

Innovativer Einsatz von Geokunststoffen für naturnahe Baumaßnahmen am Beispiel von Schutzbauten im Hochgebirge



DI Klaus Oberreiter
k.oberreiter@tencate.com

TENCATE Geosynthetics Austria GmbH
Schachermayerstrasse 18
4021 Linz
Tel.: +43-732-6983-55321; Fax: +43-732-5352

Bauen im Hochgebirge stellt besondere Anforderungen an Planung, Baustoffe und Bauverfahren. Insbesondere bei Schutzbauwerken gegen Steinschlag, Felsstürze und Lawinen stehen Sicherheitsaspekte, Baukosten und Materialverfügbarkeit sowie begrenzt verfügbare Bauzeit in enger Wechselwirkung, und beeinflussen maßgeblich Planung und Ausführung.

Anhand von 2 Beispielen wird erläutert, wie durch die Verwendung von Geokunststoffen wirtschaftliche und technisch einwandfreie Lösungen für einen Steinschlagschutzwall und eine Lawinenablenkmauer erzielt werden konnte.

1 Einführung

Sowohl für Steinschlag- als auch für Lawinenschutzbauten gelten biologische Maßnahmen (Bepflanzung) als unverzichtbar. Bei der Bewegung von größeren Massen (Felssturz, Bergsturz, große Lawinen-Ereignisse) haben aber selbst Wälder kaum mehr Einfluss auf die Dynamik und/oder den Rückhalt der Massen.

Schutzmaßnahmen gegen Steinschlag und Lawinen werden in primäre und sekundäre Schutzmaßnahmen unterteilt. Während primäre Schutzmaßnahmen am Hang ausgeführt werden, finden sekundäre Schutzmaßnahmen bei Sturzmassen Verwendung, die bereits mobilisiert wurden. Darunter fallen auch Ablenkbauwerke sowie Rückhaltewauern und Rückhaltedämme. Im Lawinenschutz und bei Felssturzereignissen verliert der Wald seine Schutzwirkung, wenn die Masse oberhalb losbricht. Sie schlägt eine Schneise in ihn hinein und er wird beschädigt oder zerstört.

Neben Stützverbauungen sind daher vor allem Bremsverbauten und Ablenkbauten geeignet „im Tal“ wirksamen Schutz zu gewähren. Derartige Schutzbauten sind auf dynamische Kräfte dimensionierte Bauwerke (Dämme, Mauern, Keile, Galerien), mit denen bezweckt wird, eine sich in Bewegung befindliche Masse zu bremsen, abzulen-

ken, zu spalten oder deren seitliche Ausbreitung zu verhindern.

Schutzdämme, Wälle und Wände lassen sich mittels Geotextilien rasch, kostengünstig und häufig mit dem vor Ort verfügbaren Schüttmaterial errichten. Hochzugfeste Geotextilien ermöglichen die Herstellung steiler aber standsicherer Böschungen durch lagenweisen Einbau. Darüber hinaus können durch unterschiedliche Oberflächengestaltung naturnahe, optisch ansprechende Lösungen gefunden werden.

2 Steinschlagschutzwall bei Schwaz am Eiblschrofen

Am 10. Juli 1999 ereignete sich am Massiv des Eiblschrofen südlich der Stadtgemeinde Schwaz/Tirol ein Felssturz. Felsblöcke in der Größe von Einfamilienhäusern hatten sich vom Berg gelöst und waren mit großer Wucht bis in die Nähe einer Siedlung herabgestürzt. Nach einer ersten



Bild 1 Bau der geotextil-verstärkten Krone
(Foto: M. Scheibner, ILF)

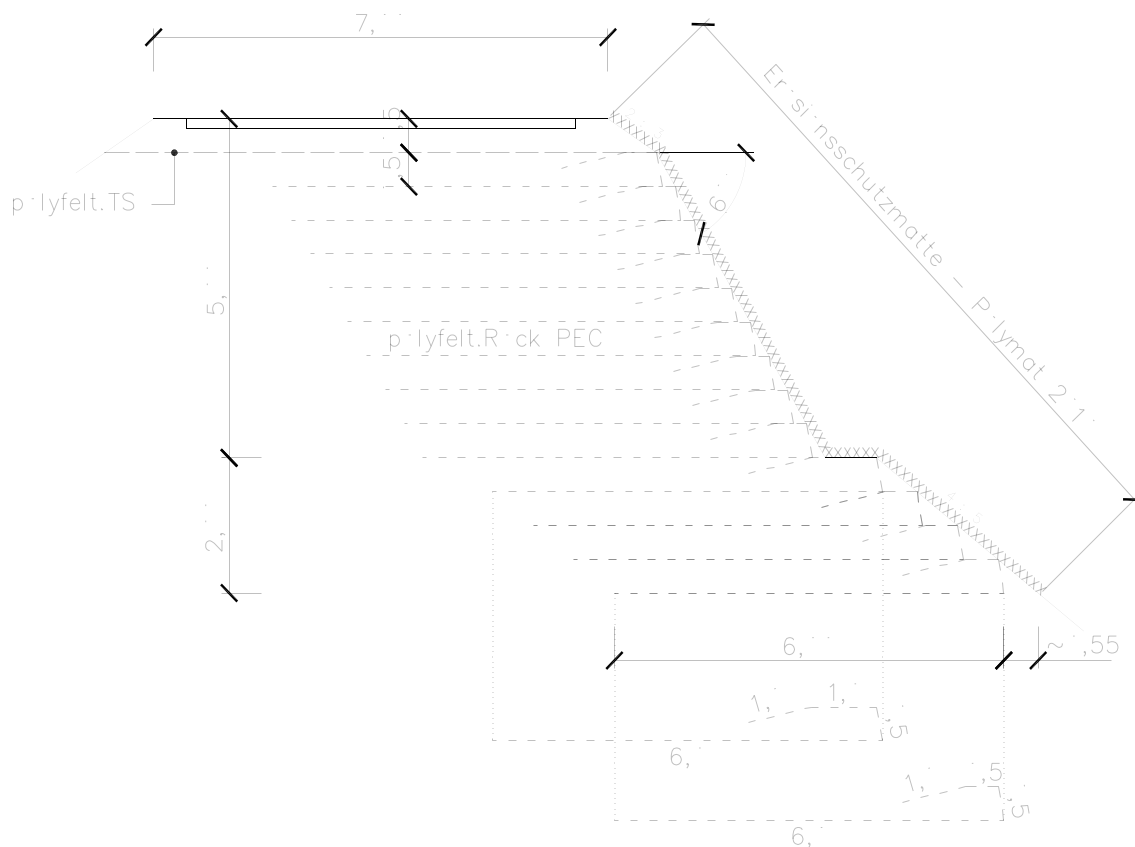


Bild 2 Querschnitt des Damms

Gefahrenbeurteilung mussten zunächst 285 Personen aus dem potentiellen Gefährdungsbereich evakuiert werden. Da mit weiteren Felsstürzen zu rechnen war, waren umfangreiche bautechnische Sicherungsmaßnahmen erforderlich.

Um die Wohnungen und Häuser vor weiteren Bergstürzen zu schützen, wurden oberhalb der evakuierten Häuser zwei Auffangdämme errichtet. Der größere der beiden Dämme ist 25 m hoch und an der Basis 80 m breit (Bild 1). Die Kubatur der Dämme beträgt insgesamt 180.000 m³. Diese Schutzdämme mussten innerhalb kürzester Zeit geplant und gebaut werden. Als kürzestmögliche Bauzeit wurden zunächst 3 Monate angesehen, die trotz der extremen Rahmenbedingungen sogar noch unterschritten werden konnten [1].

Eine besondere Schwierigkeit stellte das hohe Gefährdungspotential durch weitere Felsstürze, dem vor allem die Bauarbeiter bei der Errichtung der Dämme ausgesetzt waren, dar.

Die Bergseite dieses Damms wurde übersteilt ausgeführt, um mögliche weitere Felsstürze wirksam abzufangen und andererseits erhebliche Einsparungen an Schüttmaterial zu erzielen. Für die Steilböschung haben sich hochzugfeste Geokunststoffe besonders bewährt.

Schnell war man sich unter den Planern einig, dass für diesen Damm mit Geokunststoffbewehrung eine materialsparende und kostengünstige Bauweise zum Zug kommen sollte. Mittels einer Geotextil-bewehrten Böschung war es möglich, die Böschung steiler und somit mit einer wesentlichen Einsparung an Schüttmaterial zu errichten. Durch die Geotextil-Lagen werden zudem die Kohäsion des Dammkörpers und der Widerstand gegen dynamische Beanspruchung aus ev. weiteren Felsstürzen erhöht. Au-

ßerdem ermöglichte die Geotextilvariante hangseitig eine steilere Böschung, was das verfügbare Auffangvolumen erheblich vergrößerte [2].

Der Dammkörper wurde mit Neigungen von 2:3 (talseitig) bzw. 4:5 (hangseitig) hergestellt. Auf der Dammkrone wurde zudem eine 5 m hohe geotextilverstärkte Steilböschung aufgesetzt. Die Kronenbreite des Damms betrug 7 m (Bild 2).

Um eine dauerhafte Begrünung sicherzustellen, entschied man sich für eine Böschungsneigung von 60° und für die Verwendung eines Monofilament-Wirrageleges als Erosionsschutzmatte.

Die Standsicherheit der Steilböschung wurde durch Einlage mehrerer Lagen des hochzugfesten Verbund-Geotextils Rock PEC erhöht. Es handelt sich dabei um ein mechanisch verfestigtes Endlosfaservlies, das durch hochzugfeste Polyestergerarne verstärkt ist. Rock PEC weist folgende technische Vorteile gegenüber anderen Geotextil-Produkten auf:

- Hoher Steifigkeits-Modul (Hohe Zugfestigkeit bei geringer Dehnung)
- Hohe Wasserleitfähigkeit in der Ebene für den raschen Abbau von Porenwasserüberdrücken
- Hoher Widerstand gegenüber Einbaubeanspruchungen durch die Vlieslage als Schutz

Der Nachweis der inneren Standsicherheit erfolgt über die Analyse von Grenzgleichgewichtszuständen. In der kritischen Gleitfuge sind hinsichtlich der Geotextilien zwei Versagensfälle sind zu unterscheiden:

- Herausziehen der Bewehrungslage (Nachweis der Verankerungslänge)
- Bruch der Bewehrung (Nachweis der Höchstzugkraft)

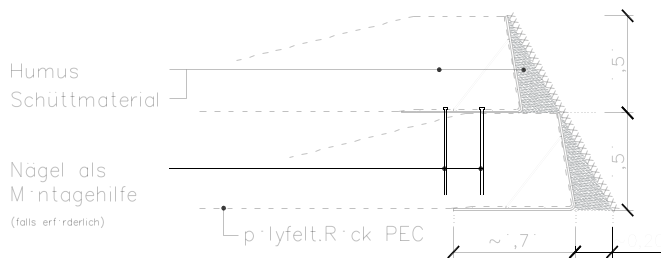


Bild 3 Detail der Böschungsoberfläche

Gemeinsam ist allen Bemessungsmethoden die Verwendung eines partiellen Sicherheitskonzeptes, das bestimmte Abminderungsfaktoren für die zulässige Höchstzugkraft vorsieht.

Diese produktspezifischen Faktoren dienen zur Berücksichtigung möglicher Kriecherscheinungen, Einbaubehauptungen und von Umwelteinflüssen (z. B. chem. Beanspruchung).

Unter Berücksichtigung dieser Auswahlkriterien entschied man sich für das Bewehrungsgeotextil Polyfelt Rock PEC 100. Die Schalung der Elemente erfolgte durch Baustahlgittermatten, die in entsprechendem Winkel zurechtgebogen wurden (Bild 3). Der vertikale Lagenabstand betrug 50 cm, die horizontale Einbindelänge 6,0 m.

Anfang August war Baubeginn für den Damm, der in einer extrem kurzen Bauzeit von etwa zwei Monaten errichtet wurde. Das bedeutet für den Einbau von 180.000 m³ Schüttmaterial einen Schnitt von mehr als 100 m³ pro Stunde und einen äußerst effizienten Bauablauf. Der Einsatz der geotextilen Bauweise wirkte sich auf den zügigen Baufortschritt positiv aus. Mitte Oktober waren die beiden mächtigen Dämme schließlich fertiggestellt.

3 Lawinenschutzmauer in Lanersbach

Die Talseite einer Lawinenablenkmauer aus Massivbeton wurde mittels einer begrünten geotextilverstärkten Erdstützkonstruktion optisch ansprechend gestaltet (Bild 4).

Im Zuge der Planung einer Lawinenablenkmauer in Lanersbach (Tirol) wurde daran gedacht, das Schutzbauwerk möglichst gut in den umliegenden Naturraum einzubinden. Lanersbach liegt auf ca. 1.350 m Seehöhe im



Bild 4 Lawinenablenkmauer Lanersbach Ansicht talseitig

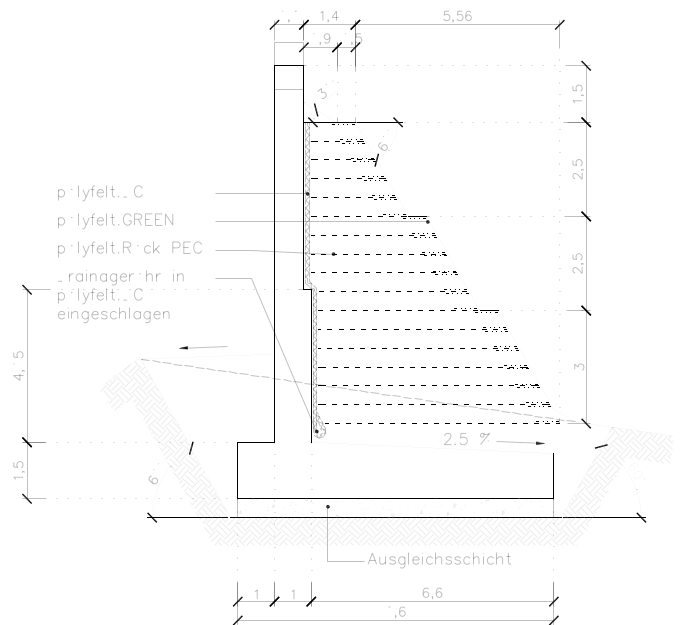


Bild 5 Lawinenablenkmauer Lanersbach, Schnitt

Zillertal, einem der größten Naturschutzgebiete in Österreich. Aus diesem Grund beauftragte der Forsttechnische Dienst für Wildbach- und Lawinenverbauung Tirol die Firma Polyfelt mit der begrünten Verbauung der Schutzmauer. Das kunststoffbewehrte Stützsystem (Bild 5), mit dessen Hilfe eine begrünte Böschung direkt an die Mauer angebaut werden konnte, bot einige entscheidende Vorteile:

- Die Konstruktion konnte statisch unabhängig von der Stahlbetonmauer errichtet werden. Die Höhe der begrünten Böschung wurde im Verlauf genau an die Mauer angepasst. Durch den steilen Böschungswinkel von 60° war der Platzbedarf äußerst gering.
- Die Begrünung erfolgte mit ortsüblichen Gräsern und Sträuchern.
- Das System konnte mit einer Grobsteinschichtung im Randbereich ergänzt werden.

Zur Berechnung kam das Computerprogramm „reslope“ zur Anwendung. Die daraus resultierende Dimensionierung ergab die Verwendung des hochzugfesten Verbund-Geotextils Polyfelt PEC mit einer Zugfestigkeit von 50 kN/m.

3.1 System

Die begrünte Böschung wurde mit einer verlorenen Schalung aus speziellen Baustahlgittern errichtet. Die Hauptzugbewehrung wird horizontal eingelegt, um die entstehenden Zugkräfte in den hinteren Teil der Stützkonstruktion zu übertragen. Auf Grund der vorhandenen Bodenkennwerte (innerer Reibungswinkel $\varphi = 30^\circ$, Wichte $\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$) wurden 50 cm als Abstand der Bewehrungslagen und eine Verankerungslänge der untersten Lage von 5,5 m ermittelt.

Abgesehen von der Hauptbewehrung wird ebenfalls ein Erosionsschutzgitter eingesetzt. Es wird an der Böschungsoberfläche in die Schalung eingelegt und schützt die neu errichtete, noch nicht begrünte Erdoberfläche vor Erosion durch Regenwasser und Wind.

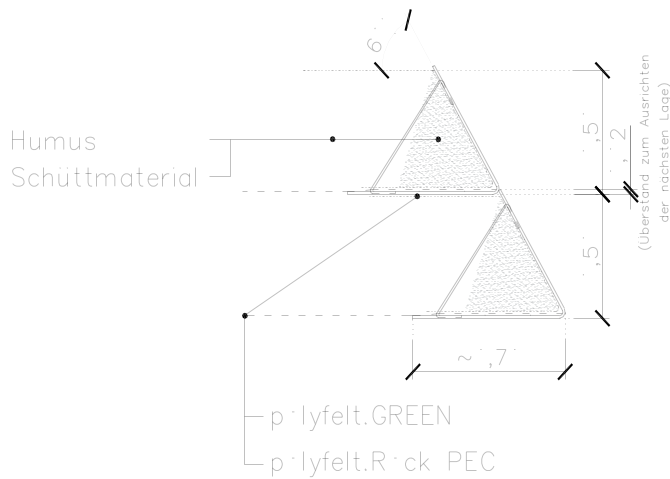


Bild 6 Geotextil-verstärkte Erdstützkonstruktion Lanersbach, Detail

3.2 Versuch

In Lanersbach wurden vier unterschiedliche, neu entwickelte Produkte für den Oberflächenschutz eingesetzt, um die Entwicklung der Begrünung zu vergleichen. Zum Einsatz kamen:

- Polymat, ein Monofilament-Wirragelege
- Envirofelt, ein 2 mm starkes, gelochtes Vlies
- FC 025, ein Verbundstoff aus Baumwolle und HDPE
- Glasgittergewebe mit einer Maschengröße von ca. 5 mm

Jeder Vegetations-Geokunststoff kam auf ca. 50 m² Anichtsfläche zum Einsatz.

3.3 Konstruktive Details

Die bis zu 10 m hohe Lawinenschutzmauer aus Stahlbeton wurde auf einem Streifenfundament von 1,5 m Höhe errichtet. Ihre Einbindetiefe beträgt 100 cm. Um die Pflege der Böschung zu erleichtern, wurden drei Bermen mit einer Breite von 50 cm ausgeführt (Bild 6).

Die Begrünung erfolgte erstmals unmittelbar nach der Errichtung im Juni 2000 und ein weiteres Mal im September.

3.4 Versuchsergebnisse und Fazit

Die Begutachtung der begrünten Böschung im August 2001 ergab, dass die Begrünung der Oberfläche äußerst erfolgreich war. Die Vegetation war bereits so gut entwickelt, dass von der statischen Konstruktion nichts zu erkennen war. Die verlorene Schalung aus Baustahlgitter und das jeweilige Vegetations-Geotextil haben sich gut mit dem Wurzelwerk der Gräser verbunden. Die Böschung wirkte dank ihrer abwechslungsreichen Gestaltung sehr natürlich. Die einzelnen Abschnitte der unterschiedlichen Vegetationskunststoffe waren nicht mehr voneinander zu unterscheiden.

Literatur

- [1] Bayer H., Gsell A., Hammer H., Sauer Moser S. und Scheiber M., Planning of Mitigation Measures regarding the Aggravated Risk imposed by Rockfall, Felsbau Nr. 18/2000
- [2] Brandl, H., Adam, D.; 2000, Special Applications of geosynthetics in geotechnical engineering 2nd European conference on geosynthetics, Bologna 2000