

Zeitschrift: Swiss bulletin für angewandte Geologie = Swiss bulletin pour la géologie appliquée = Swiss bulletin per la geologia applicata = Swiss bulletin for applied geology

Herausgeber: Schweizerische Vereinigung von Energie-Geowissenschaftlern; Schweizerische Fachgruppe für Ingenieurgeologie

Band: 26 (2021)

Heft: 1

Artikel: Die Ingenieurgeologie im Zeichen des Klimawandels : Permafrost - Massenbewegungen - Schutzwald. Tagung und Generalversammlung der SFIG-GSGI, Olten, 18. September 2020

Autor: Bollinger, Daniel

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-977319>

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: 13.01.2026

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

Die Ingenieurgeologie im Zeichen des Klimawandels: Permafrost – Massenbewegungen – Schutzwald

Tagung und Generalversammlung der SFIG-GSGI,

Olten, 18. September 2020

Daniel Bollinger¹

1 Tagungsthema

Nicht nur Covid-19 ist pandemisch. Pandemisch ist – wenn man so sagen will – auch der Klimawandel. Tendenziell steigende Temperaturen, Hitze- und Trockenperioden sowie Extremniederschläge prägen zunehmend das Wettergeschehen. Im Alpenraum augenfällig sind der teils massive Gletscher-rückzug und -schwund sowie auftauender Permafrost, mitunter begleitet von Hanginstabilitäten. Diese Entwicklung hat auch Auswirkungen auf die Tätigkeiten der Ingenieurgeologinnen und -geologen. So fanden sich – trotz der Covid-19-Situation – rund 65 Teilnehmerinnen und Teilnehmer in Olten ein, wo die Corona-bedingt vom April in den September verschobene Tagung in etwas speziellem Rahmen (zu einem Tagungsraum umfunktioniertes Barlokal) stattfand.

Effet de la fonte du permafrost sur les dangers naturels en Valais.

Aufgrund der grossflächigen hochalpinen und vergletscherten Gebiete mag der Glaube vorherrschen, dass im Kanton Wallis Risiken aus dem Permafrost weit verbreitet wären. Raphaël Mayoraz, Kantonsgeologe VS, belehrte die Zuhörerschaft jedoch eines anderen. Gleichwohl wird die Entwicklung des Permafrosts und insbesondere dessen Degradation im ganzen Kanton aufmerksam

verfolgt, einerseits durch eigene Beobachtungen und mit kantonalem Messstellennetz, andererseits in verschiedenen Projekten von SLF oder Hochschulen.

Die meisten Risikogebiete für Personen und/oder Infrastrukturen befinden sich im Mattertal mit seinen grossen Höhendifferenzen, und da und dort in einem der anderen Südtäler. Nördlich der Rhone hingegen sind kaum nennenswerte Risiken vorhanden.

Die grössten Gefahrenpotenziale stellen die Blockgletscher dar, insbesondere im Frühling und Sommer, wenn die oberste Schicht saisonal auftaut und wassergesättigt ist (aktive Schicht, bis mehrere Meter mächtig). Bei Starkregenfällen besteht die Gefahr, dass daraus Murgänge hervorgehen, welche bis ins Siedlungsgebiet gelangen können. Zwischen Blockgletschern und angrenzendem Fels treten zudem Sackungen auf, aus denen Sturzprozesse hervorgehen hervorgehen. Regelmässig ereignet sich Stein- und Blockschlag aus infolge von Eis- und Hangkriechen übersteilten Schuttböschungen. Es kommt jährlich 2 bis 3 mal vor, dass Grossblöcke in absturzgefährdeter Lage vorsorglich gesprengt werden müssen.

Oft kommt es auch zu Felsstürzen variablen Volumens aus den zunehmend mächtigen Auftauschichten im eisarmen Permafrost. Diese sind mehrheitlich auf hochalpine Lagen beschränkt und gefährden allenfalls al-

¹ ehemaliges Vorstandsmitglied SFIG

pine Routen. An den frischen Abrissstellen ist zuweilen Klufteis zu beobachten. Der Referent zeigte verschiedene Szenarien zur Entstehung von Sturzprozessen an steilen, besonnten Felswänden auf, betonte jedoch, dass viele Felsstürze auch in permafrostfreien Felswänden auftreten.

Das Referat endete mit einem Blick in die Zukunft, basierend auf den Szenarien 2060 (Anmerkung: NCCS 2018: CH2018 – Klimaszenarien für die Schweiz). Es wird wärmer, Extremniederschläge häufen sich, Hitzetage nehmen zu und die Nullgradgrenze steigt deutlich. Für die Naturgefahrensituation im Wallis bedeutet dies: Die von Raphaël Mayoraz geschilderten Gefahrenprozesse und deren damit verbundene Risiken werden tendenziell zunehmen oder zumindest auf dem heutigen Niveau verharren. Dagegen werden Gletscherrisiken im engeren Sinn mit anhaltendem Gletscherschwund längerfristig abnehmen, ausgenommen Gletscherhochwasser, deren Auswirkungen bis in besiedelte Gebiete reichen können. Ein weiteres Gefahrenpotenzial beinhalten die durch den zunehmenden Eisrückgang freigesetzten Lockergesteinsmassen, vor allem, wenn sie durch Murgänge mobilisierbar sind. Zu einem Problem könnten auch Talflanken werden, welche durch den Eisverlust instabil werden.

Veränderungen im Gebirgspermafrost: Neue Erkenntnisse aus der Wissenschaft

Nach den praktischen Erfahrungen des Kantonsgeologen beleuchtete Marcia Phillips vom Institut für Schnee- und Lawinenforschung SLF die wissenschaftlichen Aspekte des Tagungsthemas. Die Folgerungen sind klar: Deutlich messbar sind steigende Bodentemperaturen, zunehmend mächtige Auftauschichten im eisarmen Permafrost (aktuell bis 10 m), steigender Wassergehalt im eisreichen Permafrost, vermehrte Bildung von Taliks (ungefrorene Stellen/Linsen im Eiskörper) sowie zunehmende Deformationsraten.

Vorderhand noch etwas unzureichend ist die Datenlage betreffend die Prozesse im Permafrostfels (Eiswachstum/-verlust, Wasserflüsse) sowie die Frage nach der Häufigkeit von daraus resultierenden Felsstürzen, Murgängen und der Möglichkeit von Prozessverkettungen.

Dass Lufttemperatur, Niederschlag und die Dauer sowie die Verteilung der Schneedecke den Permafrostuntergrund beeinflussen, liegt auf der Hand. Indessen denkt mancher wohl nicht daran, dass Infrastrukturanlagen und deren Bau im Permafrost jedoch grössere und schnellere Auswirkungen verursachen als das Klima!

Für weitere Einzelheiten wird auf den Artikel zu diesem Referat im Swiss Bulletin für angewandte Geologie, Vol. 25/1+2, Seiten 53-63 verwiesen.

Bauen im Hochgebirge – Berücksichtigung der Klimasensitivität

Bauen im Hochgebirge ist herausfordernd. An drei Beispielen (Rothorn-Pendelbahn, Bergstation Furggsattelbahn, beide Zermatt; Stollenausgang Jungfrauojoch) illustrierte Kaspar Graf, Geotest AG, was das konkret bedeutet: Nicht nur die Logistik, der Bauvorgang und die Arbeitsbedingungen sind herausfordernd, auch die geologisch-geotechnischen Abklärungen sowie das Monitoring beim Bau und anschliessend im Betrieb sind es.

Die Erkenntnisse aus diesen Hochgebirgsbaustellen werden im nachfolgenden Bulletinartikel ausführlicher dargelegt (Swiss Bull. angew. Geol. 26/1, Seiten 61-74).

Mikroseismisches Monitoring: Ein Blick in den instabilen Untergrund am Beispiel der Sackung Moosfluh oberhalb des Aletschgletschers.

Dass Hänge mit dem Gletscherrückzug destabilisiert werden können, ist nichts Neues. Aber: Wo Massenbewegungen auftreten, sind

Überwachungsmassnahmen heute ein wichtiger Bestandteil des Gefahrenmanagements. So auch bei der grossvolumigen Sackung Moosfluh auf der Bettmeralp am Südrand des an Volumen und Länge arg schwindenden Grossen Aletschgletschers.

Mit mikroseismischem Monitoring wird hier erstmals ein Verfahren eingesetzt, das auf dem Monitoringsystem des Tiefengeothermie-Projekts 2006 in Basel basiert (vgl. Bull. angew. Geol., 13/1, Seiten 41-54), seit längerer Zeit weltweit in ähnlicher Weise aber auch bei Bohr- und Fracking-Projekten zur Förderung von Öl und Gas zur Anwendung gelangt.

Andreas Ebert, Geo Explorers AG, Liestal, erläuterte das Verfahren und die Resultate der Überwachung in zwei seit 2017 operativen Testgebieten, nämlich die grossräumige Sackung Moosfluh VS (1.5 km², Volumen ca. 150 Mio. m³) und ein lokales instabiles Felskompartiment von etwa 15'000 m³ im Gebiet Ruostel am Sihlsee SZ. Der Vorteil der Methode liegt darin, die Entfestigungsprozesse im Untergrund zeitlich lückenlos dreidimensional aufzuzeichnen und dabei im Idealfall «Aktivitätszentren» zu lokalisieren. Als Ziel soll ein Frühwarnsystem entwickelt werden, das weder einen regelmässigen Zugang ins Gefahrengebiet noch Sichtverbindungen erfordert.

Einzelheiten des Referats sind dem Artikel im Swiss Bulletin für angewandte Geologie, Vol. 25/1+2, Seiten 65-74, zu entnehmen.

Rutschung Braunwald – Der lange Weg der Massnahmenplanung

Die Massnahmenplanung bei Massenbewegungen bis hin zur Realisierung dauert bisweilen sehr lang. Dies illustrierte Stephan Frank, Dr. von Moos AG, Zürich, anhand der tiefgründigen Rutschung Braunwald GL. Das Beispiel zeigt exemplarisch, wie die Projektierung von Massnahmen und die Bildung

einer Projektträgerschaft ein überaus langwieriger, sich unter Umständen über Jahrzehnte erstreckender Prozess darstellt. Mitunter braucht es neue Schadenereignisse, um den Beteiligten die Dringlichkeit von Massnahmen wieder vor Augen zu führen, so geschehen im Frühjahr 1999, als Starkregenfälle und die Schneeschmelze nach einem ausserordentlich schneereichen Winter zu Rutsch- und Murgangereignissen führten, wobei letztere bis in den Talboden bei Rüti niedergingen.

Die Terrasse von Braunwald ist seit langer Zeit als grosses Rutschgebiet bekannt. Nachdem dort bereits im Jahre 1897 beim Bau des ersten Hotels Rutschprobleme auftraten, sah man sich bei den Arbeiten für ein weiteres Hotel 1910 zur Erstellung von Drainagen gezwungen, denen 1932/33 (Tiefendrainagen bei der Bergstation der Bahn) und 1983/84 (Tiefendrainagen für CHF 4 Mio.) weitere folgten.

Dank 3D-Modellierungen, die den Einfluss der Massnahmen bei verschiedenen hydrologisch-hydrogeologischen Verhältnissen simulierten, gelang es, ein zeitgemässes, kosteneffizientes Massnahmenprojekt mit einem Drainagestollen zu erarbeiten (Vorstudie 2016). Indes verzögerten politische und subventionstechnische Gründe den Start der Detailplanung von Neuem, und somit die Realisierung der Stabilisierungsmassnahmen. Hierzu passend zitierte der Referent aus dem Roman «Kilchenstock» von Emil Zopfi: «Wem soll man glauben? ... Den Wissenschaftlern? Den Politikern? Dem Pfarrer? Der Wahrsagerin? Dem eigenen Gefühl? – womit man irgendwie auch bei der Tagesaktualität anlangte, nämlich: Über die Durchführung einer Jahrestagung und Generalversammlung in Zeiten von Covid-19.

Für weitere Angaben und Hintergründe zur Rutschung Braunwald wird auf den Artikel zum Referat im Swiss Bulletin angewandte Geologie Vol. 25/1+2, Seiten 75-83, verwiesen.

Pflanzen zum Schutz vor Naturgefahren

Es hat sich eingebürgert, für die Jahrestagung einen Referenten zu einem Thema ausserhalb des eigentlichen Tätigkeitsbereichs der Ingenieurgeologinnen und Ingenieurgeologen einzuladen. Mit Alexander Bast vom SLF Davos gelang es uns, einen Referenten zu gewinnen, der uns mit dem Thema «Pflanzen zum Schutz vor Naturgefahren» interessante Einblicke in die Wirkung von Pflanzen vermittelte, namentlich bei der Stabilisierung des oberflächennahen Untergrundes.

Der Referent führte uns dazu vorerst an den Arieschbach bei Fideris im Prättigau. Die steilen Bacheinhänge im montan-subalpinen Einzugsgebiet waren im Zusammenhang mit Starkniederschlägen immer wieder Ursprung schadenträchtiger Hochwasserereignisse. Schon früh wurde deshalb versucht, die grossflächig vegetationslosen Steilhänge mit Hilfe technischer Konstruktionen und Pflanzungen zu stabilisieren. In Anlehnung an diese ingenieurb biologischen Massnahmen wurden im Frühjahr 2010 Untersuchungsflächen eingerichtet, auf welchen neben einer Saatmischung und Heckenbuschlagen auch Mykorrhizapilze eingesetzt wurden. Im Rahmen eines Forschungsprojekts wurde der Einfluss von Pflanze und Pilz (Symbiose zwischen Pflanze und Mykorrhizapilzen in den Wurzeln) auf die Überlebensfähigkeit dieser Pflanzungen in einem erosions- und rutschanfälligen Umfeld eingehend untersucht. Es zeigte sich, dass Wachstum und Entwicklung mykorrhizierter Pflanzen besser und schneller fortschreiten und auch die Überlebensrate deutlich höher ist als bei Pflanzen ohne entsprechenden Pilzpartner. Erkenntnisse also, die im Hinblick auf die ingenieurb biologische Stabilisierung der Böschungen und somit auf reduzierten Schutteintrag ins Gerinne wertvoll sind.

Alexander Bast öffnete daraufhin die Sicht auf die Schutzwälder im Allgemeinen, wo aufgrund der Klimaveränderungen davon auszugehen ist, dass Störungen aus Stürmen, Starkniederschlägen, Waldbrand und Schäd-

lingsbefall die Schutzfunktion des Waldes vermehrt beeinträchtigen können. Deshalb ist an den Schutzwald der Zukunft folgendes Anforderungsprofil zu stellen: Schutzwälder weisen eine gebührende ober- und unterirdische Vielfalt auf, insbesondere bezüglich Arten, Alter, horizontaler und vertikaler Struktur, Baumartenmischung sowie Durchwurzelung und Wurzelarchitektur. Wo immer möglich, ist das Nebeneinander verschiedener Sukzessions- und Entwicklungsstufen in kleinräumig ausgewogener Verteilung zu fördern. Durch diese «dreidimensionale Diversität» – oberirdisch, unterirdisch und hinsichtlich Sukzession (zeitliche Diversität) – erhöht sich nicht nur die Anpassungsfähigkeit und Widerstandskraft des gesamten Bestandes. Auch dessen Selbstregulierung wird so massgeblich gefördert. Neben Pflanzen sind auch deren Partnerorganismen, in erster Linie Mykorrhizapilze, zu berücksichtigen. Denn eine vielfältige Myko-Rhizosphäre treibt die Sukzession der Pflanzengesellschaften an und ist ein wichtiger Promotor für die nachhaltige Entwicklung einer schützenden Vegetationsdecke. Deshalb ist auch der unterirdischen Arten- und Strukturvielfalt (Wurzelarchitektur) Beachtung zu schenken.

Weitergehende Informationen zu den Auswirkungen klimatischer Veränderungen auf Massenbewegungen und den entsprechenden Konsequenzen sind auf <https://ccamm.slf.ch> zu finden.

2 Generalversammlung

Nach einstimmiger Genehmigung des Protokolls der letztjährigen GV blickte der Präsident auf die Tätigkeiten des Vorstands im Jahre 2019 zurück.

Die Jahresrechnung 2019 und das Budget 2021, inklusive der unveränderte Mitgliederbeitrag von CHF 70.–, wurden einstimmig genehmigt. Der Kassierin wurde auf Antrag des nun wieder vollzähligen Revisorenteams Décharge erteilt, der Vorstand in corpore entlastet.

Corona-bedingt kam es beim Bulletin zu Um-dispositionen. Die Vorstände der beiden Herausgeber SFIG und SASEG beschlossen daher, im Jahr 2020 ein «Doppelbulletin» (Hefte 1 und 2) herauszugeben.

Gemäss Statuten wird der Vorstand alle zwei Jahre gewählt. Wegen des Rücktritts mehrerer Vorstandsmitglieder, einschliesslich des Präsidenten, standen Ersatzwahlen im Vordergrund. Es demissionierten: Ruedi Krähenbühl (Präsident), Céline Pittet (Kassierin), Thomas Eisenlohr (Vizepräsident), Daniel Bollinger (Beisitzer, Bulletin-Redaktor 2006-2016), Tim Vietor (Beisitzer).

Mit jeweils grosser Mehrheit der Stimmberechtigten und unter Applaus neu in den Vorstand gewählt wurden folgende, der GV vom Vorstand vorgeschlagenen Mitglieder: Pierre Gander, Daniel Figi, Marco Filliponi und Christoph Nänni. Als neuer Präsident wurde schliesslich Diego Pozzorini (Dr. Baumer SA, Losone) gewählt, der seit 2014 im Vorstand ist. Die bestehenden Vorstandsmitglieder Roger Heinz (Bulletin-Redaktor), Ueli Jörin (wird fortan die Kasse führen), Jean-Marc Fasel und Hermann Rovina wurden ebenso einstimmig bestätigt.

Gemäss Art. 3 der Statuten ist die SFIG eine Vereinigung von Wissenschaftern und Praktikern mit Hochschulausbildung, welche im Bereich der Ingenieurgeologie tätig sind. Um der in den letzten Jahren feststellbaren Diversifizierung in den geo- und umweltwissenschaftlichen Studienrichtungen Rechnung zu tragen, beantragte der Vorstand der GV, die explizite Einschränkung der Mitglieder auf Geowissenschaftler mit Master-Abschluss aufzuheben. Da über Aufnahmen in die SFIG der Vorstand entscheidet (Art. 8), bleibt im Einzelfall ausreichend Kontrolle über die Erfüllung der ausbildungsspezifischen und beruflichen Aufnahmekriterien. Dem Antrag wurde mit grosser Mehrheit zugestimmt.

Markus Liniger, Präsident der Arbeitsgrup-

pe Geologie und Naturgefahren (AGN) informierte daraufhin über deren Aktivitäten. Für die demissionierten langjährigen Mitglieder Aurèle Parriaux (Vertreter Hochschule) und Daniel Bollinger (Vertreter kantonale Verwaltung, Mitglied seit Gründung der AGN Mitte der 1990er Jahre) hatte der Vorstand zuvor als neue Mitglieder Dr. Raphaël Mayoraz (Kantonsgeologe VS) und Lukas Inderbitzin (Fachbereichsleiter Naturgefahren Kanton SZ) gewählt.

Die Arbeitsgruppe Ingenieurgeologie (AGI) wird im Grundsatz bestätigt, bleibt aber im stand-by-Modus. Im Sommer 2020 konnte diese einen Artikel in der Zeitschrift des Schweizerischen Gemeindeverbands publizieren («Bei der Bauplanung den Untergrund nicht vergessen», Schweizer Gemeinde 6/2020, Seiten 58-59). Das pdf ist auf der SFIG-Homepage aufgeschaltet (www.sfig-gsgi.ch).

Beide Arbeitsgruppen sind jeweils jährlich an der Generalversammlung für ein weiteres Jahr zu bestätigen, was sowohl bei der AGN wie auch der AGI einstimmig erfolgte.

Nachdem unter Varia keine Wortmeldungen erfolgten, verabschiedete Diego Pozzorini als neuer Präsident der SFIG die abtretenden Vorstandsmitglieder mit einem Geschenk.

