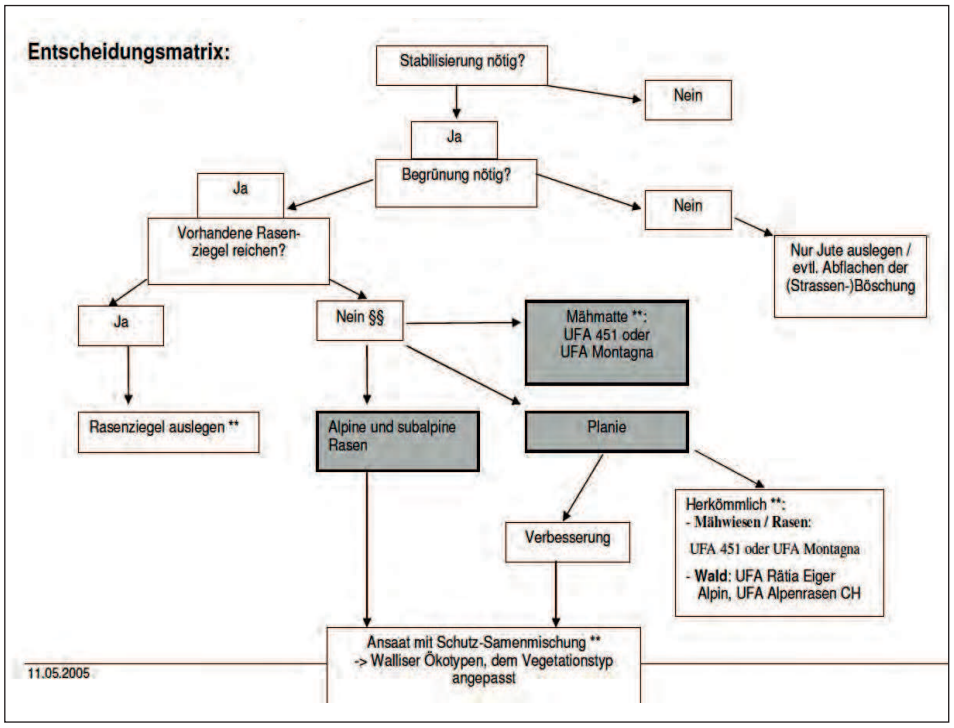


Abb. 4: Begrünungskonzept.
Fig. 4: Concept de végétalisation.

Gute Regenerationsfähigkeit (Regenerationsklasse 1):	*Vegetationstypen auf Felsen und Gletschervorfelder weisen eine generell gute Regenerationsfähigkeit auf. Sie besiedeln vor allem konkurrenzarme Standorte mit geringer Vegetationsdeckung, vergleichsweise frühem Zeitpunkt der Schneeschmelze wegen guten (Wärme-)Strahlungsverhältnissen bei knapper Wasserversorgung. Ebenfalls gute Regenerationsfähigkeit kann den montanen Felsplatten- und Felsgrusfluren, den Hecken, Gebüschsäumen, Schlagfluren bescheinigt werden, die wegen ihrer tieferen Höhenlage einen Vorteil in der Geschwindigkeit der Regeneration haben.*
Mittlere Regenerationsfähigkeit (Regenerationsklasse 2):	*Schuttfluren und Schneeböden sind grösstenteils alpin, auch bis nival verbreitet, was wegen den durch die tieferen Temperaturen verlangsamten Wachstumsprozesse nur noch mittlere Regenerationsfähigkeit ermöglicht. Zwergstrauchheiden haben durch ihren mehrschichtigen Vertikalaufbau eine komplexe Struktur und sind deswegen auch hier eingestuft. Das landwirtschaftliche Nutzland ist auch nur mit mittlerer Regenerationsfähigkeit eingestuft, weil die Goldhaferwiesen und Halbtrockenrasen viele konkurrenzschwache Arten enthalten*
Geringe Regenerationsfähigkeit (Regenerationsklasse 3):	*Quellfluren weisen eine geringe Regenerationsfähigkeit auf, weil sie an die kalten Wassertemperaturen und damit ein generell langsames Wachstum aufweisen. Die Bindung an eine bestimmte Wasserqualität ist oft sehr eng. Die Moore stehen hier, weil die Torfmoosbulten durch sehr langsames Wachstum bekannt sind. Alpine Rasen, Trockenrasen und die Serpentinvegetation beherbergen Rasentypen, welche als klassische, reife, End- oder Klimaxstadien der jeweiligen Entwicklungsserie gelten. Die Einstufung Wälder fällt so aus, weil die Lärchen-Arvenwälder im Perimeter ein hohes Altersstadium erreicht haben.*

Abb. 5: Klassen der Regenerierbarkeit.
Fig. 5 : Classes d'aptitude régénérative.

stufung der Regenerationsfähigkeit lässt sich grob gemäss Abbildung 5 zusammenfassen.

Bei Rückbauarbeiten von Bauprojekten stellt sich immer wieder die Frage nach dem optimalen Umgang mit Boden und Rasensoden. Die zwischengelagerten Rasenziegel trockneten oftmals während der Lagerung oder nach dem Rückbau in die Pflanzendecke aus. Folgende Massnahmen wurden umgesetzt:

4.5 Versuchsflächen

Bei der Mittelstation der GB Furi-Schwarzsee wurde 2003 auf einer Eingriffsfläche eine Versuchsanordnung mit verschiedenen Begrünungsmethoden (nur Abdeckung mit Jute, Ansaat, Einbau Rasensoden, Vermehrung mit Setzlingen) gemacht. Die Begrünungsresultate wurden erfasst und ausgewertet. Bei Ansaat mit Samenmischung Schutz wurde bereits 2004 ein hoher Deckungsgrad erreicht. Die Pflanzen sind alle etwa gleichen Alters und bilden einen homogenen «Teppich». Im Gegensatz dazu wachsen auf den anderen Flächen sehr unterschiedlich entwickelte Pflanzen, meist unregelmässig über die Fläche verteilt. Der Deckungsgrad der anderen, nicht angesäten Versuchsflächen ist zu Beginn deutlich geringer. 2008 und 2013 hat sich der Deckungsgrad der Versuchsflächen angeglichen und beträgt auf allen 4 Flächen mindestens 50%. Am tiefsten ist die Deckung weiterhin bei der Fläche mit Rasensoden, was auf die geringe Anzahl Soden pro m², die eingesetzt wurden, zurückzuführen ist.

Foto 3: Bodenabtrag.
Photo 3 : Prélèvement de sol.

Foto 4: Zwischenlager Rasensoden, von Geotextil umhüllt.
Photo 4 : Gazon en stockage provisoire, enveloppé dans un géotextile.

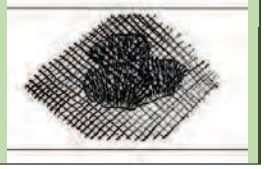
Allgemein	-Rasenziegel möglichst grossflächig ausheben -Viel Wurzelwerk -Möglichst kurze Lagerungszeit der Ziegel	
Lagerung < 1 Woche	-Mehrere Ziegel an einem Haufen lagern	
Lagerung > 1 Woche	-Ziegel in Vlies einschlagen, Aushubmaterial darüberhäufen -Bedingt sehr sorgfältiges Arbeiten	
Rückbau in Vegetationsdecke	-Wiedereinsetzen in unmittelbarer Nähe zur Stelle wo Ziegel ausgehoben wurde -Richtige Seite oben -Nicht bloss auflegen, sondern leicht in die umgebende Erdschicht einbetten -Mehrere Ziegel dicht nebeneinander	
Optimierungs-möglichkeit	-Bewässerung nach Rückbau -schutz mittels Jute- oder Kokosnetz	

Abb. 6: Vorgehen Rasensoden.
Fig. 6 : Procédure des plaques de gazon.

Erfahrungen aus den Versuchsflächen bei Aroleit (September 2004)				
	Versuchsanordnung:			
	Jute	**Samenmischung Schutz + Jute**	**Vegetationsziegel + Jute**	**Setzlinge + Jute**
Deckung	15%	95%	15%	20%
Anz. Arten	25	22	20	25
Wurzellänge je 3 Phleum (in cm)	11 10 8	12 7 7.5	16 12 8	11 15 14
Verteilung	unregelmässig	regelmässig	geklumpt	regelmässig
Erosion	keine	keine	keine	keine
Bemerkung			Nur ca. 0.7 Soden / m2	

Abb. 7: Versuchsflächen Aroleit.
Fig. 7 : Parcelles expérimentales Aroleit.

4.6 Ausführung

Bei der Ausführung wird auf folgende Punkte geachtet: Die Startsitzung dient dazu, die Unternehmung speziell auf die Auflagen hinzuweisen und Arbeitsmethoden festzulegen. Anlässlich der Startbegehung wird die Linienführung im Gelände abgesteckt. Besonders sensible Standorte werden nach Möglichkeit umgangen. Das Personal, insbesondere Maschinenführer, wird instruiert und das Vorgehen festgelegt. Der Maschineneinsatz (Schreitbagger, Raupenbagger) wird angepasst an Hangneigung, Empfindlichkeit des Bodens usw. Die Materialtransporte werden mit Helikopter ab den festgelegten Installationsplätzen ausgeführt. Ebenfalls werden kleine Maschinen eingeflogen, um zusätzliche Zufahrten zu vermeiden. Die Flächen neben dem Graben werden mit einem Geotextil (3 m breite Rollen) abgedeckt. Damit wird die darunterliegende Vegetation geschützt und kann sich nach Abschluss der Arbeiten rasch wieder erholen. Der Einsatz der Geotextilien ist vorteilhaft bei ebenem Untergrund (z.B. frühere Planien). Hingegen ist die Verwendung bei steiniger Oberfläche, in Zwergstrauchheiden usw. schwierig, da die Folien beim Rückbau zerschnitten werden. Mit dem Geotextil wird die effektive Eingriffsbreite auf die Grabenbreite (3 m) reduziert. Bei kurzer Bauzeit erholt sich die unter dem Vlies geschützte Vegetation anschliessend rasch wieder. Die Rasensoden werden mit dem Oberboden auf dem Grabentrassee als Erstes abgetragen. Die Mächtigkeit des Oberbodens übersteigt auf früheren Planien in der Regel 5–10 cm nicht. In der nivalen Höhenstufe hat die Rohbodenbildung erst eingesetzt. Weiter unten auf der alpinen Höhenstufe beträgt die Mächtigkeit des abgetragenen Oberbodens durchschnittlich 20–30 cm. Die Trennung Oberboden/Unterboden/Ausgangsgestein wird visuell durch die UBB zusammen mit dem Maschinisten festgelegt.

Foto 5: Offener Leitungsgraben.
Photo 5 : Tranchée de direction ouverte.

Foto 6: Versuchsflächen Aroleit.
Photo 6 : Parcelles expérimentales Aroleit.

Foto 7: Seitliche Wasserableitung.
Photo 7 : Drainage d'eau latéral.

Foto 8: Böschung, mit Jutenetzen stabilisiert.
Photo 8 : Remblai stabilisé avec des filets de jute.

Die Direktumlagerung des Oberbodens ist nur dort möglich, wo gleichzeitig mit dem Abtrag bereits eine frühere Bauetappe fertiggestellt wird. Dies kann z.B. beim Bau einer Pistentraverse so erfolgen. Bei Leitungsgräben werden die Rasensoden mit Oberboden seitlich des Grabens zwischengelagert. Dabei wird die darunterliegende Vegetation zuerst mit Vlies abgedeckt. Je nach Dauer der Zwischenlagerung ist ein Abdecken des Bodendepots mit Vlies erforderlich. Das seitliche Zwischenlager von Aushubmaterial wird als Baupiste benutzt. Die Baumaschinen verschieben sich auf diesen Pisten. Neue Zufahrten werden keine erstellt. Für Rohre, Schächte und zu Maststandorten werden die Transporte mit Helikopter ab den festgelegten Installationsplätzen durchgeführt. Für das gesamte Gebiet wurde ein Netz von bestehenden Baustrassen festgelegt. Das Feinmaterial zur Rohrummantelung wird an Ort und Stelle aufbereitet, d.h. mit einer Siebkelle aussortiert oder aus Steinen mit einem Brechereinsatz zerkleinert. Damit werden einerseits Transportfahrten vermieden und andererseits die Deponierung des überschüssigen Materials reduziert. Überschüssiges Material wird vor Ort landschaftsschonend deponiert. Der Graben wird mit dem Aushubmaterial zugeschüttet. Das Vlies unter dem Zwischenlager wird sorgfältig abgezogen und entsorgt. Als Letztes wird der Oberboden mit den Rasensoden wieder eingesetzt. Dabei wird speziell darauf geachtet, dass die Rasensoden nach oben gekehrt sind. Nach Beendigung der Arbeiten wird eine Umweltabnahme durchgeführt, an der eventuelle Mängel festgehalten werden. Die Ansaat dient zur Unterstützung des natürlichen Einwuchses und als Erosionsschutz. Zum Erosionsschutz werden zusätzliche Massnahmen wie seitliche Wasserableitung durch Rigolen, Abdeckung mit Jutenetzen, Einbau von Holzkästen usw. getroffen.

5 Resultate/Erfolgskontrolle

Die folgenden Resultate stützen sich auf Begehungen und visuelle Kontrollen von früheren Baustellen und sind noch durch Artenaufnahmen der Vegetation und Bodenprofile zu belegen.

5.1 Erosionsschutz

Bei den seit 2002 erstellten Anlagen sind keine grösseren Hangbewegungen, Murgänge usw. zu beobachten, auch nicht nach starken Niederschlägen oder bei der Schneeschmelze. Ausnahmen bilden seit langem bestehende Problemstellen auf der nivalen Höhenstufe. Dort gibt es auch ausserhalb des Eingriffsperimeters in der naturbelassenen Umgebung erosive Vorgänge. Durch die im Rahmen des Schadeninventars getroffenen Massnahmen konnte ein grosser Teil der Böschungen saniert, d.h. stabilisiert werden. Zur langfristigen Sicherung werden die kritischen Stellen laufend überwacht und bei Bedarf zusätzliche Rigolen zur seitlichen Wasserableitung eingebaut.

Mit den gewählten Methoden und einer laufenden Überwachung der kritischen Stellen wird im Skigebiet der ZBAG der Erosionsschutz weitgehend gewährleistet.

5.2 Vegetationsbedeckung

Wie schon erwähnt, ist ein hoher Deckungsgrad (> 75%) in dieser Region nicht das primäre Begrünungsziel, da sich viele der wertvolleren Vegetationstypen, speziell die Trockenrasen, durch eine lückige Vegetationsdecke auszeichnen, welche Platz für konkurrenzschwache Spezialisten lässt. Zudem weisen spezialisierte Vegetationstypen mit Pionierpflanzen, welche Flächen in Gletschervorfeldern, auf Schutthalden usw. besiedeln können, natürlicherweise einen geringen bis mittleren Deckungsgrad auf. Auf der anderen Seite ist ein minimaler Deckungsgrad Voraussetzung für den Erosionsschutz.

Je nach Ausführung (sorgfältiges Anlegen der Rasensoden, Bodenmächtigkeit, Höhenlage) und Ansaat wird ein unterschiedlicher Deckungsgrad erreicht, was aber nicht im Widerspruch zur Zielvegetation steht.

5.3 Artenzahl und Vegetationstyp

Die Zielvegetation orientiert sich an den in der näheren Umgebung vorkommenden Vegetationstypen, unter Berücksichtigung der Regenerierbarkeit und der zu erwartenden Sukzession. So wird z.B.

Foto 9: Tufternalp Bauphase.
Photo 9: Phase de construction Tufternalp.

Foto 10: Tufternalp nach Rückbau.
Photo 10: Tufternalp après démontage.

Foto 11: Tufternalp 2013.
Photo 11: Tufternalp 2013.

Foto 12: Blauherd-Tufternalp 2013.
Photo 12: Blauherd Tufternalp 2013.

eine Zwergstrauchheide kurzfristig nicht wiederherstellbar sein, entwickelt sich aber mittelfristig ohne Düngung und Beweidung oberhalb der Waldgrenze aus einem wiederhergestellten Rasen. Die Herstellung der ursprünglichen Artenzusammensetzung erfordert je nach Höhenlage und Vegetationstyp entsprechend Zeit. Dieser Prozess der Regenerierung dauert oft mehrere Jahre und zu Beginn sind Lücken sichtbar. Die Vegetation durchläuft dabei verschiedene Sukzessionsstadien, bis der ursprüngliche Zustand erreicht wird.

Die Resultate zeigen, dass die Erhaltung des Bodens und der Rasensoden während der Bauzeit die besten Voraussetzungen für die langfristige Wiederherstellung der ursprünglichen Vegetation bietet.

5.4 Ansaaten

Die alten Planien wurden noch mit wenig spezifischen Einsaaten begrünt. Noch heute ist dies anhand der Artenzusammensetzung gut erkennbar. Bei den neueren Ansaaten wird durch Verwendung standortangepasster einheimischer Ökotypen (Schutz Filisur) diesem Aspekt Rechnung getragen. Die genauen Mischungen werden projektbezogen an die Vegetation der natürlichen Umgebung angepasst. Mittelfristig wird ein Teil der angesäten Arten durch Arten der Umgebung ersetzt.

Ansaaten mit standortgerechten Mischungen erlauben eine rasche Erstbegrünung auf früher planierten Flächen mit ungenügendem Bodenaufbau. Mittels Nachsaaten kann die Vegetationsbedeckung gezielt erhöht werden.

5.5 Landschaft

Die Wiederherstellung des Landschaftsbildes ist ein wichtiges Begrünungsziel. Dabei wird in naturbelassenen Eingriffsflächen das ursprüngliche Kleinrelief wiederhergestellt, z.B. bei der Querung von Schutthalden, Moränenwällen usw. Viele der neuen Eingriffe erfolgen auf bereits früher planierten Flächen. Soweit möglich wird versucht, frühere Schäden zu beheben, z.B. die zeilenförmige Aufreihung überschüssiger Blöcke entlang der Piste. Überschüssiges Aushubmaterial wird nun auf Anweisung der UBB so lokal deponiert, dass es kein landschaftsfremdes Element darstellt.

Die Schaffung und Erhaltung der landschaftlichen Kleinformen ist bei der Wiederinstandstellung einer Eingriffsfläche zentral.

Ort: zum Holz, 2'060 m ü.M.	Lebensraum: subalpine Mähwiesen, steppenartige Halbtrocken- und Trockenrasen, z.T. Grasbrachen *Mesobromion 4.2.4;* NHV[1] / S[2] *Stipo-Poion 4.2.1.1;* NHV[1] / S[2]
Bau der Leitung: 2008 Halbtrocken- und Trockenrasen, die sich auf ehemaligen Mähwiesen entwickelt haben. TWW-Objekt, praktisch keine Nutzung. ***Ansaat:*** keine ***Massnahmen:*** Wiederverwendung des Oberbodens. Ablegen von Schnittgut auf den Graben ***aktuelle Nutzung:*** Weide, Brache ***Regeneration Vegetation:*** Ruderalarten, Deckung Vegetation: 50-75% ***Erosion:*** - ***Störungen:*** Ruderalarten in den steppenartigen Trocken- und Halbtrockenrasen. ***Kommentar:*** Die Bauspuren sind weitgehend verwachsen. Die südexponierten, steilen Böschungen sind erst lückig wiederbesiedelt. Im TWW-Objekt hat sich die Vegetation wieder angesiedelt, auch ohne Ansaat.	 Foto: Bauphase Foto: Steile, nur noch periodisch genutzte Wiesen und Weiden nach dem Bau; mit abgelegtem Schnittgut. Foto: In den steilen Halbtrocken- und Trockenrasen sind die Störungszeiger noch dominant. Die Wiederbesiedlung ist noch lückig. (2012) Foto: Bodenaufschluss, zeigt schwach ausgebildeter Oberboden

Abb. 8: Objektblatt Findeln zum Holz (TWW-Objekt).
Fig. 8: Fiche d'objet Findeln zum Holz (objet TWW).

Ort: Tällinen, 2'500 m ü. M.	Lebensraum: Nacktriedrasen, kalkreiche Schneetälchen, saure Kleinseggenrieder *Elynion 4.3.4;* NHV[1] *Arabidion caeruleae 4.4.1;* NHV[1] *Caricion fuscae 2.2.2;* NHV[1]
Bau der Leitung: 2003 Tällinen: bisher von Eingriffen verschonte Landschaftskammer mit je nach Exposition unterschiedlicher Vegetation, Trockenrasen auf der südexponierten Seite, kleine Feuchtgebiete in der Talmulde. Mehrere Moränenwälle, welche verschiedene Stadien des Findelgletschers während den Eiszeiten wiedergeben. ***Ansaat:*** keine ***Massnahmen:*** Wiederverwendung des Oberbodens Erhalt der Geländeformen (alte Moränenzüge). Umgehung Feuchtgebiet ***aktuelle Nutzung:*** Schafweide ***Regeneration Vegetation:*** Deckung Vegetation: 60 – 80% ***Erosion:*** keine ***Störungen:*** Die humusarmen Böden werden von seltenen Pionierarten wie dem Steinklee besiedelt. ***Kommentar:*** Die Bauspuren der Schneeleitung sind kaum mehr erkennbar.	 Foto: Foto: Foto:

Abb. 9: Objektblatt Tällinen.
Fig. 9: Fiche d'objet Tällinen.

Foto 13: Tällinen 2013.
Photo 13: Tällinen 2013.

ZURBUCHEN
BODENSCHUTZ
Speziallandschaftsbau

Rekultivierungen
- Bodenlockerungen bis 1.1m
- Bodenmischungen bis 1m
- Entsteinen
- Trockensaaten

Begrünungen
- Anspritzbegrünungen
- Trockensaaten
- Erosionschutzmassnahmen

Baumtransplantationen
- Grossbaumverpflanzungen
- Vor-/Nachbehandlung

Kontaktieren Sie uns unverbindlich:
Zurbuchen Bodenschutz GmbH, Holzmannshaus 2, 8566 Lippoldswilen
Tel: 071 697 04 22 / Fax: 071 697 04 24

Nachhaltige Bodenbearbeitung für die erfolgreiche Zukunft!
www.zurbuchen-bodenschutz.ch

Ort: Bine, 2'060 m ü. M.	Lebensraum: Halbtrocken- und Trockenrasen, z.T. Trockenwarme Ruderalflur *Mesobromion 4.2.4*; NHV[1] / S[2] *Stipo-Poion 4.2.1.1*; NHV[1] / S[2] *Onopordion 7.1.5*
Bau der Leitung: 2008 Der Graben quert landschaftlich reizvolle Geländekammern. Steilhang mit einzelnen Findlingen, Schutthalden. Vegetation natürlich lückig. ***Ansaat:*** keine ***Massnahmen:*** Wiederverwendung des Oberbodens Anlegen Steine, Anpassung an Umgebung ***aktuelle Nutzung:*** Weide, Brache ***Regeneration Vegetation:*** gut ***Erosion:*** - ***Störungen:*** Ruderalarten in den steppenartigen Trocken- und Halbtrockenrasen. ***Kommentar:*** Die Bauspuren sind verwachsen. Die südexponierten, steilen Böschungen sind erst lückig wiederbesiedelt, was aber der natürlichen Umgebung entspricht. Landschaftliche Integration ist gut.	 Foto: Bau der Leitung im Bereich Eya, in heterogenem, skelettreichem Boden (alte Seitenmoräne). Foto: Zustand 2012, Pionier- resp. Ruderalarten sind häufig Die Wiederbesiedlung ist teilweise noch lückig. Foto: Zustand 2012, Graben wurde an Umgebung angepasst, mit Einbau Schutthalde, Trockenrasen usw..

Abb. 10: Objektblatt Findeln.
Fig. 10: Fiche d'objet Findeln.

6 Schlussfolgerungen

Folgende Punkte sind wegweisend für die naturschonende Ausführung touristischer Erschliessungsprojekte durch die ZBAG:

- Kombination mit Schadeninventar, damit werden gleichzeitig frühere Schäden behoben.
- Minimierung der Eingriffsflächen, Vermeiden von Eingriffen in Vorranggebieten Flora/Fauna.
- Priorität Bodenschutz, damit wird der gewachsene Boden mit der natürlichen Vegetation erhalten. Dies ist in Hochgebirgslagen zentral, fördert die Vermehrung und den natürlichen Einwuchs aus der Umgebung.
- Falls Ansaat, mit standortgerechter Mischung einheimischer Provenienz.
- Berücksichtigung der Regenerierbarkeit der Vegetation.
- Erhaltung und Schaffung landschaftlicher Kleinformen, angepasst an die Umgebung.

Die Umsetzung ist erfolgreich, wenn folgende Bedingungen erfüllt sind:

- flächendeckende Anwendung im gesamten Skigebiet, nicht nur einzelne Vorzeigeprojekte.
- 10 Jahre Erfahrung haben die laufende Optimierung der Verfahren ermöglicht.
- Alle Akteure sind inzwischen mit der UBB/BBB vertraut und kennen die Anforderungen.
- Unterstützung durch den Bauherrn.
- eigene Baugruppe, die speziell für Sanierungen, kleinere Projekte eingesetzt wird und betreffend landschaftliche Integration sensibilisiert ist.

Verdankungen:
Wir danken den Mitarbeitern Fabian Pfammatter und Dr. Robert Brügger, der Firma Raumplanung + Umwelt, Aufdereggen, Julen + Zenzünen AG für die aktive Mitarbeit beim Verfassen dieses Artikels. Ebenso allen Mitarbeitern der ArGe Nachhaltige Skigebiete Zermatt, die verschiedene Grundlagendokumente zusammengestellt haben.

Literaturverzeichnis:

- BUWAL (1991): Landschaftseingriffe für den Skisport, Wegleitung zur Berücksichtigung des Natur- und Landschaftsschutzes
- C. Käsermann, F. Meyer, A. Steiner (2003): Die Pflanzenwelt von Zermatt
- Steiner, A.J. (2002): Die Vegetation der Gemeinde Zermatt, Beiträge zur geobotanischen Landesaufnahme der Schweiz
- AGHB (2008): Richtlinien Hochlagenbegrünung

Kontaktadressen:

Stefan Julen, Dr. phil. II, Geograph
Raumplanung + Umwelt, Aufdereggen, Julen + Zenzünen AG
Sebastianplatz 1
3900 Brig
E-Mail: info@raum-umwelt.ch

Remo Wenger, Dr. phil. nat., Biologe
buweg, büro für umwelt und energie
Napoleonstrasse 9
3930 Visp
E-Mail: remo.wenger@buweg.ch

Ein besonderer Dank geht an Franziska Witschi, buweg, die federführend für die Erarbeitung und Umsetzung des Grundlagenkonzept verantwortlich war und sämtliche Grafiken und Entscheidschemas des Konzeptes entworfen hat.