Zeitschrift: Bulletin für angewandte Geologie

Herausgeber: Schweizerische Vereinigung der Petroleum-Geologen und –Ingenieure; Schweizerische Fachgruppe für Ingenieur-Geologie

Band: 3 (1998)

Heft: 1

Artikel: Geologische Naturgefahren in der Schweiz = Dangers géologiques en Suisse = Pericoli geologici naturali in Svizzera

Autor: Bollinger, Daniel

Kapitel: Fallbeispiel Nr. 12 : Rutschungs-/Sackungsgebiet Halteli, Turbachtal (BE)

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-220733

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 11.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Bull. angew. Geol.	Vol. 3	Nr. 1	131 - 136	Juli 1998

Fallbeispiel Nr. 12:

Rutschungs-/Sackungsgebiet Halteli, Turbachtal (BE)

DANIEL BOLLINGER*

Zusammenfassung

Bei der Rutschung Halteli handelt es sich um eine alte, instabile Sackungsmasse, welche 1987 eine starke Aktivierung erfuhr. Herabrollendes Geröll beschädigte darunterliegende Gebäude und hatte die Evakuation von zwei bewohnten Häusern zur Folge. Aufgrund der räumlich begrenzten Gefährdung und der Einsicht, dass die Rutschung mit keiner verhältnismässigen Massnahme gestoppt werden kann, wurde talseits des Rutschgebietes ein mit einem Steinschlagzaun bestückter Auffangdamm erstellt. Durch diese Massnahme wurde ein ausreichender Schutz der talwärts liegenden Objekte (8 Gebäude, Verbindungsstrasse und Kulturland) erzielt.

1. Einleitung und Ausgangssituation

1987 hat sich in der Südflanke des Bergzuges Hornflue-Horntube auf der rechten Seite des Turbachtals - östlich von Gstaad - ein instabiles, altes Sackungsgebiet stark aktiviert, woraus sich auf einer Breite von 80 bis 110 m und einer Länge von 200 bis 250 m eine Rutschung entwickelte (Koord. ca. 591'400/147'600). In der Folge wurde der Wald stark gelichtet und dessen Schutzwirkung erheblich beeinträchtigt. Für die darunter liegende Talschaft zeichnete sich eine erhebliche Gefährdung ab.

2. Geologisch-hydrologische Situation

Die Rutschung befindet sich im Flysch am Kontakt zwischen der Zone submédiane und der Breccien-Decke. Entgegen anfänglichen Vermutungen zeigten die Untersuchungen keinen offensichtlichen Zusammenhang mit der von Gstaad in Richtung NE verlaufenden Gips- und Rauhwackezone längs des Deckenkontaktes.

Die Flysch-Schichten sind schwach gegen NW zu geneigt. Infolge starker Klüftung (inkl. zahlreicher hangparalleler Entlastungsklüfte) ist das Gebirge stark durchtrennt. Hakenwurf ist weit verbreitet. Es bestehen günstige Voraussetzungen für das Herauslösen und Abgleiten von Gesteinspaketen aus dem Gebirgsverband.

* Kellerhals + Haefeli AG, Kapellenstrasse 22, 3011 Bern

Die Anrisszone des Rutsches befindet sich im Fels, ca. auf Kote 1520 m ü.M. Mehr oder weniger kompakte, zusammenhängende Felspartien sind dort vom bergseitig anstehenden Gebirgsverband losgelöst. 1987 bildeten sich in diesem Bereich grosse, offene, z.T. bis 10 m tiefe Spalten. Der untere Teil der Rutschmasse besteht überwiegend aus blockigem Gehängeschutt und komplett entfestigten Felspaketen. Im untersten Teil ist die Rutschung zum Teil feinkörnig ausgebildet und stark wassergesättigt. Die untersten Rutschzungen enden ca. auf Kote 1370 m ü.M. Unterhalb der Rutschung besteht die Talflanke aus Moräne, überlagert von Gehängeschutt und -lehm sowie von älterem, feinkörnigem, plastischem Rutschmaterial.

Niederschläge versickern grösstenteils im aufgelockerten Fels oder im blockigen Gehängeschutt. In Form von kleinen Quellen (ca. auf Kote 1380 - 1400 m ü.M.) treten sie in tieferen Hanglagen dort zutage, wo der Untergrund aus feinkörnigem, schlecht wasserduchlässigem Material besteht. Der Bereich des Rutschfusses ist durchnässt, was sich stabilitätsmässig ungünstig auswirkt.

3. Untersuchungsmethodik

Zu Beginn der Aktivierung des Rutsches wurden zwei vertikale Kernbohrungen abgeteuft. Die eine Bohrung in der Anrisszone des Rutsches wurde mit einem Inklinometer ausgestattet, welches in 20.5 m Tiefe eine deutlich ausgebildete, relativ scharfe Gleitfläche erkennen liess. Anschliessend daran ausgeführte geoelektrische Untersuchungen (VLF-Messungen) vermochten jedoch den Tiefgang des Rutschkörpers nicht exakt zu erfassen.

Fig. 1: Flugaufnahme der Rutschung/Sackung aus dem Sommer 1993. Unten rechts ist ein Teil des erstellten Auffangdammes sichtbar (Pfeil). Foto: G. della Valle

Das Rutschgebiet wurde ab Beginn der Aktivierung mit diversen Vermessungspunkten ausgestattet und diese in regelmässigen Abständen eingemessen. Dadurch konnten die Verschiebungsbeträge und -richtungen festgehalten werden. Auf die Kontinuität der Messungen erschwerend wirkte sich aus, dass die Messpunkte infolge der anhaltenden Bewegungen und infolge herabkollernder Blöcke oft zerstört und andernorts wieder neue errichtet werden mussten.

Ein wichtiger Schritt zur Gefahrenbeurteilung und Massnahmenplanung bildete eine detaillierte Kartierung der Rutschung im Massstab 1:1'000. Dadurch konnte die Rutschmasse in sich unterschiedlich verhaltende Teilrutsche gegliedert werden.

Weitere, in Kapitel 6 erläuterte Untersuchungen standen konkret im Zusammenhang mit den projektierten Massnahmen.

4. Resultate und Interpretation

Bei der Rutschung handelt es sich nicht um eine solche mit klassischer, gekrümmter Gleitfläche. Man muss sich den Mechanismus eher in Form einer in sich zusammensackenden, stark aufgelockerten Felsmasse vorstellen. Dies hatte zur Folge, dass die mittleren und unteren Rutschbereiche talwärts förmlich ausgequetscht wurden, was zur Bildung kleinerer Teilrutsche und zu abstürzenden Felspaketen Anlass gab.

Ein Vergleich der Resultate der oberflächlichen Verschiebungsmessungen mit dem Witterungsverlauf zeigten eine deutliche Korrelation. Niederschläge gingen einher mit beschleunigten Bewegungen, trockene Witterung mit einer Verlangsamung derselben. Die Bewegungen lagen 1987 in der Grössenordnung von durchschnittlich 5 - 10 mm/Tag, kamen aber selbst in der Trockenperiode im September und Oktober nie ganz zum Stillstand.

Die unmittelbare Ursache für die Aktivierung lag in äusserst starken Niederschlägen. Ob die Instabilität letztlich auch durch Bewegungen (z.B. infolge Auslaugung und Hohlraumbildung) in der darunterliegenden Gips- und Rauhwackezone ausgelöst worden war, konnte nicht beurteilt werden. Für die Wahl der Sanierungsmassnahmen blieb dies jedoch irrelevant.

5. Gefahrenbeurteilung

Die Sackungs-/Rutschungsmasse liegt oberhalb von Bergbauernhöfen und Kulturland. Insgesamt befinden sich 8, teilweise bewohnte Gebäude mit einer Versicherungssumme von 1.9 Mio. Fr. im unmittelbaren Gefahrenbereich. Die Gefahrenzone wird zudem durch die Verbindungsstrasse Gstaad - Turbach gequert, welche der Erschliessung der hinteren Talschaft dient und im Sommerhalbjahr auch von Touristen rege benutzt wird.

Die Gefährdung bestand weniger durch den Rutschprozess an sich, als vielmehr durch losgelöste, den steilen Grashang herabrollende Blöcke, welche Personen auf der Strasse wie auch innerhalb von Gebäuden erheblich gefährdeten. Aus diesem Grund mussten denn auch zwei bewohnte Häuser bis zur Fertigstellung der Mass-

nahmen evakuiert werden. Bei heftigen Niederschlägen (z.B. Gewittern) bestand zudem die Gefahr der Bildung von Hangmuren («Rüfen»), durch welche Geröll bis in tiefere Hanglagen transportiert werden konnte.

Zu Beginn der Aktivierung nie ganz ausgeschlossen wurde die Möglichkeit eines Abgleitens grösserer Kubaturen bis in den Turbach und die Gefahr eines Bachrückstaus.

6. Gefahrenmanagement

Aufgrund der Gefährdungslage hatten die Massnahmen vordringlich zum Ziel, Menschen zu schützen. Zwei akut gefährdete Häuser mussten deshalb evakuiert werden. Als Frühwarnsystem spannte man in der Fallinie Drähte über die mutmasslich aktivsten Zerrspalten, welche bei abrupten Rutschbewegungen einen Alarm auslösen und den gefährdeten Strassenabschnitt der Turbachtalstrasse mittels einer Lichtsignalanlage automatisch sperren würden.

Der bedrohlichen Situation wegen wurde im Herbst 1987 ein Experte der ETH Zürich beigezogen. Die Feststellung, dass das Rutschverhalten mit dem Witterungsverlauf korreliert, gab Anlass dazu, die Sanierungsmassnahmen prioritär auf eine Tiefenentwässerung des Rutsches zu konzentrieren. Im Spätherbst des Jahres wurden zwei subhorizontale, gegen den Berg zu schwach ansteigende Bohrungen ausgeführt. Die 52 und 152 m langen Bohrungen verliefen unterhalb der Gleitfläche der Rutschung. Sie vermochten weder eine Drainage noch eine Beruhigung des Rutsches zu bewirken.

Als weitere Massnahme wurde ein Materialabtrag im oberen, treibenden Teil des Rutsches diskutiert. Aufgrund der sehr schlechten Zugänglichkeit und der grossen Mengen abzutragenden Materials wurde diese Lösung jedoch nicht weiter verfolgt.

Die Kellerhals + Haefeli AG wurde 1989 beigezogen, nachdem die anfänglich getroffenen Massnahmen keine Wirkung zeigten. Die Auswertung der vorhandenen Unterlagen und eine detaillierte Kartierung zeigten, dass die Rutschung mit keiner vernünftigen Massnahme zu bremsen war und sich Massnahmen in erster Linie auf den Schutz der darunterliegenden Gebiete vor herabrollendem Geröll zu konzentrieren hatten. Zu diesem Zweck wurde wenig unterhalb des Rutschfusses ein mit einem Steinschlagnetz ausgestatteter, im Grundriss V-förmiger Auffangdamm projektiert. Dieser wurde so angeordnet, dass er im Falle einer sehr starken Beschleunigung des Rutsches auch grössere Mengen an abgeglittenem Rutschmaterial aufnehmen würde. Mittels Sickerpackung und Drainagen wurde sichergestellt, dass sich bergseitig des Dammes keine Hangwasserdrücke aufbauen konnten.

Im Extremfall musste von einem vollständig hinterfüllten Auffangdamm und einer erheblichen Massenumlagerung ausgegangen werden, welche sich in Form einer Auflast destabilisierend auf die darunter liegenden Hangbereiche auswirken würde. Wie vorgängige Baugrundsondierungen im steilen Gelände (insgesamt 15 Sondierschlitze mit Menzi-Muck und zwei Kernbohrungen bis in Tiefen von 14.5 und 15.0 m, ergänzt durch zahlreiche Laboranalysen am Lockergestein, u.a. Proctor-Versuche) zeigten, bestand der Untergrund an der Stelle des projektierten Dammes oberflächlich aus feinkörnigem (siltig-tonigem), mit Holzresten durchsetztem Material eines älteren Rutsches. Um die Stabilität sowohl der getroffenen Mas-

snahme als auch jene des Hanges sicherzustellen, war eine Fundation auf die im Untergrund ausgebildete Moräne unerlässlich (Fundationstiefen ca. 1.5 - 5 m). Dies erfolgte mittels Materialersatz, d.h. durch schichtweisen Einbau und Verdichtung von frischem, teilweise durch Zusätze künstlich stabilisiertem Rutschmaterial. Um kritische Bauzustände zu vermeiden, erfolgte der Aushub in kurzen Etappen, nachdem vorgängig die Quellwasseraustritte am Rutschfuss gefasst und dadurch die Wassersättigung der bautechnisch sensiblen Schichten reduziert worden war. Der heute sichtbare Auffangdamm ist nur derjenige Teil der Massnahme, welcher direkt zum Schutz vor nachrutschendem Material und herabrollendem Geröll dient. Der volumenmässig grössere, für die Gesamtstabilität erforderliche Teil der Massnahme ist im Untergrund verborgen.

Nach der Realisierung der Schutzmassnahmen konnten die evakuierten Häuser wieder bezogen und die Alarmanlage abgebaut werden. Zur Überwachung des Rutschgeschehens wird das instabile Gebiet weiterhin periodisch vermessen. Die Funktionstüchtigkeit des Auffangdammes wird durch regelmässige Kontrollen des Steinschlagnetzes und gegebenenfalls durch das Ausräumen von Schutt gewährleistet.

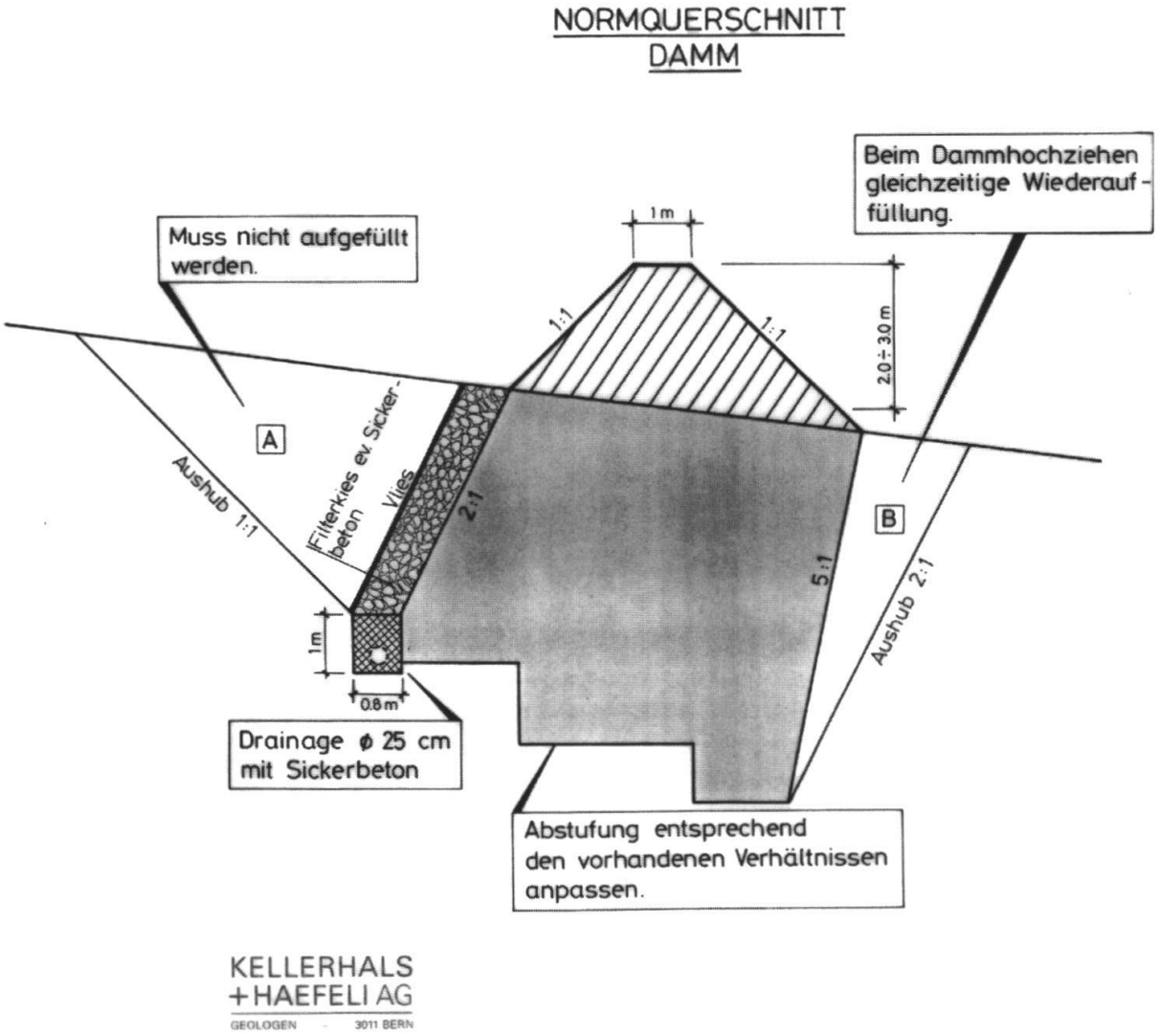

Fig. 2: Normprofil des Auffangdammes (ohne Steinschlagnetz)

Der Auffangdamm hat seine Schutzwirkung auch gegenüber Hangmuren gezeigt. Im Sommer 1997 lösten sich infolge starker Niederschläge Geröllmassen aus dem Rutschhang und flossen als «Rüfe» talwärts. Das Steinschlagnetz vermochte das blockige Geschiebe aufzuhalten, so dass sich nur mehr schlammiges Wasser und Geschwemmsel über das Kulturland ergossen.

7. Folgerungen

Der vorliegende Fall ist ein Beispiel für eine Hanginstabilität, welche kaum oder dann nur mit unverhältnismässigem Aufwand saniert werden kann. In Anbetracht der räumlich begrenzten Gefährdung (Korridor von ca. 400 m Breite) wäre eine totale Sanierung auch nicht zweckmässig, zumal mit den ausgeführten Massnahmen ein ausreichender und kostenmässig tragbarer (ca. Fr. 600'000.— inkl. Geologe) Objektschutz realisiert werden konnte.