



INGENIEURBIOLOGIE GÉNIE BIOLOGIQUE INGEGNERIA NATURALISTICA INSCHENIERA BIOLOGICA



**BEST-PRACTICE BEISPIELE
FÜR HOCHLAGENBEGRÜNUNG**

**EXEMPLES DE MEILLEURES
PRATIQUES POUR
LA VÉGÉTALISATION EN ALTITUDE**

**ESEMPI DI BEST PRACTICE PER IL
RINVERDIMENTO AD ALTA QUOTA**

Inhaltsverzeichnis

Titelbild/Frontispice:

Rückgebauete und bereits angepflanzte bzw. angesäte und teilweise mit Kokosmatten abgedeckte Fläche der Baupiste Fensterstollen – Muttsee im August 2018 [Axp].

Surfaces démantelées et déjà replantées, respectivement ensemencées et partiellement recouvertes de nattes en coco sur le chantier de la galerie d'accès – Muttsee en août 2018 [Axp].

Pista ricuperata del cantiere Fensterstollen – Muttsee nell'agosto 2018. La superficie è già stata ricoltivata, seminata e parzialmente coperta con stuoia di cocco [Axp].

3

Editorial

Christian Rixen

6

Linthal 2015 – Erfolgreiche Rekultivierung einer hochalpinen Baustelle im Kanton Glarus

Lucia Oetjen
Tina Meier
Nadia Semadeni
Tamara Baumgartner
Jakob Marti

19

Hoher Kasten: Europa-Rundweg und Alpengarten

Lydia Frey

29

Neubau Sesselbahn Curtinella – natur- und landschaftsverträglicher Bau der Talstation

Kirsten Edelkraut

37

Monte Generoso: posa di sottostrutture in un contesto naturalistico e paesaggistico di grande pregio. Opere di inverdimento ad alta quota con materiale biologico locale.

Marco Nembrini
Samuele Bonacina
Luca Mentasti

48

Hinweise



Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften

zhaw Life Sciences und Facility Management

IUNR Institut für Umwelt und Natürliche Ressourcen

CAS Gewässerrenaturierung

Start: 3. September 2021

www.zhaw.ch/iunr/gewaesserrenaturierung



Editorial

Christian Rixen

Liebe Leserin, lieber Leser

Der Verein für Ingenieurbilogie will das Bauen mit Pflanzen fördern und setzt sich für schonende und standortgerechte Begrünungen ein. Um ingenieurbilogische Projekte mit vorbildhaftem Charakter aufzuzeigen, vergibt der Verein einen Preis für gelungene Praxisbeispiele. Es wird abwechselnd ein Preis für Begrünungen in Hochlagen (Bereich der Waldgrenze und höher) und für ingenieurbilogische Projekte in tieferen Lagen, z.B. für Gewässerprojekte, vergeben. Damit werden besonders gut gelungene Projekte und Massnahmen ausgezeichnet, welche die Qualität und Nachhaltigkeit von naturnahen Begrünungen und naturnahem Wasserbau fördern.

In diesem Jahr vergibt der Verein seinen Begrüner-Preis für Objekte in Hochlagen. Eingereicht wurden vier Bewerbungen für Objekte mit sehr unterschiedlichen Grundvoraussetzungen: 1. das Projekt Linthal 2015 der Kraftwerke Linth-Limmern AG (KLL) im Kanton Glarus, 2. der Alpengarten und Europarundweg am Hohen Kasten (AI/SG), 3. der Neubau der Sesselbahn Curtinella im Engadin und 4. die Wiederbegrünung am Monte Generoso im Tessin.

Die Jury, bestehend aus den AutorInnen dieses Editorials, begutachtete die Bewerbungen und die Objekte im Gelände basierend auf den massgebenden Kriterien der Arbeitsgruppe für Hochlagenbegrünungen (AGHB) und der entsprechenden Richtlinie, herausgegeben im Mitteilungsblatt Ingenieurbilogie 3, 2019. Die Kriterien berücksichtigen vor allem die Planung und Projektierung (z.B. Formulierung Begrünungsziele, standortgerechte Artengarnitur, Begrünungsmethoden, Dokumentation etc.), Ausführung (handwerkliche Umsetzung im Gelände), Resultate (bezüglich Erosionsschutz, Deckungsgrad, Zielvegetation etc.) sowie Erfolgskontrolle und Monitoring.

Die Jury war von der hochstehenden Qualität der vier Objekte begeistert und zeichnet sie alle als best-practice Beispiele für gelungene Begrünungen aus. Mit den Artikeln in diesem Heft möchten wir den Verantwortlichen die Gelegenheit geben, ihre best-practice Begrünung vorzustellen. Das Projekt Linthal zeichnet sich durch die Rekultivierung einer hochalpinen Baustelle mit autochthonem Pflanzmaterial und der ausgezeichneten Zusammenarbeit mit den kantonalen Behörden besonders aus. Am Hohen Kasten wurde ein hindernisfreier Erlebnisweg angelegt bei gleichzeitiger Minimierung der Schäden durch den Bau des Drehrestaurants und der Eliminierung nicht heimischer Arten aus dem alten Alpengarten. Terrainveränderungen beim Bau der Sesselbahn Curtinella erforderten die Wiederanlage einer Milkrautweide durch Direktumlagerung, wodurch der originale Bestand und die Artengarnitur vollständig erhalten werden konnten. Am Monte Generoso wurde eine Wasserleitung so erfolgreich mit lokalem Pflanzenmaterial begrünt, dass der Eingriff, auch aufgrund zahlreicher Viehpfade, im Gelände kaum mehr auszumachen ist.

Obwohl die Jury alle vier Objekte als best-practice Beispiele auszeichnen möchte, hat sie sich auf das Objekt Linthal als Gewinnerin des Preises für Hochlagenbegrünung geeinigt. Dies u.a. wegen der grossen Höhenlage der Baustelle, den vorgängigen Versuchspflanzungen zur optimalen Artenzusammensetzung, sowie des Aufbaus eines projekteigenen in-house Umweltteams.

Wir freuen uns ausserordentlich, mit dem vorliegenden Heft derart gute Beispiele für Begrünungen präsentieren zu können und hoffen, dass sie als Anregungen dienen für zukünftige Eingriffe und Begrünungen in hohen aber auch in tieferen Lagen.

Christian Rixen, Nicolas Bagnoud, Giovanni De Cesare, Kirsten Edelkraut, Christian Rickli, Manuel Schneider

Christian Rixen, WSL-Institut für Schnee- und Lawinenforschung SLF Flüelastr. 11, 7260 Davos, email: rixen@slf.ch

Chère lectrice, cher lecteur,

L'Association pour le génie biologique vise à promouvoir la construction avec des végétaux et s'engage en faveur d'une végétalisation ménageant l'environnement et adaptée au site. Afin de présenter des projets de génie biologique ayant un caractère exemplaire, l'Association décerne un prix pour des exemples réussis issus de la pratique. A tour de rôle, un prix est attribué pour la végétalisation en altitude (zone de la limite des forêts et au-dessus) et pour les projets de génie biologique situés à plus basse altitude, par exemple pour des projets de cours d'eau. Ainsi, les prix récompensent des projets et des mesures particulièrement réussis qui promeuvent la qualité et la durabilité d'une végétalisation et d'un aménagement hydraulique proches de la nature.

Cette année, l'Association décerne son prix de végétalisation pour des objets en altitude. Quatre projets ont été déposés pour des objets aux exigences de base très différentes : 1. le projet Linthal 2015 de la société Kraftwerke Linth-Limmern AG (KLL) dans le canton de Glaris, 2. le jardin alpin et le circuit de l'Europe au Hohen Kasten (AI/SG), 3. la nouvelle construction du télésiège Curtinella en Engadine et 4. la revégétalisation du Monte Generoso au Tessin.

Le jury, composé des auteurs de cet éditorial, a évalué les candidatures et les objets sur le terrain sur la base de critères déterminant du Groupe de travail pour une végétalisation en altitude (AGHB, Arbeitsgruppe für Hochlagenbegrünungen) et de la directive correspondante, publiée dans le bulletin Génie biologique 3, 2019. Les critères prennent principalement en compte la planification et la conception du projet (par exemple formulation des objectifs de végétalisation, composition d'espèces adaptées à la station, méthodes de végétalisation, documentation, etc.), l'exécuti-

on (mise en œuvre manuelle sur le terrain), les résultats (en ce qui concerne la protection contre l'érosion, le degré de couverture, la végétation cible, etc.), ainsi que le contrôle des résultats et le monitoring.

Le jury a été impressionné par l'excellente qualité des quatre objets et les a tous récompensés en tant qu'exemples de meilleures pratiques d'une végétalisation réussie. Ainsi, nous souhaitons donner aux responsables l'occasion de présenter dans ce bulletin leurs meilleures pratiques en matière de végétalisation.

Le projet Linthal se distingue par la remise en culture d'un site de construction en haute montagne avec du matériel végétal autochtone et l'excellente coopération avec les autorités cantonales. Sur le Hohen Kasten, un sentier d'aventure sans obstacles a été créé tout en minimisant les dégâts causés par la construction du restaurant tournant et en éliminant les espèces non-indigènes de l'ancien jardin alpin. Les modifications du terrain lors de la construction du télésiège de la Curtinella ont nécessité le rétablissement d'un pâturage alpin par transplantation directe, ce qui a permis de préserver complètement le peuplement et la composition d'espèces originales. Sur le Monte Generoso, une conduite hydraulique a été si bien végétalisée avec du matériel végétal local que l'empiètement, également par les nombreux chemins pour bétail, est à peine discernable sur le terrain. Bien que le jury souhaite récompenser les quatre objets comme exemples de meilleures pratiques, il s'est mis d'accord sur l'objet Linthal comme lauréat du prix pour la végétalisation en altitude. Cela est notamment dû à la haute altitude du site de construction, aux essais de plantations préalables afin de déterminer la composition optimale des espèces et à la mise en place d'une équipe environnementale interne au projet.

Nous sommes extrêmement heureux de pouvoir présenter dans ce bulletin de si bons exemples de végétalisation et espérons qu'ils serviront de suggestions pour de futures interventions et végétalisations non seulement à haute mais aussi à basse altitude.

Christian Rixen, Nicolas Bagnoud, Giovanni De Cesare, Kirsten Edelkraut, Christian Rickli, Manuel Schneider

Christian Rixen, WSL Institut pour l'étude de la neige et les avalanches SLF, Flüelastr. 11, 7260 Davos, email: rixen@slf.ch

Cara lettrice, caro lettore,

L'associazione per l'ingegneria naturalistica promuove la costruzione con le piante e si impegna per un rinverdimento sostenibile e adeguato al sito. Al fine di evidenziare i progetti di ingegneria naturalistica con un carattere esemplare, l'associazione assegna un premio per progetti realizzati con

successo. Alternandoli, vengono assegnati un premio per il rinverdimento ad alta quota (intorno al limite del bosco e oltre) e uno per progetti ad altitudini inferiori, per esempio per progetti di rivitalizzazione delle acque. Il premio viene assegnato a progetti e misure di particolare successo che promuovono la qualità e la sostenibilità dell'inverdimento o dell'ingegneria idraulica prossimi allo stato naturale.

Quest'anno, l'associazione assegna il suo premio di rinverdimento per gli oggetti nelle zone di alta montagna. Sono state presentate quattro candidature per interventi molto diversi tra loro: 1. il progetto Linthal 2015 dell'azienda elettrica Kraftwerke Linth-Limmern AG (KLL) nel Canton Glarona, 2. il Giardino Alpino e il sentiero Europarundweg sul Hoher Kasten (AI/SG), 3. la nuova costruzione della seggiovia Curtinella in Engadina e 4. la riqualifica e rinverdimento del Monte Generoso in Ticino.

La giuria, composta dagli autori di questo editoriale, ha valutato le candidature e i progetti sul terreno, in base a criteri rilevanti del gruppo di lavoro per i rinverdimenti ad alta quota (GRAQ) e le rispettive linee guida pubblicate nell'edizione nr. 3, 2019. I criteri prendono in considerazione principalmente la pianificazione e la progettazione del progetto [ad esempio la formulazione degli obiettivi di rivegetazione, la composizione delle specie specifiche del sito, i metodi di rinverdimento, la documentazione, ecc.], l'esecuzione [esecuzione manuale sul terreno] e i risultati [per quanto riguarda il controllo dell'erosione, il grado di copertura, la vegetazione target, ecc].

La giuria è rimasta impressionata dall'alta qualità dei quattro progetti e li ha premiati tutti come esempi di procedure raccomandate per rinverdimenti di successo. Con gli articoli di questo numero, intendiamo dare ai responsabili l'opportunità di presentare le loro soluzioni più adatte di rinverdimento.

Il progetto nella Linthal si distingue particolarmente per la ricoltivazione di un cantiere d'alta montagna con materiale vegetale autoctono e l'eccellente cooperazione con le autorità cantonali. Sul Hoher Kasten, è stato creato un percorso avventura senza ostacoli, minimizzando i danni causati dalla costruzione del ristorante girevole ed eliminando le specie non autoctone dal vecchio giardino alpino. Le modifiche al terreno durante la costruzione della seggiovia di Curtinella hanno reso necessario il ripristino di un pascolo di erba medica tramite trapianto diretto, in modo da preservare completamente il popolamento originale e l'assemblaggio delle specie. Sul Monte Generoso, l'intervento di posa di condotte interrate è stato rinverdito così bene con materiale vegetale locale che l'impatto è difficilmente distinguibile nel terreno, anche a causa dei numerosi sentieri per il bestiame.

Anche se la giuria vorrebbe premiare tutti e quattro gli oggetti come esempi di procedure più raccomandabili, ha deciso per l'oggetto Linthal come vincitore del premio per l'inverdimento ad alta quota. Ciò è, tra i vari motivi, dovuto all'alta quota del sito di costruzione, alle piantagioni di prova preliminari per determinare la composizione ottimale delle specie e alla creazione di un team ambientale in seno al progetto.

Siamo estremamente lieti di poter presentare questi buoni esempi di rinverdimento in questa edizione e speriamo che servano come suggerimenti per futuri interventi sia ad alta ma anche a bassa quota.

Christian Rixen, Nicolas Bagnoud, Giovanni De Cesare, Kirsten Edelkraut, Christian Rickli, Manuel Schneider

Christian Rixen, WSL Istituto per lo studio della neve e delle valanghe SLF, Flüelastr. 11, 7260 Davos, email: rixen@slf.ch



VIB-Exkursion Hochlagen / Preisverleihung Begrünerpreis in Linthal, Glarus am 27. August 2021 & VIB Wanderung am 28. August 2021

Dettaglierte Informationen und Anmeldung beim Sekretariat Verein für Ingenieurbiologie, Tel. 058 257 48 97, sekretariat@ingenieurbiologie.ch

Linthal 2015 – Erfolgreiche Rekultivierung einer hochalpinen Baustelle im Kanton Glarus

Lucia Oetjen
Tina Meier
Nadia Semadeni
Tamara Baumgartner
Jakob Marti

Zusammenfassung

Im Rahmen des Projektes Linthal 2015 der Kraftwerke Linth-Limmern AG (KLL) im Kanton Glarus mussten grosse ökologisch wertvolle Flächen für eines der grössten Bauprojekte der letzten Jahre in der Schweiz in Anspruch genommen werden. Entgegen der üblichen Praxis wurde die Wiederherstellung dieser hochgelegenen Vegetationsräume in der Planungsphase nur grundsätzlich festgelegt, und in Begrünungsversuchen während der Bauphase im Detail erprobt und evaluiert. Wissenschaftlichen Standards folgend wurde mit lokal gewonnenem Samen- und Pflanzenmaterial vor Ort ein Versuchsgarten aufgebaut, um die erfolgreichste Wiederbegrünungsmethode zu erkennen. Sowohl Ansaat als auch Pflanzungen in Kombination mit Abdeckungen durch Kokosmatten zeigten ähnlich gute Resultate. Nach Bauabschluss wurde insgesamt eine Fläche von 15'000 m² mit lokal gewonnenem Saatgut angesät und auf über 2'000 m² Pflanzungen (Blaugrassrasen, Gehölz, Alpenrosen) vorgenommen. Die laufenden Wirkungskontrollen zeugen von der guten Entwicklung der implementierten Massnahmen. Für den Erfolg wichtig waren nebst der optimierten Begrünungsmethode auch die umfassende Sensibilisierung und Schulung des Baustellenpersonals auf Umweltaspekte, die gute und vertrauensvolle Zusammenarbeit von Bauherr, Behörden und Interessengruppen und der temporäre Erlass einer grosszügigen Schutzzone, um Tritt- und Fahrschäden in den hochsensiblen Vegetationsgebieten zu verhindern.

Keywords

Hochalpine Rekultivierung, Begrünung, Versuchsflächen, Umweltschulung Baustellenpersonal, PSW Limmern, Begrünerpreis 2021

Linthal 2015 – Remise en culture réussie d'un chantier en haute montagne dans le canton de Glaris

Résumé

Dans le cadre du projet Linthal 2015 de la société Kraftwerke Linth-Limmern AG (KLL) dans le canton de Glaris, de grandes surfaces de valeur écologique ont dû être sollicitées pour l'un des plus grands projets de construction en Suisse ces dernières années. Contrairement à la pratique courante, la reconstitution de ces zones de végétation en altitude n'a été définie que sur le fond lors de la phase de planification, puis testée et évaluée dans le détail lors d'essais de végétalisation pendant la phase de construction. Conformément aux normes scientifiques, un jardin d'essai a été créé sur place en utilisant des semences et du matériel végétal d'origine locale afin de déterminer la méthode

de végétalisation la plus efficace. Tant l'ensemencement que la plantation en combinaison avec des couvertures par nattes de coco ont donné des résultats similaires et adéquats. Après la fin des travaux, une surface totale de 15'000 m² a étéensemencée avec des semences obtenues localement et des plantations sur plus de 2'000 m² ont eu lieu (pelouses à séslerie, plantes ligneuses, roses alpines). Le suivi permanent de l'efficacité des mesures mises en œuvre montre qu'elles se développent bien. Outre l'optimisation de la méthode de plantation, la sensibilisation et la formation complètes du personnel du chantier sur les aspects environnementaux, la bonne et confiante coopération entre le maître d'ouvrage, les autorités et les groupes d'intérêt, ainsi que l'instauration temporaire d'une zone de protection généreuse afin d'éviter les dommages causés par le piétinement et la conduite dans les zones de végétation très sensibles ont également joué un rôle important dans le succès du projet.

Mots-clés

Remise en culture en haute montagne, végétalisation, surfaces expérimentales, formation environnementale du personnel de chantier, PSW Limmern, prix de la végétalisation 2021

Linthal 2015 - Ricoltivazione di successo di un cantiere d'alta montagna nel cantone di Glarona

Riassunto

Nell'ambito del progetto Linthal 2015 dell'azienda elettrica Kraftwerke Linth-Limmern AG (KLL) nel cantone di Glarona, è stato necessario occupare grandi aree ecologicamente preziose per uno dei più grandi progetti di costruzione degli ultimi anni in Svizzera. Contrariamente alle procedure raccomandate, durante la fase di pianificazione il ripristino di queste aree di vegetazione ad alta quota è stato definito solo in linea di principio. I test e la valutazione in dettaglio con prove di rinverdimento sono stati effettuati durante la fase di costruzione. Seguendo gli standard scientifici, un'area di prova è stata stabilita in loco utilizzando semi e materiale vegetale di provenienza locale per identificare il metodo di rinverdimento adatto al sito più promettente. Sia la semina che la piantagione in combinazione con la copertura di stuoie di cocco hanno mostrato risultati simili e buoni. Dopo il completamento della costruzione, un'area totale di 15'000 m² è stata seminata con semi ottenuti localmente e oltre 2'000 m² sono stati piantati (prato arido su suolo calcareo, alberi e cespugli, rododendro). Il monitoraggio continuo dell'efficacia delle misure attuate mostra

che si stanno sviluppando bene. Oltre al metodo di piantagione ottimizzato, la sensibilizzazione e la formazione del personale del cantiere sugli aspetti ambientali, la buona e fiduciosa cooperazione tra il cliente, le autorità e i gruppi d'interesse, e la definizione temporanea di una generosa zona di protezione per evitare danni da calpestio o da veicoli nelle aree di vegetazione altamente sensibili sono stati importanti per il successo del progetto.

Parole chiave

Rinverdimento d'alta montagna, rivegetazione, aree sperimentali, formazione ambientale del personale di cantiere, Impianto pompaggio-turbinaggio Limmern, premio per il rinverdimento 2021

Projektbeschreibung PSW Limmern

Das Pumpspeicherwerk (PSW) Limmern ist mit einer Investition von rund 2 Mrd. Franken eines der bedeutendsten Ausbauprojekte von Axpo. Die Bau- und Planungszeit für das Werk betrug rund zehn Jahre. Das PSW Limmern hat eine Leistung von 1000 MW. Im Gegensatz zu reinen Speicherkraftwerken können Pumpspeicherwerke wie das PSW Limmern nicht nur Spitzenenergie erzeugen, sondern auch Stromüberschüsse, die während Schwachlastzeiten anfallen, in wertvolle Energie umwandeln. Die untertag angelegte Kraftwerksanlage kann Wasser aus dem Limmernsee in den 630 Meter höher gelegenen Muttsee pumpen und bei Bedarf wieder zur Stromproduktion nutzen. Die Staumauer des Muttsees liegt auf rund 2500 Metern über Meer.

Ausgangslage

Das Projekt PSW Limmern in der Gemeinde Glarus Süd stellte während seiner Bauphase zwischen 2009 und 2016 eine grosse hochalpine Baustelle im Raum Limmernsee – Muttsee zwischen 1'900 und 2'500 m ü.M. mit rund 600 Bauarbeitern und -innen dar [siehe Abbildung 1 bis Abbildung 12].

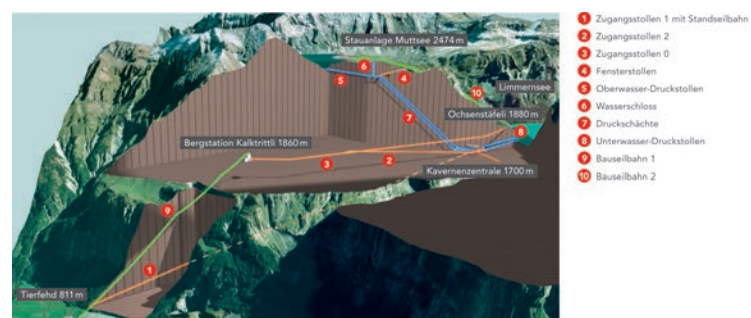


Abbildung 1: Übersicht über das Kraftwerksprojekt PSW Limmern im Projekt Linthal 2015 im Kanton Glarus. | Figure 1 : Vue d'ensemble du projet de centrale PSW Limmern dans le cadre du projet Linthal 2015 dans le canton de Glaris.



Abbildung 2: Kieswerk Ochsenstäfeli (vorne rechts) mit der Talstation der Bauseilbahn 2 (links, leicht verdeckt). | Figure 2 : La gravière d'Ochsenstäfeli (devant à droite) avec la station inférieure du téléphérique de chantier 2 (à gauche, légèrement couvert).



Abbildung 5: Das Camp Muttsee diente rund 200 Bauarbeitern und -innen während der Bauzeit als Unterkunft auf der Baustelle. | Figure 5 : Le camp de Muttsee a servi de logement à environ 200 ouvriers pendant la période de construction.

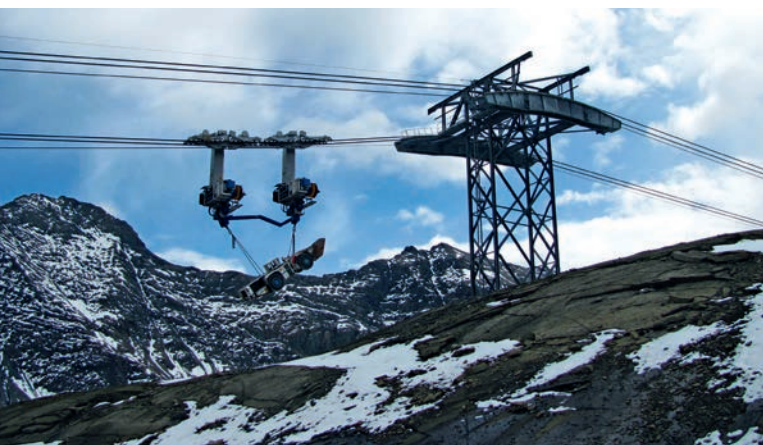


Abbildung 3: Bauseilbahn 2 beim Transport eines Tunneldumpers zum Muttsee. | Figure 3 : Téléphérique de chantier 2 transportant un dumper de tunnel vers le Muttsee.



Abbildung 6: Baupiste Fensterstallen - Muttsee mit dem Camp Muttsee (links), der Baustelle der Staumauer (Kräne in der Mitte) und der Bergstation der Bauseilbahn 2 (ganz rechts). | Figure 6 : Piste de construction de la galerie d'accès au lac Muttsee avec le camp de Muttsee (à gauche), le chantier de construction du barrage (grues au milieu) et la station supérieure du téléphérique de chantier 2 (tout à droite).



Abbildung 4: Baupiste vom Fensterstallen via Muttseehütte zum Muttsee. | Figure 4 : Piste de construction de la galerie d'accès au lac Muttsee via la cabane de Muttsee.



Abbildung 7: Baustelle Muttsee mit dem bereits sichtbaren Graben für das Fundament der Staumauer. | Figure 7 : Chantier du Muttsee avec la tranchée déjà visible pour les fondations du barrage.



Abbildung 8: Betonwerk Muttsee, welches im zukünftigen Seeperimeter erstellt wurde. | Figure 8 : La centrale de beton du Muttsee, construite dans le futur périmètre du lac.



Abbildung 11: Staumauer Muttsee von der Luftseite mit der temporären Baupiste und der Absperrung der Schutzzone Muttan. | Figure 11 : Barrage du Muttsee du côté aval avec la piste de construction temporaire et l'interdiction d'accès à la zone de protection de Muttan.

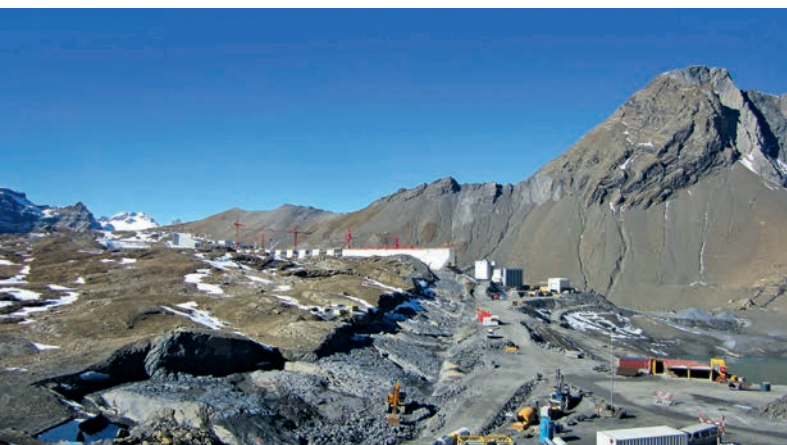


Abbildung 9: Bau der Staumauer mit der Bergstation der Bauseilbahn 2 (links hinten). Links der Staumauer (Luftseite) befindet sich die eingesetzte Schutzzone Muttan. | Figure 9 : Construction du barrage avec la station supérieure du téléphérique de chantier 2 [derrière à gauche]. A gauche du barrage (parement aval) se trouve la zone de protection de Muttan.



Abbildung 12: Absperrung der Schutzzone Muttan auf der Luftseite der Staumauer. | Figure 12 : Interdiction d'accès à la zone de protection de Muttan sur le côté aval du barrage.



Abbildung 10: Staumauer Muttsee von der Seeseite. | Figure 10 : Le barrage de Muttsee depuis le côté lac.

Bereits in der Planungsphase zwischen 2006 und 2008 zeigte sich, dass für Baupisten, Lager- und Installationsflächen, das Camp Muttsee sowie für Masten und Berg- und Talstation der Bauseilbahnen grosse und aufgrund der Vegetation als naturkundlich wertvoll taxierte Flächen während Jahren beansprucht werden müssen. Die erforderlichen Flächen unterschieden sich bezüglich Vegetationstyp und Artenvielfalt, wobei insbesondere die hochgelegenen Flächen im Raum Muttsee aufgrund der Flechtenbestände und der kargen Schutt- und Felsritzenvegetation einzigartig waren. An den nach Süden exponierten Hängen kam Magerrasen mit vorwiegend Borstgrasrasen mit Elementen der Krummseggenrasen und Schneetälchen (quadra gmbh, 2006) vor [siehe Abbildung 13].



Abbildung 13: Magerrasen der Hochlagen [quadra gmbh, 2006] vor Baubeginn.]
Figure 13 : Prairies maigres en haute altitude [quadra gmbh, 2006] avant le début des travaux.

Diese Erkenntnis führte u.a. dazu, dass die Bauherrschaft, die Kraftwerke Linth-Limmern AG (KLL), bereits in einem frühen Stadium der Planung eine breit aufgestellte, begleitende Umwelt-Arbeitsgruppe ins Leben rief. Vertreter der kantonalen Behörden, der Gemeinde Linthal, der Umweltschutzverbände Pro Natura, WWF und Stiftung Landschaftsschutz (SL), des Fischereiverbands Glarus sowie des Schweizerischen Alpenclubs (SAC) feilten mit Vertretern von Axpo und spezialisierten Umweltbüros [quadra gmbh, Schutz Filisur, Terre AG, u.W.] an den Details für die Realisierung des Projektvorhabens. Durch Platzierung von Installationen im zukünftigen Seeperimeter und weiteren Optimierungen konnten die temporären Eingriffe im Raum Muttsee stark reduziert werden. Das gemeinsam erklärte Ziel von Bauherrschaft, Behörden und der begleitenden Arbeitsgruppe lautete, dass nach Abschluss der Bauarbeiten die Eingriffe in Landschaft und Lebensräume mittelfristig nicht mehr erkennbar sein sollten. Jakob Marti, Hauptab-

teilungsleiter Umwelt, Wald und Energie des Kantons Glarus, erklärt: «Uns war vor allem wichtig, dass sich in diesen hochsensiblen Lebensräumen nach Bauabschluss schnell eine standortgerechte Vegetation mit autochthonem Saatgut etabliert und dass die Erosion verhindert wird.»

Begrünungsversuche

Ein ungewöhnlicher Vorgang für ein Bauprojekt dieser Grössenordnung war, dass in der Planungsphase auf die Ausarbeitung eines detaillierten Rekultivierungskonzeptes verzichtet wurde. Stattdessen wurden während der Bauphase vor Ort Begrünungsversuche durchgeführt. Die Versuche wurden mit einem hohen wissenschaftlichen Standard und einer engen Begleitung durch diverse Fachleute durchgeführt. Das für die Versuche verwendete Samen- und Pflanzenmaterial wurde im Sommer 2010 im Baustellengebiet in verschiedenen Höhenlagen gesammelt und gärtnerisch vermehrt. Die daraus gewachsenen Pflanzen wurden im darauffolgenden Jahr in den Versuchsanlagen im Raum Muttsee angepflanzt.

Fünf verschiedene Begrünungsmethoden wurden auf ihre Praxistauglichkeit getestet: Direktsaat (S), Direktsaat mit Abdeckung (SA), Pflanzung (P), Pflanzung mit Abdeckung (PA) und als Referenz eine Nullfläche (O), welche keinerlei Behandlung erfuhr. Insgesamt wurden fünf Sets mit jeweils fünf Feldern angelegt, so dass schlussendlich auf 25 Versuchsfeldern (siehe Abbildung 14) Ansaaten vorgenommen und rund 2'000 Setzlinge gepflanzt und beobachtet wurden [quadra gmbh, 2016a, siehe Abbildung 15 und Abbildung 16].

Die gezogenen Setzlinge wurden im Sommer 2011 gepflanzt und das Saatgut im darauffolgenden Sommer auf den Flächen S und SA ausgebracht. Die Abdeckung bestand aus grobmaschigen Kokosmatten, die Erosion und bis zu einem gewissen Grad auch Wildverbiss verhindern. Bei der ersten Erfolgskontrolle im Jahr 2015 zeigte sich, dass auf den gepflanzten Flächen eine hohe Überlebensrate von rund 85% erreicht wurde, wobei die Abdeckung nur zu geringen Unterschieden führte. Allerdings erhöhte die Abdeckung die Überlebenswahrscheinlichkeit von Arten, die ansonsten eine geringe Überlebenswahrscheinlichkeit zeigten, um fast das Doppelte. Bei den eingesäten Flächen war die Pflanzendeckung grundsätzlich höher als in den anderen Versuchsfeldern. Die im Mittel grösste Artenvielfalt fand sich indes auf Flächen mit Pflanzung und Abdeckung. Die angestrebte Zielvegetation (Borstgrasrasen und deren Pionierstadien) konnte sich bis zum Zeitpunkt der Erfolgskontrolle, also nach 3–4 Jahren, noch nicht etablieren (siehe Abbildung 17 und Abbildung 18). Aus den Begrünungsversuchen konnte eindeutig der Schluss gezogen werden, dass sowohl Pflanzungen als auch Ansaaten geeignete Begrünungsmethoden darstellen, sofern die Hö-

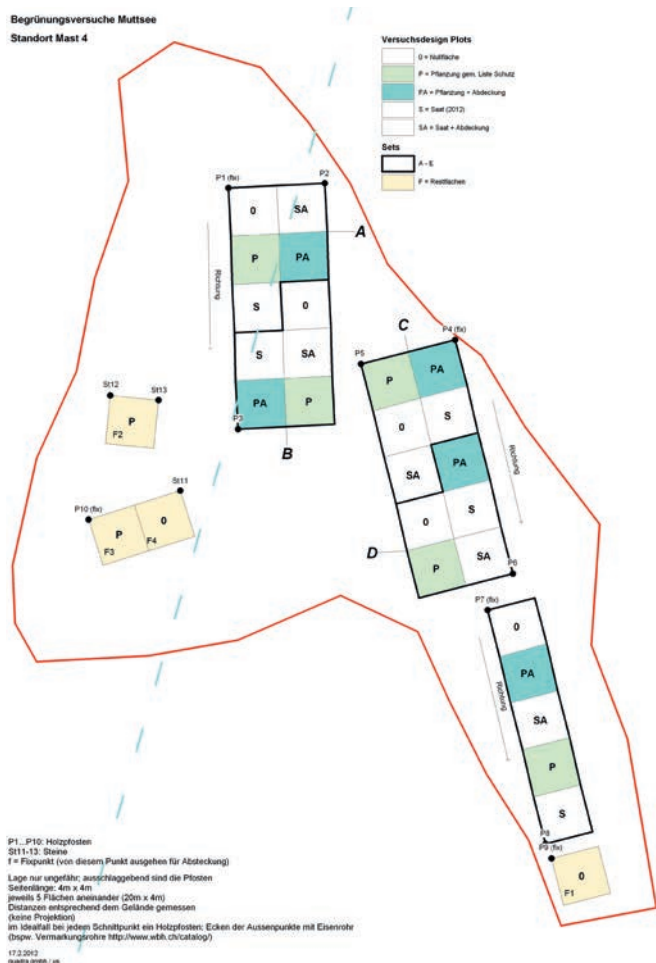


Abbildung 14: Aufbau der Begrünungsversuchsanlage Mutsee. Set A – E, mit je allen 5 Begrünungsmethoden [quadra gmbh, 2016a]. | Figure 14 : Mise en place du site test de végétalisation au Mutsee. Set A – E, avec 5 méthodes de végétalisation chacune [quadra gmbh, 2016a].



Abbildung 15: Pflanzungen im Versuchsgarten 2011 [Foto Jakob Marti]. | Figure 15 : Plantations dans le jardin expérimental en 2011 [photo Jakob Marti].



Abbildung 16: Pflanzenmaterial, welches im Versuchsgarten eingesetzt wurde. [Foto Jakob Marti] | Figure 16 : Matériel végétal implanté dans le jardin expérimental [photo Jakob Marti].

henlage, das Substrat und die Hangneigung den Versuchsfächen ähnlich sind [quadra gmbh, 2016a]. Dies stellt eine neue Erkenntnis dar.

Die Resultate von 2015 konnten bei der Erfolgskontrolle im Jahr 2020 bestätigt werden und es konnte eine neue, erfreuliche Feststellung gemacht werden: 10 Jahre nach Versuchsbeginn sind die Kokosmatten schon weitestgehend zersetzt [siehe Abbildung 19].

Rekultivierungen

Für die endgültige Rekultivierung wurde weiteres lokales Samenmaterial gesammelt und spezifisch vermehrt, so dass bei Start der Wiederbegrünung der Installationsflächen genügend Saat- und Pflanzenmaterial vorhanden war. Vor der eigentlichen Begrünung wurden die Installationsflächen durch die Unternehmung «ARGE KW Limmern» und Mitarbeitende von Axpo bzw. der KLL mit grösster Sorgfalt vom temporär abgelagerten Schüttungsmaterial sowohl mechanisch wie auch von Hand gesäubert [siehe Abbildung 21]. Den Hintergrund dieser aufwendigen Arbeit erklärt der damalige Chefbauleiter von Axpo, Hans-Peter Schmid, folgendermassen: «Ziel war, dass der natürliche Untergrund nicht beschädigt wurde. Es war also kein unmittelbares Befahren mit Fahrzeugen erlaubt. Die Flächen wurden mit einem Vlies abgedeckt und mit einer ca. 70 cm mächtigen Kiesschicht überschüttet [siehe Abbildung 20]. Beim Rückbau wurde das Kiesmaterial über Kopf mit einem Bagger entfernt. Die verbleibenden Flächen wurden mit maschinellen Bürsten [rollende Bürsten am Bagger] sanft gereinigt [Resultate der Reinigung siehe Abbildung 21 und Abbildung 22]. So kam die alte Vegetation vom Mutterboden und Felslagen wieder zum Vorschein. Das

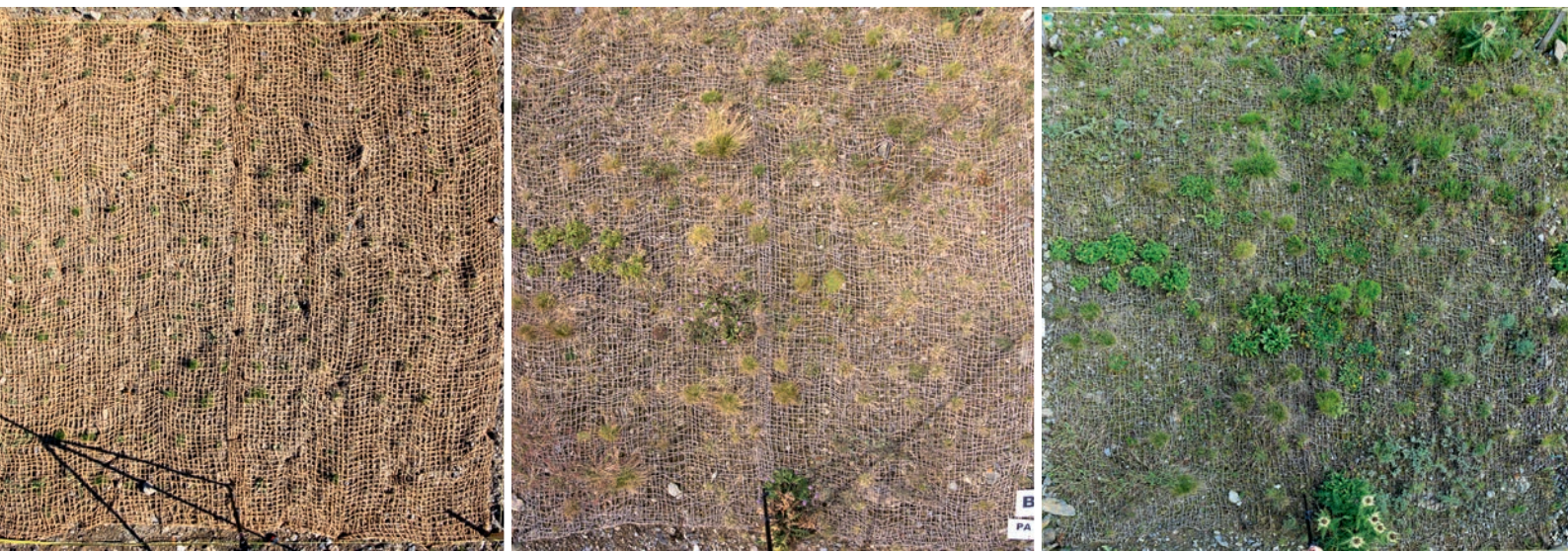


Abbildung 17: Versuchsfläche Anpflanzung mit Abdeckung [PA], Aufnahmezeitpunkt [von links nach rechts] Sept. 2011, Sept. 2014, Aug. 2015 [quadra gmbh, 2016a]. |
Figure 17 : Plantation d'une parcelle expérimentale avec couverture [PA], date de la prise de vue [de gauche à droite] sept. 2011, sept. 2014, août 2015 [quadra gmbh, 2016a].



Abbildung 18: Versuchsfläche Ansaat ohne Abdeckung [S], Aufnahmezeitpunkt [von links nach rechts] Sept. 2011, Sept. 2014, Aug. 2015 [quadra gmbh, 2016a]. |
Figure 18 : Ensemencement d'une parcelle expérimentale sans couverture [S], date de la prise de vue [de gauche à droite] sept. 2011, sept. 2014, août 2015 [quadra gmbh, 2016a].

ist sehr gut gelungen. Dieses Reinigen von temporären Flächen mit Bürsten war sehr aufwendig. Es musste aber viel weniger mit Rechen von Hand nachgearbeitet werden. Die Behörden und die Umweltverbände waren sehr begeistert.» Während der gesamten Bauzeit hat Ralph Böhlert von der Terre AG in der Funktion des Bodenkundlichen Baubegleiters die Arbeiten begleitet. Laut Ralph Böhlert waren die vergleichsweise geringen Oberbodenkubaturen eine Herausforderung, welche fachgerecht abgetragen, zwischengelagert und bei der Rekultivierung den Ansprüchen der Begrünungsspezialisten entsprechend wieder aufgetragen werden mussten. Und dies alles mit möglichst wenig

Material- und Veratmungsverlusten. Denn eine Ergänzung mit externem Bodenmaterial kam nicht in Frage, da nur autochthones Boden- und Pflanzmaterial verwendet werden durfte. Es ging also darum, das vorhandene Material möglichst vollständig und intakt – d.h. mit einer möglichst noch aktionsfähigen Mikrobiologie – über die lange Dauer der Bauphase zu bringen.

Von den baulichen Eingriffen nicht direkt betroffene Böden wurden teilweise als Zwischenlager für Ausbruch benötigt. Auch hier betrat man Neuland. Gerade in schuttdurchsetzten Bereichen war der möglichst trennscharfe Rückbau aufgrund der ausgeprägten Oberflächenrauigkeit für die



Abbildung 19: Nach 10 Jahren bereits weitestgehend zersetzte Kokosmatte im Versuchsgarten auf 2450 m ü.M. | Figure 19 : Dix ans plus tard, la natte de coco du jardin expérimental à 2'450 m d'altitude est déjà largement décomposée.



Abbildung 20: Verlegtes Vlies unter der Baupiste vom Mutsee zum Fensterstollen. | Figure 20 : Nappe posée sous la piste de construction du Mutsee à la galerie d'accès.



Abbildung 21: Frisch rückgebauter und gesäubert Bereich der Baupiste Fensterstollen – Mutsee bei der Mutseehütte im Jahr 2018. | Figure 21 : Zone fraîchement démontée et nettoyée de la piste de construction galerie d'accès-Mutsee près de la cabane du Mutsee en 2018.



Abbildung 22: Rückgebauter und bereits angepflanzte bzw. angesäte und teilweise mit Kokosmatten abgedeckte Fläche der Baupiste Fensterstollen – Mutsee im August 2018. | Figure 22 : Surface de la piste de construction galerie d'accès - Mutsee démontée et déjà plantée, resp. ensemencée et partiellement recouverte de nattes de coco en août 2018.

Maschinen anspruchsvoll und forderte einiges an Geduld ab.

Auch im Raum Ochsenstäfeli wurden die Installationen [siehe Abbildung 23] rückgebaut und die Flächen mit unterschiedlichen, den Gegebenheiten angepassten Methoden begrünt oder der Spontanbegrünung überlassen [siehe Abbildung 24].

Abbildung 25 zeigt den Installationsplatz Fensterstollen mit der Baupiste zum Mutsee im August 2012 und Abbildung 26 im Juli 2019. Abbildung 27 und Abbildung 28 zeigen den

Blick von der Mutseehütte zum Camp Mutsee im September 2010 und im Juli 2019.

Die Begrünungsversuche zeigten, dass gut gesäuberte Flächen mit geringer Erosionsgefahr der natürlichen Sukzession überlassen werden konnten. Nach Bauabschluss im Jahr 2016 wurde insgesamt eine Fläche von 15'000 m² mit lokal gewonnenem Samenmaterial angesät und auf über 2'000 m² Pflanzungen (Blaugrassrasen, Gehölz, Alpenrosen) vorgenommen [siehe Abbildung 29 und Abbildung 30]. Angesprochen auf die Herausforderungen und Schwierig-



Abbildung 23: Kieswerk Ochsenstäfeli und Talstation Bauseilbahn 2 von oben im Jahr 2011. | Figure 23 : Gravière d'Ochsenstäfeli et station inférieure du téléphérique de chantier 2 vue d'en-dessus en 2011.



Abbildung 24: Bereich des rückgebauten Kieswerks und Talstation der Bauseilbahn 2 im Ochsenstäfeli im Juli 2019. | Figure 24 : Zone de la gravière démantelée et station inférieure du téléphérique de chantier 2 à Ochsenstäfeli en juillet 2019.

keiten bei den Rekultivierungen meint Christoph Kübler, damals zuständiger Bauleiter für die Staumauer: «Wie immer im Hochgebirge ist primär die Natur selber und die Logistik die grosse Challenge. Einerseits ist auf 2'500 m ü. M. inneralpin die Witterung für Jungpflanzen schon recht rau. Sei dies mit Möglichkeit von Frost während des ganzen Sommers, aber auch durch Erosion am Substrat bei Starkniederschlag und im entgegengesetzten Fall durch die hohe Trockenheit der Luft und damit des oberen Bodenbereiches. Aber um dies zu bewältigen, waren ja die



Abbildung 25: Installationsplatz Fensterstellen mit Baupiste zum Muttsee im Hintergrund im August 2012. | Figure 25 : Site d'installation de la galerie d'accès avec la piste de construction vers le Muttsee en arrière-plan en août 2012.



Abbildung 26: Installationsplatz Fensterstellen mit der rückgebauten Baupiste (rechts oben) im Juli 2019. | Figure 26 : Site d'installation de la galerie d'accès avec la piste de construction démantelée (en haut à droite) en juillet 2019.



Abbildung 27: «Mittags-Rush-Hour» auf dem «Parkplatz bei der Muttsee» mit dem Camp Muttsee im Hintergrund im September 2010. | Figure 27 : « L'heure de pointe à midi » sur le « parking près de la cabane du Muttsee » avec le camp Muttsee en arrière-plan en septembre 2010.



Abbildung 28: Blick von der Muttseehütte zum ehemaligen Bereich des Camps Muttsee im Juli 2019. | Figure 28 : Vue de la cabane du Muttsee sur l'ancienne zone du camp Muttsee en juillet 2019.

Spezialisten seitens der Umweltbaubegleitung (UBB) von Axpo und der ausführenden Unternehmungen am Werk. Die Logistik wurde primär mit dem Hubschrauber vollzogen, da trotz z.T. noch vorhandener Seilbahnkapazität die Verteilung der Setzlinge auf der Muttenalp auf dem Landweg bodenschonend unmöglich war.» Chefbauleiter Hans-Peter Schmid fügt hinzu, dass die gesamte Zulieferung der Pflanzen und Topferde, Torfballen, Abdeckmatten sowie der Personentransport per Helikopter erfolgte. «Das Koordinieren der Heli-Flüge war eine Herausforderung und musste im Voraus gut geplant werden. Es gab Tage, an denen der Helikopter wegen schlechten Wetters, Nebel, Wind oder



Abbildung 29: Der Bereich der rückgebauten Stütze 2 der Bauseilbahn 2 wurde im August 2018 angesät und bepflanzt. | Figure 29 : La zone du pilier 2 démantelé du téléphérique de chantier 2 a étéensemencée et plantée en août 2018.

Föhnsturm nicht fliegen konnte. Die Arbeiter und -innen logierten während der Woche in der Muttsee-Hütte. War am Freitag kein Flugwetter, mussten sie sich zu Fuss bis zur Seilbahn im Chalchtrittli begeben, welche sie ins Tal hinab und damit ins Wochenende brachte.»

Eine weitere Herausforderung war die grosse, ansässige Steinbock-Kolonie, für die die frischen Pflänzchen ein Buffet par excellence darstellten. Eine halbwegs wintersichere Umzäunung der bepflanzen Areale musste schnellstens entwickelt werden. Dabei war zu berücksichtigen, dass Zäune ein Luftraumhindernis für die vorhandene Schneehuhn-Kolonie darstellt und die Umzäunung Schneelasten von bis zu mehreren Metern standhalten musste.

Trotz diesen Herausforderungen zeigten sich bereits bei den ersten Kontrollbegehungen 2016 und 2017 erfreuliche Entwicklungen. Die aufwändigen ersten Begrünungen haben sich gelohnt. Unter den Kokosmatten haben die implantierten Pflanzen den ersten Winter unbeschadet überstanden. Frassschaden durch das Wild beschränkte sich auf ca. 10 % der frisch bepflanzen Flächen. In den Folgejahren wurden laufend neue Flächen, die durch den Rückbau der Installationen frei wurden, angesät, bepflanzt und abgedeckt. Die laufenden Wirkungskontrollen zeugen von der guten Entwicklung der implementierten Massnahmen, aber auch von der Spontanbegrünung und Sukzession, die mittlerweile eingesetzt hat (siehe Abbildung 31 bis Abbildung 33). Gemäss Jakob Marti wurde damit die Zielsetzung an einigen Orten schon erreicht und an anderen Stellen (die letzten Arbeiten wurden im Jahr 2018 ausgeführt) war bereits ein guter Fortschritt erkennbar. Die fast jährlich festgehaltenen Luftbilder des Kantons sind ein guter Massstab, um die weitere Entwicklung zu verfolgen.

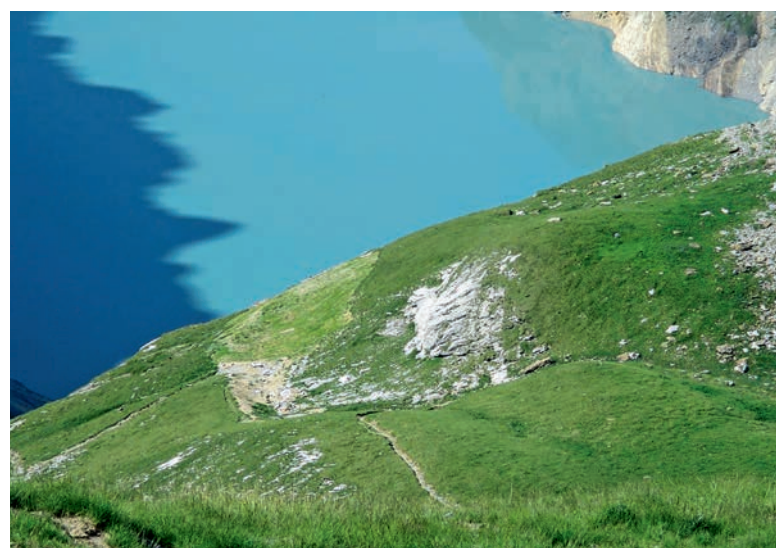


Abbildung 30: Bereich der rückgebauten Stütze 2 der Bauseilbahn 2 im Juli 2019. | Figure 30 : La zone du pilier 2 démantelé du téléphérique de chantier 2 en juillet 2019.

Vom Ergebnis überzeugt ist auch Linda Zumsteg, welche die Baustelle im UBB-Team von Axpo begleitete: «Das Konfliktpotenzial zwischen der Umsetzung der strikten Umweltvorgaben in dieser hochsensiblen Landschaft und dem grossen Druck der Bauleute, das immense Bauvolumen in vergleichsweise kurzen Arbeitsperioden umzusetzen [aufgrund der Höhenlage waren die Arbeiten nur im Sommerhalbjahr möglich], war eine ständige Herausforderung und konstant sehr spannend. Die Organisation und Durchführung der Begrünungsversuche als Grundlage für die optimale Planung der Hochlagenbegrünung zusammen mit einem tollen Team war einer der Höhepunkte meiner Arbeit.» Über das gelungene Resultat freut sich Linda Zumsteg deshalb riesig.

Wichtige Faktoren für den Erfolg

Nebst den fundierten wissenschaftlich aufgebauten Begrünungsversuchen trugen noch weitere Faktoren wesentlich zum Erfolg der Rekultivierungen bei. Von Anfang an setzte die Bauherrin KLL in Zusammenarbeit mit dem Kanton Glarus, der Arbeitsgruppe Umwelt und der UBB auf eine umfassende und konsequente Sensibilisierung und Umweltschulung des Baustellenpersonals. Die saubere Bauweise und der sorgfältige Umgang mit der Natur und Umwelt hat sich auf der gesamten Baustelle bemerkbar gemacht und stets einen guten Eindruck bei den Baustellenbesuchern und -Kontrolleuren hinterlassen. Die frühzeitige und gute Zusammenarbeit der Bauherrin mit der Arbeitsgruppe Umwelt führte zu einem hohen gegenseitigen Vertrauen. So konnten die Begrünungsversuche frei von starren



Abbildung 31: Angesäte und bepflanzte Fläche im Bereich des Installationsplatzes Fensterstallen im zweiten Jahr (2019) nach der Rekultivierung. | Figure 31 : Surface ensemencée et plantée sur le site d'installation de la galerie d'accès lors de la deuxième année (2019) après la remise en culture.



Abbildung 32: Rekultivierter Installationsplatz Fensterstallen im Juli 2019 von oben. | Figure 32 : Site d'installation de la galerie d'accès remise en culture en juillet 2019, vu d'en-dessus.



Abbildung 33: Bewuchs einer angepflanzten Fläche im Bereich Fensterstallen 2 Jahre nach der Rekultivierung. | Figure 33 : Couverture végétale d'une surface plantée dans la région de la galerie d'accès 2 ans après la remise en culture.

Bedingungen gestartet werden. Nach den ersten positiven Resultaten konnte im Rahmen des Detailkonzepts «Rekultivierung Linthal 2015» pro Fläche standortspezifisch die optimale Begrünung definiert und ausgearbeitet werden. Aus Sicht des Chefbauleiters Hans-Peter Schmid trug allgemein die gute Zusammenarbeit und Kommunikation massgeblich zum Erfolg bei: «Die Bauleitung war Stellvertreterin der Bauherrin KLL. Somit konnten Entscheide

direkt vor Ort erfolgen. Die Zusammenarbeit mit der UBB und der Abteilung Umwelt und Energie des Kantons Glarus war sehr gut. Es fanden monatlich Begehungen der UBB und Bauleitung mit dem Abteilungsleiter Umweltschutz und Energie, Jakob Marti, statt.»

Im Wissen um die Empfindlichkeit der hochalpinen Vegetation setzte sich die Abteilung für Umweltschutz und Energie des Kanton Glarus für eine grossflächige temporäre Schutzzone ein. Diese wurde durch den Regierungsrat des Kantons Glarus erlassen und beinhaltete von 2009 bis 2017 ein striktes Wegegebot im Raum Muttsee und Fensterstollen, welches für Wanderer wie auch Baustellenbesucher, Bau- und Projektmitarbeiter und -innen galt. Tritt- und Fahrspuren in den hochsensiblen ursprünglichen wie auch den rekultivierten Vegetationsgebieten konnten dadurch stark minimiert werden.

Einen wesentlichen Beitrag zur gelungenen Rekultivierung hat auch die strikte Verwendung von autochthonem Gesteinsmaterial während des Rückbaus geleistet. So wurde für Terrainanpassungen und Rückbauten nur das dort ursprünglich vorkommende Gestein verwendet und Fremdgesteinsablagerungen mit dem ortsüblichen Gestein überdeckt.

Christoph Kübler ergänzt: «Die hohe Fachkompetenz der mit den Pflanzarbeiten beauftragten Unternehmung Schutz Filisur, die pragmatische Art der Lösungssuche aller Beteiligten und nicht zuletzt die bereit gestellten finanziellen Mittel der KLL waren wichtige Erfolgsfaktoren. Der logistische Aufwand mit dutzenden Helikopterrotationen für Personal und Jungpflanzen sowie vorgängig die mehrjährige Aufzucht der Pflanzen mit autochthon gesammelten Samen verursachten Kosten, die hier zum Wohle der Natur im Rahmen des Grossprojekts «Linthal 2015» gestemmt wurden.»

Begrünungen mit Vorbild-Charakter

All diese Faktoren trugen zu den gelungenen Rekultivierungen rund um den Muttsee und den Limmerensee in den Glarner Hochalpen bei [siehe Abbildung 34], wie auch Barbara Fierz von Pro Natura Glarus beipflichtet: «Wir waren erstaunt, wie schnell sich an den beanspruchten Flächen die Vegetation wieder erholte. Die Rekultivierung ist an den allermeisten Orten als äusserst erfolgreich zu werten und wir sind der Meinung, dass sich der enorm grosse Aufwand gelohnt hat.»

Dieser Ansicht ist auch die Jury der Arbeitsgruppe Hochlagenbegrünung (AGHB) des Vereins für Ingenieurbio-logie, welche alle zwei Jahre den «Begrünerpreis» an Renaturierungen mit vorbildhaftem Charakter verleiht. Der «Begrünerpreis» 2021 wird dem Projekt Linthal 2015 der KLL und der Axpo als ausführende Projektverantwortliche aufgrund der «herausragenden Vorgehensweise auf den Versuchsplots vor der eigentlichen Begrünung, mit dem Ziel, die



Abbildung 34: Staumauer Muttsee mit dem Bereich der rekultivierten Bergstation der Bauseilbahn 2 (links im Bild) im Juli 2019. | Figure 34 : Barrage de Muttsee avec la zone de la station supérieure du téléphérique 2 remise en culture (à gauche) en juillet 2019.

optimale Artenzusammensetzung, Begrünungsart, sowie einen geeigneten Erosionsschutz zu ermitteln, verliehen.» Darüber hinaus wird die einwandfreie Ausführung der Arbeiten, die gute Zusammenarbeit mit den Behörden wie auch die Sensibilisierung der Baufirmen gelobt. Eine verdiente Anerkennung der umfassenden Bemühungen aller Projektbeteiligten.

Dank

Wir danken für die jahrelange hervorragende Zusammenarbeit mit den Behörden des Kantons Glarus, der Arbeitsgruppe Linthal 2015, den beauftragten Spezialisten wie Schutz Filisur, quadra gmbh, Terre AG, den beauftragten Unternehmungen (u.a. ARGE KW Limmern), der örtlichen Bauleitung und der Umweltbaubegleitung von Axpo, dem ganzen Projektteam PSW Limmern/Linthal 2015 sowie der KLL. Wir danken für die Geduld auf verschiedene Sichtweisen einzugehen, die Offenheit Neues auszuprobieren, die Flexibilität aber auch für die sehr hohe Fachkompetenz und die Detailtreue jedes / jeder Projektmitbeteiligten.

Literaturverzeichnis

Köhler L. [2020]. Beurteilung eines Versuches und von Massnahmen zur Rekultivierung auf einer hochalpinen Baustelle am Muttsee, Kanton Glarus. Glarus, Aug. 2020

quadra gmbh. [2006]. Bericht zur Umweltverträglichkeit 1. Stufe. Fachbericht. Zürich, 15.Mai 2006

quadra gmbh. [2016a]. Rekultivierung Muttsee. Auswertung Begrünungsversuche. Zürich, 23. März 2016

quadra gmbh. [2016b]. Detailkonzept Rekultivierung Lintal 2015. Zürich, 23. März 2016

Semadeni N. [2020]. Aktennotiz – Rekultivierung Muttsee im Projekt Pumpspeicherkraftwerk Limmern – Kandidatur Begrünerpreis 2021. Baden, 14. Juli 2020

Kontaktadresse

Nadia Semadeni
Axpo Power AG
Parkstrasse 23
5401 Baden
nadia.semadeni@axpo.com



Saatgut – individuelle Mischungen mit MykoFix
Mit Sicherheit hoch hinaus

OHS Otto
Hauenstein
Samen



www.hauenstein.ch | info@hauenstein.ch | 044 879 17 19

Hoher Kasten: Europa-Rund- weg und Alpen- garten

Lydia Frey



Auf die Wurzeln
kommt es an...

Samen und Pflanzen für die Hangsicherung
zusammengestellt nach Wurzelprofilen und
Erosionsschutzwirkung.
Objektbesichtigung kostenlos
Lieferung ganze Schweiz und EU

schutzfilisur 
100 Jahre Samen Pflanzen AG

Schutz Filisur, Samen u. Pflanzen AG, CH-7477 Filisur
Tel. 081 410 40 00, Fax. 081 410 40 77
samenpflanzen@schutzfilisur.ch

Zusammenfassung

Die Hoher Kasten Drehrestaurant und Seilbahn (HKDS) AG hat sich innerhalb der Bergbahnen im Alpstein auf die älteren und mobilitätseingeschränkten Gäste ausgerichtet. Um auch diesen ein Bergerlebnis bieten zu können, sollte ein ebener Weg mit Stahlsteg, der einen Grossteil des Gipfels umrundet, gebaut werden. Gleichzeitig sollten künftig die Besucherströme so gelenkt werden, dass keine Absperrungen nötig sind. Im Alpengarten sollten zudem die Verhältnisse vom Bau des Drehrestaurants behoben werden. Die Steinwüste mit den vielen kleinen Flächen, die dem Alpengartenverein einen grossen Jätaufwand verursachte, sollte den Pflanzengesellschaften und Lebensräumen, wie sie im Alpstein zu finden sind, weichen.

Die Bauarbeiten dauerten von Mai 2015 bis Juli 2016. Ausgewählte betroffene Pflanzen wurden unterhalb der Baustelle vorübergehend eingepflanzt und im Sommer 2016 an den neuen Standort gesetzt. Die bestehenden Wiesen wurden verlegt und entlang der Betoneinfassung des Europa-Rundwegs wieder angelegt. Die Hangbegrünungen erfolgten mit dem System FIBRATER® der Eberle Landschaftsbau und Grüntechnik AG. Die Schutz Filisur Samen und Pflanzen AG hat das Saatgut (Hochlagen-Ökotypen Schweizer Herkunft) besorgt und die vier Mischungen in Zusammenarbeit mit der Eberle Landschaftsbau und Grüntechnik AG hergestellt. Ergänzt wurde das eingekaufte Saatgut durch Saatgut, das in den Jahren zuvor im ursprünglichen Teil des Alpengartens gesammelt wurde. Es wurden weitere Lebensräume, so eine Kalk-Schutthalde mit einer integrierten frostsicheren Wohnkammer für verschiedene unterschlupfsuchende Tiere, geschaffen. Der Bau ist gelungen, und der Alpengarten wird nun respektiert. Die Pflanzenbestände sind artenreich und haben sich gut entwickelt. Die Attraktivität des Gipfels als Ausflugsziel wurde gesteigert.

Keywords:

Alpengarten, alpine Lebensräume, Hochlagenbegrünung, Tourismus, Besucherlenkung

Hoher Kasten : circuit de l'Europe et jardin alpin

Résumé

La société Hoher Kasten Drehrestaurant und Seilbahn (HKDS) AG s'est orientée, au sein des chemins de fer de montagne de l'Alpstein, vers les clients âgés et à mobilité réduite. Afin de pouvoir leur offrir également une expérience de la montagne, un sentier plat avec une passerelle en acier qui fait le tour d'une grande partie du sommet devait être construit. Dans le même temps, les futurs flux de visiteurs devaient être orientés de telle sorte qu'aucune

barrière de protection ne soit nécessaire. Dans le jardin alpin, il fallait également remédier aux omissions de la construction du restaurant tournant. Le désert rocailleux avec ses nombreuses petites surfaces, qui a entraîné beaucoup de désherbage à la société du Jardin Alpin, devait céder la place aux communautés végétales et aux habitats que l'on trouve dans l'Alpstein.

Les travaux ont duré de mai 2015 à juillet 2016. Certaines plantes affectées ont été temporairement plantées en aval du site de construction et transplantées à leur nouvel emplacement en été 2016. Les prés existants ont été déplacés et rétablis le long de la bordure en béton du circuit de l'Europe. La végétalisation des pentes a été réalisée à l'aide du système FIBRATER® de la société Eberle Landschaftsbau und Grüntechnik AG. L'entreprise Schutz Filisur Samen und Pflanzen AG a fourni les semences (écotypes d'altitude d'origine suisse) et a produit les quatre mélanges en collaboration avec Eberle Landschaftsbau und Grüntechnik AG. Les graines achetées ont été complétées par des graines collectées dans la partie originale du jardin alpin les années précédentes. Des habitats supplémentaires ont été créés, tel qu'un pierrier en calcaire avec un emplacement intégré résistant au gel pour divers animaux à la recherche d'un abri.

La construction a été réussie et le jardin alpin est maintenant respecté. Les populations végétales sont riches en espèces et se sont bien développées. L'attractivité du sommet en tant que destination d'excursion a été renforcée.

Mots-clés

Jardin alpin, habitats alpins, végétalisation en altitude, tourisme, gestion des visiteurs

Hoher Kasten: percorso Europa Rundweg e Giardino Alpino

Riassunto

La Hoher Kasten Drehrestaurant und Seilbahn (HKDS) SA si è orientata all'interno delle ferrovie di montagna dell'Alpstein verso gli ospiti più anziani e con problemi di mobilità. Per poter offrire anche loro un'esperienza di montagna, si è voluto costruire un sentiero pianeggiante con una passerella d'acciaio che circonda gran parte della cima. Allo stesso tempo, è stato previsto di indirizzare i futuri flussi di visitatori in modo tale che non siano necessarie barriere. Nel Giardino Alpino, si è voluto anche rimediare all'impatto della costruzione del ristorante girevole. Il giardino secco con pietre, con le sue molte piccole aree verdi che causava all'Associazione del Giardino Alpino tanto lavoro per estirpare e diserbare, doveva lasciare il posto alle comunità vegetali e agli habitat che si trovano nell'Alpstein.

I lavori di costruzione sono durati da maggio 2015 a luglio 2016, e le piante selezionate sono state temporaneamente piantate sotto l'area di cantiere e trapiantate nella nuova posizione nell'estate 2016. I prati esistenti sono stati trasferiti e ristabiliti lungo il cordolo di cemento del percorso circolare Europa Rundweg. I pendii sono stati rinverditi con il sistema FIBRATER della ditta Eberle Landschaftsbau und Grüntechnik SA. La ditta Schutz Filisur Samen und Pflanzen SA ha procurato i semi (ecotipi d'alta quota di origine svizzera) e prodotto le quattro miscele in collaborazione con la Eberle Landschaftsbau und Grüntechnik SA. I semi acquistati sono stati integrati da semi raccolti nella parte originale del Giardino Alpino negli anni precedenti. Sono stati creati altri habitat, come una pila di pietra calcarea con una camera abitativa integrata a prova di gelo per vari animali in cerca di riparo.

La costruzione ha avuto successo e il Giardino Alpino è ora rispettato. Le popolazioni di piante sono ricche di specie e si sono sviluppate bene. In questo modo l'attrattività della cima come meta di escursioni è aumentata.

Parole chiave

Giardino alpino, habitat alpini, rinverdimento ad alta quota, turismo, gestione dei visitatori

1. Einleitung

Natur tut gut. Naturerlebnisse machen Menschen glücklicher und sogar gesünder, denn Personen, die mehr Naturerfahrungen machen, fühlen sich weniger gestresst, schlafen besser und sehen oft auch mehr Sinn im Leben. Das wurde durch wissenschaftliche Studien belegt. In Zeiten von Klimaveränderung und Covid-19-Pandemie besinnen sich viele auf die Natur zurück, fliehen aufs Land, in die Berge. So war der Gipfel des Hohen Kasten im April 2020 überfüllt, obwohl die Bahn nicht fuhr, und im Mai mussten Gäste bereits in Appenzell zum Umkehren motiviert werden, weil der Alpstein keine weiteren Besucher mehr aufnehmen konnte. Das, was leidet, sind Natur und Umwelt.

Umweltbildung muss dort stattfinden, wo die Leute sind – zum Beispiel auf dem Hohen Kasten. Denn nur so kann der Mensch sensibilisiert werden, lernt er wieder zu beobachten, sorgsam mit der Natur umzugehen und das Bewusstsein zu schärfen. Aus diesen Gründen gibt es den Alpengarten auf dem Hohen Kasten und aus diesen Gründen wurde im Jahr 2015 der Europa-Rundweg gebaut.

2. Ausgangslage

2.1 Der Hohe Kasten

Der Hohe Kasten liegt auf der Kantonsgrenze von Appenzell Innerrhoden und St.Gallen. Er weist eine Höhe von 1794

Meter über Meer auf (Abb. 1) und liegt am Ostrand des Alpsteins, angrenzend ans Rheintal. Diese Höhendifferenz [Direktauftragung] beträgt 1300 Meter (Büchler 2014)



Abb. 1: Hoher Kasten. | Fig. 1 : Hoher Kasten.

Der Alpstein, auch Säntis-Massiv genannt, gehört zum sogenannten Helvetikum, der heute nördlichsten geologischen Einheit der Alpen. Er ist vorwiegend aus Kalksteinen der Kreide [Säntis-Decke] aufgebaut (Kürsteiner & Klug 2018). Der Hohe Kasten besteht im obersten Teil aus Schratenkalk (Löpfe et al. 2011). Der ganze Alpstein ist stark verkarstet.

Der Alpstein ist eine der niederschlagsreichsten Regionen der nördlichen Randalpen. Fließendes Wasser ist jedoch grösstenteils unterirdisch vorhanden. Ausgedehnte Höhlensysteme durchziehen das Kalkgebirge und lassen das Oberflächenwasser versickern (Büchler 2014).

Weil der Alpstein und somit der Hohe Kasten nicht in die weite Gebirgswelt eingebettet sind, sondern exponiert davorstehen, liegen die Durchschnittstemperaturen tiefer als auf den entsprechenden Höhen der Hauptalpen. Deshalb liegt die Waldgrenze am Hohen Kasten in Südexposition auf 1700 Meter über Meer, rund 300 Meter tiefer als in den Zentralalpen (Büchler 2014).

Das Klima auf dem Hohen Kasten ist rau – nicht nur wegen der tiefen Temperaturen und der häufigen Niederschläge, sondern auch aufgrund der regelmässigen und starken Winde.

2.2 Die Hoher Kasten Drehrestaurant und Seilbahn AG

Gemäss Büchler (2014) galt der markant geformte Berg schon früh als einer der schönsten Aussichtspunkte der Region, und nicht selten wird er als «die Rigi der Ostschweiz» bezeichnet. Im Jahr 1850 wurde auf dem Hohen

Kasten eine erste Schutzhütte erstellt. Die Seilbahn auf den Hohen Kasten konnte im Sommer 1964 eingeweiht und eröffnet werden (Büchler 2014). Im Jahr 2007 wurde das Drehrestaurant gebaut, das auch das alte Berggasthaus ersetzte (Abb. 2). Die Gebäude wurden im Baurecht der Alpgenossenschaft Oberkamor, die zum Kanton St.Gallen gehört, erstellt.



Abb. 2: Gipfel des Hohen Kastens in den 60er Jahren. | Fig. 2 : Sommet du Hoher Kasten dans les années 1960.

Gemäss Geschäftsbericht 2019 der Hoher Kasten Drehrestaurant und Seilbahn (HKDS) AG wurden von 2015 bis 2019 durchschnittlich jährlich 200'000 Gäste transportiert. Der Bahnbetrieb des Hohen Kastens profitiert vor allem vom Sommertourismus. Die Monate Juni bis Oktober weisen im fünfjährigen Durchschnitt Gästezahlen von über 20'000 auf. Seit 2014 sind die Bahn und das Drehrestaurant während 11 Monaten im Jahr in Betrieb.

Der Hohe Kasten gehört laut Büchler (2014) zu den attraktivsten Aussichtsbergen der Schweiz. Schon im Jahr 1971 konnte auf dem Hohen Kasten der erste geologische Wanderweg der Schweiz eröffnet werden. Der Geologe Dr. Hans Heierli ermöglichte damit einen umfassenden Einblick in die Geologie des Alpsteins. Der Alpengarten und der im Jahr 2015 erbaute Europa-Rundweg mit den 15 interaktiven Erlebnisstationen sind zu einem Besucher magnet geworden.

Gemäss Büchler (2014) verdient auch die Richtstrahlins-tallation mit dem 73 Meter hohen Turm besondere Erwähnung. Die im Jahr 1968 erbaute Antenne dient verschiedenen Kommunikationszwecken und musste im Jahr 1995 aufgrund neuer Bedürfnisse erweitert werden. Das Aushubmaterial wurde als Ausgangsmaterial für den Alpengarten auf dem Hohen Kasten verwendet.

2.3 Der Alpengarten

Rund um das Drehrestaurant liegt der etwa 5'000 m² grosse Alpengarten. Er gehört zum Pflanzenschutzgebiet Hoher Kasten-Kamor-Schwämme-Chienberg [St.Galler RRB 1974]. Gemäss einer Umfrage der HKDS AG aus dem Jahr 2014 besuchen 15% der Gäste den Hohen Kasten wegen des Alpengartens.

Im Jahr 1994 wurde auf dem Hohen Kasten ein Rundweg eröffnet, der von der Gasthausterrasse her zwei Felspartien erschloss – der Felsrundgang und damit der Alpengarten waren geschaffen. Ab diesem Zeitpunkt konnten 180 Pflanzenarten beschildert werden. Am 27. Mai 1995 wurde der Verein Alpengarten Hoher Kasten gegründet. Ein Jahr später begann der Ausbau, der durch den Trägerverein mit Mitgliederbeiträgen und Sammelaktionen finanziert wurde. Die Aufzucht geeigneter Pflanzen aus Samen aus dem Alpstein, systematische Rettungsaktionen aus Lawinenkegeln und weitere Aktionen ermöglichten eine Erweiterung des Pflanzenbestandes auf rund 300 verschiedene Arten. Heute besteht der Alpengarten aus drei Rundgängen:

- Bei den Erlebnisstationen entlang des Europa-Rundwegs – im oberen Teil des Alpengartens – werden die Pflanzengesellschaften, die auf dem Gipfel zu finden sind, vorgestellt (Abb. 3). Der Europa-Rundweg erschliesst mit dem Felsensteg weitere botanisch interessante Gebiete, die auch von Personen mit eingeschränkter Mobilität und Familien mit Kinderwagen bestaunt werden können.
- Die Stationen auf der Urwiese – im mittleren Teil des Alpengartens – zeigen die Anpassungsmechanismen von Pflanzen und Tieren unter extremen Bedingungen und erklären Vorgänge, die dem menschlichen Auge verborgen blieben.



Abb. 3: Diese Erlebnisstation entlang des Europa-Rundwegs zeigt die Kalk-Schutthalde als alpinen Lebensraum [Foto vom 3. November 2018]. | Fig. 3 : Cette station d'expérience le long du circuit de l'Europe montre le pierrier en calcaire comme habitat alpin [photo prise le 3 novembre 2018].

- Der Felsrundgang – im unteren Teil des Alpengartens – wurde als Wanderweg gestaltet und ist der ursprünglichste Teil. Dort erlebt der Besucher die artenreiche Flora und Fauna des Alpsteins in ihrer ursprünglichen Umgebung.

Die laufenden Unterhaltsarbeiten (Beschildern, selektives Jäten von standortfremden Pflanzen, Mähen, Umpflanzen usw.) werden durch Mitglieder des Vereins Alpengarten Hoher Kasten weitgehend ehrenamtlich erledigt. Der Verein fördert so die einheimischen Alpenpflanzen und möchte die Besucher für den alpinen Lebensraum sensibilisieren. Während der Blütezeit (Juni bis August) werden den Besuchern fachkundige Führungen angeboten, die neben den Besonderheiten der einzelnen Pflanzen und Tiere auch die Lebensräume auf dem Gipfel aufzeigen. Der Alpengarten kann auch jederzeit individuell begangen werden. Die blühenden Pflanzen sind beschildert, und die 15 Erlebnisstationen vermitteln viel Wissenswertes über die alpine Flora und Fauna. Finanzielle Unterstützung und Gratisfahrten für die Unterhaltsarbeiten übernimmt die HKDS AG.

3. Der Europa-Rundweg – das Projekt

Die HKDS AG hat sich innerhalb der Bergbahnen im Alpstein auf die älteren und mobilitätseingeschränkten Gäste ausgerichtet. Um auch diesen ein Bergerlebnis bieten zu können, wurde entschieden, einen ebenen Weg zu bauen. Damit er einen Grossteil des Gipfels umrundet, wurde er mit einem Stahlsteg ergänzt. Nach dem Bau des Drehrestaurants musste der Alpengartenverein mit einer grossen Menge Aushub umgehen. Es entstanden viele kleine Flächen (Abb. 4), die von den Besuchern oft missachtet oder als Picknickplätze missbraucht wurden. Ein weiteres Ziel war deshalb, die Besucherströme zu kanalisieren und sie so zu lenken, dass keine Absperrungen nötig sind. Zudem sollte das graue Erscheinungsbild des Hohen Kastens aus der Luft wieder grün werden. Die Steinwüste mit den vielen kleinen Flächen sollte den (flächigen) Pflanzengesellschaften und Lebensräumen, wie sie im Alpstein zu finden sind, weichen. Dies kam auch dem Alpengartenverein entgegen, bedeuteten die kleinen Flächen doch einen erheblichen Mehraufwand (Jäten, Umpflanzen usw.).

Den Wettbewerb für das Bauprojekt Europa-Rundweg hat das Büro Nipkow Landschaftsarchitektur AG gewonnen. Die Bauleitung hatte die Hersche Ingenieure AG inne. Für die Bauausführung war die Eberle Landschaftsbau und Grüntechnik AG, bekannt für Hochlagenbegrünungen und Spezialtiefbau, wie Hangsicherungen, hauptverantwortlich. Die Sutter AG war mit den Betonarbeiten betraut. Aufgrund des sensiblen Lebensraums hatte das Baudepartement des Kantons St.Gallen eine Umweltbaubegleitung gefordert,



Abb. 4: Ausgangszustand. Alpengarten mit vielen kleinen Flächen. Orthofoto 2013 [www.geoport.ch]. | Fig. 4 : État initial. Jardin alpin avec de nombreuses petites surfaces. Orthophoto 2013 [www.geoport.ch].

die von der botanischen Leiterin des Alpengartens wahrgenommen wurde. Der Präsident des Vereins Alpengarten Hoher Kasten war ebenfalls an den wöchentlichen Bausitzungen dabei. Für die Kommunikation war das Werbebüro koller.team gmbh des Verwaltungsratspräsidenten zuständig. Vorgängig wurde das Projekt allen Amtsstellen vorgestellt, und die Umweltverbände wurden mehrfach angehört. Die Eidgenössische Natur- und Heimatschutzkommission [ENHK] veranlasste daraufhin eine Projektänderung. Die Bauarbeiten dauerten von Mai 2015 bis Juli 2016. Aufgrund von Verzögerungen wurde erst im Jahr 2016 humusiert und begrünt. Insgesamt wurden 1630 Tonnen Baumaterial mit der Seilbahn auf den Hohen Kasten transportiert. Für grössere Materialtransporte musste auf den Helikopter ausgewichen werden.

4. Ausführung

4.1 Bodenschutz

Die Baustelle Europa-Rundweg Hoher Kasten war mit ihren 1800 Metern über Meer eine alpine Baustelle [BAFU 2015].

Damit war beim Umgang mit dem Boden zusätzliche Sorgfalt angezeigt. Denn diese Baustelle musste mit den dort herrschenden rauen und schwierigen Bedingungen klarkommen: kurze Vegetationszeit, flachgründige Böden, schwierige Topografie (enge Platzverhältnisse, Steilheit) und Wetterextreme (Wind, Niederschlag, Temperaturen). Der Boden wurde mit einem bodenschonenden leichten Raupenbagger und so wenig wie möglich befahren. Der Oberboden und der Unterboden wurden getrennt abgetragen und deponiert: Das Oberboden-/Humusdepot wurde oberhalb (Abb. 5), das Unterbodendepot unterhalb des Eu-



Abb. 5: Die Bodendepots wurden mit Büschelblume [*Phacelia tanacetifolia* Benth.] begrünt (Erosionsschutz). Die Foto zeigt das Oberbodendepot am 27. August 2015. | Fig. 5 : Les dépôts de terre ont été végétalisés à l'aide de phacélies à feuilles de tanaïs [*Phacelia tanacetifolia* Benth.] (protection contre l'érosion). La photo montre le dépôt de terre végétale le 27 août 2015.



Abb. 6: Am 1. Oktober 2015 blühte die Phacelia – hier auf dem Oberbodendepot. Aufgrund des Schnees und der tiefen Temperaturen Mitte Oktober erfroren die Pflanzen. Sie konnten keine Samen bilden und sich nicht vermehren. | Fig. 6 : Le 1er octobre 2015, la phacélie était en fleur - ici, sur le dépôt de terre végétale. En raison de la neige et des basses températures à la mi-octobre, les plantes ont gelé. Elles n'ont pas pu former de graines et se reproduire.

ropa-Rundwegs locker angeschüttet. Am 6. Juli 2015 wurden die Bodendepots mit Phacelia [Abb. 6] angesät, um die Vorteile einer Gründüngung auszunutzen: Verhindern von Boden- und Winderosion, Verhindern von Verunkrautung (der Föhn bläst z.B. Löwenzahnsamen aus dem Rheintal hoch) und Erhalten des Humusgehalts, der Bodenlebewesen und der Bodenstruktur.

Der Boden wurde nur im abgetrockneten Zustand befahren, abgetragen und wieder aufgebracht. Da der Frühling 2016 nass und kalt war, verzögerten sich die Rekultivierungsarbeiten stark. Unter- und Oberboden konnten oberhalb des Europa-Rundwegs in einer Mächtigkeit von 15 cm wieder angelegt werden. Die Flächen unterhalb des Europa-Rundwegs bestehen vor allem aus Unterboden. Es wurde kein Boden zugeführt. Auch eine Entwässerung wurde nicht erstellt, da alle Flächen eine Neigung von über 5 Prozent aufweisen [BAFU 2015].

4.2 Verlegung der bestehenden Wiesen

Um die bestehenden Wiesen nicht zu beschädigen, wurden sie verlegt [Abb. 7]. Die Eberle Landschaftsbau und Grüntechnik AG hat dafür eine Spezialvorrichtung für den Raupenbagger entwickelt [Abb. 8 und 9], um sie stückweise in einer Mächtigkeit von 10 cm abtragen zu können. Nach der Überwinterung wurden die Rasenziegel entlang der Betoneinfassung des Europa-Rundwegs angelegt [Abb. 10], einerseits als Samenvorrat und Ausgangsbestand für die zu begrünenden Nachbarflächen und andererseits um die schwierigen Keimbedingungen für eine Ansaat neben einem Betonmauerchen zu umgehen.



Abb. 7: Die Wiesen wurden in einem Arbeitsgang, also direkt, verlegt [16. Juli 2015]. | Fig. 7 : Les prairies ont été posées en une seule opération, c'est-à-dire directement [16 juillet 2015].



Abb. 8: Um die Rasenziegel entfernen zu können, hat die Eberle Landschaftsbau und Grüntechnik AG eine Spezialvorrichtung geschaffen. Der leichte Raupenbagger mit der Spezialvorrichtung steht auf der Grasnarbe [28. Mai 2015]. | Fig. 8 : Afin de pouvoir retirer les mottes de gazon, Eberle Landschaftsbau und Grüntechnik AG a créé un dispositif spécial. La pelle mécanique légère avec le dispositif spécial se tient sur la couche végétale [28 mai 2015].



Abb. 9: Mit der Spezialvorrichtung der Eberle Landschaftsbau und Grüntechnik AG können die Rasenziegel in einer Mächtigkeit von 10 cm abgetragen werden [28. Mai 2015]. | Fig. 9 : Avec le dispositif spécial de Eberle Landschaftsbau und Grüntechnik AG, les mottes de gazon peuvent être enlevées jusqu'à une épaisseur de 10 cm [28 mai 2015].



Abb. 10: Zurückverlegte Rasenziegel, humusierte Flächen und bodenschonende Vorkehrungen, um zu den Containern zu gelangen [29. Juni 2016]. | Fig. 10 : Mottes de gazon replacées, zones recouvertes d'humus et dispositions pour préserver le sol afin d'accéder aux conteneurs [29 juin 2016].



Abb. 11: Die Pflanzen des Alpengartens haben den Sommer im Zwischenlager gut überstanden [1. Oktober 2015]. Im Hintergrund links befindet sich das Unterbodendepot. | Fig. 11 : Les plantes du jardin alpin ont survécu à l'été dans une zone de stockage temporaire [1er octobre 2015]. Au fond à gauche se trouve le dépôt de la couche inférieure.

4.3 Umgang mit Einzelpflanzen

Ausgewählte betroffene Pflanzen, wie Gehölze, Orchideen und weitere seltene Pflanzen, wurden unterhalb der Baustelle vorübergehend eingepflanzt (Abb. 11) und im Sommer 2016 an den neuen Standort gesetzt.

4.4 Pflege durch Bewässern

Die versetzten Pflanzen, die verlegten Wiesen und die angesäten Bodendepots wurden während des Hochsommers 2015 täglich dreimal bewässert.

4.5 Hangbegrünung

Eine Vegetationsdecke entspricht einem «vernagelten Netz» [Heim 2010]. Die vorherrschenden Pflanzenarten ergänzen sich in der Wuchsform ihrer Wurzelwerke. Einerseits finden wir tiefreichende Pfahlwurzeln als Nägel, andererseits flachwachsende, dichtverzweigte Büschelwurzeln als Netz. Jede intakte Vegetationsdecke ist ein natürliches Ökosystem und schützt die Bodenoberfläche vor Erosion. Die Eberle Landschaftsbau und Grüntechnik AG hat einen Vegetationsdeckenaufbau entwickelt, um auch steile Hänge und Böschungen begrünen zu können. In einem Arbeitsgang kann die gewünschte Schichtstärke von 1 bis 20 cm Substrat bei Neigungen bis 80 Grad aufgebracht werden. Um die Gäste des Hohen Kastens vor Steinschlag und den Boden vor Erosion zu schützen, wurde das sogenannte System FIBRATER® auch an bestimmten Stellen entlang des Europa-Rundwegs eingesetzt. Die steilen Stellen wurden mit einem Drahtnetz überzogen. Am 8. Oktober 2015 wurde ein Substrat aufgespritzt (Abb. 12) und die Flächen mit einem Kokosfaser-Netz abgedeckt (Abb. 13), damit im Sommer 2016 angesät werden konnte.



Abb. 12: Die steilen Stellen wurden mit einem Drahtnetz überzogen, das mit einem Substrat bespritzt wurde [8. Oktober 2015]. | Fig. 12 : Les zones abruptes ont été recouvertes d'un treillis métallique, aspergé avec un substrat [8 octobre 2015].



Abb. 13: Drahtnetz und Substrat wurden dann mit einem Kokosfaser-Netz überdeckt [24. Oktober 2015]. | Fig. 13 : Le treillis et le substrat ont ensuite été recouverts d'un filet en fibre de coco [24 octobre 2015].

4.6 Samenmischungen

Durch das wöchentliche Beschildern der Pflanzen im Alpengarten ist bekannt, welche Pflanzen an welchem Ort wachsen. Da es für die zu begrünenden Flächen keinen Ausgangsbestand gab, gelten die Flächen im Felsrundgang als Referenzflächen. Das ist der Rostseggen-Rasen [*Carex ferrugineae*] an Nordlagen und in feuchten Runsen mit viel wasserhaltender Feinerde (Mertz 2008) begleitet von Rost-Segge [*Carex ferruginea* Scop.], Kugelorchis [*Traunsteinera globosa* (L.) Rchb.], Weisses Alpen-Aнемone [*Pulsatilla alpina* (L.) Delarbre subsp. *alpina*] und Narzissen-Windröschen [*Anemone narcissiflora* L.] sowie der Blaugras-Rasen [*Sesleria-Carex sempervirentis*] in Südlagen auf warmen, sonnigen Gebirgshängen begleitet von Kalk-Blaugras [*Sesleria caerulea* (L.) Ard.], Immergrüner Segge [*Carex sempervirens* Vill.], Alpen-Spitzkiel [*Oxytropis campestris* (L.) DC.], Quirlblättrigem Läusekraut

[*Pedicularis verticillata* L.], Schaft-Kugelblume [*Globularia nudicaulis* L.], Alpen-Wundklee [*Anthyllis alpestris* subsp. *alpestris* (Schult.) Asch. & Graebn.], Frühlings-Enzian [*Gentiana verna* L.] und Alpen-Aster [*Aster alpinus* L.]. Entsprechend den Standortbedingungen der zu begrünenden Flächen wurden vier Artenlisten für die Samenmischungen zusammengestellt. Die Schutz Filisur Samen und Pflanzen AG hat das Saatgut (Hochlagen-Ökotypen Schweizer Herkunft) besorgt und die Mischungen in Zusammenarbeit mit der Eberle Landschaftsbau und Grüntechnik AG hergestellt. In den Jahren zuvor wurden Samen im Felsrundgang des Alpengartens gesammelt. Bei diesen Pflanzenarten wurde vollständig auf lokale Genetik gesetzt, da sie nicht eingekauft wurden. Ende Juni und Mitte Juli 2016 wurden die Samen im Nasssaattverfahren ausgebracht (Abb. 14). Die Saatmenge betrug 20 g/m². Das Saatbeet war ein Hydro mulch aus Cellulose und aufgefaserter Holz (150 g/m²). Dazu kam eine Startdüngung von 30 g/m². Ein Reinigungsschnitt war nicht notwendig, ebenso wenig eine Nachsaat.



Abb. 14: Ansaat im Alpengarten unterhalb des Europa-Rundwegs am 20. Juli 2016. Im Hintergrund die verpflanzten Leg-Föhren [*Pinus mugo* Turra subsp. *mugo*] und weitere Steinstrukturen. | Fig. 14 : Ensemencement du jardin alpin en aval du circuit de l'Europe le 20 juillet 2016, avec des pins couchés transplantés [*Pinus mugo* Turra subsp. *mugo*] et des structures en pierre en arrière-plan.

4.7 Lebensräume

Da der Alpstein verschiedene Lebensräume hat, wurde an einer Stelle eine Kalk-Schutthalde/Geröllfeld geschaffen (Abb. 15). Integriert wurde ein Steinhäufen mit frostsicherer Wohnkammer (Abb. 16) für verschiedene unterschlupfsuchende Tiere (Schneehasen, Wiesel, Waldeidechsen u.a.).



Abb. 15: Angesäte Wiese mit verlegten Raseniegeln und Kalk-Schutthalde oberhalb des Europa-Rundwegs am 6. August 2016. | Fig. 15 : Prairie ensemencée avec des mottes de gazon transplantées et un pierrier calcaire en amont du circuit de l'Europe le 6 août 2016.



Abb. 16: Wohnkammer des Steinhaufens in der Kalk-Schutthalde des Alpengartens. Sie wurde mit den nicht mehr gebrauchten Wegplatten erstellt und Strohhäcksel eingestreut [29. Juni 2016]. | Fig. 16 : Espace vital en tas de pierres dans le pierrier calcaire du jardin alpin. Il a été créé avec les dalles du chemin qui n'étaient plus utilisées et de la paille hachée intercalée [29 juin 2016].

5. Resultate und Diskussion

5.1 Zielpublikum

Der Bau ist gut gelungen und hat sogar den dritten Preis der Architektur- und Designzeitschrift «Hochparterre» in der Kategorie Landschaftsarchitektur eingheimst. Personen mit eingeschränkter Mobilität und Familien mit Kinderwagen können nun aus nächster Nähe nicht nur eine Bergwiese, sondern auch Felsvegetation, Zwerg-

strauchheide, Hochstaudenflur und Kalk-Schutthalde/Geröllfeld bestaunen. Die Gäste loben denn auch Alpengarten und Europa-Rundweg.

5.2 Touristenströme

Der breite Weg mit den klaren Randabschlüssen und die grosszügigen Aussichtsplattformen lassen den Besuchern genügend Platz. Die Flächen des Alpengartens werden nun respektiert, sobald die Pflanzen aufwachsen bis sie im Spätsommer geschnitten werden.

Sorgfältiger Umgang ist jedoch nach wie vor bei der Pflege des Alpengartens geboten. Sobald Trampelpfade entstehen oder Pflanzen niedergedrückt werden, gibt es Nachahmer, und Respekt und Achtsamkeit gehen (oft auch unabsichtlich/gedankenlos) verloren.

5.3 Vegetation

Das Luftbild des Hohen Kastens zeigt nun wieder einen mehrheitlich grünen Gipfel (Abb. 17). Die Pflanzenbestände



Abb. 17: Alpengarten und Europa-Rundweg wie sie im Jahr 2019 aussahen. Orthofoto 2019 [www.geoportal.ch]. | Fig. 17 : Jardin alpin et circuit de l'Europe en 2019. Orthophoto 2019 [www.geoportal.ch].

haben sich gut entwickelt, sind dicht, und eine Vielzahl an Pflanzen blüht (Abb. 18). Der Alpengarten präsentiert sich prächtig mit seinen Pflanzengesellschaften und fügt sich gut ins Landschaftsbild ein.



Abb. 18: Wiese oberhalb des Europa-Rundwegs [17. Juli 2020]. | Fig. 18 : Prairie en amont du circuit de l'Europe [17 juillet 2020].

Durch das wöchentliche Beschildern der blühenden Pflanzen im Alpengarten, konnte die Entwicklung der Pflanzenbestände mitverfolgt und – wo nötig – lenkend eingegriffen werden. Die Pflanzen sind gut aufgelaufen und haben gut bestockt. Die spontane Begrünung durch das vom Föhn herantragene hochaufwachsende Barbarakraut/Gemeine Winterkresse (*Barbarea vulgaris* R. Br.) im ersten Frühling hat ein attraktives Bild abgegeben und geholfen, dass die Besucher auf dem Weg geblieben sind und keine zusätzliche Einzäunung nötig wurde. Innerhalb eines Jahres nach der Saat waren die Flächen grün – das Ziel einer schnellen Begrünung, um Schäden durch Besucher und Winderosion zu vermeiden, wurde erreicht. Die Pflanzenbestände sind artenreich. Erste Exemplare der Straussblütigen Glockenblume [*Campanula thyrsoides* L.] haben sich nun auch im oberen Teil des Alpengartens etabliert.

Es wurde kein Boden zugeführt. Der im Jahr 2015 abgetragene und zwischengelagerte Boden wurde zudem auf einer grösseren Fläche aufgebracht. Der Rostseggen-Rasen – er gehört zu den blumenreichsten der Alpen – kommt stets über nährstoffreichen Böden vor, die im Sommer nie austrocknen [Mertz 2008]. Trotzdem hat sich eher eine blumenreiche Fettwiese entwickelt – was die Besucher sehr erfreut – statt der typischen Rasen der Urwiesen. Die Pflanzenbestände haben ihre Entwicklung jedoch noch nicht abgeschlossen. Kalkböden zeigen eine andere und reichere Flora als Böden auf Silikat. Zudem ist das Mikroklima, die kleinstandörtlichen Gegebenheiten, nicht zu

unterschätzen. Auf der Rheintalerrasse vor dem Drehrestaurant hat eine Zeit lang ein Kräutergarten bestanden, wo Lavendel überwinterte.

5.4 Lebensräume

Verschiedene Tierarten fühlen sich im Alpengarten wohl. Vor allem eine reiche Insektenwelt ist vorhanden. Auch Schneehasen und Waldeidechsen sind heimisch. Im Sommer 2020 wurde erstmals eine Schlingnatter beobachtet. Die neuen Strukturen ergänzen ideal die bereits bestehende Vielfalt an Lebensräumen.

5.5 «Altlasten»

Während der Bauarbeiten traten grosse Mengen Abfall zu Tage. Über die vergangenen 150 Jahre wurden der Bau- schutt der alten Berggasthäuser und über eine längere Zeit auch der häusliche Abfall auf dem Gipfel belassen. Der ausgehobene Abfall wurde vollständig und fachgerecht entsorgt.

Literaturverzeichnis

- BAFU (Hrsg.) 2015. Boden und Bauen. Stand der Technik und Praktiken. Bundesamt für Umwelt, Bern. Umwelt-Wissen Nr. 1508.
- Büchler, H. 2014. Der Alpstein. Appenzeller Verlag, Herisau.
- Heim, R. 2010. Tiefbau – Grundwissen für das Baukader. Eigenverlag, Rorschacherberg.
- HKDS AG, 2020. Geschäftsbericht 2019. Hoher Kasten Drehrestaurant und Seilbahn AG, Brülisau.
- Kürsteiner, P. & Klug, C. 2018. Fossilien im Alpstein. Appenzeller Verlag, Herisau.
- Löpfe, R., Landtwing, M., Rempfler, A. & Mathis, A. 2011. Informationstafeln: Auf den Spuren der Erdgeschichte; 1. Geologischer Wanderweg der Schweiz, Hoher Kasten-Stauberen-Saxerlücke-Bollenwees. koller.team GmbH, Appenzell.
- Mertz, P. 2008. Alpenpflanzen in ihren Lebensräumen. Haupt Verlag, Bern.
- St.Galler Regierungsratsbeschluss über das Pflanzenschutzgebiet Hoher Kasten-Kamor-Schwämme-Chienberg vom 2. Juli 1974 [sGS 671.513].

Kontaktadresse

Lydia Frey
Verein Alpengarten Hoher Kasten
Dorf 22
9058 Brülisau
071 799 13 22
alpengarten@hoherkasten.ch

Neubau Sesselbahn Curtinella – natur- und landschaftsver- träglicher Bau der Talstation

Kirsten Edelkraut

Zusammenfassung

Im Skigebiet Corvatsch auf der orografisch rechten Talseite des Oberengadins wurde 2016 ein bestehender Doppelbügellift (in Betrieb seit 1979) durch eine moderne Sesselbahn ersetzt. Die neue Sesselbahn wurde aus betriebstechnischen Gründen talwärts bis zur Alp da Surlej verlängert. Damit wurde auch ein neuer Standort für die Talstation notwendig. Dieser wurde unmittelbar neben der bestehenden Talstation der Sesselbahn Alp Surlej an der oberen Waldgrenze gefunden. Für den Bau der neuen Talstation musste ein Felskopf abgetragen werden. Das Felsmaterial wurde im Rahmen von Geländeanpassungen in der nahen Umgebung der Alp Surlej verwendet. Dazu wurde das Direktumlagerungsverfahren von Rasenziegeln angewendet.

Im Rahmen des Bewilligungsverfahrens wurde ein UVB erarbeitet, der durch einen Teilbericht zu Pflanzenarten und Lebensräumen ergänzt wurde. Die vegetationskundlichen Arbeiten umfassten die Kartierung der bestehenden Lebensräume nach einer verfeinerten Einteilung gemäss Delarze et al. [2008] sowie die Erfassung gesetzlich geschützter Pflanzenarten (Anh. 1 NHV). Das Gebiet um die Alp Surlej ist einerseits durch die Nutzung im Skigebiet (Skipiste, Beschneigungsleitungen und Pistenbeschneigung, Trinkwasserleitung), andererseits durch die Beweidung mit Milchkühen während der Sömmerungszeit, geprägt. Neben baulich veränderten Standorten dominieren hier Bergfettweiden [*Poion alpinae*] und alpine Tritt- und Lägerfluren [*Poion supinae*, *Rumicion alpini*]. Nur flachgründige Standorte auf felsigem Untergrund weisen Gebirgs-Magerrasen, meist in Form von Borstgrasweiden [*Nardion*] auf. Bereits im gleichen Sommer wurde deutlich, dass die umgelagerten Rasensoden gut angewachsen waren und die Vegetation unmittelbar weitergewachsen ist. Kleinere Lücken zwischen den Soden haben sich 4 Jahre später durch die Ausbreitung der vorhandenen Vegetation geschlossen. Heute wird die Fläche uneingeschränkt durch Milchkühe beweidet. Die ursprünglich vorhandenen Grünlandtypen sind in gleicher Qualität und ohne Zufuhr von Samen- oder Pflanzenmaterial wieder vorhanden und nutzbar und die vorgenommene Geländeuegestaltung ist nicht mehr feststellbar.

Keywords:

Hochlagen, Begrünung, Rasenziegel, Unterboden, Oberboden, Umweltbaubegleitung, Lebensraumkartierung

HOWOLIS



Erosionsschutzvlies
Natürlicher Schutz aus Schweizer Holz.

Tapis anti-érosion
Protection naturelle de bois suisse.

Stuoie contro l'erosione
Protezione naturale da legno svizzero.



Lindner
suisse

produziert von | produit par | prodotto da:
Lindner Suisse GmbH | CH-9630 Wattwil
holzwohle@lindner.ch | www.lindner.ch

Nouvelle construction du télésiège de Curtinella - construction de la station inférieure respectueuse de la nature et du paysage

Résumé

Dans le domaine skiable de Corvatsch, situé sur le versant orographique droite de la vallée en Haute-Engadine, un télésiège à archet existant (en service depuis 1979) a été remplacé par un télésiège moderne en 2016. Pour des raisons opérationnelles, le nouveau télésiège a été étendu à la descente jusqu'à Alp da Surlej, nécessitant également un nouvel emplacement pour la station inférieure.

Le nouvel emplacement se trouve directement à côté de la station inférieure existante du télésiège Alp Surlej, à la limite supérieure de la forêt. Une tête de rocher a dû être éliminée pour la construction de la nouvelle station inférieure. Le matériel rocheux a ensuite été utilisé dans le cadre d'ajustements de terrain dans les environs immédiats de l'Alp Surlej. De plus, la méthode de transposition directe des mottes de gazon a été utilisée.

Dans le cadre de la procédure d'approbation, une EIE a été préparée, complétée par un rapport partiel sur les espèces végétales et les habitats. Les travaux relatifs à la végétation comprenaient la cartographie des habitats existants selon une classification affinée selon Delarze et al. (2008) ainsi que le relevé des espèces végétales légalement protégées (annexe 1 NHV). La région autour de Alp Surlej est caractérisée d'une part par l'utilisation du domaine skiable (piste de ski, dispositifs d'enneigement des pistes, conduites d'eau potable), et d'autre part par le pâturage des vaches laitières pendant la période d'estivage. En plus des emplacements structurellement modifiés, les pâturages gras alpins (*Poion alpinae*) et les endroits piétinés alpins et reposoirs broutés (*Poion supinae*, *Rumicion alpini*) dominant ici. Seuls les emplacements peu profonds sur un sous-sol rocheux présentent des pelouses maigres rocailleuses, le plus souvent sous la forme de pâturages maigres acides (*Nardion*).

Dès le même été, il est apparu clairement que les plaques de gazon transposées s'étaient bien établies et que la végétation avait directement continué à pousser. De plus petits espaces entre les plaques se sont couverts 4 ans plus tard, à mesure que la végétation existante se développait. Aujourd'hui, la zone est pâturée par des vaches laitières sans restriction. Les types de prairies existant à l'origine sont à nouveau présents et utilisables dans la même qualité et sans ajout de semences ou de matériel végétal, tandis que le remodelage du terrain n'est plus visible.

Mots-clés

Altitude, végétalisation, plaque de gazon, couche inférieure, couche supérieure, suivi environnemental des travaux, cartographie des habitats

Nuova seggiovia Curtinella - costruzione della stazione a valle compatibile con la natura e il paesaggio

Riassunto

Nel comprensorio sciistico di Corvatsch, sul lato orografico destro dell'Alta Engadina, nel 2016 un doppio skilift ad ancora (in funzione dal 1979) è stato sostituito da una moderna seggiovia. Per motivi operativi, la nuova seggiovia è stata prolungata a valle fino all'Alp da Surlej. Questo ha anche reso necessaria una nuova posizione per la stazione a valle. La nuova posizione è stata trovata direttamente accanto alla stazione della seggiovia Alp Surlej, al limite superiore del bosco. Del materiale roccioso ha dovuto essere rimosso per costruire la nuova stazione e il materiale di risulta è stato utilizzato per sistemare il terreno intorno all'Alp Surlej. A questo scopo, è stato utilizzato il metodo di ricollocazione diretta delle zolle erbose.

Nell'ambito della procedura di approvazione è stato preparato un rapporto d'impatto ambientale, inclusa una parte sulle specie e gli habitat vegetali. Il lavoro di rilievo e analisi della vegetazione ha incluso la mappatura degli habitat esistenti secondo la classificazione proposta da Delarze et al. (2008) così come il rilievo delle specie vegetali protette (all. 1 OPN). L'area intorno all'alpe Surlej è caratterizzata da un lato dall'uso nell'area sciistica (pista da sci, infrastruttura per l'innnevamento artificiale, condotte per l'acqua potabile), e dall'altro lato dal pascolo con le mucche da latte durante il periodo estivo. Oltre alle aree modificate dalle costruzioni, sono presenti pascoli di montagna (*Poion alpinae*) e prati alpini calpestati e luoghi di riposo del bestiame dell'orizzonte alpino (*Poion supinae*, *Rumicion alpini*). Solo i siti poco profondi sul sottosuolo roccioso mostrano pascoli montani grezzi, per lo più sotto forma di pascoli magri su suolo acido con Cervino (*Nardion*).

Già nella stessa estate del cantiere le zolle trasferite erano cresciute bene e la vegetazione aveva continuato a crescere immediatamente. Gli spazi più piccoli tra le zolle si sono chiusi 4 anni dopo, man mano che la vegetazione esistente si diffondeva. Oggi l'area è pascolata da mucche da latte senza restrizioni. I tipi di prato originariamente esistenti sono di nuovo presenti e utilizzabili nella stessa qualità e senza l'aggiunta di semi o materiale vegetale, e il rimodellamento del terreno che è stato effettuato non è più rilevabile.

Parole chiave

Alta quota, rinverdimento, tappeto erboso, sottosuolo, orizzonte superficiale, monitoraggio ambientale, mappatura degli habitat

1. Einleitung

Auch in alpinen Lagen wird gebaut. Insbesondere dann, wenn das Gebiet touristisch genutzt wird, werden je nach Nutzungsart Infrastrukturen notwendig. Diese stehen oftmals im Konflikt mit Anliegen des Natur- und Heimatschutzes. Häufig betreffen die Bauprojekte schützenswerte Lebensräume oder Wuchsorte geschützter Pflanzen oder Tierarten, oder auch schützenswerte Landschaften. Im Rahmen der Bewilligung sowie der Planung und Ausführung wird darum ein besonderes Augenmerk auf eine natur- und landschaftsschonende Vorgehensweise gelegt.

Aufgrund der Höhenlage sind die Lebensbedingungen in Hochlagen schwierig, und das Wachstum von Pflanzen ist stark verlangsamt. Die speziell an Hochlagen und die dort herrschenden Wachstumsbedingungen angepassten Pflanzenarten haben spezielle Strategien zum Überleben in diesen Gebieten entwickelt [Krautzer et al., 2012]. Dabei spielt die Vermehrung über Samen eine untergeordnete Rolle, da einerseits die Produktion reifer Samen aufgrund der kurzen Vegetationsperiode gering ist, andererseits die alpinen Böden oft dicht durchwurzelt sind, was das Aufkommen von Sämlingen erschwert.

Aus diesen Gründen sind bei Bauvorhaben in Hochlagen die Planung und Umsetzung der Begrünungen besonders wichtig. Um Boden und Vegetation möglichst gut zu schützen, müssen diese platzsparend ausgeführt werden. Für die Begrünung ist das Umlagern von Rasenziegeln, welche vor dem Eingriff separiert werden müssen, eine sehr gut geeignete Methode, um die ursprüngliche Artenzusammensetzung am Standort zu erhalten. Dies hat den Vorteil, dass neben dem autochthonen Pflanzengut auch organisches Erdmaterial, sowie die darin lebenden Mikroorganismen übertragen werden. Wo dies nicht möglich ist, werden ergänzend angepasste Samenmischungen ausgebracht, bei denen jedoch die Entwicklungszeit bis zum gewünschten Lebensraum sehr lange ist. Aufgrund der Schwierigkeiten bei der Vermehrung der standortgerechten Arten, aber auch aus bodenkundlichen Gründen [schneller Erosionsschutz], bestehen diese Mischungen häufig aus einem [zu] hohen Gräseranteil, was sich beim Begrünungserfolg aus Sicht Artenschutz und Biodiversität als nicht optimal erweist [eigene Beobachtungen in verschiedenen Gebieten].

2. Projektgebiet

Der Projektperimeter liegt auf der orografisch rechten Talseite des Oberengadins auf Gemeindegebiet von Silvaplana. Damit fällt er in die subalpine Höhenstufe. Die Lage ist nordexponiert und reicht von der Talstation Alp Surlej [2'079 m ü.M.] bis zur Bergstation Curtinella [2'560 m ü.M.]. Der Untergrund besteht aus undifferenziertem Moränenmaterial. Der Felskopf, welcher für die Talstation abgetragen werden musste, wird dem Unterostalpin zugeordnet und besteht aus Mikrit, Radiolarit und Tonstein [swisstopo, kein Datum]. Die dominierende Vegetation im Gebiet um die Alp Surlej sind Milchkrautweiden [*Poion alpinae*] sowie in der Nähe des Alpgebäudes Lägerfluren [*Rumicion alpini*] und alpine Trittfluren [*Poion supinae*] [Delarze et al., 2015]. Insbesondere in der Geländemulde oberhalb der Alp Surlej liegen für die Höhenlage vergleichsweise tiefgründig [15–20 cm] entwickelte Böden vor, die aufgrund der Muldenlage und der Exposition des Gebiets auch wenig austrocknungsgefährdet sind. Dies sorgt zusammen mit dem durch die Beweidung anfallenden Dung für relativ wüchsige



Abbildung 1: Detailansicht der Weidefläche (hier *Poion supinae*) auf Alp Surlej. |
Figure 1 : Vue détaillée de la zone de pâturage (ici *Poion supinae*) sur l'Alp Surlej.

Pflanzenbestände. Abseits der Mulde herrschen die für die Höhenlage typischen flachgründigen Verhältnisse, wo sich Mischbestände (*Nardion / Poion alpinae*) oder bei sehr flachgründigen und trockeneren Bedingungen magere Borstgrasbestände (*Nardion*) entwickelt haben.



Abbildung 2: Artenreichere Weideflächen (*Poion alpinae*) am Rand des Felskopfes. | Figure 2 : Zones de pâturage riches en espèces (*Poion alpinae*) autour de la tête de rocher.

Teilflächen im Projektgebiet sind bereits baulich überprägt, dies durch den Bau von Beschneigungsleitungen sowie einer Trinkwasserleitung. Das gesamte Gebiet wird ab November technisch beschneit und bis Ende April als Skipiste genutzt.

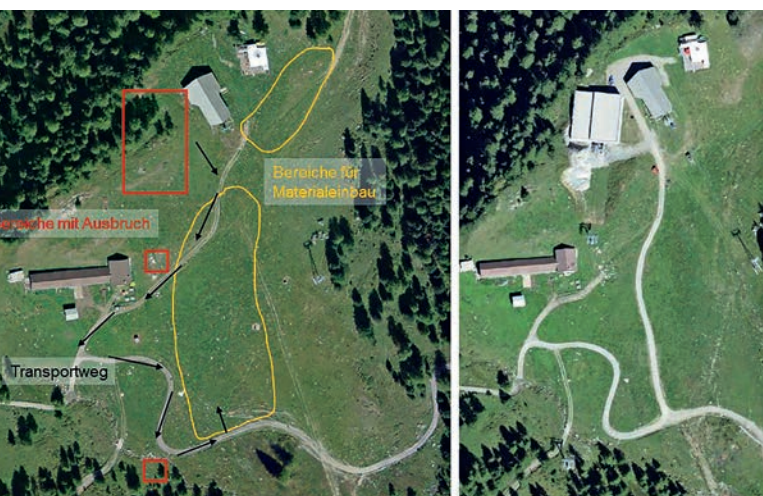


Abbildung 3: Ausgangssituation bei der Talstation der neuen Sesselbahn (links: rot sind die Bereiche, welche ausgehoben wurden, gelb umrandet die Bereiche mit Materialeinbau). Im rechten Bild ist die Situation 2019 dargestellt. Die Wartungspiste zu den Talstationen verläuft über den neuen Geländerrücken. Quelle: swisstopo. | Figure 3 : Situation initiale à la station inférieure du nouveau télésiège (à gauche : les zones qui ont été excavées sont en rouge, les zones où des matériaux ont été remplacés sont en jaune). L'image de droite montre la situation en 2019. La piste d'entretien vers les stations inférieures passe par la nouvelle crête. Source : swisstopo.

3. Bauvorhaben

Das Teil-Vorhaben Talstation Curtinella umfasste den Abbau des Felskopfes Grip da l'Aivla für die neue Talstation, sowie den Bau der Station und der Ausfahrt für die Sessel (Abbildung 3). Dabei fielen rund 14'000 m³ Felsmaterial an, das in unmittelbarer Nähe wieder eingebaut werden musste. Dafür wurde eine Geländemulde oberhalb der Alp Surlej im Perimeter der Skipiste ausgewählt. Über einen bestehenden Weg konnte der obere Rand der Mulde mit Dumpfern erreicht werden, sodass von oben nach unten eingebaut werden konnte. Es wurde nach der Methode der Direktumlagerung gearbeitet: Im bestehenden Gelände wurde zunächst die Grasnarbe mit durchwurzeltem Horizont ausgehoben und beiseitegelegt, ebenso der darunter liegende Unterboden. Anschliessend wurde das Felsmaterial über den bestehenden Weg transportiert und von dort in die vorbereitete Fläche ausgekippt, vor Ort ausplaniert und dann direkt mit dem Unterboden und den Rasenziegeln wieder bedeckt. Vom bestehenden Weg aus wurde ein Trassee auf dem Rücken des neu angelegten Bereichs für die Transporte bis zum Einbauort frei gehalten. So mussten die frisch angelegten Bereiche nicht mehr befahren werden, und dieses Trassee dient heute als Wartungspiste für die beiden Talstationen. Die Rasenziegel mussten bei diesem Vorgehen meist nur wenige Stunden zwischengelagert werden, sodass keine grossen Depotflächen notwendig waren.

4. Vorgehen und Massnahmen

Bewilligungsphase

Im Rahmen des Bewilligungsverfahrens wurde eine vollständige Kartierung der Lebensräume im Projektperimeter nach Delarze et al. (2008) durchgeführt, wobei eine verfeinerte Skala insbesondere bei den Gebirgs-Magerrasen nach einer Einteilung der ZHAW (Tenz & Krüsi, 2012) angewendet wurde. Die Kartierung erfolgte anhand eines Luftbildes im Massstab 1:1'500 (Abbildung 4). Neben der Zuweisung der Lebensräume aufgrund von Charakter- und Kennarten wurden einfache Merkmale der Vegetationsstruktur, u.a. auch der Deckungsgrad, erhoben. Die erhobenen Daten dienten einerseits der Ermittlung der zu leistenden Ersatzpunkte nach NHG gemäss kantonaler Vorgabe (Kanton Graubünden, 2018), wie auch als Grundlage für die Wiederherstellung der temporär beanspruchten Lebensräume.

Die im Gebiet vorkommenden Böden wurden im Bereich des Bauvorhabens mithilfe einer Bohrstock-Beprobung untersucht. Zusätzlich konnte während der Bauarbeiten regelmässig an offenen Baugruben der Profilaufbau untersucht werden (Abbildung 5). Die Böden weisen allgemein eine etwa 8–10 cm mächtige, durchwurzelte und mit wenig organischem Material angereicherte Oberbodenschicht

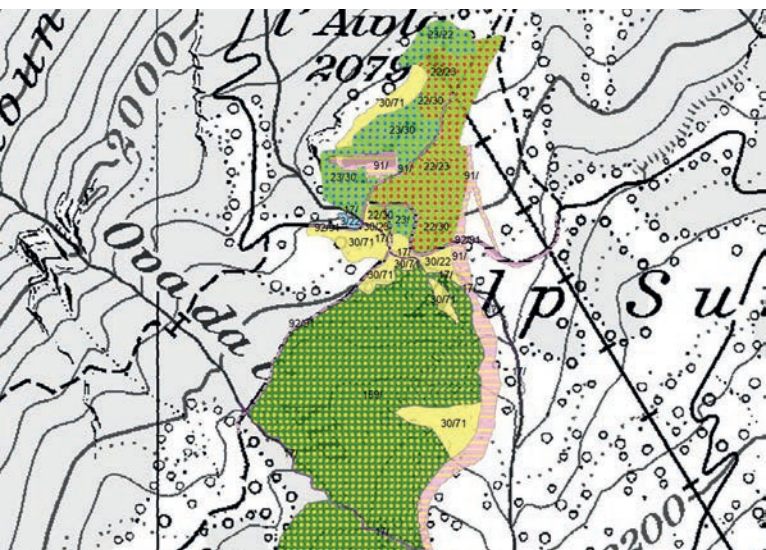


Abbildung 4: Vegetationskartierung im Projektperimeter, der Bereich des Felsabtrags ist rot umrandet. Datenerhebung 2014. Quelle: ZHAW. | Figure 4 : Cartographie de la végétation dans le périmètre du projet, la zone d'extrait des roches est délimitée en rouge. Source : ZHAW.



Abbildung 6: Bauarbeiten im Gebiet, hier Einbau des Felsausbruchs und Direktumlagerung von Rasenziegeln. | Figure 6 : Travaux de construction dans la région, ici mis en place de la roche extraite et transposition directe des plaques de gazon.



Abbildung 5: Bodenprofil bei einer Baugrube im Gebiet Alp Surlej. | Figure 5 : Profil pédologique lors d'une excavation dans la région de l'Alp Surlej.

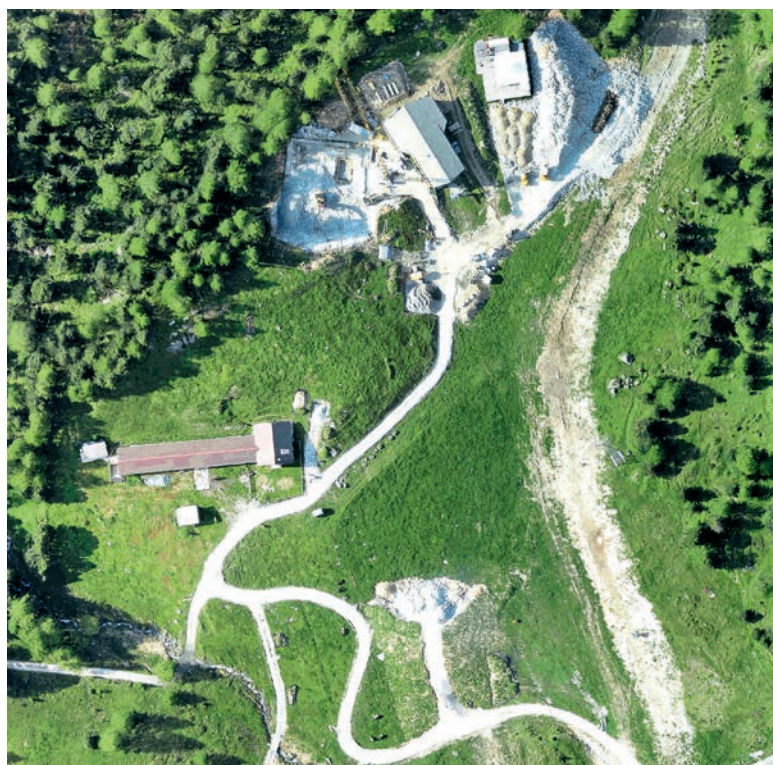


Abbildung 7: Baufortschritt im ersten Drittel der Arbeiten. Der Bereich der Geländeauffüllung ist am unteren Bildrand gut zu erkennen. Rechts ist die frisch gebaute Trinkwasserleitung der Gemeinde Silvaplana zu sehen. Quelle: Geo Grischa AG 2016. | Figure 7 : Avancement de la construction dans le premier tiers des travaux. La zone de remblayage du site est clairement visible au bas de l'image. On peut voir à droite la conduite d'eau potable de la commune de Silvaplana nouvellement construite. Source : Geo Grischa AG 2016.

auf, die lokal über einer helleren, nur wenig durchwurzelter Schicht aus Lockermaterial oder direkt über dem felsigen Untergrund liegt.

Bauphase

Für die Bauphase wurde als generelle Vorgabe definiert, dass – wo immer es möglich ist – nach der Methode der Direktumlagerung gearbeitet werden soll [Peters et al., 2019]. Dazu wurde der zuständige Maschinist eigens instruiert und eng begleitet. Damit konnte gewährleistet werden, dass die Begrünung nach Fertigstellung der Bauarbeiten zu grossen Teilen mit autochthonem Pflanzenmaterial erfolgen konnte. Einzig in der Umgebung der Talstation [zwischen den Stationen] wurde eine Samenmischung mit standortgerechten Arten aus regionaler Herkunft ausgebracht, da hier bereits vor Baubeginn baulich veränderte Flächen vorhanden und somit keine Rasenziegel zu gewinnen waren. Ausserdem konnte damit in einem auch im Sommer touristisch genutzten Gebiet der Aspekt des Landschaftsbildes berücksichtigt werden, denn die grosse Fläche für den Einbau des Felsabtrags war sozusagen sofort wieder grün.

Die neu gestalteten Weideflächen wurden noch im gleichen Sommer von Kühen aufgesucht. Daher wurde entschieden, die Flächen vorerst auszuzäunen. Da sich die Vegetation aber sehr schnell von der Umlagerung erholt hat und durch die sorgfältige Arbeit kaum Löcher zwischen den Rasenziegeln entstanden waren, wurde bereits in der zweiten Hälfte des Sommers 2017 eine Beweidung wieder zugelassen. Durch die geringe Anzahl an Tieren war der Weidedruck, und v.a. die Trittbelastung, vertretbar.



Abbildung 8: Neu gestaltetes Gelände bei der Alp Surlej im Oktober 2016. | Figure 8: Terrain redessiné à Alp Surlej en octobre 2016.

Beurteilung nach Bauabschluss

Zur möglichst genauen Abgrenzung des beanspruchten Perimeters wurde nach Fertigstellung der Bauarbeiten mit einer Drohne ein aktuelles Luftbild aufgenommen. Mithilfe der Auswertung dieses Luftbildes konnte ein Verschnitt mit der Lebensraumkartierung von 2014 vorgenommen und die effektiv beanspruchten Teilflächen bestimmt werden. Diese dienen der Schlussberechnung der anfallenden Ersatzpunkte für das Bauvorhaben [Kanton Graubünden, 2018].

Gemäss den Richtlinien für Hochlagenbegrünung werden für die Erfolgskontrolle drei Kriterien herangezogen [Peters et al., 2019]. Für das hier vorliegende Vorhaben können diese wie folgt beurteilt werden [Tabelle 1]:

Kriterium	Ziele	Beurteilung
Ästhetik	Kleinstrukturen sind vorhanden. Die Flächen sind landschaftlich eingegliedert. Der Aspekt der Vegetation (Blühfarbe, Färbung) entspricht demjenigen der Umgebungsflächen.	Mehrheitlich erfüllt. In den ersten 2 Jahren nach Bauabschluss gab es auf den umgelagerten Rasensoden noch viel Altgras, wodurch eine andere Herbstfärbung entstand.
Erosion	Der Deckungsgrad der Vegetation beträgt mind. 75%. Es sind keine Erosionsspuren im Bereich der Eingriffsfläche vorhanden. Es gibt keine vegetationsfreien Flächen > 400 m ²	Erfüllt.
Naturnähe	Es kommen keine gebietsfremden Arten vor. Die Artenzusammensetzung entspricht zu mind. ¾ der Zielvegetation. Die typischen Arten des Ziellebensraums überwiegen.	Mehrheitlich erfüllt. Die Rumex-Bestände waren schon vorher da. Im Rahmen des Bauvorhabens wurde nur die «Wiederherstellung» als Begrünungsziel formuliert, da keine geschützten Lebensräume (NHG) vorlagen.

Tabelle 1: Beurteilung der Resultate der Begrünung nach den Kriterien gem. Richtlinie für Hochlagenbegrünung. | Tableau 1 : Évaluation des résultats de la végétalisation selon les critères des directives pour une végétalisation en altitude.

Hinsichtlich der Ästhetik hat sich die Modellierung des Geländes vor der Alp verändert, aber die Vegetationsbestände und deren Nutzung waren schon im ersten Jahr nach den Bauarbeiten wieder gleich wie vorher. Überständiges Altgras war eine Folge der Auszäunung der umgelagerten



Abbildung 9: Die fertige Talstation und der Bereich mit der Direktumlagerung (trockenes Altgras) im Herbst 2019. | Figure 9: La station inférieure terminée et la zone de transposition directe (vieux gazon sec) en automne 2019.

Bereiche. Kleinstrukturen (z.B. Felsen, unterschiedlich geneigte Oberflächen usw.) wurden sehr gut eingebaut [Abbildung 9].

Unmittelbar nach Bauabschluss konnte ein hoher Begrünungserfolg und eine Deckung von >70 % verzeichnet werden. Durch sorgfältige Arbeitsweise waren zwischen den Rasenziegeln nur kleine Lücken vorhanden, welche zusätzlich mit Feinmaterial aufgefüllt wurden [Abbildung 10]. So konnte der Erosion durch Niederschläge effektiv vorgebeugt werden. Die bestehende Vegetation der Rasenziegel hat sich sehr schnell in die offenen Bodenbereiche ausgebreitet, bzw. die Lücken durch oberirdische Sprosstiele überdeckt, sodass kaum Erosion stattfand. Der Vergleich



Abbildung 10: Wieder eingebaute Rasenziegel im Sommer 2016. | Figure 10: Plaques de gazon remises en place en été 2016.

der Deckungsgrade im Ausgangszustand und ein Jahr nach Bauabschluss zeigte keine wesentlichen Unterschiede, sodass dieser Aspekt als erfüllt betrachtet werden kann. Auch hinsichtlich der Artenzusammensetzung wurde ein Erfolg verzeichnet, da die Artenkombination aufgrund der erfolgreichen Direktumlagerung nicht verändert wurde [Abbildung 10]. Es sind weiterhin die Arten der ursprünglichen Bestände zu wesentlichen Anteilen vorhanden. Leider wurde es versäumt, vor Baubeginn die vorhandenen Blacken-Bestände zu reduzieren, sodass diese nach Bauabschluss immer noch vorhanden sind.

5. Schwierigkeiten und Verbesserungsvorschläge

Nachdem die Vorgehensweise mit der Projektleitung und dem Bauunternehmer geklärt war, konnten die Arbeiten fortlaufend und problemlos ausgeführt werden, wobei sich die Beteiligten immer weiter verbessern konnten. So wurde neben dem Oberboden auch eine Schicht des darunterlie-

genden Unterbodens abgetragen und bei der Anlage der Weide in gleicher Reihenfolge auf den neuen Felsuntergrund eingebaut.

➔ Das hat gut funktioniert: Die umgesetzten Rasenziegel konnten überall auf eine Schicht von Feinmaterial (Unterboden mit hohem Anteil an Feinerde) eingebaut werden. Dadurch war von unten immer eine Speicherschicht für Feuchtigkeit vorhanden, sodass keine Rasenziegel vertrockneten. Zusätzlich wurden die Lücken zwischen Rasenziegeln mit Feinerde aufgefüllt.

TIPP: Wenn möglich, immer eine Schicht von Feinmaterial als Speicher für Feuchtigkeit zwischen felsigem Untergrund und Rasenziegeln einbauen. Dies hat in unserem Fall ein schnelles Anwachsen der Rasenziegel begünstigt.

Leider konnte nicht erwirkt werden, die zahlreichen bestehenden Blacken (*Rumex alpinus*) im Umfeld des Alpegebäudes und auf den nahegelegenen Weiden vor der Umlagerung von Rasenziegeln zu bekämpfen. Glücklicherweise fanden die Hauptarbeiten vor Blüte und Samenreife von *Rumex* statt, sodass die Art nicht ungewollt weiterverbreitet wurde. Die sorgfältige Arbeit mit Lückenschluss bei der Verlegung der Rasenziegel trug weiter dazu bei, dass sich die Art nicht stark ausbreiten konnte. Allerdings fehlen Vergleichsdaten zur Deckung von *Rumex alpinus*, denn bei den Erhebungen 2014 war das schlussendlich gewählte Vorgehen noch nicht definiert, sodass auch keine gezielten Daten diesbezüglich erhoben wurden.

➔ Verbesserungsvorschlag: Vor Beginn von Bauarbeiten sollten auch Problempflanzen so erhoben werden, dass eine Dokumentation von Veränderungen im Bestand nach Abschluss der Bauarbeiten möglich ist. Alternativ könnte das Vorgehen so angepasst werden, dass Bestände von Problemarten, hier *Rumex alpinus*, davon ausgenommen wären.

Für eine detaillierte vegetationskundliche Erfolgskontrolle, bzw. eine Erfolgskontrolle auf Artniveau, fehlen entsprechende Daten. Gemäss den kantonalen Vorgaben ist eine Lebensraumkartierung (Einteilung nach Vorkommen von Charakter- und Kennarten, Delarze et al., 2015) ausreichend, diese Datengrundlage ermöglicht aber keine gezielten Aussagen über die Entwicklung einzelner Arten im Bestand. Die zusätzliche Aufnahme einer beispielhaften Probefläche mit Schätzung von Artmächtigkeiten bietet hingegen eine vegetationskundliche Grundlage für die detaillierte Beurteilung von Begrünungen. Im vorliegenden Fall kann dies jedoch auf vergleichbaren Flächen in unmittelbarer Umgebung nachgeholt werden, um eine bessere Aussage zum Erfolg der Umlagerung der Rasenziegel zu erzielen.

- **Verbesserungsvorschlag:** Im Rahmen der Kartierung von Lebensräumen sollen nicht nur Artenlisten angefertigt werden, mit denen eine spätere Bestätigung der Erhebungen möglich ist, sondern auch eine Probefläche mit Schätzung der Artmächtigkeiten angefertigt werden, um eine vegetationskundliche Grundlage für die Erfolgsbeurteilung zu haben.

6. Schlussfolgerungen

Beim Bau der Talstation Curtinella konnten durch den direkten Einbau des Felsmaterials und der konsequent ausgeführten Direktumlagerung von Rasenziegeln grössere landschaftliche Beeinträchtigungen vermieden werden. Durch das gewählte Vorgehen wurde eine für diese Höhenlage optimale Begrünungsvariante umgesetzt, durch die nicht nur der bestehende Artenbestand erhalten werden konnte, sondern auch eine schnellstmögliche Nutzung der Flächen wieder möglich war. Dank der umsichtigen Arbeitsweise wurden die Rasenziegel nicht auf den grob geschlagenen Felsausbruch, sondern auf eine Zwischenschicht aus Feinerde gesetzt, was ein schnelles Anwachsen der Rasenziegel begünstigte. Nach einem Sommer ohne Nutzung waren in den Folgejahren Altgras-Vorkommen zu verzeichnen, welche aber durch eine Intensivierung der Beweidung ausgeglichen werden können. Bei gut abgetrockneten Verhältnissen sollten diese Flächen ein oder zweimal relativ früh im Sommer abgeweidet werden, und zusätzlich wäre eine Herbstweide (z.B. mit Rindern) eine gute Möglichkeit, die älteren Grasbestände abzufressen. Somit konnte das im UVB formulierte Ziel der Wiederherstellung zufriedenstellend erreicht werden.

Literatur

- Bodenkundliche Gesellschaft der Schweiz [BGS]. [2010]. Klassifikation der Böden in der Schweiz. 3. Auflage.
- Delarze, R., Gonseth, Y., Eggenberg, S., & Vust, M. [2015]. Lebensräume der Schweiz. Ökologie - Gefährdung - Kennarten. 3. Auflage. Ott Verlag.
- Kanton Graubünden. [2018]. Richtlinie zur Bemessung der Ersatzpflicht und zur Bewertung von Ersatzmassnahmen bei Eingriffen in schutzwürdige Biotope oder in geschützte Landschaften [Richtlinie NHG Ersatzmassnahmen]. Chur.
- Krautzer, B., Uhlig, C., & Wittmann, H. [2012]. Restoration of arctic-alpine ecosystems. In J. v. Andel, & J. Aronson, Restoration Ecology [S. 190 - 202]. Wiley-Blackwell.
- Landoldt, E. [2003]. Unsere Alpenflora. Bern: SAC-Verlag.
- Peters, M., Edelkraut, K., Schneider, M., & Rixen, C. [2019]. Richtlinien Hochlagenbegrünung. Ingenieurbiologie, 3, S. 1-64.

Rosenkranz, A., Meyer, J., & Zoller, F. [2020]. Lebenswelt Alpen, Bern: SAC Verlag.

swisstopo. [kein Datum]. GeoCover V2, von map.geo.admin.ch abgerufen

Tenz, R., & Krüsi, B. [2012]. UVB Hahnensee, Voruntersuchung. Teil Vegetation. 20 - 33. [Z. H. ZHAW, & Institut für Umwelt und Natürliche Ressourcen IUNR, Hrsg.]

Kontaktadresse

Kirsten Edelkraut
Dr. sc nat. ETH
Eco Alpin SA
Via sur Crasta Pradè 32
7505 Celerina
www.ecoalpin.ch



Kirsten Edelkraut

Begrünungen Hunn
Mit der Natur als Partner

Begrünungen
Samenmatten
Sedummatten

Erosionsschutz
und
Böschungsbegrünung

Begrünungen Hunn AG
Pilatusstrasse 14, 5630 Muri
www.begrueenungen-hunn.ch

Monte Generoso: posa di sotto- strutture in un contesto natu- ralistico e pae- saggistico di grande pregio. Opere di inver- dimento ad alta quota con ma- teriale biologico locale.

Marco Nembrini
Samuele Bonacina
Luca Mentasti

Riassunto

Tra il 2015 e il 2017, è stata posata un'infrastruttura lineare interrata lunga 2'200 m tra la vetta del Monte Generoso e il nucleo di Roncapiano, in Canton Ticino, lungo i pendii prativi in parte classificati quali prati aridi. La particolare protezione naturalistica e paesaggistica dell'intero comparto, iscritto nell'Inventario federale dei paesaggi, siti e monumenti naturali d'importanza nazionale (IFP), ha necessitato l'intervento di specialisti in ambito della protezione della natura e del paesaggio. L'accompagnamento ambientale dei lavori ha permesso sia di mitigare gli impatti del cantiere sia di implementare specifiche misure di inerbimento ad alta quota, utilizzando unicamente materiale biologico ricavato in loco. A distanza di tre anni, il successo degli interventi è dato sia dal profilo tecnico sia dai contenuti ecologici. La corretta manipolazione del suolo, l'inerbimento diretto, unitamente al trapianto di zolle e alla tempestiva protezione delle superfici con biostuoie adeguate, hanno permesso di dimostrare sia la fattibilità tecnica (protezione contro l'erosione) sia la bontà qualitativa (colonizzazione rapida degli ecotipi locali) degli inverdimenti ad alta quota e in contesti microclimatici e morfologici difficili. Una pianificazione ambientale di dettaglio, una supervisione esecutiva da parte di specialisti del settore e un'impresa esecutrice capace sono condizioni fondamentali per il raggiungimento degli obiettivi.

Parole chiave

Monte Generoso, IFP, accompagnamento ambientale dei lavori, inerbimento diretto, trapianto di zolle, raccolta di semi, fiorume, ecotipi locali, biostuoia, controllo dell'efficacia.

Monte Generoso: Verlegung von Unterbauten in einem ökologisch, naturschützerisch und landschaftlich hochwertigen Gebiet. Hochlagenbegrünung mit lokal gewonnenem Samen- und Pflanzenmaterial.

Zusammenfassung

Zwischen 2015 und 2017 wurden unterirdisch 2'200 m Leitungen zwischen dem Gipfel des Monte Generoso und dem Ortskern von Roncapiano im Kanton Tessin entlang von Wiesenhängen, die teilweise als Trockenwiesen klassifiziert sind, verlegt. Der besondere Natur- und Landschaftsschutz des gesamten Gebietes, das im Bundesinventar der Landschaften und Naturdenkmäler von nationaler Bedeutung (BLN) erfasst ist, erforderte den Einsatz von Fachleuten aus dem Bereich des Natur- und Landschaftsschutzes. Die Umweltbaubegleitung ermöglichte es, sowohl die Auswirkungen der Baustelle zu minimieren als auch spezielle Begrünungsmassnahmen in den Höhenlagen

durchzuführen, wobei ausschliesslich vor Ort gewonnenes biologisches Material verwendet wurde. Drei Jahre später spiegelt sich der Erfolg des Projektes sowohl technisch als auch ökologisch wider. Dank fachgerechter Bodenmanipulation, direkter Begrünung, zusammen mit Sodenverpflanzung und rechtzeitigem Schutz der Flächen mit geeigneten Biomatten, konnte sowohl die technische Machbarkeit [Schutz vor Erosion] als auch der Erfolg [schnelle Besiedlung lokaler Ökotypen] der Begrünung in hochgelegenen Vegetationsräumen und in schwierigen mikroklimatischen und morphologischen Kontexten nachgewiesen werden. Eine detaillierte Planung, die Überwachung durch Fachleute vor Ort und ein kompetenter Auftragnehmer sind wesentliche Voraussetzungen für den Erfolg eines Projektes.

Keywords:

Monte Generoso, BLN, Umweltbaubegleitung, Direktbegrünung, Sodenverpflanzung, Saatgutgewinnung, Blüte, lokale Ökotypen, Bio-Matten, Wirkungskontrolle.

Monte Generoso : pose de sous-structures dans un contexte naturaliste et paysager de grande valeur. Végétation en altitude avec des semences et du matériel végétal d'origine locale

Entre 2015 et 2017, une infrastructure de 2'200 m de conduites souterraines a été mise en place entre le sommet du Monte Generoso et le centre du village de Roncapiano dans le canton du Tessin, le long de pentes de prairies partiellement classées comme prairies sèches. La protection spéciale de la nature et du paysage de l'ensemble de la zone, inscrite dans l'Inventaire fédéral des paysages et monuments naturels d'importance nationale (IFPN), a nécessité l'intervention de spécialistes dans le domaine de la protection de la nature et du paysage. Le suivi environnemental des travaux a permis à la fois d'atténuer les impacts du chantier et de mettre en place des mesures spécifiques de végétalisation en altitude, en utilisant uniquement du matériel biologique obtenu sur place. Trois ans plus tard, le succès du projet se reflète à la fois dans son profil technique et dans son contenu écologique. Grâce à une manipulation experte des sols, à la végétalisation directe ainsi qu'à la transposition de gazons et la protection opportune des surfaces avec des biomattes appropriés, la faisabilité technique [protection contre l'érosion] et la qualité [colonisation rapide des écotypes locaux] de la végétalisation en altitude et dans des contextes microclimatiques et morphologiques difficiles ont pu être démontrées. Une planification détaillée, un suivi sur

place par des experts et un maître d'ouvrage compétent sont des conditions essentielles à la réussite d'un projet.

Mots-clés

Monte Generoso, IFPN, suivi environnemental des travaux, végétalisation directe, transposition de gazon, collecte de semences, floraison, écotypes locaux, biomatte, contrôle de l'efficacité.

1. Introduzione

1.1 Incarico

Tra l'agosto del 2015 ed il dicembre del 2017, la Ferrovia Monte Generoso SA [FMG] SA, le Aziende Industriali di Lugano [AIL] SA e il Comune di Castel S. Pietro hanno commissionato la posa delle infrastrutture che collegano il Fiore di Pietra, importante struttura turistica realizzata dall'Architetto Mario Botta a quota 1'604 m s.l.m. sulla vetta del Monte Generoso, all'abitato di Roncapiano in Valle di Muggio, in Canton Ticino.

Il tracciato per la posa delle infrastrutture si è sviluppato per un totale di circa 2'200 m (Figura 1) ed è stato caratterizzato da importanti opere di mitigazione ambientale al fine di garantire un ripristino adeguato dei terreni. L'inizio della nuova condotta si situa a quota ca. 1'600 m s.l.m. [Vetta, coord. medie: 2'722'680/1'087'520] e la fine a quota ca. 1'000 m s.l.m. [Roncapiano, coord. medie: 2'723'685/1'086'225].

La progettazione delle opere di genio civile è stata curata dallo studio Comal.ch SA, la progettazione e l'accompagnamento ambientale dei lavori dallo studio Oikos Sagl, mentre l'esecuzione è stata eseguita dall'impresa GeoEdil SA.

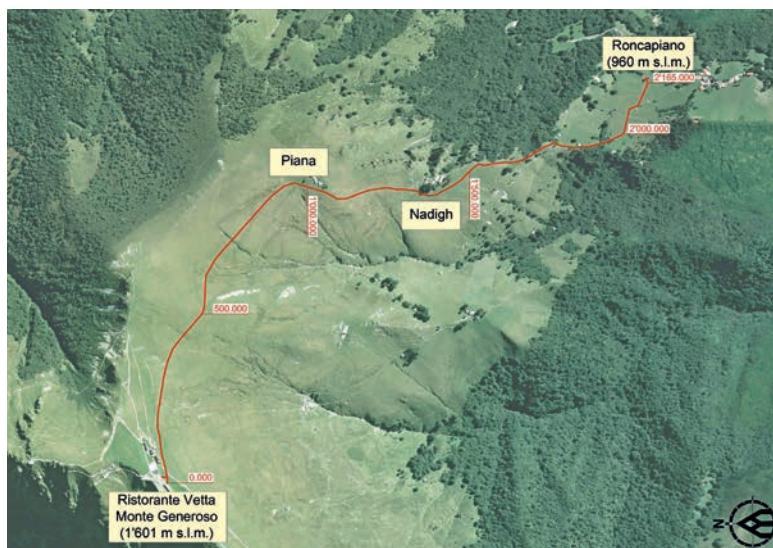


Figura 1: vista sul tracciato di progetto. | Abbildung 1: Projektperimeter und Linienführung der Infrastruktur.

1.2 Obiettivi

Il progetto di tracciato aveva l'obiettivo di:

- garantire un sistema di smaltimento all'avanguardia per una struttura ricettiva che conta ad oggi oltre 100'000 visitatori all'anno. Questo tramite la posa di una canalizzazione per lo smaltimento delle acque luride della nuova struttura ricettiva in vetta, per conto di FMG SA;
- assicurare un nuovo allacciamento elettrico tramite la posa di 6 portacavi, per conto di AIL SA con conseguente rimozione di una lunga linea aerea presente sul versante del Monte Generoso;
- dare garanzia di approvvigionamento idrico in vetta tramite la posa di una nuova tubazione acqua potabile (AP) per conto del Comune di Castel San Pietro.

L'accompagnamento ambientale dei lavori (AAL) ha avuto come principale obiettivo quello di progettare e implementare tutte le misure necessarie al fine di mitigare l'impatto del cantiere sulle componenti naturalistiche e paesaggistiche, nel particolare:

- definire una metodologia cantieristica ed esecutiva che ha permesso di inverdire tempestivamente le superfici lavorate, preservando al contempo le caratteristiche paesaggistiche e morfologiche dei pendii erbosi;
- stabilizzare i pendii in modo tale da evitare erosioni superficiali e proteggere il suolo;
- utilizzare per gli inerbimenti unicamente materiale biologico di origine locale.

2. Materiali e metodi

2.1 Il contesto naturalistico del Monte Generoso

Il Monte Generoso, avamposto delle Alpi meridionali, è un massiccio calcareo che raggiunge i 1'701 metri sopra il livello del mare e domina l'intero Mendrisiotto. La sommità del massiccio, costituita da un'ampia distesa di prati e pascoli che si fonde verso est con le Prealpi comasche, offre un panorama incomparabile sull'arco alpino, sulla Pianura Padana e sugli Appennini. Il complesso del Monte Generoso è inserito nell'Inventario federale dei paesaggi, siti e monumenti naturali d'importanza nazionale (IFP). Ciò significa che esso merita specialmente d'essere conservato intatto ma, in ogni caso, di esser salvaguardato per quanto possibile, anche per mezzo di eventuali provvedimenti di ripristino o di sostituzione. Il complesso del Monte Generoso presenta oltre 800 specie vegetali, un numero notevole che fa di questa zona una delle più preziose del Cantone Ticino.

All'interno di questo comprensorio sono presenti superfici iscritte nell'Inventario dei prati e pascoli secchi d'importanza nazionale e cantonale (PPS, Figura 2, Figura 3), principalmente rappresentati da praterie medioeuropee aride e semiaride a Forasacco (*Xero- e Mesobromion*) e prati insubri aridi su suolo acido (*Diplachnion*) con inclusi-

oni di praterie continentali semiaride (*Cirsio-Brachypodium*) e, puntualmente, frammenti di brughiere subatlantiche acidofile (*Calluno-Genestion*). Questi pregiati ambienti naturali ospitano specie molto rare ed emblematiche, quale ad esempio la Peonia selvatica (*Paeonia officinalis* L.), una specie esclusiva del Monte Generoso e dell'Asfodelo montano (*Asphodelus albus* Mill.). Le fitocenosi prative accolgono inoltre un'entomofauna di grande interesse per la presenza di numerose specie rare e minacciate di estinzione. Durante l'ultima glaciazione, la sommità del Monte Generoso era uno dei pochi territori che emergevano dai ghiacci e che assunsero quindi il ruolo di zona rifugio. L'area ospita tutt'ora un numero notoriamente elevato di endemismi faunistici tra cui il gasteropode terrestre Nigra di Tandonia (*Tandonia nigra* Pfeiffer).

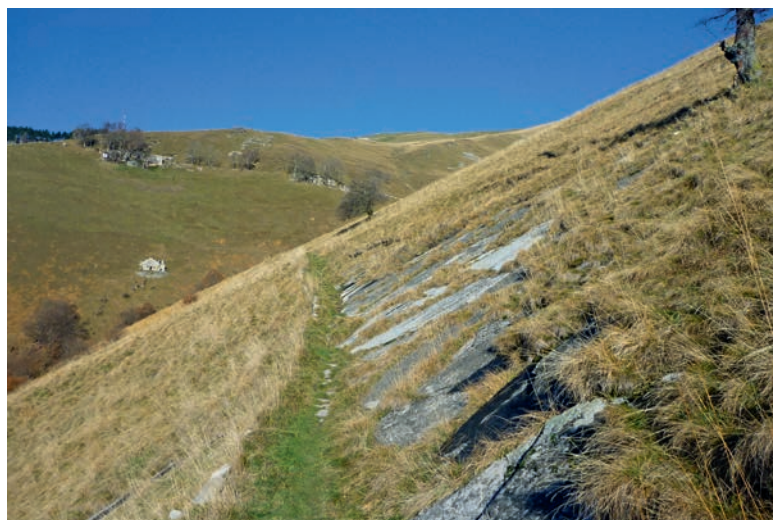


Figura 2: aspetto generale dei prati magri del Monte Generoso lungo il tracciato di scavo [vista verso monte]. | Abbildung 2: Magerwiesen des Monte Generoso entlang der Grabungsstrecke [Blick bergauf].



Figura 3: aspetto generale dei prati magri del Monte Generoso lungo il tracciato di scavo [vista verso valle]. | Abbildung 3: Magerwiesen des Monte Generoso entlang der Grabungsstrecke [Blick in Richtung Tal].

Questa particolare situazione ha richiesto un attento accompagnamento ambientale dei lavori, sia in fase progettuale sia in fase esecutiva.

In fase progettuale è stata allestita una perizia naturalistica volta a:

- analizzare il contesto naturalistico nel quale si inserisce il progetto;
- valutare l'impatto dell'opera sulle componenti naturali e ottimizzarne il tracciato;
- elaborare misure di mitigazione e sostituzione e pianificare l'accompagnamento ambientale.

L'intero progetto è stato sviluppato tenendo in considerazione le problematiche legate a:

- protezioni delle sorgenti e del suolo, trasporti e depositi di materiale per la costruzione;
- protezione di prati secchi d'importanza nazionale e cantonale;
- protezione del paesaggio.

2.2 Il progetto

Il progetto è nato dalla necessità di smaltire le acque luride provenienti dalla nuova struttura ricettiva in vetta attraverso una tubazione a gravità. Considerata l'opportunità, gli enti interessati hanno commissionato la posa di altre infrastrutture. Per rendere minima la sezione di posa ed evitare movimenti di terra superflui, il progetto ha previsto la posa di tutte le tubazioni nella medesima sezione di scavo.

L'esame della morfologia dei terreni ha permesso inoltre di individuare il tracciato tecnicamente più opportuno e meno invasivo dal profilo ambientale. In particolare, lo stesso si è sviluppato tenendo in considerazione le seguenti condizioni:

- evitare di interessare le zone di protezione delle acque sotterranee S1 ed S2 ad eccezione di un tratto di circa 35 ml in zona S2 [dove sono state adottate le misure particolari descritte in seguito];
- evitare di toccare i prati secchi di importanza federale e cantonale. Dove ciò non è stato possibile sono state attuate le misure di mitigazione descritte in seguito;
- evitare di transitare in corrispondenza dei sentieri escursionistici per preservarne il valore storico-paesaggistico. Dove ciò non è stato possibile sono state prese le misure necessarie.

Dopo aver allacciato l'edificio in vetta a quota 1'600 m s.l.m. si è raggiunto l'abitato di Roncapiano (957 m s.l.m.) attraversando le località «Piana» e «Nadigh» per una lunghezza complessiva di circa 2'200 ml. In particolare, è stato seguito il tracciato aereo di AIL SA esistente dall'edificio in vetta fino alla località «Piana» [trasversalmente al pendio], per poi proseguire in corrispondenza del sentiero esistente ad una distanza minima di 5 m dallo stesso. Il tracciato si è sviluppato interamente su prati.

L'intervento ha previsto la posa di una tubazione di acque luride, 3 tubi per l'alloggiamento di cavi media tensione

(MT), 1 tubo per l'alloggiamento di cavi bassa tensione (BT), 2 tubi per l'alloggiamento di fibra ottica e una tubazione AP. La trincea di scavo è stata realizzata con l'obiettivo di movimentare meno materiale possibile. La larghezza media è stata di ca. 1.00 m; la profondità minima di 1.10 m [con l'obiettivo di garantire la copertura al gelo della tubazione AP].

Questo profilo di posa, di seguito rappresentato [Figura 4, Figura 5], ha permesso di ridurre la larghezza di scavo, limitare i costi di costruzione, evitare movimenti di terra superflui e ridurre il rischio di eventuali interferenze. Oltre a ciò, la limitata sezione di scavo, ha garantito anche una maggiore sicurezza agli operatori in loco, evitando importanti scavi in zone impervie e con pendenze elevate.

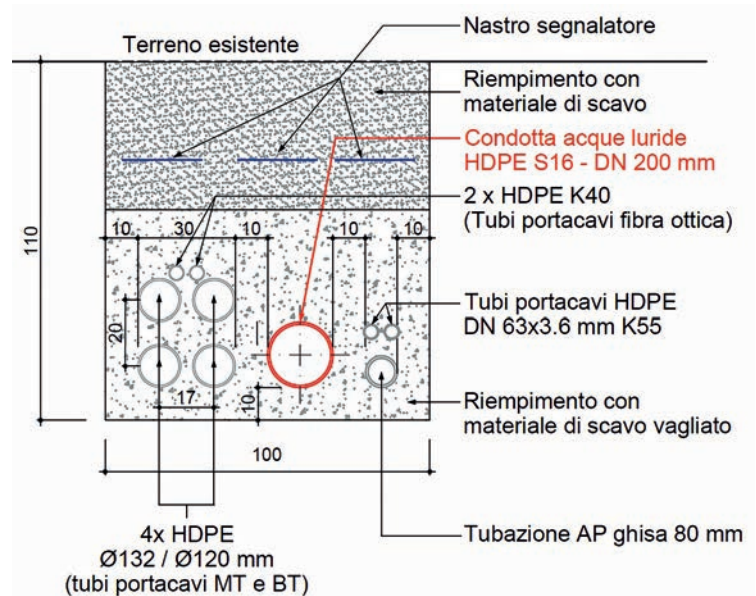


Figura 4: sezione tipo di posa. | Abbildung 4: Beispielschnitt eines Verlegeabschnittes.

Al fine di limitare la movimentazione di materiale, non si è proceduto con il rinfianco in beton dei tubi. Tale scelta si è resa possibile dal fatto che il terreno in questione non sarà mai soggetto a forti carichi sulla superficie. Al fine di evitare, in ogni caso, danneggiamenti alle tubazioni si è proceduto a:

- creare delle zone di bloccaggio puntuali in beton delle infrastrutture;
- utilizzare materiali aventi caratteristiche di resistenza superiori a quanto utilizzato di prassi [es. canalizzazione in HDPE].

Inoltre, in considerazione delle forti pendenze in gioco si è proceduto alla creazione di camere di dissipazione dell'energia [pressioni fino 70 bar] e puntali ancoraggi sulle tubazioni AP.

Durante la fase esecutiva si è deciso di eseguire lo scavo utilizzando 2 leggeri escavatori rampanti [un escavatore



Figura 5: trincea di scavo e tubi in fase di posa. | Abbildung 5: Baugrube und Verlegung der Rohre.

per lo scavo ed uno per i riempimenti). Questa scelta ha evitato ai singoli mezzi di transitare 2 volte in corrispondenza della stessa tratta riducendo sensibilmente l'impatto sul soprassuolo. La lavorazione è avvenuta da monte verso valle.

In considerazione delle particolari pendenze in gioco e della zona impervia, prima di procedere con l'esecuzione degli scavi, sono state sempre adottate tutte le misure atte a garantire la sicurezza degli operatori in cantiere dei fruitori e degli abitati. Questo ha significato:

- valutare tratta per tratta le misure principali da adottare;
- eseguire le misure condivise (protezione mediante tavole in legno, protezione mediante rete metallica, chiusura sentieri, coordinamento con gli enti locali e tutte le parti interessate);
- valutare se le misure adottate sono tali da soddisfare la sicurezza;
- procedere con gli scavi;

Particolare attenzione è stata data alla zona di protezione delle acque S2 dove, in accordo con i Servizi cantonali

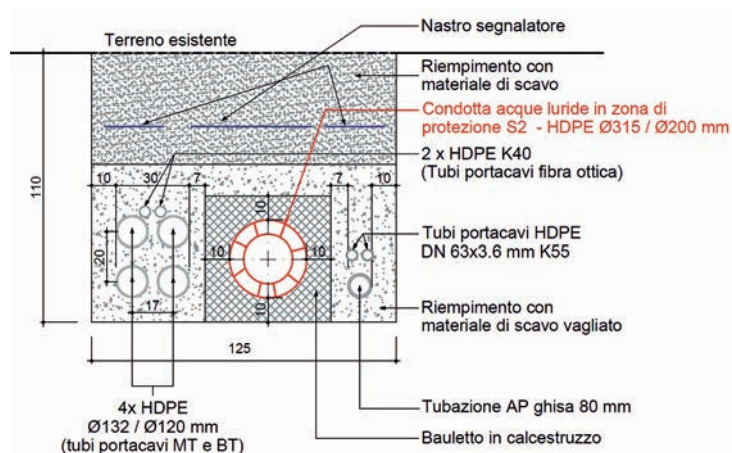


Figura 6: sezione tipo di posa in corrispondenza della zona di protezione delle acque S2. | Abbildung 6: Schnitt der Verlegung auf der Höhe der Wasserschutzzone S2.

competenti, il passaggio con l'infrastruttura fognaria è stato realizzato mediante l'utilizzo di un doppio tubo e la posa di particolari camere di ispezione. Inoltre, la canalizzazione è stata rinfiancata in beton come riportato nella sezione tipo di seguito rappresentata [Figura 6].

La fase esecutiva è iniziata nel mese di agosto 2015 e si è conclusa nel mese di dicembre 2017. Durante il periodo invernale è stata istituita una fase di sospensione dei lavori a causa delle particolari avverse condizioni meteorologiche [ghiaccio e neve].

2.3 Accompagnamento ambientale dei lavori e metodi di inverdimento

Durante tutta la fase di esecutiva, sono stati individuati e rispettati i seguenti accorgimenti con l'obiettivo di ottenere un ripristino delle superfici conforme alle caratteristiche dell'ambiente circostante e di preservare i terreni circostanti:

- in caso di particolari situazioni [per esempio nei giorni successivi a forti precipitazioni e con terreno saturo d'acqua] si è evitato di eseguire delle operazioni di cantiere che avrebbero potuto deteriorare ulteriormente il sottosuolo;
- i lavori sono stati eseguiti unicamente durante la stagione vegetativa in modo tale da procedere con il tempestivo inverdimento delle superfici;
- i microhabitat quali rocce, massi affioranti, pietraie e vecchi muri a secco sono stati preservati;
- prima di ogni operazione di scavo è stata rimossa la cotica erbosa senza danneggiarla [scarifica]; essa è stata depositata a lato della sezione di scavo su di un geotessile volto ad impedire il deterioramento del terreno esistente;

- La cotica erbosa è stata ripristinata immediatamente al termine delle operazioni: al fine di evitare che la perdita di vitalità, sono state eseguite tappe di scavo ridotte, con riempimento e sistemazione entro i 5 giorni.

Durante tutta la fase esecutiva sono stati regolarmente coinvolti i Servizi cantonali del Dipartimento del Territorio competenti in materia [Ufficio della natura e del paesaggio, Sezione della protezione dell'aria, dell'acqua e del suolo].

2.4 Separazione dei materiali di scavo

La vetta del Monte Generoso è la parte sommitale di un vasto massiccio costituito quasi integralmente da calcare di Moltrasio. I suoli del monte Generoso sono quindi basici, differentemente dalla maggior parte dei suoli del Canton Ticino che sono acidi.

Il profilo pedologico dei suoli lungo il tracciato di scavo mostra un orizzonte A, ovvero lo strato superficiale del suolo, molto ridotto e che si riduce ad alcuni centimetri e che in alcuni casi è praticamente assente a causa dell'affioramento della roccia madre. In questi suoli, la distinzione

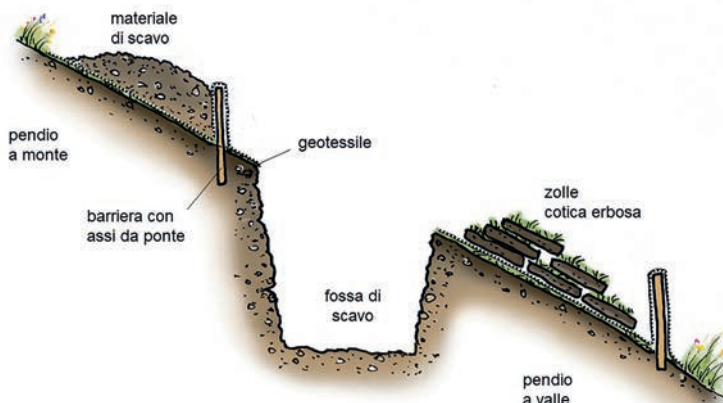


Figura 7: schema per la gestione dei materiali di scavo e recupero delle zolle di vegetazione. | Abbildung 7: Schema für das Management von Aushubmaterialien und die Rückgewinnung von Vegetationsziegel.



Figura 8: lavori preparatori manuali di sfalcio e protezione delle superfici erbose. | Abbildung 8: Manuelle Vorbereitungsarbeiten zum Mähen und Schützen von Vegetationsflächen.



Figura 9: posa di geotessile per la protezione delle superfici erbose. | Abbildung 9: Verlegung von Geomatten zum Schutz von Vegetationsflächen.



Figura 10: trincea di scavo con separazione degli orizzonti A e B+C. | Abbildung 10: Baugrube mit Trennung der A- und B+C-Horizonte.

tra l'orizzonte B e l'orizzonte C è difficilmente verificabile sul campo: ci troviamo di fronte a suoli con una componente litologica molto importante e preponderante. Questa situazione ha portato ad una difficile separazione tra gli orizzonti B e C, mentre l'orizzonte A, costituito praticamente dalle zolle di vegetazione, è stato sistematicamente separato dagli strati sottostanti (Figura 10, Figura 11). Le superfici erbose, sulle quali sorgono temporaneamente i depositi di materiale di scavo, sono state protette con geotessile (Figura 8, Figura 9). Un rigoroso schema per la gestione dei materiali di scavo e per il recupero delle zolle di vegetazione è stato applicato (Figura 7).



Figura 11: trincea di scavo con separazione degli orizzonti A e B+C. L'orizzonte A, composto dalle zolle inerbite è situato a valle dello scavo, gli orizzonti B+C sono situati a monte dello scavo. | Abbildung 11: Baugrube mit Trennung der A- und B+C-Horizonte. Der A-Horizont, bestehend aus den grasartigen Ziegeln, befindet sich talabwärts des Grabens, die B+C-Horizonte befinden sich bergseitig.

2.5 Ricoltivazione delle zolle e trapianti di specie

La prima operazione è stata quella di tagliare la vegetazione erbacea lungo tutto il tracciato di progetto e recuperare il materiale organico. In seguito, è stata eseguita la sistematica separazione dell'orizzonte A che ha permesso di recuperare lo strato erbaceo con l'apparato radicale e la parte di suolo con maggior tenore organico (Figura 2). Questo procedimento, eseguito con bagger rampante avente una benna liscia, ha permesso di depositare a lato



Figura 12: separazione delle zolle da trapianto durante lo scavo. | Abbildung 12: Trennung der Schollen zur Rekultivierung während dem Aushub.



Figura 13: trincea di scavo e separazione delle zolle. | Abbildung 12: Trennung der Ziegel zur Rekultivierung während dem Aushub.



Figura 14: Asfodelo montano in fiore sui prati del Monte Generoso. | Abbildung 14: Blühender Affodill auf den Wiesen des Monte Generoso.

dello scavo il materiale biologico pronto per il trapianto. Le piote erbose sono state inzollate manualmente subito dopo la chiusura dello scavo, dopo un'attesa massima in deposito di 5 giorni, al fine di evitare la disidratazione del materiale biologico e quindi il deterioramento (Figura 12, Figura 13).

Il tracciato di scavo ha dovuto, per vincolanti motivi tecnici, attraversare una superficie con una popolazione di Asfodelo montano, specie minacciata e tipica dei prati aridi su



Figura 15: individuo sradicato di *Asfodelo montano* pronto al trapianto. |
Abbildung 15: Entwurzelter Affodill, bereit zum Umpflanzen.

suolo calcareo a *Sesleria* comune [*Sesleria*] Siccome si tratta di una emicriptofita, sono stati effettuati dei trapianti mirati (Figura 14, Figura 15).

2.6 Inerbimento diretto

A seguito della ricoltivazione delle zolle, tutta la superficie è stata inverdita tramite la tecnica dell'inerbimento diretto, ovvero lo spargimento di materiale di sfalcio fruttifero proveniente da prati donatori, in questo caso rigorosamente siti accanto alla zona di scavo (Figura 15). Unitamente all'inverdimento diretto, grazie alla presenza del gestore agricolo dei prati della vetta, è stato raccolto il fiorume proveniente dal fienile. Questo fiorume non è altro che il miscuglio di semi che si deposita sul pavimento dei fienili e che può essere utilizzato per creare un nuovo prato o per migliorare la qualità di un prato esistente. Si tratta di una tecnica già utilizzata nella tradizione rurale. Oggi chiamiamo fiorume non solo il residuo che si raccoglie nei fienili, ma anche e soprattutto un miscuglio di semi di elevato



Figura 16: inerbimento diretto con fieno proveniente da prati donatori adiacenti allo scavo. |
Abbildung 16: Direktbegrünung mit Heu von Spenderwiesen neben der Baugrube.

pregio naturalistico, intenzionalmente prodotto a partire da un prato naturale o semi naturale mediante trebbiatura diretta del fieno. Se il prato donatore è ricco di specie vegetali, il fiorume ne rispecchierà la biodiversità, e, se tali specie sono pure autoctone, la semente rappresenterà un materiale di alta qualità per inerbimenti e ripristini ambientali.

La scelta di non fare capo a miscele commerciali è stata una conditio sine qua non dettata dal delicato contesto



Figura 17: operazione manuale di trebbiatura [seedharvesting]. |
Abbildung 17: Manueller Dreschvorgang [Saatguternte].

naturalistico e dalla presenza di specie vegetali rare e protette, onde evitare l'apporto di ecotipi non locali e quindi scongiurare potenziali inquinamenti biologici. Inoltre, l'utilizzo di materiale biologico locale assicura una ricrescita di specie evolutivamente adattate al contesto microclimatico, altitudinale e ai fattori edafici.

2.7 Raccolta di sementi [seed harvesting]

Accanto alle procedure sopra descritte, si è voluto testare un metodo di raccolta manuale del fiorume attraverso la trebbiatura dei prati fioriti. L'apparecchiatura sperimentale, di seguito presentata, utilizza un decespugliatore modificato con un pettine rotante che trebbia e raccoglie i semi (Figura 17), stoccandoli temporaneamente e spargendoli sulle superfici riceventi durante il periodo primaverile successivo.



Figura 18: preparazione per posa di biostuoia a protezione delle superfici inerbite. | Abbildung 18: Vorbereitung für die Verlegung der Bio-Matten zum Schutz der Rasenflächen.



Figura 19: posa di biostuoia a protezione delle superfici inerbite. | Abbildung 19: Verlegung von Bio-Matten zum Schutz der Rasenflächen.

2.8 Protezione e stabilizzazione delle superfici

Le superfici inerbite sono state immediatamente stabilizzate con una biostuoia in fibra di juta (tipo SS, 500 g/m²) e, solo nei casi di superfici con declivio molto importante, con rete in fibra di cocco (Tipo KG0700, 700 g/m²) (Figura 18, Figura 19).

3. Risultati

Il cantiere si è concluso con il collaudo dell'opera nel mese di aprile 2017. Durante questi due anni di cantiere e i susseguenti, sono stati eseguiti regolari sopralluoghi al fine di valutare il grado di inerbitamento. Di seguito riportiamo alcune immagini che riprendono la situazione durante l'estate del 2018 (Figura 20), quindi dopo un anno dal termine dei lavori sulla parte sommitale dello scavo (in vetta al Monte



Figura 20: situazione dell'inerbimento lungo il tratto di monte dello scavo presso la vetta del Monte Generoso (estate 2018). | Abbildung 20: Entwicklung der Wiese entlang des vorgelagerten Grabungsabschnitts am Gipfel des Monte Generoso (Sommer 2018).



Figura 21: situazione dell'inerbimento lungo il tratto di monte dello scavo presso la vetta del Monte Generoso (estate 2020). Al centro si intravede il tracciato di scavo completamente inerbito. | Abbildung 21: Entwicklung entlang des bergseitigen Grabungsabschnitts am Gipfel des Monte Generoso (Sommer 2020). In der Mitte ist die komplett begrünte Ausgrabungsstrecke zu erahnen.

Generoso], e l'estate del 2020, a tre anni (Figura 21). Qualitativamente l'inerbimento è considerato acquisito su più del 95% della superficie del tracciato, rispetto alla situazione antecedente i lavori. Anche da profilo paesaggistico è stato possibile ripristinare fedelmente i declivi senza arrecare modifiche morfologiche e quindi paesaggistiche. L'applicazione delle tecniche precedentemente descritte



Figura 22: situazione durante l'inerbimento lungo il tratto di scavo presso il nucleo di Nadigh. | Abbildung 22: Entwicklung der Begrünung entlang der Ausgrabungsstrecke in der Nähe des Ortskerns von Nadigh.



Figura 23: ricrescita vegetativa lungo il tratto di scavo presso il nucleo di Nadigh. | Abbildung 23: Begrünung entlang der Ausgrabungsstrecke bei Nadigh.

ha dimostrato anche una buona efficacia e resa: infatti se le condizioni meteorologiche sono ideali, sia in termini di temperatura sia di umidità del terreno, una prima ricrescita vegetativa è già osservabile a distanza di pochi mesi (Figura 22, Figura 23), così come l'attecchimento delle zolle trapiantate.

Da un primo controllo botanico, appare evidente che la tipologia di vegetazione erbacea che si è sviluppata sulle superfici inerbite corrisponde alla vegetazione presente sulle superfici laterali allo scavo, in termini di specie caratteristiche e dominanti (Figura 24). Una folta copertura spontanea di graminacee ha permesso di stabilizzare rapidamente le superfici nude, con la presenza di specie locali quali l'Avena altissima (*Arrhenaterum elatius* L.), l'Avena pubescente (*Helictotrichon pubescens* Pilg.) e l'Erba maz-zolina comune (*Dactylis glomerata* L.) (Figura 25).



Figura 24: situazione di dettaglio dell'inerbimento lungo (estate 2020). | Abbildung 24: Detailansicht der Begrünung (Sommer 2020).



Figura 25: situazione di dettaglio dell'inerbimento con una folta copertura di graminacee (estate 2020). | Abbildung 25: Detailansicht der Begrünung mit dichtem Gräserbewuchs (Sommer 2020).

Un controllo dell'efficacia sarà eseguito durante la stagione vegetativa 2021, comparando alcune superfici test con superfici di controllo esterne ma adiacenti allo scavo, con l'intento di verificare che la composizione floristica genera-



Figura 26: individui di asfodelo montano trapiantati, situazione dopo un anno dall'operazione. | Abbildung 26: Umgepflanzer Affodill, Entwicklung ein Jahr später.

le, in termini di specie, ricalchi quella presente naturalmente lungo i pendii erbosi.

Il trapianto di asfodelo montano ha dimostrato la fattibilità di tale operazione. Gli individui trapiantati hanno ritrovato vigore vegetale così come si evince dall'immagine sottostante che riprende alcuni individui vegetanti tra le maglie del geotessile [Figura 26].

Le infrastrutture sono state valutate con opportune prove [video ispezione, calibratura, prove di pressione]. Tali prove hanno dato esito positivo e le valutazioni degli anni successivi all'esecuzione mostrano un buono stato di conservazione delle infrastrutture. Le scelte progettuali e gli accorgimenti esecutivi risultano pertanto soddisfacenti, in particolare per quanto concerne:

- una buona scelta dei materiali utilizzati;
- un opportuno riempimento, in particolare in prossimità delle tubazioni;
- utilizzo puntuali di blocchi in beton.

4. Discussione

Attraverso un'accurata pianificazione cantieristica, un accompagnamento ambientale dei lavori e l'implementazione di tecniche di inerbimento diretto, è stato possibile ricucire paesaggisticamente ed ecologicamente il versante e i prati attraversati dall'opera di genio civile, dismettendo al contempo la linea elettrica aerea esistente.

L'utilizzo di materiale biologico locale ha inoltre permesso di ricoltivare le superfici di cantiere preservando la biodiversità e la diversità genetica della flora indigena, requisito fondamentale in un contesto naturalistico di estremo valore. Anche dal profilo finanziario, nel caso specifico, i costi di un inerbimento diretto sono risultati inferiori rispetto

all'utilizzo di particolari miscele presenti sul commercio. A tal proposito risulta importante valutare caso per caso gli obiettivi degli inverdimenti, al fine di proporre soluzioni adeguate e sostenibili.

Considerate le particolari condizioni [quali pendenze, geologia, lunghezza del tracciato, vincoli ambientali e esigenze di sicurezza] questo progetto ha richiesto una notevole flessibilità, con accorgimenti progettuali in corso d'opera, quali, ad esempio, l'adattamento della sezione di scavo a quota 1'100 m s.l.m., dove la roccia riscontrata è risultata molto più friabile del previsto con conseguenze sulle misure adottate inerenti alla sicurezza.

5. Ringraziamenti

Si ringraziano tutti gli Enti promotori dell'opera: la Ferrovia Monte Generoso SA, le Aziende Industriali di Lugano SA e il Comune di Castel San Pietro e i Servizi preposti dell'Amministrazione cantonale del Canton Ticino.

Si ringraziano tutti i proprietari fondiari, le aziende agricole e i fruitori del comparto per la collaborazione dimostrata.

Contatto:

Marco Nembrini
dipl. biol. UNIL / ing. ambientale EPFL
Oikos Sagl
Consulenza e ingegneria ambientale
Via riale Righetti 20a
CH-6500 Bellinzona
website: www.oikos.swiss
email: marco.nembrini@oikos.swiss



Marco Nembrini

Samuele Bonacina
Ingegnere forestale FH
Comal.ch SA
CH-6834 Morbio Inferiore
website: www.comal.ch
email: samuele.bonacina@comal.ch

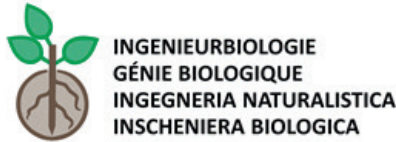


Samuele Bonacina

Luca Mentasti
Ingegnere civile dipl. PoliMi
Comal.ch SA
CH-6834 CH-Morbio Inferiore
website: www.comal.ch
email: luca.mentasti@comal.ch



Luca Mentasti



Rapperswil, 31.03.2021

Ausschreibung *Ingenieurbiologiepreis - Gewässer 2022*

Sehr geehrte Damen und Herren

Der Verein für Ingenieurbiologie setzt sich seit 1989 für einen nachhaltigen Umgang mit den Schweizer Gewässern ein. Im 2001 wurde zum ersten Mal ein «Gewässerpreis Schweiz» vergeben. Der Verein für Ingenieurbiologie hat zusammen mit anderen Organisationen bis 2015 im Zweijahresrhythmus den Preis vergeben.

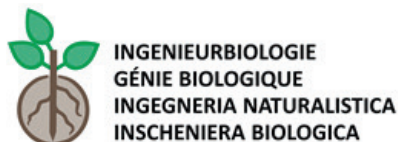
Die inzwischen deutlich verschärften gesetzlichen Gewässerschutzvorgaben machen eine Preisverleihung anspruchsvoll. Der Verein für Ingenieurbiologie erachtet allerdings eine Würdigung besonderer Leistungen rund um Gewässer weiterhin als zukunftssträchtig und wird neu den Preis in Form einer Ausschreibung weiterführen. Er wird nun im Vierjahresrhythmus abwechselnd mit dem *Ingenieurbiologiepreis – Hochlagenbegrünung* vergeben.

Um Revitalisierungsprojekte bei Gewässern mit vorbildhaftem Charakter aufzuzeigen, vergibt der Verein für Ingenieurbiologie einen Preis für gelungene Projekte. Die Preisverleihung wird anlässlich der Mitgliederversammlung im Frühsommer 2022 stattfinden. Die ausführlichen Kriterien für die Vergabe des *Ingenieurbiologiepreis - Gewässers* finden Sie auf der Homepage des Vereins Ingenieurbiologie (<http://www.ingenieurbiologie.ch>).

Vorschläge für den *Ingenieurbiologiepreis – Gewässer 2022* können bis zum **31. Juli 2021** beim Sekretariat des Vereins für Ingenieurbiologie eingereicht werden (Formular für Kandidatur siehe: www.ingenieurbiologie.ch).

Anmeldung und Auskunft:

Verein für Ingenieurbiologie
c/o OST Ostschweizer Fachhochschule
ILF Institut für Landschaft und Freiraum
Oberseestrasse 10, CH-8640 Rapperswil
Tel.: 058 257 48 97
E-Mail: sekretariat@ingenieurbiologie.ch



Rapperswil, 31 mars 2021

Appel aux candidatures : Prix du génie biologique – Cours d'eau 2022

Madame, Monsieur,

L'Association pour le génie biologique s'engage depuis 1989 pour une gestion durable des eaux en Suisse. En 2001, un "Prix des cours d'eau" a été décerné pour la première fois. En collaboration avec d'autres organisations, l'Association pour le génie biologique a décerné ce prix tous les deux ans jusqu'en 2015.

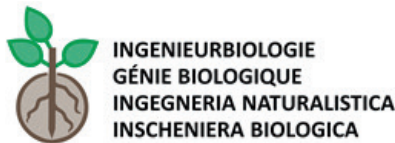
Les exigences légales désormais beaucoup plus strictes en matière de protection de l'eau rendent l'attribution des prix difficile. Toutefois, l'Association pour le génie biologique considère toujours encore qu'une distinction pour des projets particuliers dans le domaine de l'eau soit porteur d'avenir et a donc décidé de continuer à offrir le prix sous la forme d'un appel aux candidatures. Ce dernier sera désormais décerné tous les quatre ans, en alternance avec le *Prix du génie biologique - végétalisation en altitude*.

Ce *Prix du génie biologique - cours d'eau* a pour but de mettre en valeur des projets de revitalisation des cours d'eau ou de rives lacustres réussis, à caractère exemplaire. La cérémonie de remise des prix aura lieu à l'occasion de l'assemblée générale au début de l'été 2022. La liste des critères considérés pour l'attribution du prix peut être trouvée sur la page d'accueil de site internet de l'Association du génie biologique (<http://www.ingenieurbiologie.ch>).

Les propositions de projets pour le *Prix du génie biologique - eau 2022* peuvent être soumises au secrétariat de l'Association du génie biologique jusqu'au **31 juillet 2021** (voir www.ingenieurbiologie.ch pour le formulaire de candidature et la liste des critères).

Inscription et renseignement :

Verein für Ingenieurbiologie
 c/o OST Ostschweizer Fachhochschule
 ILF Institut für Landschaft und Freiraum
 Oberseestrasse 10, CH-8640 Rapperswil
 Tel.: 058 257 48 97
 E-Mail: sekretariat@ingenieurbiologie.ch



Rapperswil, 31.03.2021

Bando di concorso Premio ingegneria naturalistica - acqua 2022

Gentili signore, Egregi signori,

L'Associazione d'ingegneria naturalistica s'impegna dal 1989 per una gestione sostenibile dei corsi d'acqua svizzeri. Nel 2001 venne assegnato per la prima volta un premio «Acque - Svizzera». L'Associazione d'ingegneria naturalistica, assieme ad altre organizzazioni, ha assegnato il premio ogni 2 anni fino al 2015.

Le direttive e la legislazione sulla protezione delle acque, nel frattempo divenute particolarmente severe, rendono una premiazione particolarmente esigente. L'Associazione d'ingegneria naturalistica considera tuttavia il riconoscimento di prestazioni particolari nell'ambito della rinaturazione e sistemazione delle acque un tema particolarmente promettente e intende proseguire con l'assegnazione di un premio lanciando un concorso. Il premio verrà conferito ogni quattro anni in modo alternato con il *premio ingegneria naturalistica – rinverdimento delle superfici in quota*.

L'Associazione d'ingegneria naturalistica s'impegna a dar rilievo a rivitalizzazioni esemplari con l'assegnazione di un premio per progetti particolarmente riusciti. L'attribuzione del premio avrà luogo durante l'annuale assemblea dei membri a tarda primavera 2022. I criteri per l'assegnazione del premio ingegneria naturalistica - acqua sono elencati in dettagli sul sito dell'Associazione d'ingegneria naturalistica (<http://www.ingenieurbiologie.ch>).

Le proposte per il *premio ingegneria naturalistica - acqua 2022* sono da inoltrare entro il **31. luglio 2021** al segretariato dell'Associazione d'ingegneria naturalistica (formulario per la candidatura: <http://www.ingenieurbiologie.ch>).

Iscrizione e informazioni:

Verein für Ingenieurbiologie
c/o OST Ostschweizer Fachhochschule
ILF Institut für Landschaft und Freiraum
Oberseestrasse 10, CH-8640 Rapperswil
Tel.: 058 257 48 97
E-Mail: sekretariat@ingenieurbiologie.ch

Impressum

Mitteilungsblatt für die Mitglieder des Vereins für Ingenieurbiologie

Heft Nr. 1/2021, 31. Jahrgang
Erscheint viermal jährlich
ISSN 1422-008

Herausgeber / Editeur:

Verein für Ingenieurbiologie
c/o OST Ostschweizer Fachhochschule
ILF Institut für Landschaft und Freiraum
Oberseestrasse 10, CH-8640 Rapperswil
Tel.: +41 58 257 48 97
E-Mail: sekretariat@ingenieurbiologie.ch

Internet-Adresse / Adresse internet:

<http://www.ingenieurbiologie.ch>

Druck / Impression:

Vögeli AG, Langnau i. E.

Verantwortlicher Redaktor / Rédacteur responsable:

Christian Rickli
Gebirgshydrologie und Massenbewegungen
Eidg. Forschungsanstalt WSL
Zürcherstrasse 111
CH-8903 Birmensdorf
Tel.: +41 44 739 24 03
E-Mail: christian.rickli@wsl.ch

Redaktionsausschuss / Comité de rédaction:

Robert Bänziger
Tel.: + 41 44 850 11 81
E-Mail: Robert.Baenziger@bk-ing.ch

Monika La Poutré
Tel.: + 43 650 8615215
E-Mail: m.stampfer@gmx.at

Roland Scheibli
Tel.: + 41 43 259 27 64
E-Mail: roland.scheibli@bd.zh.ch

Lektorat / Lectorat:

Martin Huber
Tel.: + 41 32 671 22 87
E-Mail: martin.huber@bsb-partner.ch

Übersetzungen / Traductions:

Rolf T. Studer
E-Mail: rolf.studer@mail.com

Sekretariat / Secrétariat:

Verein für Ingenieurbiologie
c/o OST Ostschweizer Fachhochschule
ILF-Institut für Landschaft und Freiraum
Oberseestrasse 10, CH-8640 Rapperswil
Tel.: +41 58 257 48 97
E-Mail: sekretariat@ingenieurbiologie.ch

**Weitere Exemplare dieses Heftes können zum
Stückpreis von Fr. 20.- beim Sekretariat bezogen werden.**



Unser Beratungs- und Ausführungsteam begleitet Ihre Projekte mit 55 Jahren Know-how.

- 
Ansaat
Wir begrünen alle Flächen und Böschungen in jedem Gelände und an jedem Standort.
- 
EcoTex®-Geotextilien als Erosionsschutz
Wir liefern und verlegen Geotextilien aus Kokosfasern oder Jute; natürlich und biologisch abbaubar.
- 
Sedummatten
Sie suchen vorkultivierte, sofort verlegbare Sedummatten für die extensive Begrünung von Böschungen, Verkehrsinseln, Garten- und Rasenabschlüssen oder Garagen und Carports? Wir liefern sie.
- 
Ingenieurbiologie
Wir sind Ihr Ansprechpartner für verschiedene Stützkonstruktionen für Uferzonen und Böschungen.

Mehr Informationen und interessante Referenzobjekte finden Sie auf unserer Internetseite www.hydrosaat.ch.

Senden Sie uns eine Mail an hydrosaat@hydrosaat.ch oder rufen Sie uns an unter 026 322 45 25. Wir freuen uns auf Ihre Kontaktaufnahme!




Inserate Annonces

Inseratarif für Mitteilungsblatt / Tarif d'insertion dans le bulletin

Der vorliegende Tarif ist gültig für eine Ausgabennummer.

Le present tarif comprend l'insertion pour une parution.

1 Seite Fr. 1125.- 2/3 Seite Fr. 825.- 1/2 Seite Fr. 600.-

1/3 Seite Fr. 450.- 1/4 Seite Fr. 375.- 1/8 Seite Fr. 225.-

Separate Werbebeilage beim Versand: 1 A4-Seite Fr. 1000.-

jede weitere A4-Seite Fr. 300.-

**Inseratenannahme: Verein für Ingenieurbiologie c/o OST Ostschweizer
Fachhochschule ILF, Institut für Landschaft und Freiraum, Oberseestrasse 10,
8640 Rapperswil, Tel. +41 58 257 48 97,
sekretariat@ingenieurbiologie.ch**

Link auf der Internetseite des Vereins / Liens sur la page de l'Association:

Fr. 750.- pro Jahr/par an

Oder gratis bei Inseraten im Mitteilungsblatt im Wert von mindestens

Fr. 750.- pro Jahr.

Ou gratuit pour des annonces dans le bulletin d'une valeur d'au moins Fr. 750.-
par an.

Nächste Ausgaben Prochaines éditions

Redaktionsschluss

15. April 2021

23. Juli 2021

17. September 2021

Thema

Innovative Arbeitsmittel und neue Tools

Biodiversität und Pflanzenverwendung

Geschiebe und Schwebstoffe

Redaktion

Roland Scheibli

Monika La Pourtré

Robert Bänziger

Fachbeiträge sind gemäss den redaktionellen Richtlinien zu verfassen und bis zum Redaktionsschluss dem/der zuständigen Redaktor/in einzureichen.



INGENIEURBIOLOGIE
GÉNIE BIOLOGIQUE
INGEGNERIA NATURALISTICA
INSCHENIERA BIOLOGICA

Verein für Ingenieurbiologie
c/o OST Ostschweizer Fachhochschule
ILF Institut für Landschaft und Freiraum
Oberseestrasse 10, CH-8640 Rapperswil
Tel.: +41 58 257 48 97
E-Mail: sekretariat@ingenieurbiologie.ch



Europäische Föderation für Ingenieurbiologie
Federazione Europea l'Ingegn Naturalistica
Europ. Federation for Soil Bioengineering
Fedetacion Europea de Ingeniarta def Palufe

Giovanni de Cesare
EPFL ENAC IIC PL-LCH
GC A3 495 (Bâtiment GC)
Station 18, CH-1015 Lausanne
Tel. +41 21 69 32517
Mail: giovanni.decesare@epfl.ch

