Zeitschrift: Wasser Energie Luft = Eau énergie air = Acqua energia aria
Herausgeber: Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband
Band: 75 (1983)
Heft: 11-12

Artikel: Die Aufgaben der Geologie im Rahmen der 5-Jahres-Kontrolle
Autor: Schneider, Toni R.
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-941294

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: 09.08.2025

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

cès (en général depuis l'aval) et celui de la position des vannes.
En ce qui concerne les accès depuis l'extérieur, la surveillance peut se faire au moyen de caméras TV, voire par la mise en place d'alarmes par rayons infra-rouge ou par micro-ondes; toutefois, ces systèmes n'empêchent pas de parvenir jusqu'aux vannes. La pose d'une grille à la sortie est peut-être un autre moyen.
Quant à la position des vannes, d'aucuns préconisent de maintenir les 2 vannes abaissées, ce qui permettrait d'éviter tout écoulement intempestif si la vanne aval devait être intentionnellement endommagée. Toutefois, en raison de la faible distance entre les 2 vannes, il n'est pas exclu que les 2 vannes soient touchées. Il semblerait donc préférable de maintenir une seule vanne abaissée; en cas de nécessité, il est fort probable que la vanne de réserve puisse être encore manœuvrée.

Adresse de l'auteur: *Henri Pougatsch,* ingénieur civil EPFL/SIA, Office fédéral de l'économie des eaux, 3001 Berne.

Exposé de M. *Henri Pougatsch,* tenu lors des journées d'études des 6 et 7 octobre 1983 à Rapperswil et à Wägital. Ces journées, qui traitaient la surveillance et l'entretien des barrages, ont été organisées par le Groupe de travail pour l'observation des barrages du Comité national suisse des grands barrages.

Die Aufgaben des Geologen im Rahmen der 5-Jahres-Kontrolle

Toni R. Schneider

1. Einleitung

Jede Stauhaltung steht mit der Natur und damit mit der Geologie in einer Wechselbeziehung. Deshalb wird in Artikel 28, Absatz 3, der Talsperrenverordnung vom 1. März 1971 im Rahmen der 5-Jahres-Kontrollen neben dem Ingenieur-Experten der Beizug eines Geologie-Experten verlangt. Dieser hat im wesentlichen Aufgaben im Nahbereich der Sperre und im Bereich des Beckens zu lösen.
Diese Problemkreise werden gleichsam als Check-Listen zusammengestellt (Tabellen 1 und 2). Mit den Listen wird kein Anspruch auf Vollständigkeit erhoben. Sie sind weitgehend auf schweizerische Verhältnisse zugeschnitten, indem beispielsweise auf Probleme, die mit vulkanischen Erscheinungen in Beziehung stehen gar nicht oder auf Fragen erhöhter seismischer Aktivität nur am Rande eingegangen wird.
Einige wenige Punkte werden aus dem Erfahrungskreis des Verfassers illustriert. Den Abschluss bilden einige Bemerkungen zur heutigen Situation und Vorschläge für das weitere Vorgehen.

2. Aufgaben im Nahbereich der Sperre

2.1 Fundation

Die geologischen Erkenntnisse bezüglich Petrographie, Stratigraphie und Tektonik haben in den letzten Jahren und Jahrzehnten erhebliche Fortschritte zu verzeichnen. Insbesondere bei älteren Anlagen wird es deshalb zum Teil unerlässlich sein, die früheren Benennungen und Anschauungen auf den neuesten Stand zu bringen bzw. die alten Bezeichnungen nach den neuesten Auffassungen zu interpretieren.
Bei Petrographie und Durchtrennung des Fundationskörpers geht es vor allem darum, die Möglichkeit allfälliger Festigkeitsreduktionen zu erfassen, indem das Langzeitverhalten abgeschätzt wird. Als wesentlichste den bestehenden Zustand verschlechternde Faktoren sind Verwitterungserscheinungen chemischer und physikalischer Art, d.h. Lösungs- und Dekompressionserscheinungen zu bewerten (siehe z.B. *Carroll* [1970]). Besonders anfällig sind in dieser Beziehung glimmer- und tonreichere Gesteine. Lockergesteinsfüllungen von Störungen können zudem bei stärkeren Wasserzirkulationen einer inneren Erosion unterworfen sein.

2.2 Widerlager

In den Widerlagern gilt bezüglich Petrographie und Durchtrennung des Felskörpers grundsätzlich dasselbe wie für die Fundation. Mit einer allfälligen Verschlechterung des

Bild 1. Potentielle Ablösungsstelle eines Felssturzes über dem Bannalp-Damm, Luftaufnahme.

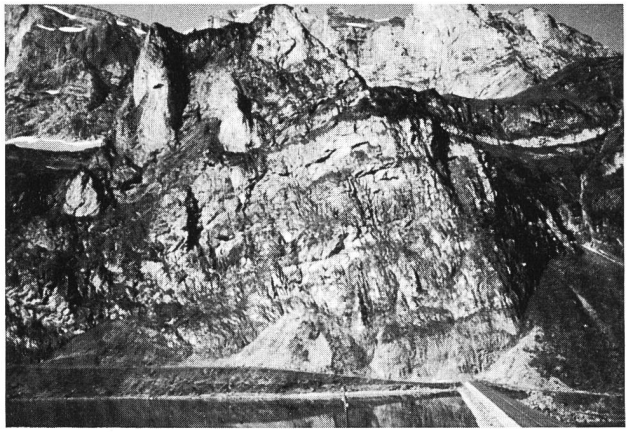

Bild 2. Felssturzgefahr oberhalb des Bannalp-Dammes, Übersicht. Als Schutz wurde über dem bestehenden Damm eine ca. 3 m dicke Schutzschicht aus Gehängeschuttmaterial geschüttet.

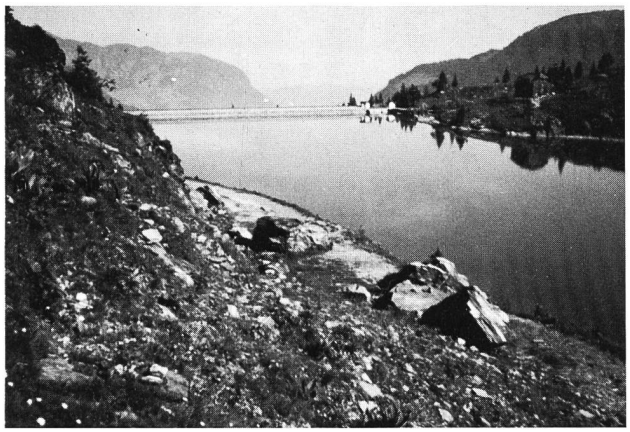

Bild 3. Bereits schmale Bermen vermögen rollende Blöcke abzufangen (Südufer Bannalpsee).

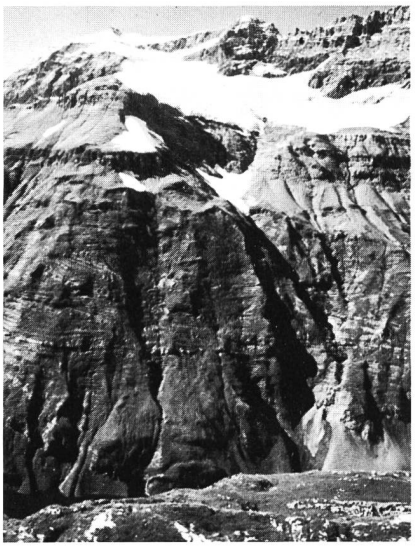

Bild 4. Glacier des Rosses über dem Lac d'Emosson.

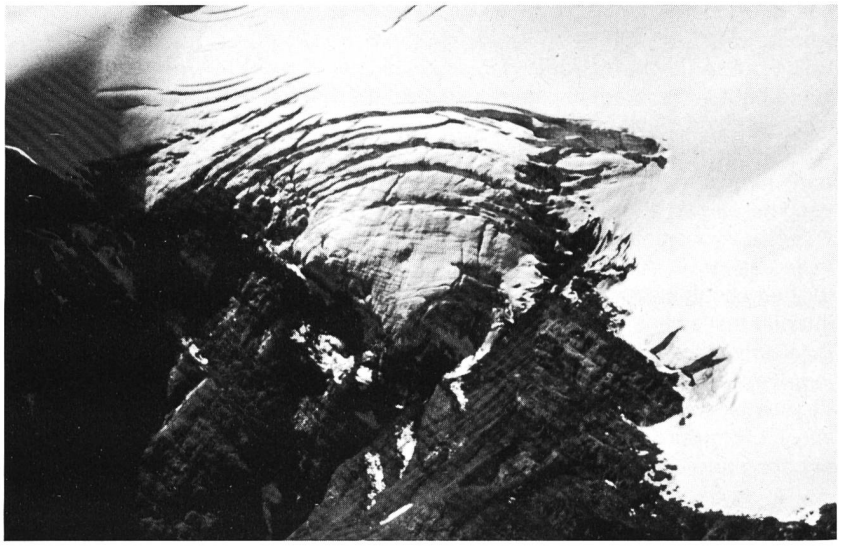

Bild 5. Front des Glacier des Rosses. Im Falle eines Vorstosses ist der Absturz von Eismassen in die Stauwurzel des Lac d'Emosson nicht auszuschliessen.

Tabelle 1: Im Nahbereich der Sperre zu beachtende Punkte

Fundation	
Petrographie	
Generelle Situation gemäss neuestem Stand der Wissenschaft Langzeitverhalten Verwitterungstendenz Lösungserscheinungen Dekompressionserscheinungen	Reduktion der Festigkeit
Durchtrennung des Felskörpers	
Erosion von Störungsfüllungen Lösungserscheinungen an Störungsfüllungen	Reduktion des Festigkeit
Widerlager	
Petrographie und Durchtrennung wie Fundation Dekompressionserscheinungen Verwitterungserscheinungen Einflüsse der Spiegelschwankungen	Stabilität der Talsperre
Hydrogeologie	
Durchsickerungen	
Fundation Widerlager	Drainageschirm
Dichtungsschirm	
Wirksamkeit Langzeitverhalten	
Auftrieb	
Interpretation der Messungen in Funktion von Meteorologie, Jahreszeit, Stauspiegel Möglichkeit langfristiger Veränderungen	
Chemismus des Bergwassers	
Agressivität auf: Beton Injektionsgut Fundationskörper Kluftfüllungen	
Quellen der Umgebung	
Überwachungssysteme	
Geologische Einflüsse auf die Verformung der Sperre: Pendel, Geodäsie Geologische Einflüsse auf die Verformung der Widerlager: Pendel, Geodäsie, Rockmeter, Inklinometer, Extensometer Stabilität der Fixpunkte	
Neotektonik	
Seismizität der Umgebung Möglichkeit der Reaktivierung von Störungen und deren Nachweis Mikroseismische Überwachung	

Zustandes und den damit verbundenen Festigkeitsreduktionen stellt sich hier jedoch die entscheidende Frage nach der Stabilität der Talsperre, dies insbesondere bei Bogenmauern. Neben dem grundsätzlichen Hinweis auf die Möglichkeit einer entsprechenden ungünstigen Entwicklung ist vor allem die Beurteilung der Parameter wichtig, die der Ingenieur für seine Berechnungen benötigt. Dies hauptsächlich auch unter Berücksichtigung der Spiegelschwankungen. Eine schrittweise Annäherung an die Probleme mit Abschätzungen, die später mit Messungen erhärtet werden, wird in den meisten Fällen das zweckmässigste Vorgehen sein. Dies insbesondere, solange keine kritischen Zustände erreicht sind.

2.3 Hydrogeologie

Bei den hydrogeologischen Fragen geht es vor allem um die Dichtigkeit des Sperrenuntergrundes. Entscheidende Daten liefern die Sickerwassermessungen in der Fundation und den Widerlagern, so insbesondere die Wasserführung allfälliger Drainagebohrungen. Hinweise liefern ferner Piezometermessungen und Quellen in der näheren Umgebung. Diese Informationen geben letztlich auch Auskunft über die Wirksamkeit des Dichtungsschirmes. Aus zu erkennenden Tendenzen in Verbindung mit der Abschätzung der Aggressivität des Bergwassers sollte sich auch sein Langzeitverhalten bzw. der Zeitpunkt für die Notwendigkeit von Nachinjektionen abschätzen lassen. Dabei müssen auch ökonomische Fragen berücksichtigt werden. Bei Auftriebsmessungen vermag (vor allem bei nur schwer verständlichem Verhalten einzelner oder mehrerer Messstellen) unter Umständen der Geologe auf Grund seiner Kenntnisse der Durchtrennung des Felskörpers und der vorliegenden Permeabilitäten Hinweise auf vernünftige Interpretationen zu liefern. Aufgrund der oben beschriebenen zu erwartenden Veränderungen des Fundationskörpers sind unter Umständen auch Abschätzungen des kurz- und mittelfristigen Verhaltens möglich.
Auch weitgehend reines Wasser weist eine starke Aggressivität auf, was besonders in Kristallinserien zu berücksichtigen ist.

2.4 Überwachungssysteme

Für die Interpretation der Verformungsmessungen der Talsperre und deren Widerlager hat vor allem die Zusammenarbeit zwischen dem Ingenieur und dem Geologen zu

Tabelle 2. Im Bereich des Beckens zu beachtende Punkte

Uferstabilität und Sicherheit der Ufer		
Phänomene	*Auswirkungen*	*Überwachung*
Lockergesteinsrutschungen Felsrutschungen Sackungen Felsstürze Bergstürze Eisstürze	Direkte Gefährdung: Bauwerk, Installationen, Belegschaft, Dritte Schwallwelle mit Überschwappen der Sperre Gefährdung: Bauwerk, Installationen, Belegschaft, Dritte (Uferbereich Unterlieger)	Visuelle Beurteilung bei Begehungen Vergleich periodisch aufgenommener Fotos (terrestrisch oder aus der Luft) Einbau von Messsystemen: Geodätische Punkte Spaltenmessungen Inklinometer Gleitmikrometer Extensometer (periodische Messung oder Fernübertragung oder evtl. Einbau eines Alarmsystems)
Dichtigkeit des Beckens		
Möglichkeit von Wasserverlusten durch:	Karst Chemische Erosion, Lösungsvorgänge Mechanische Erosion (Reaktivierung von Störungen)	
Eingriffe Dritter		
Mögliche Auswirkung von:	Stollenbauten Tunnelbauten Anderen Untertagebauten Eingriffen in die Hydrogeologie	

spielen. Dies inbesondere im Falle von über das Erwartete hinausgehenden Verformungen. Nicht selten lassen sich diese aus dem Aufbau und der Durchtrennung des Untergrundes erklären. Die Interpretation wird dabei um so schwieriger, je weniger Unterlagen zur Verfügung stehen. Besonders bei älteren Sperren kann dies im Zuge von Neuinstrumentierungen der Fall sein.

In Verbindung mit den geodätischen Verformungsmessungen hat der Geologe auch die Stabilität der Fixpunkte, auf denen die Netze basieren, zu beurteilen. Dies sowohl bei der Neuanlage eines Vermessungsnetzes wie auch beim Auftreten seltsamer nicht à priori erklärbarer Verformungen.

Im weiteren darf es heute fast als selbstverständlich bewertet werden, dass im Zuge einer Um- und Neuinstrumentierung zur Grundlagenbeschaffung im Rahmen der Jahres- und 5-Jahres-Kontrolle ein mit allen Talsperrenproblemen vertrauter Geologe beigezogen wird.

2.5 Neotektonik

Die Neotektonik hat im Zusammenhang mit den Sicherheitsnachweisen für Kernkraftwerke und Endlager von radioaktiven Abfällen eine gewisse Bedeutung erhalten und wurde insbesondere in den letzten Jahren auch der Bevölkerung zum Bewusstsein gebracht. Im Rahmen der Überwachung der Talsperren ist auch diesem Problem die ihm zukommende Beachtung zu schenken. Dies, obwohl heute schon mit einiger Sicherheit festgestellt werden darf, dass diesbezüglich bei der weitaus grössten Zahl von Talsperren in der Schweiz kaum Probleme zu erwarten sind.

Für den Geologen wird es im Rahmen der 5-Jahres-Kontrolle hauptsächlich darum gehen, die Seismizität der Umgebung zu verfolgen und anhand der Kenntnisse der örtlichen Geologie zu überprüfen, ob mit der Möglichkeit der Reaktivierung von Störungen im Fundations- oder Bekkenbereich gerechnet werden muss. Sollte diese Beurteilung zu einem positiven Ergebnis führen, wird überprüft werden müssen, wie der Nachweis allfälliger Bewegungen erbracht werden kann. Am einfachsten wird dies in der Regel durch eine entsprechende Erweiterung des geodätischen Überwachungssystems möglich sein. In speziellen

Bild 6. Rutschung San Carlo am Nordufer des Lago Ritom und ausgeprägte Uferrutschungen. Die Rutschung bewegt sich hauptsächlich zur Zeit der Schneeschmelze, d.h. bei niedrigem Seestand.

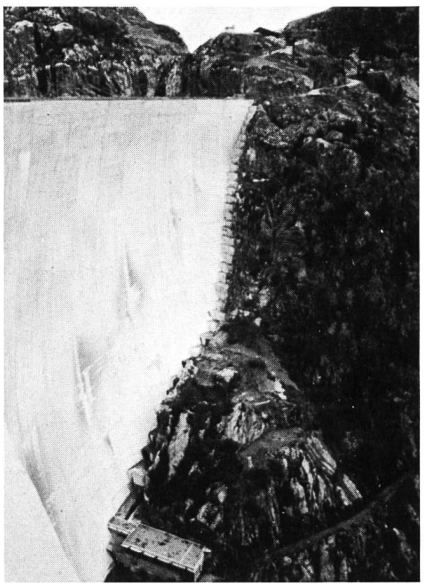

Bild 7. Linkes Widerlager der Staumauer Emosson. Dieses Bild wurde vorsorglich als Grundlage für die Kontrolle und Überwachung der Abwitterung des Sperrenwiderlagers aufgenommen.

Fällen könnte auch an die Einrichtung von Präzisionspolygonketten, Gleitmikrometern, Inklinometern oder gar an eine mikroseismische Überwachung gedacht werden.

3. Aufgaben im Bereich des Beckens

Im Bereich des Beckens überwacht der Geologe in erster Linie die Stabilität und Sicherheit der Ufer im Hinblick auf geologische Naturereignisse. Nur in eher seltenen Fällen werden auch Fragen der Beckendichtigkeit zu beantworten sein. In der Tabelle 2 sind in einer ersten Kolonne die Phänomene aufgelistet, die hinsichtlich der Uferstabilität bzw. der Sicherheit der Ufer zu beachten sind. Die Eisstürze sind darin aufgeführt in der Meinung, dass in einer ersten Phase der Geologe als Naturwissenschafter auch diesem Phänomen Beachtung zu schenken hat, weil im Rahmen der 5-Jahres-Kontrollen der Beizug eines Glaziologen nicht à priori vorgesehen ist. Über das Engagement dieses Spezialisten wird von Fall zu Fall entschieden werden müssen. Die übrigen aufgeführten Naturereignisse können unter dem Oberbegriff Terrainbewegungen zusammengefasst werden, auf die im einzelnen nicht eingegangen wird. Als allgemeine Orientierungen sei nur auf die Publikationen des Highway Research Board (1958), *Winterhalter* et al. (1964), *Voight* (1978), *Veder* (1979) und *Heierli* et al. (1981) hingewiesen.

Die Auswirkungen der geologischen Naturereignisse können direkter oder indirekter Art sein. Eine direkte Gefährdung liegt vor, wenn das Ereignis (z.B. Felssturz, Eisschlag) Schäden an der Talsperre selbst sowie deren Installation oder Annexbauwerken hervorrufen kann oder aber das Bedienungspersonal oder Dritte (z.B. Besucher, Spaziergänger, Touristen) gefährdet (Bilder 1, 2 und 3). Von indirekten Gefährdungen kann gesprochen werden, wenn grössere Massen aus den überliegenden Hängen (Felsstürze, Bergstürze, Eisstürze [Bilder 4 und 5]), aber auch Sackungen oder Rutschungen (Bild 6) mit so grosser Rasanz in die Stauhaltung fahren, dass die entstehende Schwallwelle über die Talsperre hinweg schwappt oder die Uferlinie überspült. Dadurch kann der Bestand der Talsperre, aber auch die Installationen, Annexbauwerke und das Bedienungspersonal gefährdet werden. Hinzu kommt noch die Gefährdung Dritter, sei es als Unterlieger oder sich zufällig im Beckenbereich aufhaltende Personen (Besucher, Touristen, Spaziergänger). Ein neueres Hilfsmittel zur Abschätzung der Grösse von Schwallwellen bilden die Untersuchungen an der Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie an der ETHZ, VAW, (*Huber* 1980).

Für die Überwachung von Terrainbewegungen kommt in einer ersten Phase vor allem die visuelle Beurteilung bei Begehungen des Beckens in Frage. Da auf das Erinnerungsvermögen nur beschränkt Verlass ist, können diese durch Vergleiche periodisch aufgenommener Photos (terrestrisch oder aus der Luft) unterstützt werden (Bild 7). Werden Messungen notwendig, so stehen heute viele Geräte und Installationen zur Verfügung (Geodäsie, Spaltenmessungen, Inklinometer, Gleitmikrometer, Extensometer). Je nach dem Ausmass der Gefährdung wird entschieden werden müssen, ob periodische Messungen an Ort und Stelle mit festgelegter Frequenz ausreichen oder ob zu Fernübertragungen an dauernd besetzte Stellen (Zentralen, Kommandoräume, Polizei) geschritten oder ob sogar ein eigentliches Alarmsystem und -dispositiv eingerichtet werden muss. Die Auswertung und Interpretation dieser Messungen unter Berücksichtigung der Meteorologie, Jahreszeit und Seestand gehört ebenfalls in den Aufgabenbereich des Geologen.

Fragen der Beckendichtigkeit und von Eingriffen Dritter wurden in der Tabelle 2 der Vollständigkeit halber aufgeführt. Sie dürften eher die Ausnahme bilden.

4. Ausblick

In den vorhergehenden Ausführungen wurden die im Zusammenhang mit Talsperren und Stauhaltungen zu erwartenden geologischen Probleme kurz gestreift. Im Hinblick auf die 5-Jahres-Kontrollen ergibt sich aus der Sicht des Verfassers, dass in einem ersten Schritt im Rahmen der künftigen Kontrollen – wo dies nicht bereits heute zur Routine gehört – jede Talsperre und ihre Umgebung an Hand der in den Tabellen 1 und 2 vorliegenden Check-Listen überprüft werden. Für die jüngeren Sperren dürften die hierzu erforderlichen Unterlagen bereits weitgehend vorliegen. Bei älteren Talsperren ist jedoch damit zu rechnen, dass die vorhandenen geologischen Grundlagen nur noch beschränkt den heutigen Anforderungen gerecht zu werden vermögen. Nach einer ersten Erfassung der geologischen Probleme wird von Fall zu Fall entschieden werden müssen, wie weiter vorgegangen wird. Bei kleineren Sperren und eher bescheidener Problematik wird möglicherweise längerfristig auf weitere Überprüfungen durch den Geologen verzichtet werden können. Bei grösseren Sperren oder aber im Falle akuter geologischer Gefährdungen wird die geologische Untersuchung als fester Bestandteil in die 5-Jahres-Kontrollen eingebaut werden müssen. Es sind aber auch Fälle denkbar (akute Rutschungen, problematisches Verhalten der Fundation oder der Widerlager), bei denen sich eine intensivere geologische Überwachung aufdrängt. Was in den einzelnen Fällen vorgekehrt werden soll, ist von der Aufsichtsbehörde zusammen mit den Besitzern und dem Geologen festzulegen.

Literatur

Carroll, D. (1970)
Rock Weathering, Plenum Press, New York – London.

Highway Research Board (1958)
Landslides, Special Report 29, National Academy of Sciences, National Research Council, publication 544.

Heierli, W., Merk, A., Temperli, A. (1981)
Schutz gegen Steinschlag, Eidg. Dept. des Innern, Bundesamt für Strassenbau.

Huber, A. (1980)
Schwallwellen in Seen als Folge von Felsstürzen. Mitteilungen der Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie Nr. 47.

Veder, Ch. (1979)
Rutschungen und ihre Sanierung, Springer-Verlag Wien, New York.

Voight, B. (1978)
Rockslides and Avalanches, 1 Natural Phenomena, Elsevier Scientific Publishing Company.

Winterhalter, R.U., Schneider, T.R., und *Schielly, H.* (1964)
Terrainbewegungen, Publ. Nr. 57 der Schweizerischen Gesellschaft für Bodenmechanik und Fundationstechnik.

Adresse des Verfassers: Dr. *Toni R. Schneider,* Beratender Geologe, Rütihofstrasse 53, 8713 Uerikon.

Vortrag gehalten an der Tagung über Talsperrenüberwachung und -unterhalt vom 6. und 7. Oktober 1983 in Rapperswil (SG) und Wägital. Diese Tagung wurde vom Ausschuss für Talsperrenüberwachung des Schweizerischen Nationalkomitees für grosse Talsperren durchgeführt.