

# Geokunststoffe im Einsatz gegen gravitative Naturgefahren

Edi Wehrli, dipl. Ing. ETH\*

Im Februar 1962 wurden die deutsche Nordseeküste und die Unterläufe von Elbe und Weser von einer schweren Sturmflut heimgesucht. Insgesamt waren 340 Tote zu beklagen. Dieses Ereignis war der eigentliche Auftakt für die Anwendung von Geokunststoffen zum Schutz von gravitativen Naturgefahren.

Heute, beinahe 50 Jahre nach den Anfängen, sind Geokunststoffe technisch gut erforschte, hochwertige Baustoffe und werden in vielen Anwendungen erfolgreich eingesetzt. Dies soll nicht darüber hinwegtäuschen, dass durch neue wasserbauliche Konzepte im Hochwasserschutzbereich Anforderungen an Geokunststoffe gestellt werden, die jeden Einsatz zum Pilotprojekt werden lassen. Hinsichtlich des Erkenntnisgewinnes für andere Projekte sind solche Massnahmen jedoch sehr wertvoll und sollen genau verfolgt und ausgewertet werden.

## Schutzmassnahmen Kniri West, Stans

Durch die anhaltenden Niederschläge im August 2005 wurden die Karstsysteme am Stanserhorn stark aktiviert. In der Folge kam es zu unkontrollierten, bis anhin kaum je beobachteten Abflüssen. Der Kniribach trat über die Ufer und der Lauigraben bildete einen Bachlauf in Richtung Kantonsspital. Die Wasser- und Schlammmassen ergossen sich über die Liegenschaften Wirzboden und das Kantonsspital. Dabei entstanden beträchtliche Schäden. Die Wasser- und Schlammmassen führten im Spital zu einem technischen Totalausfall der Anlagen und Installationen. Auch die Stanserhornbahn traf es schwer. Der nicht versicherte Schaden am Bahntrasse, den Geleisen und den Installationen war enorm (Bild 1).

Die Schubiger Bauingenieure AG, Hergiswil erarbeitete ein Schutzkonzept, bei dem als erste Verteidigungslinie das vollumfängliche Ableiten der beiden Bachläufe Lauigraben und Kniribach in Richtung Galgenried im Vordergrund stand. Diese Massnahme beinhaltete mehrere Geschiebesammler, Raubetrinnen und mit Geokunststoffen geschützte Geländemulden.

## Geokunststoff geschützte Geländemulden

Das ganze Projektgebiet wird durch Bauern intensiv genutzt. Dementsprechend suchte man eine Lösung, die sich optisch sanft in die Umgebung einfügt und die eine gute landwirtschaftliche Nutzung zulässt. Der Geokunststoff soll unter dem Humus eingebaut von den Gräsern gut durchwurzelt werden. Ziel ist es, dass der Humus einem Ereignis möglichst lange standhalten kann und dass, falls die Humusschicht weggerissen wird, die Geländemodellierung vor Zerstörung geschützt wird.

Es ist zwar bekannt, dass Geokunststoffe zum Schutz von überströmbaren Dämmen eingesetzt werden (Versuche 2007 im Rahmen eines europäischen Projektes mit Fortrac 3D von HUESKER Synthetics GmbH), doch wie verhält sich ein Geokunststoff, bei einer Geröll/Wasserbelastung während zwei bis drei Stunden? Um diese Frage zu klären, wurden 1:1-Vorversuche mit einem Fortrac®-3D-Geogitter angestellt, welche in einem geeigneten Flussbett eingebaut wurden. Letzendlich entschied man sich für ein modifiziertes Fortrac®-3D-90 Gitter, welches folgende Bedingungen erfüllt:

- genügend resistent, um ein Ereignis möglichst unbeschadet zu überstehen
- hoch durchlässig, um aus dem Hang austretendes Wasser druckfrei passieren zu lassen
- offenporige Struktur, um eine gute Durchwurzelung mit Gräsern zu ermöglichen
- feste, flexible Gitterstruktur, die später lokale Ausbesserungen einfach zulassen

So wurden mehr als 30'000 m<sup>2</sup> Geländemulde mit verankerten Fortrac®-3D-90 belegt und mit Humus überdeckt (Bild 2 und 7 sowie Abbildung Titelseite). Gegenüber der anfänglich vorgesehenen 10 cm Humusüberdeckung, die für eine optimale Verwurzelung der Gräser notwendig gewesen wäre, mussten aus Ertragsgründen 20 cm aufgebracht werden. Da eine starke Verwurzelung der Oberfläche mit dem Geogitter aber sehr zentral für die gute Schutzwirksamkeit ist, musste ein Gras gefunden werden, welches Wurzeln tiefer als 20 cm treibt. Die Schutzmassnahme «Kniri West» ist ein Pilotprojekt in der Schweiz, und es ist ganz wichtig, dass sich alle Beteiligten (inkl. Versicherungen) der eigentlichen Zielsetzung «Schutz



Bild 1: 2005 Hochwasserereignis Stans (NW).

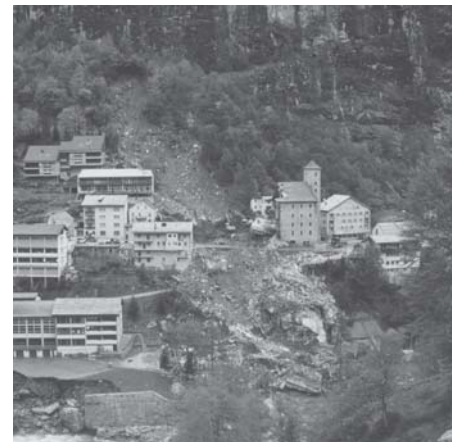


Bild 3: 2000 Hangmure (aus dem Hang austretender Schlammstrom) von Gondo (VS).

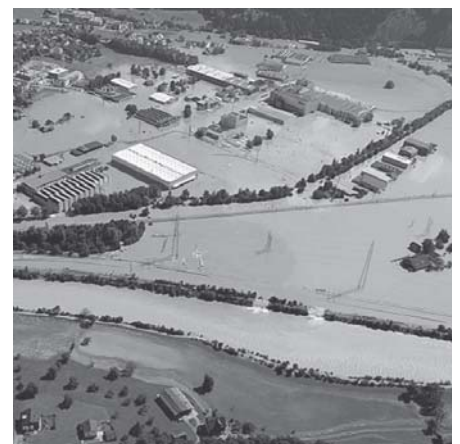


Bild 5: 2005 Hochwasserereignis Schattdorf/Attinghausen.

der Geländemodellierung vor Zerstörung» und damit dem erstrebten Objektschutz bewusst sind. Falsch wäre es zu glauben, dass an einer solchen sanften Verbauung bei einem Ereignis keine Schäden entstehen.

### Schutzdamm, Gondo (VS)

Im Oktober 2000 ereignete sich im kleinen Bergdorf Gondo im Kanton Wallis eine Naturkatastrophe mit dramatischem Ausmass. Eine Schlammlawine riss 13 Menschen in den Tod, der Sachschaden belief sich auf mehrere Millionen Franken. Die bestehende Blockfallverbauung hielt der Belastung nach kurzer Zeit nicht mehr Stand, sodass ein Drittel des Dorfes mit der Hangmure in den Fluss gerissen wurde (Bild 3). Da Gondo sich in einem felssturzgefährdeten Gebiet befindet, galt es nach der Katastrophe, möglichst schnell ein Schutzsystem wieder aufzubauen.



Bild 2: «Schutzmassnahmen Kniri West», Stans, ausgeführt 2007-2009.



Bild 4: «Schutzdamm gegen Schuttmassen und Steinschlag», Gondo, ausgeführt 2002.



Bild 6: «HWS Reuss See», Attinghausen, Baulos 8 ausgeführt 2006-2007.

### Geokunststoff bewehrter Schutzdamm

Da psychologische Gründe gegen eine Ausführung in Beton gesprochen haben, wurde die Lücke in der Blockfallverbauung durch einen rund 50 Meter langen und 20 Meter hohen Erdamm geschlossen. Neun Monate haben Vorabklärung und Planung für den Damm gedauert, der ein Werk des Geotechnikers Felix P. Jaecklin ist.

Als optimale Lösung erachtete man einen begrünten, Geogitter bewehrten Damm (Bild 4). Der grosse Vorteil einer solchen Konstruktion liegt in seiner hohen Duktilität, bzw. dem grossen Absorptionsvermögen gegenüber dynamischen Belastungen im Falle eines Bergsturzereignisses.

Damit der Schutzdamm in den bestehenden Hang eingebunden werden konnte, wurde das bestehende Gelände abgetragen und mit einer Nagelwand gesichert. Dann konnte mit dem eigentlichen Aufbau des 60 Grad steilen, geotextilarmierten Dammes begonnen werden.

Zur Bewehrung kamen hochzugfeste Fortrac®-Geogitter zum Einsatz. Diese Geogitter werden aus hochmodulen, kriecharmen synthetischen Garnen hergestellt und mit einer Polymer-Schutzschicht ausgerüstet. Trotz der hohen Festigkeiten sind die Gitter in der Handhabung flexibel und entsprechend anwenderfreundlich.

Die relativ hohen Festigkeiten der eingesetzten Geogitter (150 bis 200 kN/m) waren nicht nur wegen der grossen Höhe von 20 m notwendig, sondern vor allem auch wegen den zu erwartenden hohen dynamischen Belastungen auf den oberen Bereich des Dammes infolge Geröll-

lawinen und Felsstürzen.

Auch bei bewehrten Erdkonstruktionen gilt es, das aus dem Hang tretende Wasser hinter der Konstruktion zu fassen und wegzuleiten, um so drohenden Instabilitäten vorzubeugen.

Die Bauzeit der gesamten Konstruktion war nach nur zwei Monaten beendet. Nach der Begrünung integriert sich das Bauwerk optimal in die bestehende Landschaft.

Gegenüber anderen, kostengünstigeren Lösungen konnte mit dieser getroffenen Massnahme das Gebiet wieder als Wohnzone freigegeben werden, was für die Entwicklung und Identität des Dorfes von entscheidender Bedeutung war.

### Dammabdichtung, Attinghausen (UR)

Trotz der baulichen Massnahmen nach den Hochwassern 1977 und 1987 hatte das Unwetter vom August 2005 für zahlreiche Gebiete des Kantons Uri verheerende Auswirkungen. Infrastrukturanlagen und Gebäude erlitten zum Teil grosse Schäden. Die Dämme der Reuss und des Schächenbachs wurden an verschiedenen Stellen beschädigt oder zerstört und der Urnersee trat grossflächig über die Ufer (Bild 5).

### Dammabdichtung mit Tondichtungsbahnen

Im Projektgebiet von Attinghausen kam es zu starken Durchsickerungen am linken Reussdamm beim Sportplatz von Attinghausen. Die Durchsickerungen wurden auf ein komplex kombiniertes Zusammenspiel von örtlich durchlässigen Dammbereichen (alte Dammkörperteile) und erhöhtem Durchfluss von der Flusssohle her zurückgeführt.

Bei noch höheren Abflüssen in der Reuss konnte die Ausdehnung der inneren Erosionsprozesse, vor dem Einstellen einer natürlichen Abdichtung, nicht vollständig ausgeschlossen werden. Deshalb wurde von der Projekta AG, Flüelen, eine Abdichtung mit geosynthetischen Tondichtungsbahnen GTD (Bentonitmatten) im Böschungs- sowie im Fundationsbereich des Blocksatzes vorgesehen, mit dem Ziel, die Stabilität des Reussdammes sicherzustellen und mögliche Sickerstellen zu reduzieren.

So wurden am linken Ufer unter den Blocksatz Tondichtungsbahnen NaBento®-RL-N eingebaut (Bild 6). In Etappen wurde der Blocksatz entfernt, die Tondichtungsbahnen verlegt und das Deckwerk, bestehend aus einer Schutzschicht aus Kies und dem Blocksatz wieder aufgebaut.

NaBento®-RL-N-Tondichtungsbahnen unterscheiden sich von anderen auf dem Markt er-



Bild 7:  
«Schutzmassnahmen Kniri West», Stans, Verankerung der Fortrac®-Gitter.

- Die Beschichtung selbst reduziert bereits den Wasserdurchfluss.
- Die Beschichtung verhindert das schnelle Austrocknen bei stark schwankendem Wasserspiegel und trägt dabei zu einer verbesserten Langzeitwirkung bei.
- Die Beschichtung schützt die Bentoniteinlage vor innerer Erosion infolge oberflächennaher Wasserströmungen.

Zudem erleichterte die raue besandete Oberfläche der NaBento®-RL-N-Tondichtungsbahnen das Verlegen auf den steilen Böschungen. Dank des hohen Reibungswinkels und der hohen Festigkeit der Bentonitmatten genügte es, diese mit Eisen auf der Dammkrone zu fixieren. Auf das normalerweise aufwändige Einbinden in einen Verankerungsgraben konnte verzichtet werden, was die ohnehin schon gute Arbeitsleistung der Unternehmung zusätzlich unterstützte.

Die dargestellten Beispiele zeigen einige Einsatzmöglichkeiten von Geokunststoffen bei der Realisierung von Schutzmassnahmen gegen gravitative Naturgefahren. Ihre Bedeutung wird in Zukunft noch zunehmen, und es gilt, deren Grenzen und Möglichkeiten auszuloten.

**Projektbeteiligte**

**Schutzmassnahmen Kniri West, Stans (NW)**

Bauherr: Politische Gemeinde Stans  
Oberbauleitung: Oeko-B AG, Stans  
Planung/Bauleitung: Schubiger Bauingenieure AG, Hergiswil  
Bauausführung: PK Bau AG, Stansstaad

**Schutzdamm, Gondo (VS)**

Bauherr: Gemeinde Gondo  
Planung: Dr. Felix Jaecklin GmbH, Baden  
Bauausführung: Gebr. Zengaffinen AG, Steg

**Reusdammabdichtung, Attinghausen (UR)**

Bauherr: Kanton Uri, Amt für Tiefbau, Altdorf  
Planung: IG Projekta AG, Flüelen und Basler&Hofmann Ingenieure & Planer AG, Altdorf  
Bauausführung: Schelbert AG, Muotathal

**Produzent: HUESKER Synthetic GmbH**

Fabrikstrasse 13-15, D-48712 Gescher  
www.huesker.com

\*Schoellkopf AG - Geosynthetics  
Riedackerstrasse 7a, 8153 Rümlang  
Tel. 044 315 50 15, www.schoellkopf.ch

häftlichen Bentonitmatten durch ihre bituminös beschichteten und besandeten Oberflächen, woraus sich folgende Vorteile ergeben:

## Genau geplant. Genauso gemacht.

# # HUESKER

SCHOELLKOPF AG Geosynthetics seit 1908

HUESKER und SCHOELLKOPF Ingenieure unterstützen Sie bei der Umsetzung Ihrer Bauprojekte. Umfassendes Know-how und langjährige Erfahrung ermöglichen die detailgetreue Ausführung und sorgen für reibungslose Abläufe. Verlassen Sie sich auf die Produkte und Lösungen von HUESKER und SCHOELLKOPF.

**HUESKER Geokunststoffe – aus Erfahrung zuverlässig.**

**DAMMABDICHTUNG**

NaBento® Tondichtungsbahnen dichten die Dämme der kaskadenartig angelegten Retentionsbecken der Hochwasserschutzmassnahme Rübibach bei Buches, Schweiz ab.

HUESKER Synthetic GmbH  
48712 Gescher  
Tel.: + 49 (0) 25 42 / 701 - 0  
info@huesker.de

SCHOELLKOPF AG  
8153 Rümlang  
Tel.: 0 44 / 315 50 15  
geo@schoellkopf.ch

WASSERBAU

ERD- UND GRUNDBAU

STRASSEN- UND VERKEHRSWEGEBAU

UMWELTECHNIK