

## Geologische und geotechnische Untersuchungen einer oberflächennahen Lockergesteinsrutschung bei Lutzenberg, AR

B. Valley<sup>1</sup>, K. Thuro<sup>1</sup>, E. Eberhardt<sup>1</sup> & H. Raetz<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Ingenieurgeologie, Eidgenössische Technische Hochschule, Zürich (ETHZ)

<sup>2</sup> Bundesamt für Wasser und Geologie (BWG), Geologische Risiken, Biel

### Zusammenfassung

Im Dorf Lutzenberg (AR) ereignete sich am 1. September 2002 eine kleine Rutschung, die Wohnhäuser und drei Personen verschüttete. Zur Abklärung der Ursachen, der abgelaufenen Prozesse und der Gefahren einschätzung in der Umgebung des Rutschhanges wurde zwischen dem Bundesamt für Wasser und Geologie (BWG) und der Ingenieurgeologie der ETH Zürich eine Forschungszusammenarbeit vereinbart. Eine ausführliche geologisch-geotechnische Untersuchung der Rutschung soll die Entwicklung eines Untergrundmodells ermöglichen, um die Schlüsselparameter sowie die natürlichen und anthropogenen Ursachen zu ermitteln. Abschliessend werden die angrenzenden Hangbereiche bezüglich der Massenbewegungsgefahren untersucht und im Hinblick auf die unterhalb liegende Bebauung beurteilt. Die wissenschaftlichen Grundlagen dienen der Entwicklung von Empfehlungen zur Gefahrenbeurteilung von spontanen Rutschungen und Hangmuren. In den Alpen, den Voralpen und auch im Mittelland sind bei der Erstellung der Gefahrenkarten Szenarien des Typs Lutzenberg zu berücksichtigen, weshalb eine fundierte Methode im Sinne der Prävention notwendig ist.

### 1. Rutschungsereignis vom 1. 9. 2002 in Lutzenberg

Am Sonntag den 1. September 2002 gegen 3h30 nachts ereignete sich eine kleine, oberflächennahe Lockergesteinsrutschung von ca. 2'500 m<sup>3</sup> oberhalb des Dorfes Lutzenberg in der Ostschweiz (AR). Die sich ohne Vorwarnung ablösende und äusserst schnelle Rutschung zerstörte ein Haus (Abbildung 2 c) und verschüttete dabei drei Menschen, die nur noch tot geborgen werden konnten. Zwei weitere Häuser wurden z.T. stark beschädigt, die sich darin befindenden Bewohner konnten sich jedoch noch rechtzeitig in Sicherheit bringen.

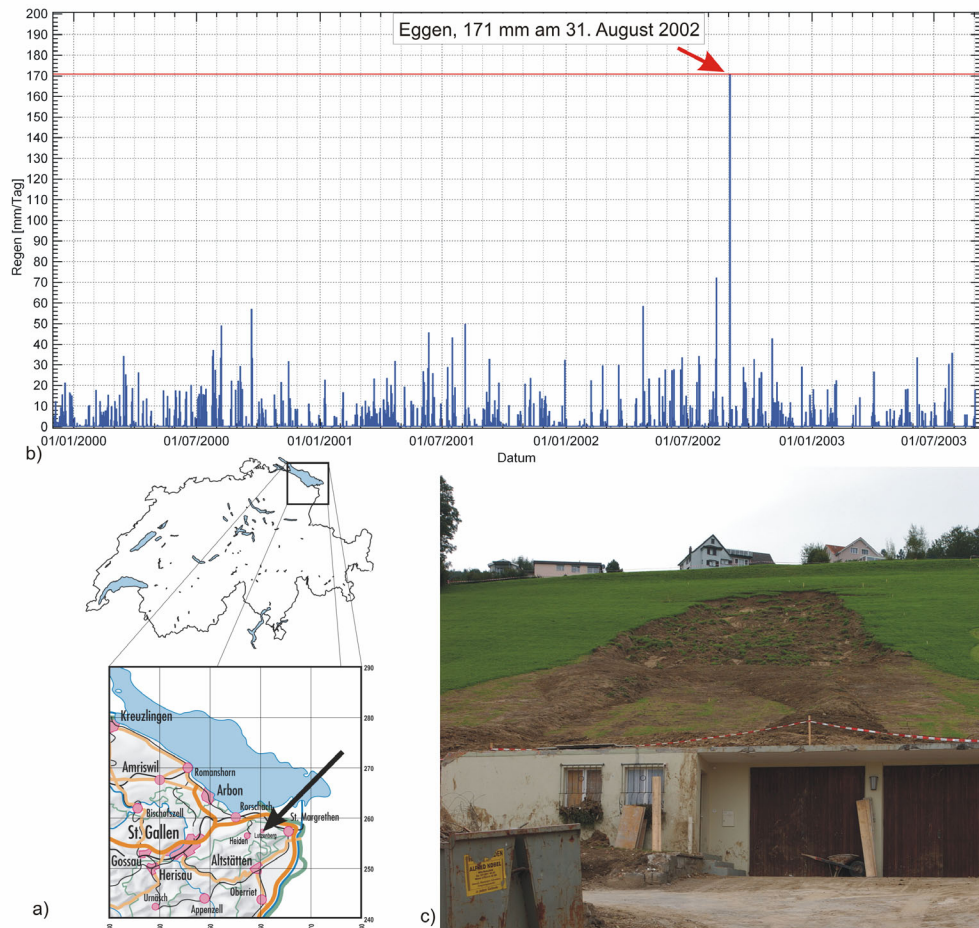


Abbildung 1: a) Geographische Lage von Lutzenberg. b) Niederschläge der Station Eggen, AR (Quelle: MeteoSchweiz). c) Rutschung ca. 1 Woche nach dem Schadenereignis mit Keller des zerstörten Hauses. Der gemauerte Aufbau des Hauses wurde vollständig durch die Rutschung abgeschoben und zerstört.

Die Translationsrutschung entwickelte sich am Hellbüchel, einem als Weideland genutzten und weitgehend baumfreien Grashang, der am Hangfuss bebaut ist. Die in etwa 20°-25° einfallende Schichtfläche, die zugleich den Verwitterungskontakt von Lockergestein auf Fels darstellt (Sand- und Mergelsteine der Unteren Süsswassermolasse), diente dabei als Gleitfläche (Abbildung 2). In der näheren und weiteren Umgebung befinden sich Hänge mit ähnlichen Neigungen, geologischen Untergrundverhältnissen und entsprechender Landnutzung.

Der Rutschung ging eine Periode von starken Niederschlägen voraus, die am Wochenende der Rutschung auf eine Intensität von 170 mm pro Tag anstiegen (Abbildung 1). Zur Abklärung der Ursachen der Rutschung, der abgelaufenen Prozesse und der Gefahrenabschätzung in der weiteren Umgebung des Rutschungsbereiches wurde zwischen dem Bundesamt für Wasser und Geologie und der Ingenieurgeologie der ETH Zürich eine Forschungszusammenarbeit vereinbart. Eine ausführliche geologisch-geotechnische Untersuchung der Rutschung am Hellbüchel soll die Entwicklung eines Untergrundmodells ermöglichen, um die Schlüsselparameter der Rutschung und deren natürliche und möglicherweise durch menschliche Tätigkeit erzeugten Ursachen zu ermitteln. Abschliessend sollen die angrenzenden Hangbereiche auf eine tatsächliche Gefährdung hin untersucht und im Hinblick auf die unterhalb liegende Bebauung beurteilt werden.

## 2. Geologische Dokumentation und geotechnische Datenaufnahme

Die Felduntersuchungen bestanden aus einer geologisch-geotechnischen Aufnahme der Rutschungskanten und der Gleitfläche sowie den im Gelände sichtbaren weiteren aktuellen und älteren Anrissen und alten Rutschungsanzeichen. Als Sanierungsmassnahme wurde die Ausführung eines grossflächigen Drainagesystems im Bereich der Rutschung angeordnet. Dabei konnten die für den Bau erstellten Drainagegräben genau dokumentiert werden. Über den Hang verteilt wurden 18 Rammsondierungen ausgeführt, um den in den Bodenprofilen erhaltenen Schichtenbau und die Felsoberkante (Verwitterungsoberfläche) auch ausserhalb des engeren Rutschungsbereichs zu erfassen. Zudem wurden an Schlüsselstellen Baggerschürfe hergestellt, aus denen gestörte und ungestörte Bodenproben entnommen werden konnten. Das Probenmaterial wurde im Labor geotechnisch klassifiziert und Permeabilität, Kohäsion und Winkel der inneren Reibung (mittels Rahmenscherversuchen) der verschiedenen Schichten für eine spätere numerische Modellierung ermittelt. In zwei Feldscherversuchen wurden die insitu-Scherparameter des Lockergesteins bestimmt.

Die Dokumentation von etwa 30 Bodenprofilen weist auf die Präsenz einer dünnen, 1 bis 25 cm mächtigen, sandigen Silt-Schicht hin („S-Layer“ in Abbildung 2), die direkt auf dem wenig verwitterten Sandstein aufliegt und durch Verwitterung aus ihm entstanden ist. Die Gleitfläche liegt über lange Strecken in dieser Schicht und durchschert nur am unteren Ende der Gleitfläche schaufelartig die darüber liegenden Lockergesteine. Über dieser Silt-Schicht befinden sich im oberen Viertel der Gleitfläche noch verwitterte Sandsteinbänke („B-Layer“) und darüber wiederum ein toniger Silt mit viel Kies und Sand, der eine Mischung aus Moränenmaterial („M-Layer“) und Verwitterungsbildungen aus den Sandsteinen und Mergeln der USM darstellt („F-Layer“). Die verwitterten Sandsteinbänke lösen sich lateral in Richtung Hangfuss in Blöcke auf um schliesslich ganz den darüberliegenden tonig-siltig-sandig-kiesigen Lockersteinen („M- & F-Layer“) Platz zu machen.

Wegen seiner hohen Permeabilität kommt dieser sandigen Silt-Schicht eine Schlüsselrolle zu, da der mergelige Sandstein darunter und auch der tonige Silt darüber weitgehend als Grundwassernichtleiter anzusehen sind und sich so in der sandigen Silt-Schicht ein Porenwasserüberdruck aufbauen könnte. Es wurde deswegen versucht, durch vier in einer Profilline über den Hang verteilte Piezometer den Porenwasserdruck und mittels einer automatisch aufzeichnenden Meteo-Station die Regenmengen seit dem Frühjahr 2003 kontinuierlich aufzuzeichnen. Die bei der Infiltration des Regenwassers auftretenden Saugspannungen wurden dabei in unterschiedlichen Tiefen entlang dieses Monitoring-Profiles überwacht. Leider konnten im Beobachtungszeitraum keine artesisch gespannten Grundwasserstände nachgewiesen werden, was aber möglicherweise durch den aussergewöhnlich heissen und trockenen Sommer 2003 bedingt war.

Ausserdem sollte die Rolle einer Wasserleitung abgeklärt werden, welche die Rutschung im oberen Viertel in etwa hangparallel durchquert hat. Diese wurde durch die Rutschung am Übergang seiner Bettung von Fels ins Lockergestein vollständig abgeschert und trug möglicherweise zu einer Beschleunigung der Rutschmassen beim Versagen des Hanges bei. Die möglichen Auswirkungen einer Leckage der Wasserleitung vor der Auslösung der Rutschung sollte durch numerische 2D- und 3D-FE-Modellierungen abgeklärt werden.

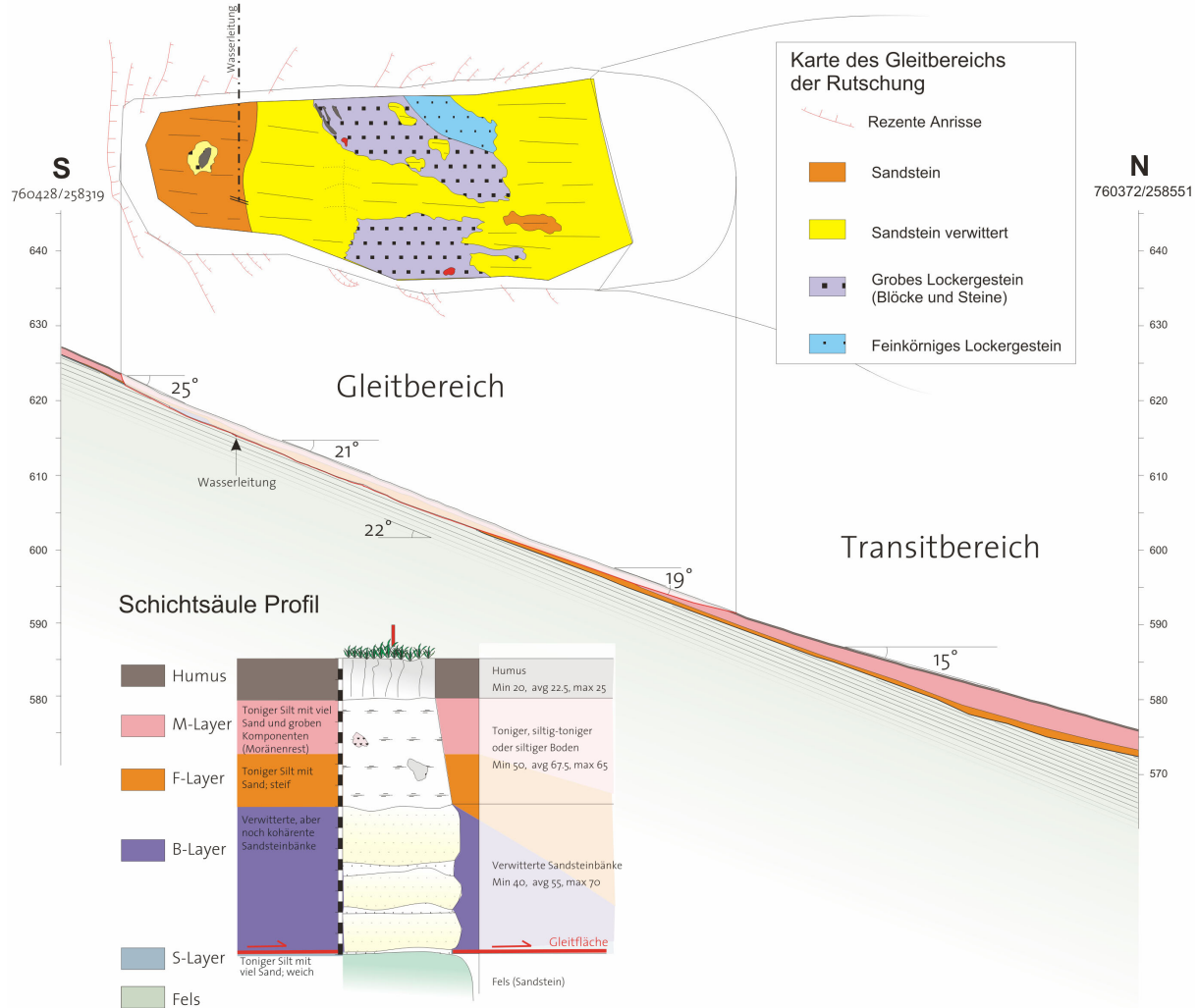


Abbildung 2: Geologischer Längsschnitt durch die Rutschung mit Lageplan der Gleitfläche und einem typischen Bodenprofil. Die Gleitfläche hat sich im S-Layer, einem tonigen Silt mit viel Sand entwickelt.

### 3. Ausblick

Durch die geologische Dokumentation und Ermittlung der geotechnischen Kennwerte können nun numerische Modelle erstellt werden, in denen die möglichen Bedingungen rekonstruiert werden können, die zur Auslösung der Rutschung geführt haben könnten. Das bereits installierte Monitoringsystem kann auch weiterhin zur Überwachung des Hanges genutzt werden, um beispielsweise die entstehenden Porenwasserdrücke in Abhängigkeit der Regenmengen zu erfassen. Eine Fortführung der Überwachung erscheint insbesondere in Anbetracht des bisher relativ kurzen Beobachtungszeitraums und der aussergewöhnlichen meteorologischen Verhältnisse im Sommer 2003 angebracht.

Das Verständnis der Prozesse sowie der verschiedenen Schlüsselfaktoren, die zum Versagen des Hanges geführt haben, erlauben zum einen eine Bewertung der bisher angeordneten Sanierungsmassnahmen. Zum anderen kann das prinzipielle Schadenrisiko für diesen Hangtyp abgeschätzt werden, da die beschriebenen Untergrundverhältnisse sehr häufig in der Schweiz vorkommen, insbesondere in den flach bis mittelsteil einfallenden Sandstein-Mergel-Wechselfolgen der Molasse.

Dieses Verständnis ist die unentbehrliche Grundlage für die Entwicklung notwendiger Bundesempfehlungen, die künftig erlauben sollen, diese Art tragischer Ereignisse zu vermeiden.