Der Bergrutsch vom 8. September 1986 bei Giswil: geologische und Geotechnische Aspekte

Autor(en): **Wildberger, Andres**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizer Ingenieur und Architekt**

Band (Jahr): **106 (1988)**

Heft 24

PDF erstellt am: **15.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-85749

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

3. Öffnung der Kantonsstrasse (Umfahrungsstrasse);
4. Öffnung der SBB-Brüniglinie.

Am 9. September hat der Regierungsrat zur Ergänzung der Soforthilfe ein Gesuch um weitere Truppenhilfe gestellt. Dem Führungsstab standen schliesslich unter Leitung eines militärischen Koordinators folgende Truppengattungen zur Verfügung:

Eine Luftschutzkompanie für Rettung und Räumung
Eine verstärkte Sapeurkompanie für Wiederherstellung der Bachgerinne, Spreng- und Forstarbeiten, Abtragsarbeiten am Schuttkegel und Strassenbau
Eine Infanteriekompanie für Personentransporte (öffentlicher Verkehr), Beobachtungs- und Absperrmassnahmen

Bundesrat Jean-Pascal Delamuraz liess es sich nicht nehmen, seine Truppen, ohne welche die Bewältigung des Ereignisses nicht denkbar gewesen wäre, am 18. September persönlich im Schadengebiet zu besuchen.

Am 16. September stand aufgrund der Sucharbeiten im Bereich der Strasse fest, dass sich keine Verschütteten mehr im Schuttkegel befinden konnten. Diese Arbeiten erwiesen sich als sehr schwierig, musste doch oft mit erhöhtem Risiko unter sehr steilstehenden, hohen Schuttwänden gearbeitet werden.

Mit der Eröffnung der Notstrasse am 30. September und der unbehinderten Wiederaufnahme des Strassenverkehrs war das Schadenereignis nach relativ kurzer Zeit – wenigstens provisorisch – bewältigt. Die definitiven Behebungsmassnahmen laufen aber zurzeit immer noch (Bachverbauungen, forstliche Erschliessungen, Wiederaufforstung, usw.) und werden erst ihren Abschluss finden, wenn Ende 1990 die definitive Strassenverbindung als Bestandteil der N8 hergestellt sein wird.

Allen Beteiligten sei für den unermüdlichen Arbeitseinsatz im Zusammenhang mit dem Bergrutsch Giswil der beste Dank ausgesprochen.

Der Bergrutsch vom 8. September 1986 bei Giswil

Geologische und Geotechnische Aspekte

Die Rutschkatastrophe von Giswil ereignete sich in einer für solche Ereignisse unüblichen Jahreszeit, nämlich während einer ausgesprochenen Trockenperiode. Die in der Folge eingeleiteten Untersuchungen und Überwachungsmassnahmen dienten einerseits der Ursachenermittlung und andererseits der Sicherheitsabschätzung im Zusammenhang mit dem Neubau der zerstörten Verkehrsträger.

Einleitung

Am Ort des Ereignisses bestand vor dem Bergrutsch (Schuttsturz) eine bewaldete Flanke mit Hangschutt und un-

ANDRES WILDBERGER, ZÜRICH

tergeordnet versacktem Fels, in welche sich zwei Wildbäche tief einerodiert hatten, lokal bis auf die Felsunterlage aus Gesteinen der helvetischen Wildhorn-Decke (vergleiche Bild 1). Das Rutschareal weist eine Fläche von ca. 0,077 km² auf und reicht von 805 bis 525 m ü.M. hinunter; die Sturzbahn hat eine mittlere Neigung von 31°. Der Rutsch erfasste ca. 800 000 m³ Lockermaterial, durch die Auflockerung ergab sich ein abgelagertes Volumen von rund 900 000 m³. Die maximale Mächtigkeit der bewegten Masse betrug über 50 m, die Terrainabsenkung erreichte bis zu 37 m, die Erhöhung im Ablagerungsgebiet z.T. deutlich über 20 m.

Zur Überwachung des weiteren Verhaltens der Rutschmasse und zur Erfassung des Auslösemechanismus der Bewegungen wurden umgehend verschiedene Massnahmen und Untersuchungen in die Wege geleitet. Dabei wurde die unmittelbare Umgebung einbezogen, da nördlich und südlich des direkt betroffenen Gebietes Areale mit prekären Stabilitätsreserven vermutet wurden (exponierter Sporn aus Lockergestein, Risse im Waldboden).

Im einzelnen wurden folgende Arbeiten ausgeführt:

- Topographische Neukartierung des Rutschareals und Vergleich mit den Geländeaufnahmen vor dem Ereignis
- Geodätisches Messstellennetz im und um das Rutschareal (total 34 Punkte, ab Oktober 1986)
- 7 Kernbohrungen mit Slope Indicators zur Ermittlung der Felsoberfläche (kritische Gleitfläche) und des Bewegungsverhaltens der Lockergesteine
- Nivellement im Bereich der neuerstellten Bahnlinie (ab Dezember 1986)
- Distanzmessungen in zwei Profilen mittels eines Tape-Extensometers (ab Dezember 1986)

Ergänzt wurden diese Untersuchungen durch eine geologische Neukartierung im Massstab 1:1000 und häufige Begehungen des Geländes. Vergleichende Stabilitätsbetrachtungen in kritischen Profilen dienten dazu, den Rutschmechanismus, die relevanten Bodenkennwerte und die Stabilitätsreserven der Sturzmasse und ihres Umgeländes zu ermitteln.

Rutschmechanismus

Es sind keine Vorzeichen bekannt geworden, welche das Ereignis angekündigt hätten. Neben weiteren Hypothesen (Erdbeben, Waldzustand u.a.) mussten auch jene verworfen werden, welche als Auslösefaktor ergiebige Niederschläge und demzufolge einen hohen Hangwasserstand in Betracht zog: Der Sturz ereignete sich in einer Trockenperiode nach einem normalfeuchten Sommer.

Die bodenmechanischen Eigenschaften der Felsoberfläche und des Hangschutts sind einer experimentellen Bestimmung im Labor praktisch unzugänglich, da im einen Falle der Grad der Unebenheit der Felsoberfläche und deren örtlicher Verwitterungsgrad, im andern Falle die Zusammensetzung des Hangschutts (Steine, Blöcke und Kies mit siltig-sandigem, gelegentlich auch tonigem Zwischenmittel, charakteristisch ist eine grosse Porosität) die Entnahme repräsentativer Proben verunmöglicht. Die Berechnung von absoluten Sicherheitswerten war aus diesen Gründen nicht möglich. Um trotzdem Hinweise auf den Sicherheitsgrad nach dem Rutsch zu erhalten, wurden vergleichende Rechnungen angestellt zwischen den Verhältnissen unmittelbar vor dem Rutsch und der aktuellen Situation.

Die Rechnungen wurden mit der sogenannten Block-Gleit-Methode [1] durchgeführt. Die Schereigenschaften

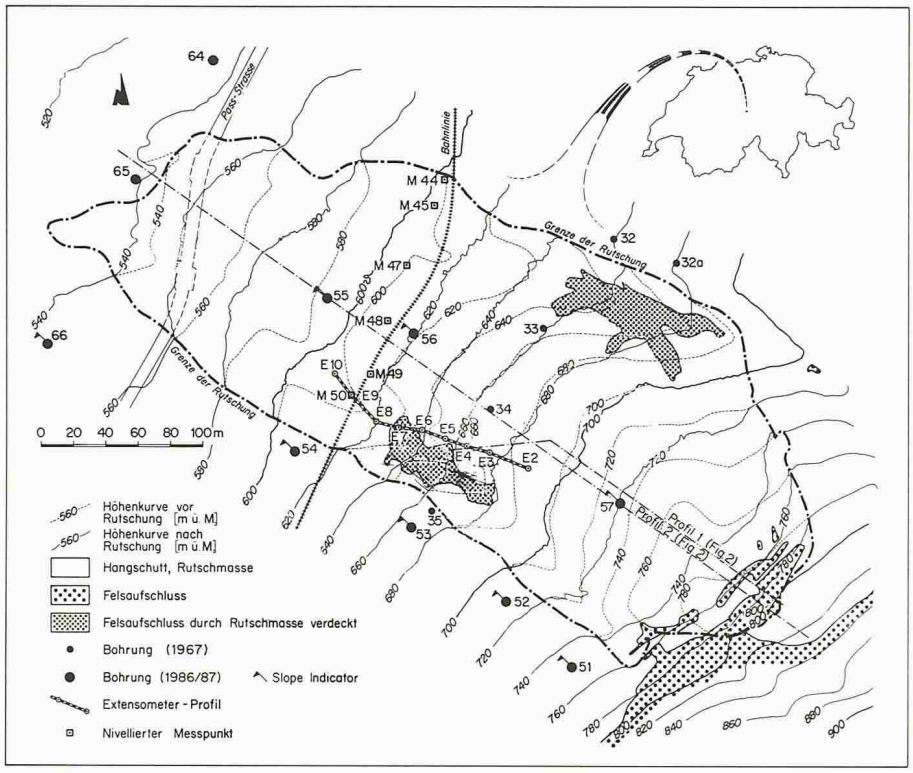


Bild 1. Situation der Rutschung mit Messeinrichtungen

im Hangschutt wurden als Schätzwerte in die Rechnung eingeführt, die entsprechenden Werte für die Felsoberfläche wurden mit der Annahme einer Sicherheit von F = 1,0 iterativ berechnet.

Der Hangschutt weist infolge der vielen kantigen, sich verzahnenden Grobkomponenten zumindest zonenweise eine namhafte Kohäsion auf. Unter diesen Umständen konnten sich sehr steile Erosionsborde in den Wildbachgräben ausbilden. Diese Kohäsion oder Verzahnung kann sich abbauen, wenn entweder das Korn zerstört oder das Gefüge aufgelockert wird, z.B. infolge Seitenerosion der Bäche.

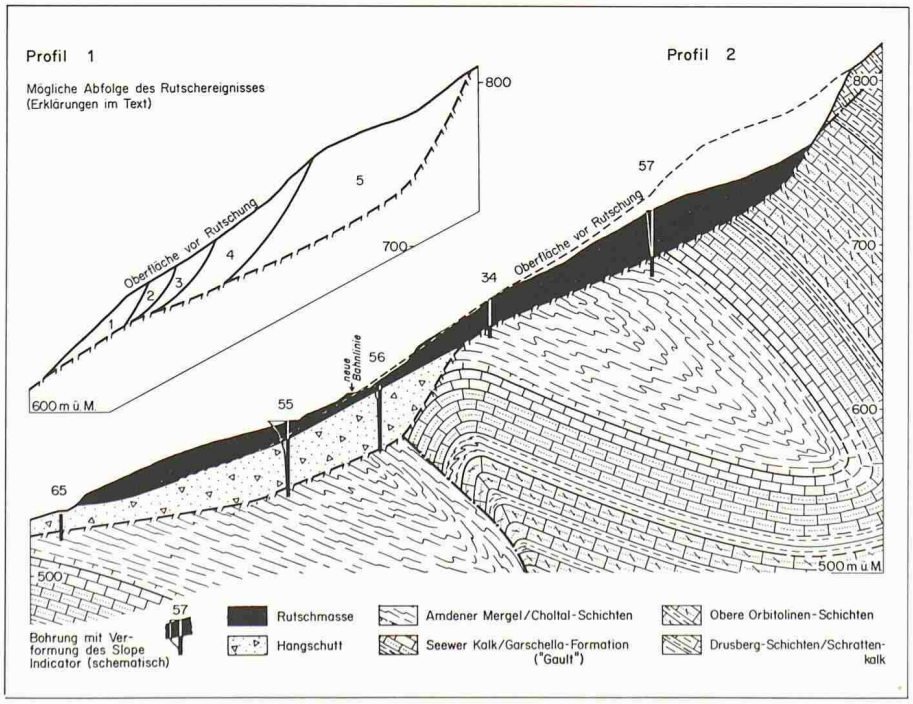
Die rechnerische Überprüfung von Profilen durch den ganzen Rutsch – z.B. entsprechend Profil 2 (Bild 2) – zeigte bald, dass die Rutschbewegung kaum von Anfang an in diese Richtung ging: Die rechnerisch notwendigen Reibungswinkel auf der Felsoberfläche wären viel zu niedrig, als dass ein Bruch respektive ein Abgleiten plausibel war. Die Berechnung von Teilstabilitäten in zahlreichen Profilen ergab mit grosser Wahrscheinlichkeit, dass die primäre Instabilität sich im bis auf den Fels eingetieften Bachgraben im südlichen Teil des Rutschareals ereignet hatte (Bruchfigur 1 im Profil 1, Bild 2).

Bruchfigur 1 ergab bei labilem Gleichgewicht (F = 1.0) notwendige Reibungswinkel von ∅' = 40° für den Hangschutt respektive 36,5° für die Felsoberfläche der Amdener Mergel, dies unter Vernachlässigung des möglichen Einflusses von Hangwasser. Bei beiden Schichten dürfte ein wesentlicher Teil der Schwerwiderstände auf Verzahnung respektive Kohäsion zurückzuführen sein, da verwitterte Amdener Mergel kaum ∅'-Werte über 33° haben dürften und die feinkörnige Matrix des Hangschutts kaum einen solchen über 35°.

Die Stabilitätsbetrachtungen zeigen, dass ein sukzessiver Staffelbruch – wie er z.B. durch die Bruchfiguren 1 bis 5 in Profil 1 der Figur 2 dargestellt ist – rechnerisch begründet werden kann. So weist die Scholle 1 allein wesentlich kleinere Sicherheiten auf als Scholle 1 plus 2 oder gar 3 zusammen (ΔF = 15...25%). Entsprechendes gilt für die Schollen 2 bis 5, wenn ihnen durch einen Teilrutsch jeweils der stützende Fuss entzogen worden ist. Im Gegensatz zum Mechanismus der Rutschung konnte der Zeitpunkt des Ereignisses nicht plausibel begründet werden.

Der Rutschvorgang in Etappen konnte durch Augenzeugen bestätigt werden. Diese sahen sukzessive Waldstücke aufrecht zu Tale fahren, ehe die Bäume nach hinten kippten. Im obersten Teil des Rutschareals (ca. Bruchfigur 5 in Bild 2) war der Waldboden in kleine Schollen zerrissen, welche eine Streckung dieses Arealteils auf etwa die doppelte Länge aufzeigten. Im übrigen Areal herrschte ein Chaos von Blöcken und überfahrenen und zersplitterten Bäumen. Die Rutschbewegung induzierte starke Luftströmungen, welche lokal Äste und Blätter im benachbarten Wald zu Boden rissen.

Bild 2. Geologisches Profil durch den Rutschhang sowie Profil mit potentieller Etappierung des Ereignisses (Lage der Profiltrassen vgl. Bild 1)



Verhalten der Sturzmasse nach dem Ereignis

Abgesehen von häufigen Steinschlägen in der Anrisswand liessen sich in den ersten Tagen nach dem 8. September allein durch visuelle Beobachtungen kleinere Bewegungen der Sturzmasse feststellen, indem sich die gegenseitige Lage von Schollen durch Verkippungen u.ä. offensichtlich veränderte. Zwischen dem 11. September und dem 24. Oktober 1986 – den Daten zweier Ver-

messungsflüge – liessen sich im Bereich des südlichen Rutschrandes zwischen den Koten 690 und 620 m ü. M. (weiter unten waren die Karten wegen künstlicher Geländeumgestaltung nicht auswertbar) lokal Geländeabsenkungen von über 2 m nachweisen.

Durch geodätische Messungen konnten zwei Zonen unterschieden werden: Zum einen der zentrale Teil des Rutschgebietes zwischen 670 und 640 m ü.M., wo die Verschiebungsbeträge (1. Oktober 1986 bis Februar 1988) einen Meter überschritten, zum andern der übrige Bereich, wo diese generell unter zwanzig Zentimetern blieben. Der Bewegungsvektor ist mit 31 bis 69° bezüglich der Horizontalen (Mittel 50°) hangabwärts gerichtet. Dies kann als Setzungsbewegung auf einer schiefen Ebene (Felsoberfläche bzw. Übergang Rutschmaterial/Hangschutt) erklärt werden. Diese Setzungen zeigen sich auch im Verhalten nivellierter Punkte und in einem Extensometer-Profil. In Bild 3 sind die Niveau- resp. die Längenänderungen in Funktion der Zeit dargestellt. Es zeigt sich zum einen eine exponentielle Abnahme der Verschiebungen im Laufe der Zeit und zum andern eine gewisse Akzentuierung der Bewegungen durch Niederschläge. Diese Beschleunigung der Setzungen wird durch Umlagerungen von Feinmaterial durch versickerndes Wasser verursacht.

Rechnerische Überprüfungen der Stabilität der Rutschmasse nach dem Ereignis ergaben F-Werte von deutlich über 1,0; höchstens in Teilbereichen liegen nur kleine Sicherheitsreserven vor, ohne dass aber im Fall eines Abgleitens Ausweitungen zu befürchten wären. Damit sich die Bäche nicht wieder bis zur Felsoberfläche als kritischem Gleithorizont einerodieren können, ist eine Befestigung der Bachsohlen in Angriff genommen worden. Zur mittelfristigen Stabilisierung der Terrainoberfläche und langfristig auch als Steinschlagschutz für die Verkehrswege wurde mit Aufforstungen begonnen.

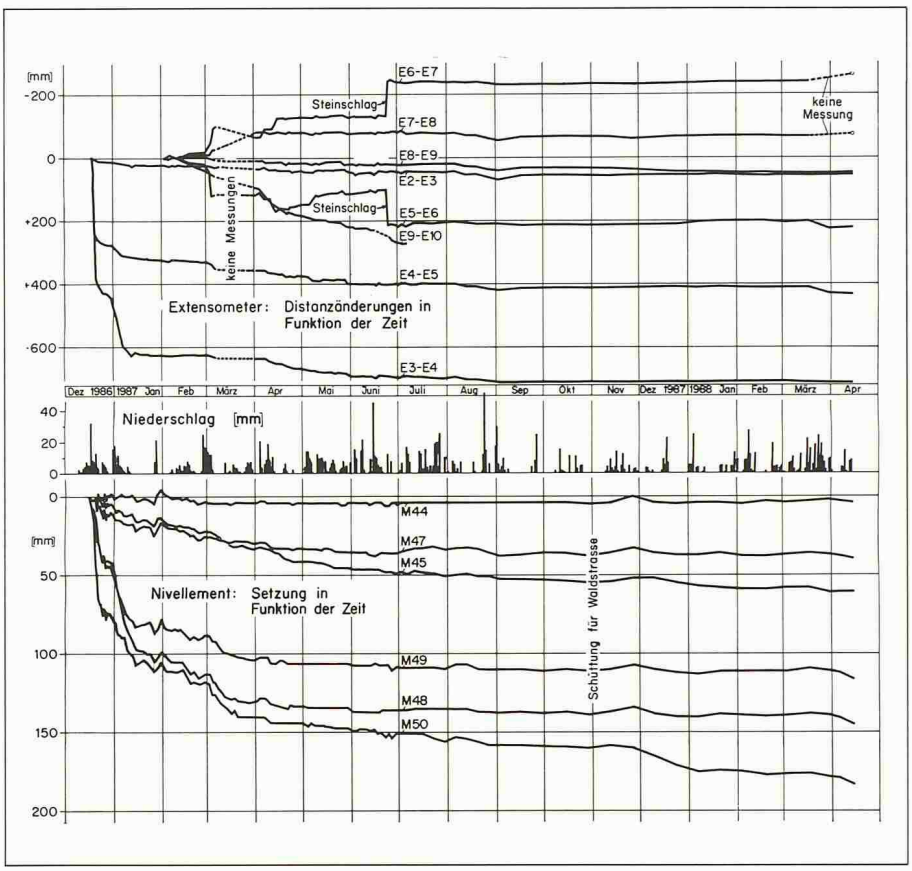


Bild 3. Distanz- und Niveauänderungen zwischen resp. von Messpunkten in Funktion der Zeit und des Niederschlags in Giswil

Literatur

[1] *Kézdi, A.:* Handbuch der Bodenmechanik – Band II. – VEB Verlag für Bauwesen, Berlin 1970

Adresse des Verfassers: Dr. phil. nat. *A. Wildberger*, Geotechnisches Büro Dr. A. von Moos AG, Bachofnerstr. 5, 8037 Zürich.

Die Brüniglinie – Risiken einer Alpenbahn

Die 74 km lange schmalspurige Brünigbahn der SBB verbindet Luzern mit Interlaken Ost. Sie lässt sich nicht nur aus betrieblicher und kommerzieller, sondern auch aus technischer Sicht in drei Streckenabschnitte mit unterschiedlichem Charakter unterteilen, nämlich in (Bild 1):

VON R. HONEGGER, LUZERN

- Luzern–Giswil
- Giswil–Meiringen (Bergstrecke mit teilweiser Zahnradtraktion)
- Meiringen–Interlaken Ost

Im öffentlichen Verkehrsnetz erfüllt die Brüniglinie im wesentlichen drei Aufgaben:

- Als Touristenbahn verknüpft sie die Regionen Luzern-Zentralschweiz mit dem Berner Oberland
- Als stark frequentierte Vorortsbahn verbindet sie das Sarnertal mit Luzern. In geringerem Mass gilt dies auch für die Verbindung Meiringen–Interlaken.
- Als Güterbahn werden die Industrien in den beiden Talschaften dank dem Rollschemelbetrieb an das normalspurige Bahnnetz angehängt.

Unterbrüche wie beispielsweise jene vom 8. September 86 wirken sich wie folgt aus:

- Im Personenverkehr muss von der Bahn auf den Bus umgestiegen werden, Unannehmlichkeiten und Verspätungen für die Kunden sind die Folge. Der Güterverkehr wird, soweit er durch den Unterbruch betroffen ist, auf die Strasse verlegt.
- Lokomotiv- und Wagenumläufe sind gestört.
- Die volle Verfügbarkeit des Lokomotiv- und Wagenparks fehlt.
- Lokomotiven und Wagen müssen für Reparaturen und Revisionen auf einem beträchtlichen und zeitraubenden Umweg über Luzern–Bern–Interlaken nach Meiringen überführt werden.