

Geländebewegungen: ein häufiges Problem in der Geotechnik

Autor(en): **Wullimann, Rudolf / Schlüchter, Christian**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizer Ingenieur und Architekt**

Band (Jahr): **103 (1985)**

Heft 19: **50 Jahre Institut für Grundbau und Bodenmechanik an der ETH Zürich**

PDF erstellt am: **22.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-75783>

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.

Geländebewegungen: Ein häufiges Problem in der Geotechnik

Von Rudolf Wullimann und Christian Schlüchter, Zürich

Einleitung

Die talwärts gerichteten Bewegungen in den Lockergesteinshängen, den sogenannten Kriechhängen, und im aufgelockerten Fels treten im Bereiche der Alpen praktisch überall, und etwas weniger häufig im Jura auf. Solche Vorgänge gehören zum grundsätzlichen und konstanten geologischen Geschehen in hügeligen und gebirgigen Gebieten der Erde. Vielfach laufen diese Vorgänge unbemerkt ab, sind sie in der Regel doch nur feststellbar, wenn Messpunkte vorhanden sind, die periodisch vermessen werden, oder wenn Veränderungen an Bauwerken wie Strassen, Leitungen usw. Anlass geben, die Bewegungen mittels Messungen zu verfolgen.

Die Verschiebungsgeschwindigkeiten innerhalb eines Kriechhanges können zeitlich und örtlich stark differieren. Man bezeichnet deshalb solche Vorgänge

etwa mit quasi stationären Kriechprozessen. Hinsichtlich des Ausmasses der Verschiebungsgeschwindigkeiten sind, nach Kobold [1], noch jährliche Verschiebungen in der Grössenordnung bis 5 mm normal und kaum bemerkenswert. Nur grössere Bewegungen über etwa 2 cm/Jahr werden im allgemeinen besonders beachtet.

Dabei interessieren nicht nur die Bewegungen an der Geländeoberfläche. Für die Beurteilung des Bewegungsmechanismus ist auch die Geschwindigkeitsverteilung mit der Tiefe von grosser Bedeutung. Die Ermittlung der Geschwindigkeitsverteilung erfolgt mittels Neigungsgebern (Sonde in Messrohr, eingebaut in Bohrloch) und wird seit vielen Jahren als Routineversuch durchgeführt.

Nach Haefeli [2], auf den die bodenmechanische Behandlung von Kriechvorgängen zurückgeht (siehe auch [3]), werden kontinuierliches und diskontinuierliches Kriechen sowie Gleiten unterschieden (Bild 1).

niuerliches Kriechen sowie Gleiten unterschieden (Bild 1).

Je nach Stellung der Verschiebungsvektoren zur Lotrechten herrscht im Bodenmaterial Kontraktanz, Volumenkonstanz oder Dilatanz, worauf hier aber nicht näher eingegangen wird (siehe [2]). In Bild 1 ist der Fall der Volumenkonstanz dargestellt.

Sind grössere Bewegungen an bestimmten Stellen einmal festgestellt oder gemessen worden, stellt sich unmittelbar die Frage, weshalb die Geschwindigkeit den im allgemeinen als unbedenklich erachteten Wert übersteigt.

Diese Fragestellung bedingt die Abklärung der geologischen Verhältnisse und u.U. die Einrichtung oder Ergänzung einer Messanlage. Daraus lassen sich gegebenenfalls bauliche Folgerungen ableiten.

Geologische Voraussetzungen

Die wichtigsten geologischen Voraussetzungen von längerfristig mit einer gewissen Konstanz ablaufenden Hangbewegungen sind:

- a) Ungünstiges Zusammenwirken der Zusammensetzung (Lithologie) und räumlichen Anordnung (Geometrie) geologischer Körper. Beispielsweise: schieferig-tonige Gesteine mit hangparallelem Einfallen von Schichtung und/oder Schieferung.
- b) Wasserführung als stabilitätsverminderndes Element (Strömungsdruck, Porenwasserspannung) oder karstbildend in Karbonatgesteinen.
- c) Ungünstiges Verhalten des Materials in bezug auf Verwitterung.

Bestimmte Zonen der Schweiz erfüllen diese Voraussetzungen bevorzugt: Bündnerschiefer und Flysch der Alpen, Molassemergel im Mittelland, Mergel und Schiefer im Jura, Gips- und Anhydritzonen in Jura und Alpen.

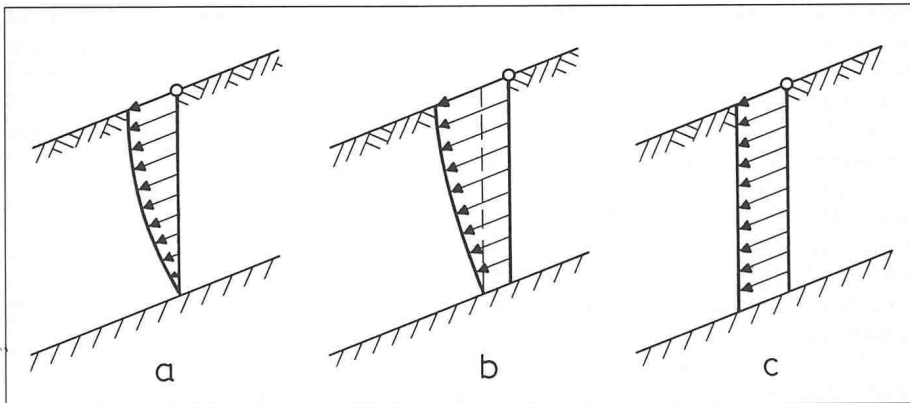
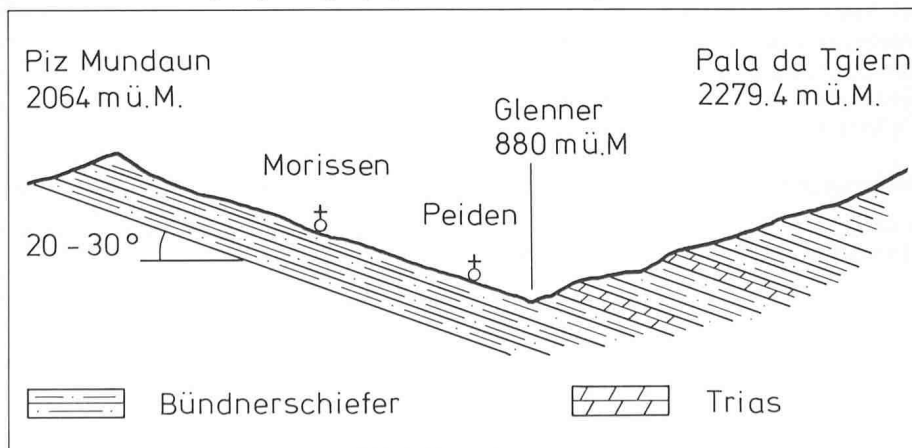


Bild 1. Geschwindigkeitsverteilung in einem Kriechprofil: a) Kontinuierliches Kriechen, b) Diskontinuierliches Kriechen (Kriechen und Gleiten), c) Translatorisches Gleiten; nach [2]

Bild 2. Schematisches geologisches Querprofil durch das vordere Lugnez.



Beispiele

Um darzustellen, wie geologische Gegebenheiten langfristige Hangbewegungen bedingen, seien folgende Beispiele erwähnt.

Talflanken des bündnerischen Lugnez

Ausgedehnt und seit alters bekannt sind die instabilen Hänge im bündnerischen Lugnez (siehe [4]). Lehrbuchartig treffen dort sowohl Art der Gesteine und räumliche Anordnung ungünstig zusammen: am linken Talhang fallen die Bündnerschiefer mit 20-30° hang-

parallel ein (siehe Bild 2). Die Schichtflächen dieser tonig-schieferigen Gesteine stellen potentielle Gleitflächen dar, insbesondere wenn mächtige Pakete von Gehängeschutt und aufgelockertem Fels eine solche Schichtgeometrie überlagern und beliebig wasserstauend wirken. Wird nun, wie im Falle des Lugnez, der Hangfuss durch Flusserosion kontinuierlich entlastet, stellt sich eine Materialbewegung ein, die fortwährend nach einem neuen Gleichgewicht strebt – das sich aber nicht einstellt. Je nach Durchsickerung und möglichem Aufbau eines hydrostatischen Druckes können örtlich auch kurzfristige Beschleunigungen, d.h. eigentliche Rutschungen auftreten. Für das Dorf Peiden gelten durchschnittliche Verschiebungen um 18 cm/Jahr [4].

Brattas-Hang bei St. Moritz

Ein weiteres Beispiel, dessen geologische Anlage ganz verschieden ist vom Beispiel Lugnez, wo aber ebenfalls geologisch bedingte Hangbewegungen stattfinden, ist der Brattas-Hang bei St. Moritz. Tektonisch sind im Liegenden des Julierkristallins der Bernina-Decke mächtige Pakete von Dolomit und Gips der Trias und Schiefer des Lias zusammengeschieben worden (siehe Bild 3). Ihre geometrische Anord-

nung ist äusserst komplex. Da diese Karbonatgesteine tektonisch nicht von undurchlässigen Schichten abgeschirmt sind, hat eine intensive Verkarstung eingesetzt, die in jüngster geologischer Zeit ein in sich Zusammensacken dieser Triasberge (= Sass Runzöl) bewirkt hat, wobei die Sackungsmasse dann in sich zu zerfliessen, d.h. zu kriechen beginnt.

Auch in diesem Beispiel wirkt das Wasser stabilitätsvermindernd, und zwar zuerst infolge ausgedehnter Auslaugungen (Verkarstungen) und dann (im jetzigen Zustand) durch den Aufbau eines bedeutenden Wasserdruckes oberhalb von undurchlässigen Schranken. Die an der Geländeoberfläche feststellbaren Bewegungen sind auch hier durch die Verhältnisse im tieferen Untergrund bedingt (Bild 4). Im überbauten Teil des Brattas-Hanges sind Oberflächenverschiebungen bis > 5 cm/Jahr gemessen worden.

Für weitere bekannte Fälle sei auf die Literatur verwiesen, z.B. [5, 6, 7].

Bauliche Folgerungen

Stellen sich in einem Kriechhang bauliche Probleme, so wird in der Regel «mit dem Berg» und nicht «gegen den Berg» gearbeitet: man wird kaum einmal versuchen wollen, Bewegungen ausgedehnter und mächtiger Gesteinsmassen durch irgendwelche Einbauten zu stoppen. Höchstens wenn die bewegte Masse geringmächtig ist, wird die Aufnahme des Kriechdruckes und dessen Abgabe in stabilere Baugrundzonen ernstlich in Erwägung gezogen.

In den meisten Fällen wird man sich damit begnügen, die Bauwerke den Bewegungen anzupassen (z.B. durch die Ausbildung eines starren Unterbaues, die Wahl eines kleinen Grundrisses usw.) oder sie vor den Bewegungen zu schützen (wie beispielsweise in [5]) sowie den Hang möglichst gut zu entwässern (meist durch selektives Fassen von Quellen, durch Abdichten offener Gerinne usw.).

Die Grundlagen zur Projektierung solcher Massnahmen bilden sorgfältige geologische und geotechnische Abklä-

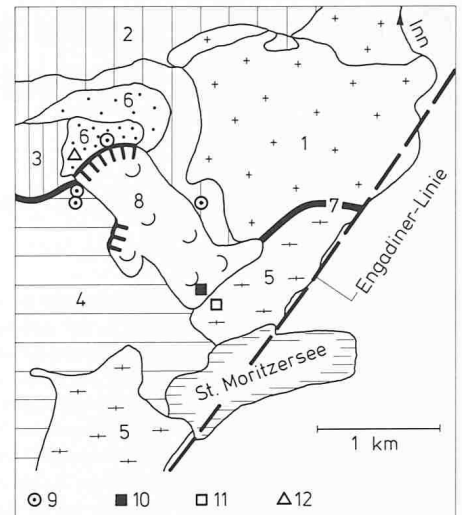
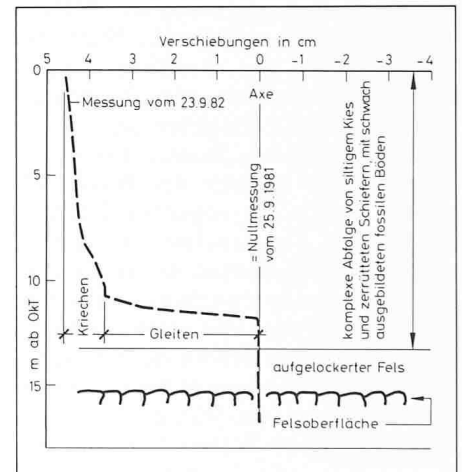


Bild 3. Schematisches geologisch-tektonisches Kärtchen St. Moritz-Sass Runzöl: Err-Decke: 1. Err-Decke s.str., 2. Grisch-Schuppe, 3. Nair-Schuppe Bernina-Decke: 4. Suvretta-Schuppe, 5. Julier-Schuppe, 6. Schlattain-Schuppen 7. Julierüberschiebung, 8. Rutsch- und Kriechmasse von Brattas mit Abrissrändern, 9. Einsturztrichter, 10. Schiefer Turm von St. Moritz, 11. Kulm-Hotel, 12. Sass Runzöl

Bild 4. Beispiel eines diskontinuierlichen Kriechvorganges mit Gleit- und Kriechkomponenten: Brattas-Hang St. Moritz, Messrohr 3, 180 m westlich vom Schiefen Turm.



rungen, verbunden mit möglichst mehrjährigen Beobachtungen der Bewegungen und des Wasserhaushaltes im Kriechhang.

Adresse der Verfasser: Rudolf Wullimann, dipl. Ing. ETH; Dr. Christian Schlichter, Institut für Grundbau und Bodenmechanik, ETH-Hönggerberg, 8093 Zürich.

Literatur

- [1] Kobold, F.: Über einige Probleme der Absteckung und vermessungstechnischen Kontrolle grosser Wasserkraftanlagen im Hochgebirge. Mitteilungsblatt des Bundes Vermessungsing., 1959
- [2] Haefeli, R.: Kriechen und progressiver Bruch in Schnee, Boden, Fels und Eis; «Schweizerische Bauzeitung», Zürich 1967
- [3] Haefeli, R.: Zur Erd- und Kriechdrucktheorie; «Schweizerische Bauzeitung», Zürich 1944
- [4] Huder, J.: Creep in Bündner Schist; Laurits Bjerrum Memorial Volume, Oslo 1976; oder Mitteilung Nr. 107 des Institutes für Grundbau und Bodenmechanik, ETH Zürich 1976
- [5] Bänziger, D.J. (Herausgeber): Der Lehnenviadukt Beckenried; Baufachverlag AG, Zürich 1981
- [6] Schindler, C.: Problemreiche Hinterlassenschaft, Geologie und Wasserverhältnisse in Braunwald; Neujahrsboten 1982 für das Glarner Hinterland
- [7] Ecole polytechnique fédérale de Lausanne (EPFL): Détection et utilisation des terrains instables; Projet DUTI; Rapports d'activité 1982, 1983, 1984