

Tragfähigkeit von Anker

Damit die Lawine nicht rollt

Die Tragfähigkeit von Anker für Lawinenverbauungen ist das Thema einer wissenschaftlichen Untersuchung an der Hochschule für Technik und Wirtschaft (HTW) Chur. Ziel ist es, schweizweit einheitliche Standards zu definieren. Das Projekt wird von der Eidg. Expertenkommission Lawinen und Steinschlag mitfinanziert.

Von Reto Störi*



Im Bild: LV Munt Lü, Werkreihe mit Kolktafeln im Hintergrund.

Diesen Sommer wurde im Rahmen einer Diplomarbeit im Studiengang Bau und Gestaltung an der HTW Chur unter der Leitung von Gian Cla Feuerstein und Michel Heimgartner mit den ersten Ankerprüfungen begonnen. Für die erste Serie von Versuchen standen den Diplomanden Marianne Hefti und Christoph Paly ungefähr 50 Anker zur Verfügung. Ende August wurden die Feldversuche abgeschlossen. Erste Resultate und Publikationen der umfassenden Arbeiten sind bis Ende Jahr zu erwarten.

Lawinenverbauung Munt Lü

Die Stützverbauung Munt da Lü steht im Anbruchgebiet mit Exposition Süd, Südwest auf ca. 2400 Metern über Meer und

schützt das Dorf Lü vor Lawinen. Es handelt sich um Schneebrücken vom Typ Voest Alpine F1 bis F16 aus den 60er-Jahren. Die geologischen, insbesondere die hydrologischen Verhältnisse im Anbruchgebiet verursachen ein permanentes Kriechen des verbauten Gebietes. Die dabei entstehenden Kräfte, die auf die starren Fundationen der Verbauungen wirken, verursachen Schäden, die deren Schutzfunktion schwächen. Aus diesem Grund mussten in den späten 80-er Jahren erstmals Schneebrücken samt Fundationen durch neue ersetzt werden. Heute, genau 20 Jahre später, muss eine gesamte Werkreihe mit einer Länge von ca. 100 Metern aus denselben Gründen zurückgebaut und durch neue Schneenetze ersetzt werden. Dadurch werden circa 120 Anker frei.

Diese sollen nun über mehrere Jahre für Forschungszwecke verwendet werden und Erkenntnisse über das Langzeitverhalten und die Dauerhaftigkeit liefern.

Langzeitstudien dringend notwendig

Die Region Südbünden hat einen vollständig erfassten Verbauungskataster. Allein in dieser Region sind rund fünf Kilometer Steinschlagverbau sowie 85 Kilometer Lawinenverbau, davon 25 Kilometer Mauern und 60 Kilometer Stützverbau mit Verankerungen, vorhanden. Nimmt man einen Abstand der Tragböcke von drei Metern und drei Anker pro Bock an, ergibt dies allein für Südbünden rund 60 000 Anker.

An den bestehenden Verbauungen werden periodische Kontrollen durchgeführt, die



BETEILIGTE

Auftraggeber

Bundesamt für Umwelt (Bafu),
Abt. Gefahrenprävention, vertreten
durch Reto Baumann,
dipl. Forstingenieur ETH

Eidg. Expertenkommission Lawinen
und Steinschlag (EKLS), vertreten
durch Christian Wilhelm,
dipl. Forstingenieur ETH

Gesamtprojektleitung

Amt für Wald Graubünden,
vertreten durch Gian Cla Feuerstein,
dipl. Forstingenieur ETH

Projektpartner

SLF Davos, Eidg. Institut für
Schnee- und Lawinenforschung,
vertreten durch Stefan Margreth,
dipl. Bauingenieur ETH

HTW Chur Hochschule für Technik
und Wirtschaft, vertreten durch
Michel Heimgartner,
dipl. Bauingenieur ETH

Eingeschneite Schneebrücke
vom Typ SB, DK 4,0 m im
Anbruchgebiet Val-
latsch II Pignia GR.



sich aber auf den Oberbau und meist auf visuelle Betrachtung beschränken. Aussagen über Schäden und noch vorhandene Tragreserven des Unterbaus (Fundationen, speziell Anker) sind nicht möglich. Nur mit umfassenden Aufnahmen an Ober- und Unterbau kann ein Zustandsbild erstellt werden, das die Planung der erforderlichen Massnahmen für eine Instandsetzung ermöglicht. Ausserdem wurden bis anhin keine fundierten Langzeitstudien über Anker im Steinschlag- und Lawinenverbau durchgeführt.

Ziel der Forschungsarbeiten ist die Schaffung fundierter Grundlagen zur entsprechenden Ergänzung der bestehenden Bafu-Richtlinien im Lawinen- und Steinschlagverbau. Mit den gewonnenen Resultaten und Parametern aus den Feld- und Laborversuchen kann eine konkrete Aussage über den Zustand des Unterbaus für das Verbaungsgebiet Munt Lü gemacht werden. In einem weiteren Schritt können die gewonnenen Erkenntnisse durch Stichproben in anderen Verbaungsgebieten erhärtet werden.

Lawinenverbauung wird zum Versuchsfeld

Im Juli und August wurden insgesamt 51 Anker geprüft, davon 20 alte Anker von vier Metern Länge. Damit eine Aussage über das Langzeitverhalten in Bezug auf die Tragfähigkeit gemacht werden kann, wurden vorgängig 20 neue Anker im selben Versuchsfeld eingebaut. Dazu kamen noch vier weitere Anker, die mit sechs oder zehn Metern Ankerlänge eingebaut wurden. Alle 44 Anker wurden im Ausziehverfahren nach SIA 267/1, Abschnitt 7.1.2, geprüft. Die angesetzte Prüflast F_{pv} von 204,7 Kilonewton wurde in sechs Laststufen unterteilt. Zusätzlich wurden sieben weitere Anker mit 4 Metern Ankerlänge an einer unbeschädigten Werkreihe mit der Qualitätsprüfung (Zugprobe) nach SIA 267/1, Abschnitt 7.1.4, getestet. Die Prüfkraft lag bei 80 Kilonewton.

Mit einem hydraulischen 40-Tonnen-Zylinder werden die einzelnen Laststufen aufgebracht. Parallel wird die Deformation des Ankers über zwei unabhängige Wegmesser mit einer Genauigkeit von $\pm 0,01$ Millimeter aufgezeichnet. Damit eine exakte Messung durchgeführt werden kann, muss vorgängig mit relativ grossem Aufwand die Prüfvorrichtung an die topographischen Gegebenheiten angepasst werden. Entscheidend ist die richtige Positionierung der beiden Widerlager.

Heikle Ausgrabungen

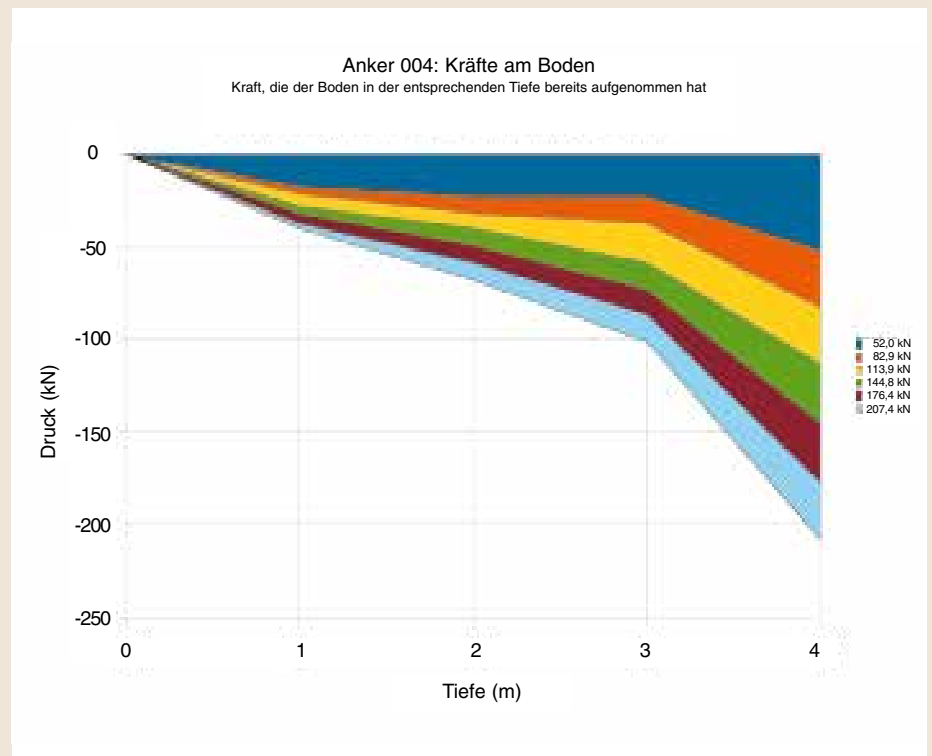
Einer besonderen Herausforderung stellte sich das ganze Team mit den Ausgrabungen von fünf 20-jährigen Ankern. In Gelände mit bis zu 45 Grad Neigung haben Erdarbeiten – insbesondere Baggerschlitzte von circa fünf Metern Tiefe – auf die Stabilität des umliegenden Verbaungsgebietes



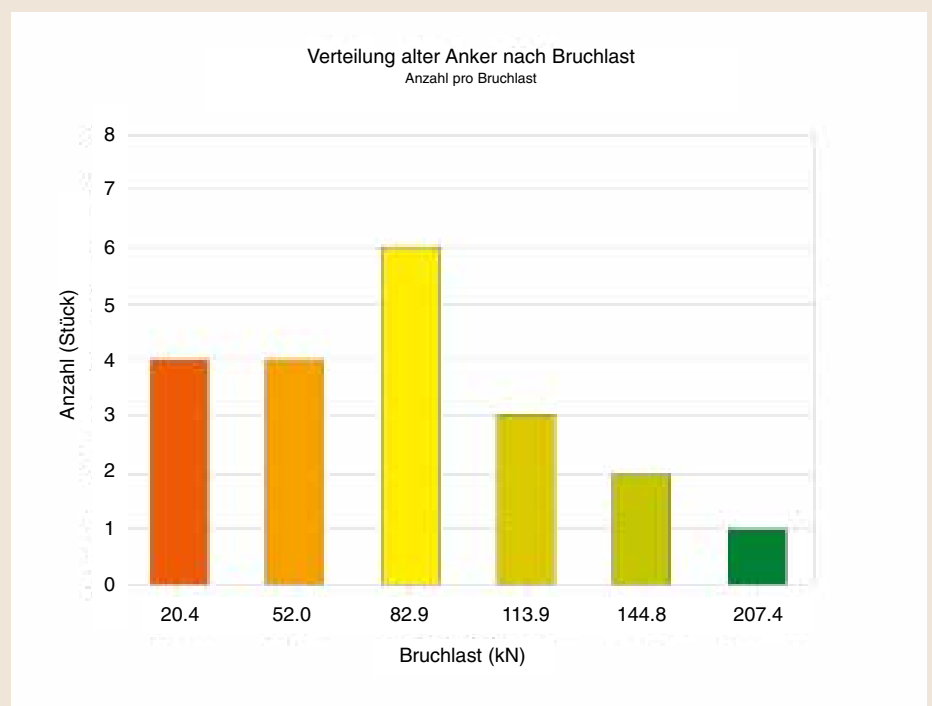


HTW CHUR AN DER «GEOPROTECTA»

Die HTW Chur beteiligt sich an der «Geoprotecta», der ersten schweizerischen Fachmesse für integrales Risikomanagement von Naturgefahren und Klimafolgen, vom 13. bis 15. November in den Olma-Hallen in St. Gallen. Unter der Leitung von Michel Heimgartner präsentiert das Institut Bau und Gestaltung, Bereich Naturgefahren, die im Zusammenhang mit dem Forschungsprojekt «Untersuchung der Tragfähigkeit von Anker» entwickelte Prüfeinrichtung und gibt Auskunft über die Problematik und den richtigen Geräteeinsatz bei Ankerprüfungen in schwierigem Gelände.



Bruchlasten 20-jähriger Anker.



grosse Auswirkungen und sind nicht ungefährlich. Für genauere Aufschlüsse über den Boden sowie den Zustand der Anker waren diese Ausgrabungen essenziell. Aus den Baggerschlitzten wurden Bodenproben für Laboruntersuchungen entnommen. Ein wesentlicher Teil der ganzen Arbeit besteht neben den Ausziehversuchen in den genauen Aufnahmen der geologischen und hydrologischen Verhältnisse im ganzen Verbauungsgebiet.

Eine erste Analyse der Ausziehversuche ergab, dass die durchschnittliche Bruchlast für die alten wie die neuen Anker von vier Metern bei zirka 85 Kilonewton liegt, und dass kein signifikanter zeitlicher Tragfähigkeitsverlust erkennbar ist. Bei Ankern, die mindestens 1,5 Meter in gesundem Fels eingebunden waren, konnte die Prüflast von 204,7 Kilonewton aufgebracht werden. Auffallend ist jedoch die hohe Anzahl von Ausreissern (Anker mit einer Tragfähigkeit $\leq 20,4$ Kilonewton), die noch zu erklären sind.

Vor dem Einbau der neuen Anker wurden sechs Stück mit je vier Dehnungsmessstreifen (DMS) versehen. Durch diese Massnahme konnte während eines Ausziehversuches die Dehnung des Stahlankers in der jeweiligen Tiefe aufgezeichnet werden. Über das Hookesche Gesetz kann auf die



Ausgrabung eines 20-jährigen Ankers.

Last geschlossen werden. Aus den Versuchen mit den DMS-Ankern ist ersichtlich, dass etwa 50 Prozent der Lastabtragung vom Anker in den Boden zwischen drei und vier Metern Tiefe stattfindet.

Ausblick

Zum Zeitpunkt werden an der HTW Chur die erfassten Daten ausgewertet und analysiert. Ziel ist es, dem Bundesamt für Umwelt

in Bern einen umfassenden Bericht über die gewonnenen Erkenntnisse bis Ende Jahr einzureichen. Über Folgearbeiten im Rahmen dieses Forschungsprojektes kann erst Ende Jahr entschieden werden. Generell wurde aber erkannt, dass Arbeiten, die das Langzeitverhalten untersuchen, eine wichtige Grundlage bilden, damit die in naher Zukunft anfallenden Instandsetzungen technisch und konstruktiv richtig ausgeführt werden. ■

*Reto Störi, dipl. Bauingenieur FH, wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut Bau und Gestaltung der Hochschule für Technik und Wirtschaft (HTW), Chur.



Prüfeinrichtung mit hydraulischem 40-t-Zylinder und Deformationsmessung.

Anbruchgebiet Munt Lü.

