



Diasbachlawine gezähmt – 26,5 m hoher, geotextilbewehrter Damm schützt Kappl in Tirol

In den Jahren 2004 bis 2010 wurde im Bereich der Durrichalpe im Norden von Kappl im Auftrag des Forsttechnischen Dienstes für Wildbach- und Lawinenverbauung, Gebietsbauleitung Oberes Inntal, ein bis zu 26,5 m hoher und 640 m langer Lawinenauffangdamm aus einem mit Geogittern bewehrten Schüttkörper errichtet. Damit entstand im Tiroler Paznauntal auf einer Seehöhe von 2 200 m der größte Lawinendamm im alpinen Gelände. Der Damm nützt einen relativ flachen Almboden direkt oberhalb der Schluchtstrecke des Diasbachs zur Optimierung des Fallbodenvolumens. Das Lawinenauffangvolumen des Damms beträgt etwa 1 Mio. m³, das entsprechende Lawineneinzugsgebiet umfasst eine Fläche von 2,4 km². Durch den gewählten Dammstandort am Ausgang des Gebirgskessels und die gewählte Konstruktion konnten mehrere kleine Lawinendämme zu einem großen Damm mit hohem Wirkungsgrad zusammengefasst werden. Ab dem Winter 2010 wird die Wintersportgemeinde Kappl vor den gefährlichen Abgängen der Diasbachlawine aus dem Anbruchgebiet zwischen der Hohen Spitze im Westen und dem Rifflakopf im Osten geschützt. Eine wesentliche Konstruktionsbedingung eines Lawinendamms ist die steile lawinenseitige Dammböschung. Nur dadurch können Staublawinen wirksam entschärft werden. Für die Errichtung des örtlich 26,5 m hohen Lawinenauffangdamms Diasbach bestand somit praktisch nur die Möglichkeit, die bergseitige, unter 2 : 1 (63°) geneigte Dammböschung mithilfe einer Bewehrten-Erde-Konstruktion zu sichern. Der Damm umfasst insgesamt eine Schüttkubatur von 400 000 m³, der durch Geogitter bewehrte Schüttkörper kann mit 150 000 m³ angegeben werden. Insgesamt 285 000 m² Geogitter wurden in Schüttlagen von 60 cm eingebaut. Die 63° steile, bergseitige Dammoberfläche erhält ihre Form durch eine verlorene Schalung aus verzinkten Bewehrungsmatten.

Die Gemeinde Kappl im Paznauntal in Tirol in Österreich liegt am südseitigen Einhang zur Trisanna. Der Ort wird durch den tief ins Gelände eingeschnittenen Diasbach, den so genannten Diasbachgraben, durchtrennt. In kurzen zeitlichen Abständen werden die Ortsteile um den Diasbach immer wieder durch Muren und Lawinen aus dem Einzugsgebiet des Diasbachs schwer beeinträchtigt (Bilder 1 und 2). Das letzte große Lawinenereignis fand im März 1988 statt, als die Diasbachlawine als Nassschneelawine niederging und Schäden in den Weilern Diasbach und Lochau verursachte (Bilder 3 und 4). Dass kein Personenschaden zu beklagen war, grenzt an ein Wunder. Große Muren haben in den Jahren 2005 und 2010 das Ortsgebiet um den Diasbach bis zur Trisanna verschüttet.

Im Jahr 1999 wurde von der Wildbach- und Lawinenverbauung (WLV), Gebietsbauleitung Oberes Inntal in Imst, nach eingehender Untersuchung die Entscheidung gefällt, das Anbruchgebiet direkt oberhalb der Schluchtstrecke des

Diasbachs mit einem großen Lawinenauffangdamm zu verbauen. Bild 2 zeigt außer der Lage der Gemeinde Kappl im Paznauntal, dem Diasbach und seinem Einzugsgebiet auch die Lage des Auffangdamms. Bild 5 zeigt das ursprüngliche Baugelände des Auffangdamms, ein Teilgebiet der so genannten Durrichalpe mit zahlreichen kleinen Zuflüssen zum Diasbach, im Jahr 2003 während der Aufschlussarbeiten. Alternative Lösungen, wie die Errichtung einer großflächigen Anbruchverbauung oder mehrerer kleiner Lawinendämme, hätten einerseits einen größeren Eingriff in die Natur bedeutet und wären andererseits mit wesentlich höheren Errichtungskosten verbunden gewesen. Auch die verbleibende Wirksamkeit eines hohen Damms bei einer Teilverfüllung des Fallbodens wirkte sich positiv auf die Entscheidung zugunsten des hohen, lang gestreckten Damms aus. Das bewilligte Projekt sah vor, dass ein großer Lawinenauffangdamm mit einer Höhe bis zu 26,5 m, einer Länge von 640 m mit einem Schüttvolumen von 400 000 m³ auf dem Almboden der Durrichalpe errichtet wird. Das Auffangvolumen im Fallboden bergseitig des Damms beträgt etwa 1 Mio. m³ Schnee.

Die Errichtung eines großen Auffangdamms im alpinen Gelände mit sehr jungen Gesteinsablagerungen und unter extremen Witterungsbedingungen bedeutete eine hohe Anforderung an die Erkundung des Untergrunds, die Planung, die

Autoren

Dr.-Ing. Jörg Henzinger, Geotechnik Henzinger ZT, Grinzens, Österreich.

Michael Posch, WLV, Gebietsbauleitung Oberes Inntal, Imst, Österreich.

Dipl.-Ing. Harald Pöll, Geotechnik Henzinger ZT, Grinzens, Österreich.

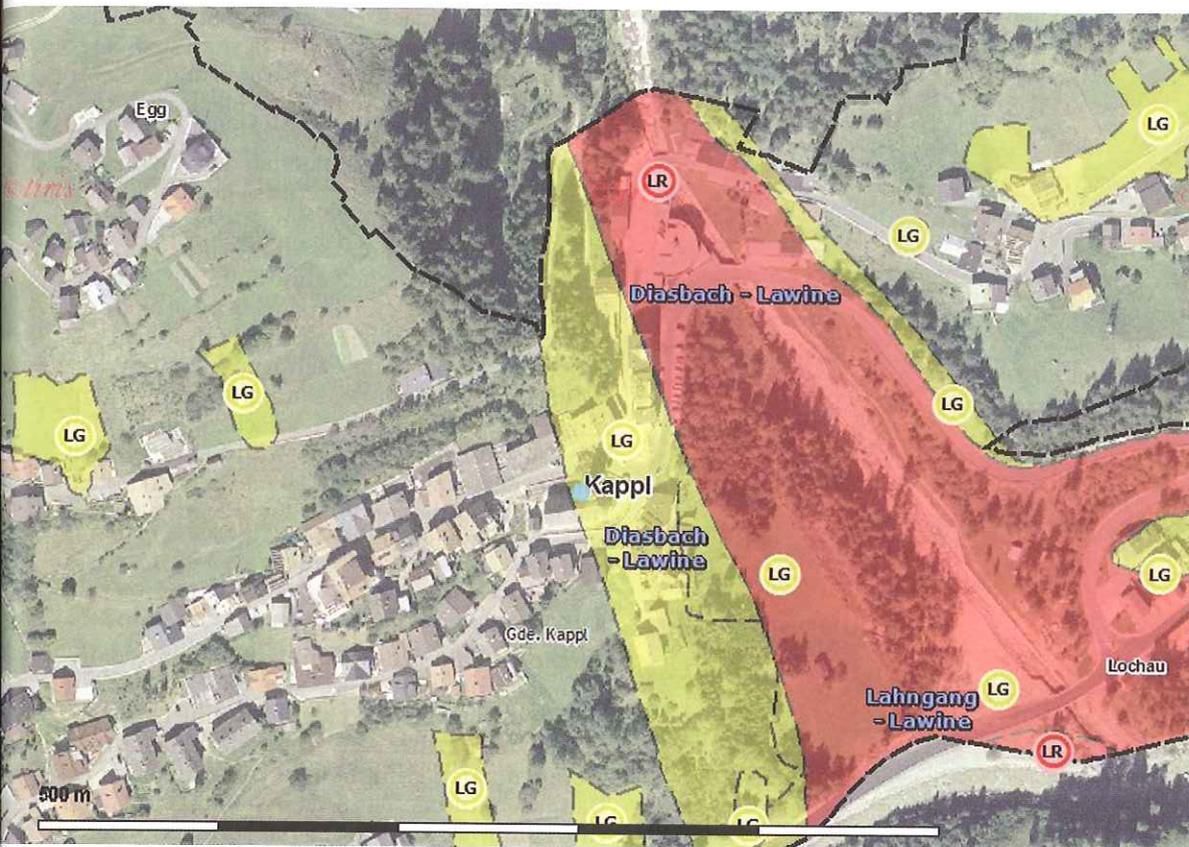


Bild 1. Gefahrenzonenplan von Kappl/Tirol [1].

Wasserableitung und die Errichtung des Damms selbst. Am Übergang des etwas flacheren Kessels, der sich von der Hohen Spitze im Westen bis zum Rifflakopf im Osten erstreckt, also zur Schluchtstrecke des Diasbachs, herrschen beengte Platzverhältnisse. Daraus ergab sich die Forderung nach einer möglichst steilen bergseitigen Dammböschung, die ein Überströmen des Damms durch die Lawine verhindert. Diese Platzverhältnisse und die geforderte steile Böschung führten zur Konstruktion eines geotextilbewehrten Auffangdamms. Nur durch die Anordnung einer Bewehrung war die Ausführung einer unter 2:1 (63°) geneigten Bergseite des Damms möglich.

Im Jahr 2003 wurden die Aufschlussarbeiten durchgeführt, die Jahre 2003 bis 2005 dienten der Planung und Ausschreibung. Im Jahr 2004 erfolgten die Erschließung der Baustelle und die Vorbereitung der Dammaufstandsfläche. In den Jahren 2006 bis 2010 wurde der Damm auf einer Seehöhe von 2 200 m durch die Baufirma Streng Bau GmbH mit Sitz in Landeck als geotextilbewehrter Schüttkörper errichtet. Die Gebietsbauleitung Oberes Inntal der Wildbach- und Lawinenverbauung beaufsichtigte die Bauarbeiten. Die geotechnische Beratung und Planung erfolgte durch das Büro Geotechnik Henzinger ZT in Grinzens.

Geologie und Untergrund

Das Projektgebiet liegt innerhalb des Silvretta-kristallins. Der Festgesteinsrahmen besteht aus verschiedenen Gneisen, Glimmerschiefern und Phylliten mit steil stehenden Faltenachsen

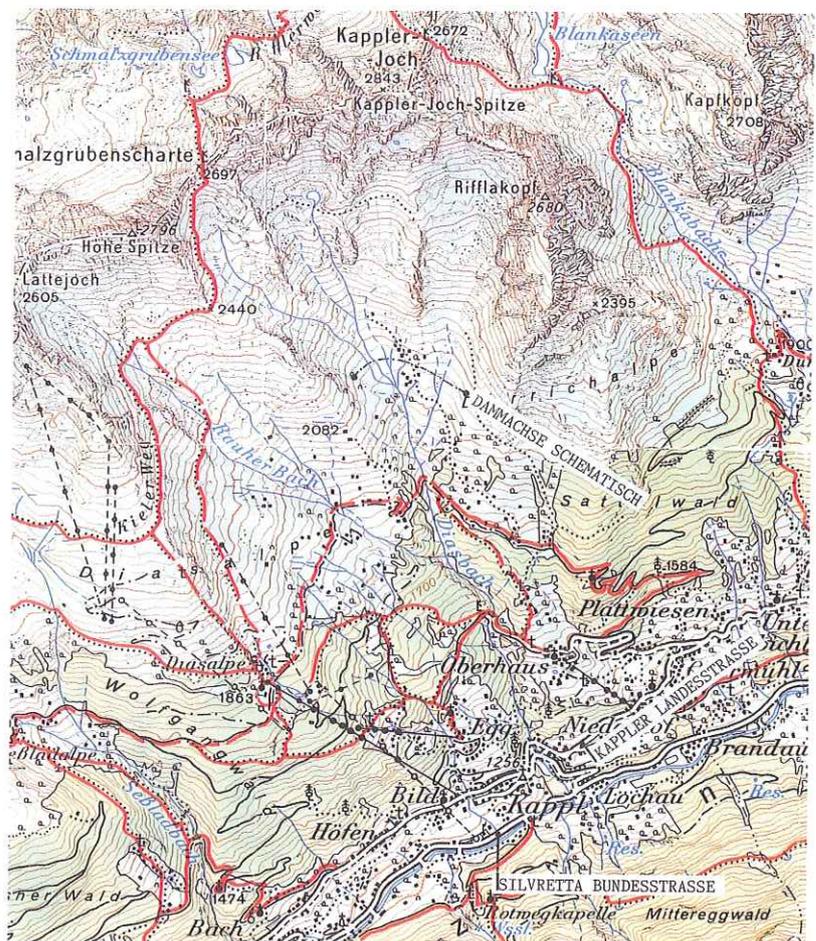


Bild 2. Lageplan mit Kappl, dem Diasbach und seinem Einzugsgebiet [2].



Bild 3. Lawinenabgang im Jahr 1988.



Bild 4. Detail aus Bild 3 mit der Tiefgarage Kappl unmittelbar neben dem Diasbach nach Lawinenabgang im Jahr 1988.



Bild 5. Baugelände für den Auffangdamm zum Zeitpunkt der Aufschlussarbeiten.

eines Großfaltenbaus. Die rezente Bedeckung des Festgesteins im Projektgebiet besteht aus einer Vielzahl von Sedimenttypen. Örtlich und schichtweise werden stark durchlässige Blocksturz- und Hangschuttablagerungen durch lokale Moränen überlagert. Dadurch entstehen besonders im Frühjahr konzentrierte unterirdische Abflüsse mit massiven Quellaustritten im steilen Gelände. Oberflächenerosion und auf Wasseraustritte begrenzte Rutschungen sind die Folge und betreffen auch das Projektgebiet. Dieser für das Hochgebirge typische, nicht unproblematische Lockergesteinsaufbau war in der Planung zu berücksichtigen

Im Jahr 2003 wurde der Untergrund mit 11 Bohrungen aufgeschlossen. Oberflächennah wurden überwiegend Seiten- und Grundmoränen mit einem Feinkorngehalt von 20 bis 30 % erkundet. Die Lagerungsdichte der Moräne kann als dicht bis sehr dicht angegeben werden.

Geotechnische Randbedingungen

Für die Errichtung des Damms mit einem Schüttvolumen von 400 000 m³ war die Verwendung örtlich zu gewinnenden Materials eine Grundvoraussetzung. Daher war primär das weitgestufte Moränenmaterial mit hohem Feinkorngehalt als Dammschüttmaterial zu verwenden. Zum Abbau von Porenwasserdruck im feinkörnigen Schüttmaterial waren Maßnahmen, wie beispielsweise der Einbau durchlässiger Schichten in die Dammschüttung in so genannter Sandwichbauweise, im Hinblick auf möglichst flexible Anwendung einzuplanen.

Besonderes Augenmerk wurde auf die saubere Entwässerung der Dammaufstandsfläche gelegt. Flächenfilter aus gebrochenem Fels und tausende Meter Dränagerohre gewährleisteten die durchgehende Entwässerung der Aufstandsfläche und leisten damit einen wesentlichen Beitrag zur Standsicherheit des Gesamtbauwerks.

Als weitere geotechnische Maßnahmen zur Sicherung des Bauwerks können die Rohrdurchlässe mit einem Durchmesser von 3 m angeführt werden, die als Wellblechdurchlässe mit Steinsohle durch die hohe Dammschüttung führen (Bild 6). Sie gewährleisteten, zusammen mit dem flachen Fallboden, dass kein Aufstau von Hangwässern entsteht. Auch die erosionssichere Einleitung der zahlreichen Zuflüsse in den Fallboden über die mit einer Neigung von 1 : 2 ausgebildeten Abtragböschungen erwies sich als sehr anspruchsvoll. Alle Gerinne wurden mit einer Steinpflasterung versehen. Als Erosionsschutz für den zum Teil feinkörnigen anstehenden Boden wurde die Aushubsohle zur Errichtung der Gerinne mit einem Vliesstoff abgedeckt.

Die Gewinnung großer Mengen von Flussbausteinen zur Sicherung der Gerinne und des Dammfußes und die Aufbereitung ausreichender Massen an Filterkies und gebrochenem Felsabtrag waren Grundvoraussetzung für eine sichere und auch möglichst witterungsunabhängige Errichtung des Damms und der Abtragböschungen.

Konstruktion des Lawinendamms

Die Größe und Form des Damms waren durch die Berechnungen des Forsttechnischen Dienstes für Wildbach- und Lawinenverbauung, Gebietsbau- leitung Oberes Inntal, vorgegeben. Die Lawinensimulation und die wirtschaftlichen Betrachtungen ergaben einen 640 m langen Damm mit wirksamen Höhen zum Fallboden bis zu 26,5 m und einer Dammneigung von 63° an der Bergseite.

Die hohe Dammneigung von 63° an der Bergseite und die große Höhe von 26,5 m erforderten zwingend die Errichtung des Bauwerks mittels geotextilbewehrter Erde. Erfolgreiche Erfahrungen mit ähnlich hohen geotextilbewehrten Böschungen lagen zum Zeitpunkt des Planungsbeginns im Jahr 2003 bereits vor, auch anerkannte Berechnungsverfahren standen zur Verfügung. Erschwerend für die ins Auge gefasste Konstruktion der bewehrten Erde waren die Höhenlage des Bauwerks auf 2 200 m, die Orientierung der Dammböschung nach Norden und die Wahrscheinlichkeit, dass Lawinenschnee über viele Monate im Fallboden verbleibt. Diese Bedingungen verzögern die Entwicklung des Bewuchses an der steilen Dammböschung zum Fallboden. Dieser Bewuchs ist aber als dauerhafte Sicherung der Böschungsfäche wichtig. Außerdem war am dammseitigen Fuß des Fallbodens, der wie eine große Entwässerungsrinne wirkt, mit einem Abfluss großer Wassermengen zu rechnen.

Im Wesentlichen wurde der angesprochenen Problematik mit zwei konstruktiven Maßnahmen begegnet. Bis auf eine Höhe von sichtbar 4 bis 5 m über dem Fallboden wurde eine 2,5 m starke Steinschichtung aus schweren Wasserbausteinen errichtet. Diese Steinschichtung reicht 1,5 m unter die Fallbodensohle und erhielt an der Krone der Steinschichtung zur Aufnahme der Spreizkräfte ein Zugband aus schwerem Geotextil. Die zweite Maßnahme betraf das formgebende Schalungsgitter aus gebogenen Bewehrungsmatten, welches verstärkt und zusätzlich zur Erhöhung der Dauerhaftigkeit verzinkt ausgeführt wurde.

Bild 7 zeigt den Damm in der gesamten Längserstreckung etwa auf der Höhe der Steinschichtung auf der Damminnenseite. Auf dieser Höhe wurde der geotextilbewehrte Damm aufgesetzt. Bild 8 zeigt den Hauptquerschnitt mit der Steinschichtung und den abgestuften Bewehrungslagen.

Die EU-weite Ausschreibung der Bauarbeiten in einem offenen Verfahren ergab, dass das geringfügig modifizierte System Polyslope S der TenCate Geosynthetics Austria Ges.m.b.H. [3, 4] zur Bewehrung des Schüttkörpers zur Ausführung gelangte. Die Modifizierungen gegenüber dem Standardsystem System betrafen einerseits die formgebende Stahlgitterschalung, die zur Erhöhung der Dauerhaftigkeit verzinkt ausgeführt wurde. In der Ausschreibung wurde gefordert, dass die Geogitter an der Frontseite umgeschlagen werden. Dadurch soll sichergestellt werden, dass die Bewehrungslagen auf keinen Fall einen zu großen Abstand von der Böschungsoberfläche haben und die Stahlgitterschalung nicht herauskippen kann.

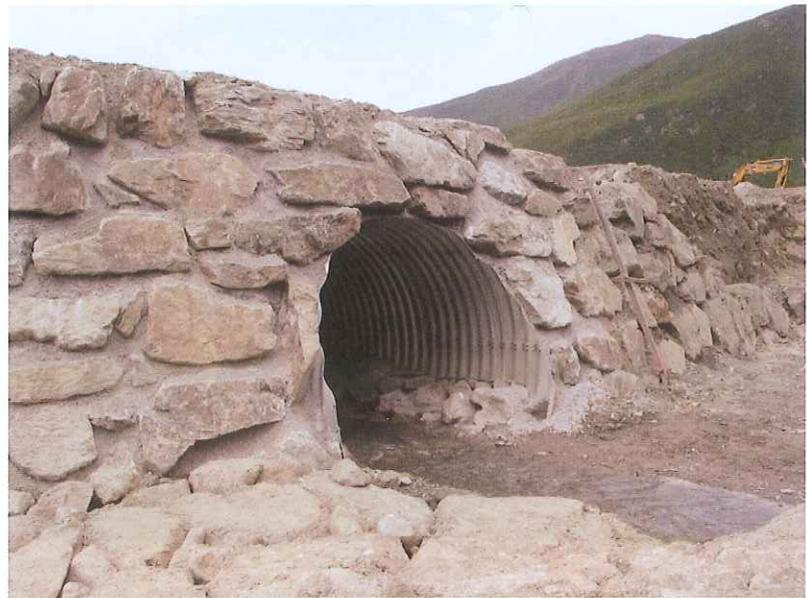


Bild 6. Wellblechdurchlass.



Bild 7. Dammfäche auf Höhe der innenseitigen Steinschichtung.

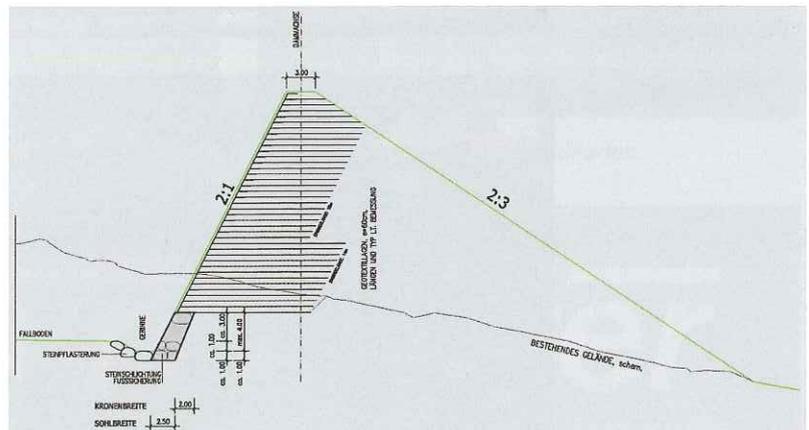


Bild 8. Hauptquerschnitt des Lawinenauffangdamms.



Bild 9. Westlicher Fallboden mit Damm.



Bild 10. Dammböschung zum Fallboden mit Steinschichtung.



Bild 11. Umgeschlagene Geogitter, verzinkte Bewehrungskörbe.



Bild 12. Hinterfüllung.

Die Berechnung der Querschnitte ergab, dass im höchsten Querschnitt vier Geogittertypen mit unterschiedlichen Längen eingebaut werden mussten. Längen von 9 bis 14 m ab der bergseitiger Böschungsoberfläche waren erforderlich. Die Geogitter in den untersten Lagen über der Steinschichtung weisen eine charakteristische Kurzzeitzugfestigkeit von 150 kN/m auf. Mit der Schütthöhe nimmt die geforderte Kurzzeitfestigkeit schrittweise auf 110 kN/m, 80 kN/m und 55 kN/m in Kronennähe ab. Die Einbauschichthöhe betrug 60 cm. Als Geogitter mussten hochzugfeste Polyestergerne mit polymerer Schutzbeschichtung eingebaut werden. Nur für diese Geogitter erschien ein ausreichender Verbund zwischen dem Schüttmaterial und der Bewehrungslage gegeben.

Ausführung

Die Firma Streng Bau GmbH, Landeck, führte die Erdarbeiten über einen Zeitraum von vier Jahren von 2007 bis 2010 aus. Aufgrund der ungünstigen Witterung in den Sommermonaten, besonders in den Jahren 2009 und 2010, aufgrund des witterungsempfindlichen Schüttmaterials und der kurzen Bauzeit im Hochgebirge konnte keine hohe Schütteleistung erreicht werden. Auch der mit zunehmender Höhe immer schmäler werdende Damm bei gleichzeitigem Einbau der Bewehrung erschwerte den Schüttvorgang. Die Bilder 9 bis 12 zeigen einige wesentliche Bauzustände.

Begrünung der Geogitterböschung

Die dauerhafte Bepflanzung der steilen nordseitig ausgerichteten Gitterböschung in Höhe von 2200 m stellt natürlich eine große Herausforderung an die Bepflanzung und die weitere Pflege des Bewuchses dar (Bild 13). Als Grundlage zur Entstehung eines dauerhaften Bewuchses wurde hinter der Frontausbildung, bestehend aus der Stahlgitterschalung, einem Erosionsschutzgitter auf Glasfaserbasis und dem Bewehrungsgitter, organischer Boden in einer Stärke von rund 0,3 m und in Lagen von 0,3 m verdichtet eingebaut.

Die sofortige Begrünung als Erosionsschutz der Dammoberfläche erfolgte im Bereich der Stahlgitterwinkel laufend mittels Saatkanone (Bild 14). Ein Gemisch aus einer standortgerechten Samenmischung, Dünger, Torf und Kleber wurde aufgespritzt. Die Erprobung auf Versuchsfeldern am Standort war Grundlage der Auswahl. Zur langfristigen Stabilisierung der mit 2:1 geneigten, steilen Böschung wurden in die Stahlgitterwinkel Grünerlen in einem engen Raster (0,6 m x 1,0 m) eingepflanzt (Bild 15). Auf der talseitig im Verhältnis 2:3 geneigten Dammböschung wurden die im Zuge des Abtrags gewonnenen Rasenziegel Schritt für Schritt aufgetragen.

Zusammenfassung und Schlussfolgerungen

Schutzbauwerke im Hochgebirge stellen besondere Anforderungen an die Planung und Ausführung.

Die einfache Verfügbarkeit von Material im Hochgebirge im Hinblick auf Transport und Aufbereitung, einfache Verlegetechniken und die Materialunempfindlichkeit bei ungünstiger Witterung beeinflussen die Konstruktion und haben einen wesentlichen Einfluss auf die Baukosten.

Durch die Wahl eines geotextilbewehrten Erdkörpers konnte im gegebenen Fall dem Planungsziel – dem maximalen Schutz des Siedlungsraums bei annehmbaren Kosten – am besten entsprochen werden. Mehrere kleine Dämme konnten durch die Ausbildung eines großen Damms ersetzt werden, teure Anbruchverbauungen in den Einhängen zum Diasbach konnten auf Randbereiche beschränkt werden.

Die Errichtung des Damms in den Jahren 2004 bis 2010 ergab, dass die gewählte Technik des Bewehrens eines Erdkörpers mit Geokunststoffen für das Hochgebirge geeignet ist. Wichtig ist, dass die Verlegemannschaft eine ausreichende Schulung in der Handhabung der Geogitter, der Verdichtung des Schüttmaterials und der Anordnung der Frontelemente erfährt. Der nun fertiggestellte Damm erfüllt die geforderte Funktion des Schutzes des betroffenen Ortsgebiets von Kappl und der Landesstraße ins Paznauntal.

Eine weitere Betreuung und Ergänzung des Bewuchses der bergseitigen steilen geogitterbewehrten Böschung des Damms ist erforderlich und in den nächsten Jahren geplant. Ähnlich stellt sich die Situation bei den erosionsgefährdeten Abtragböschungen zum Fallboden dar. Auf den talseitigen Dammböschungen wurden Rasenzie-



Bild 13. Fertiger Damm mit begrünter Damminnenseite.

gel aufgebracht, sodass diese Böschungen bereits jetzt sehr gut verwachsen und in die umgebende Hochgebirgslandschaft eingebunden sind. Vorgesehen ist weiters die geodätische Kontrolle des Verformungsverhaltens des Dammkörpers.

Literatur

- [1] Naturgefahren Tirol, tiris, Land Tirol, <http://www.tirol.gv.at>
- [2] BEV – Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen: ÖK-Karte.
- [3] Tencate Geosynthetics Austria GmbH: Produktkatalog Geokunststoffe.
- [4] Royal TenCate: textures. Theme: Safety & Protection, edition 44 - number 1, (spring 2010).



Bild 14. Spritzbegrünung als Sofortmaßnahme.



Bild 15. Bepflanzung mit Grünerlen.

Glückauf
mining reporter

www.mining-reporter.com