

Zeitschrift: Wasser Energie Luft = Eau énergie air = Acqua energia aria
Herausgeber: Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband
Band: 82 (1990)
Heft: 1-2

Artikel: Spülungen und Entleerungen von Staueseen und Ausgleichbecken : Umweltbezogene Anforderungen
Autor: Gartmann, Rudolf
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-939776>

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: 28.01.2026

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

Spülungen und Entleerungen von Stauseen und Ausgleichsbecken

Umweltbezogene Anforderungen

Rudolf Gartmann

Einleitung

Am 12. März 1981 musste der im oberen Valsertal liegende Stausee Zervreila der Kraftwerke Zervreila AG (KWZ) nach 24 Betriebsjahren zum erstenmal vollständig entleert werden. Die Seeabsenkung erfolgte in der ersten Phase und soweit möglich über die Turbinen des Seewerkes und den Freispiegelstollen ins Safiental und in der zweiten Phase über den Grundablass direkt in den Valserrhein. Dabei wurde bei der rund 6,5 km talwärts beim Dorf Vals heute zeitweise von der KWZ betriebenen hydrometrischen Station während drei Stunden die einem im März natürlicherweise nie vorkommenden Hochwasser entsprechende Wassermenge von rund 50 m³/s registriert. Dies entspricht einem spezifischen Abfluss von 780 l/s · km² bei der Staumauer oder 390 l/s · km² bei der Messstation (Bild 1). Als Folge dieser Entleerung wurden angeschwemmtes Lawinenholz und Auflandungen mit Abdeckung der Fischweide festgestellt sowie ein gelichteter Bestand vor allem an Jungfischen mit einer vom Fischereiinspektorat errechneten Schadensumme von rund 44000 Franken.

Die Bündner Regierung setzte in der Folge eine Arbeitsgruppe unter der Federführung des damaligen Amtes für Gewässerschutz, heute Amt für Umweltschutz, ein mit dem Auftrag, die sich durch die Entleerungen und Spülungen von Stauhaltungen ergebenden Fragen des Gewässerschutzes, der Fischerei, der Flussbaupolizei und des Landschaftsschutzes zu prüfen und entsprechende Schutzmaßnahmen zu erarbeiten. Neben Vertretern der zuständigen kantonalen Fachstellen wurden auch Vertreter von Kraftwerksgesellschaften und des Bündner Fischereiver eins als Mitglieder der Arbeitsgruppe bezeichnet. Seither

begleitet die Arbeitsgruppe soweit als möglich die Entleerungen, Spülungen und Nasskontrollen, wobei fotografische Aufnahmen gemacht, Wasserproben entnommen, der Zustand der Fischweide vor und nach dem Entleerungs- bzw. Spülvorgang festgehalten sowie die betroffenen Gewässer nach eingegangenen Fischen abgesucht werden. Die dabei gewonnenen Erfahrungen fanden Eingang in die heute in Graubünden geltende Praxis.

Problemstellung

Unsere Gewässer und ihr Wasserhaushalt werden durch die Wasserkraftnutzung, insbesondere auch durch den künstlichen Stau der Gewässer, wesentlich beeinflusst. Infolge der in den Stauräumen sehr stark reduzierten Fließgeschwindigkeit setzen sich dort vor allem anorganische Stoffe, das heißt Geschiebe und Schwebstoffe, aber auch organische Verunreinigungen ab und führen zu Verlandungen, welche den nutzbaren Stauinhalt verringern und die Betriebssicherheit der Ablassorgane und anderen Anlage teile beeinträchtigen können. Sofern sich eine Stauhaltung talwärts von Siedlungen befindet, wird der Zufluss auch durch Abwässer belastet, deren Inhaltsstoffe im Stauraum sedimentieren. Dies ist insbesondere dann der Fall, wenn diese Abwässer nur teilweise oder noch nicht in Reinigungsanlagen geklärt werden.

Aus Gründen der Sicherheit der Talsperren schreibt die eidgenössische *Talsperrenverordnung* periodische Zustands kontrollen der verschiedenen Ablassorgane vor, die gegebenenfalls auch Reparaturarbeiten zur Folge haben. Damit werden regelmässige Nasskontakte und Entleerungen der Staubecken notwendig. Die Stauraumverlandungen bedingen insbesondere bei kleinen Ausgleichsbecken periodische Spülungen. Entleerungen und Spülungen können, vor allem dann, wenn die genannten Massnahmen zeitlich willkürlich getroffen werden, zu künstlichem Hochwasser mit meist stark erhöhtem Geschiebe- und Schwebstofftransport, zu örtlichen, teilweise unästhetischen Ablagerungen und Verschlammungen des Bach- oder Flussbettes und der Laichplätze der Fische, zu Fischsterben sowie zur Beeinträchtigung der Gewässerflora und -fauna talwärts der Stauanlage führen. Durch die Entleerungen und Spülungen ergeben sich damit Probleme des Gewässerschutzes, der Fischerei, der Wasserbaupolizei und des Landschaftsschutzes.

Die geltende Gesetzgebung über den Gewässerschutz, die Fischerei, die Wasserbaupolizei und den Natur- und Heimatschutz (Zusammenstellung am Schluss des Aufsatzes) ist auf die Entleerungen und Spülungen von Stauräumen grundsätzlich anwendbar, ebenso wie die Bestimmungen und Auflagen in den erteilten Konzessionen.

Spülungen und Entleerungen sind aus unserer Sicht als Einleitungen in ein Gewässer zu betrachten. Deshalb kann die vom Bundesrat gestützt auf das Gewässerschutzgesetz erlassene *Verordnung über Abwassereinleitungen* (VAE) sinngemäss angewendet werden. Die VAE legt u.a. die Qualitätsziele für Fließgewässer fest, welche für eine Wasserführung gelten, die während 347 Tagen des Jahres vorhanden oder überschritten ist, wobei natürlicherweise vorkommende (höhere) Werte vorbehalten sind sowie Grenzwerte für verschiedene Verschmutzungsparameter bei Abwassereinleitungen in die Fließgewässer. Dabei sieht die Verordnung sowohl die Verschärfung als auch die Erleichterung der Einleitungsbedingungen vor.

Bei Entleerungen und Spülungen von Stauräumen ist der *Gehalt an absetzbaren Stoffen* der massgebende Verschmutzungsparameter für den Vorfluter. Somit können Absetzproben aus dem Vorfluter für die Beurteilung und die

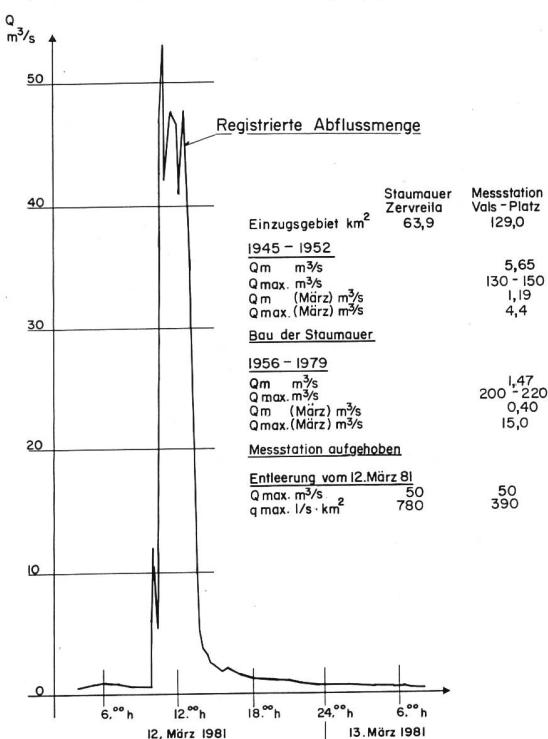


Bild 1. Entleerung des Stauteses Zervreila am 12. März 1981.

Steuerung von Entleerungen und Spülungen dienen. Insbesondere lassen sich damit die zulässige Entleerungs menge bei Staufen und die Mindestwassermenge im Vorfluter bei Spülungen von Ausgleichsbecken festlegen. Dementsprechend lassen sich die Grundablass- und Schieberöffnungen bzw. die (mechanischen) Räumarbeiten im Becken bis zu einem gewissen Genauigkeitsgrad steuern. Diese Steuerung aufgrund der gemessenen absetzbaren Stoffe bedingt aber, dass die Messwerte möglichst kurzfristig vorliegen. Unsere Erfahrung (Bild 2) zeigt, dass nach 30 Minuten Absetzzeit in der Regel ein einigermassen stationäres Absetzniveau erreicht wird.

Zum Vergleich und um Richtwerte zu erhalten, welche bei Entleerungen von Staufen und bei Spülungen von Ausgleichsbecken eingehalten werden sollten, wurde der Gehalt an absetzbaren Stoffen von Fließgewässern bei natürlicherweise vorkommender grösserer Wasserführung wie Gewitter, Schneeschmelze oder Hochwasser ermittelt. In den Jahren 1981 und 1982 haben wir zahlreiche Proben aus verschiedenen Flüssen und Bächen bei grösserer Wasserführung entnommen und den Gehalt an absetzbaren Stoffen nach einer Absetzzeit von 30 Minuten bestimmt. Dabei zeigte es sich, dass die Fließgewässer bei grösserer Wasserführung ähnlichen Belastungen durch Schwebstoffe ausgesetzt sind wie bei Entleerungs- und Spülvorgängen, und dass dabei auch die Fischweide entweder weggeschoben oder mit Material zugedeckt wird. Die ermittelten Werte für die absetzbaren Stoffe schwankten je nach den gegebenen Randbedingungen (Einzugsgebiet, geologische Verhältnisse, mineralischer Anteil der absetzbaren Stoffe) zwischen 0,4 und 6 ml/l mit einzelnen Spitzenwerten über 10 bis max. 30 ml/l.

Die seither in Graubünden durchgeföhrten Entleerungen und Spülungen haben bestätigt, dass diese für natürliche Vorgänge ermittelten Richtwerte eingehalten werden können. Sie haben auch gezeigt, dass Entleerungen und Spülungen für jedes Becken unter Berücksichtigung der gegebenen Verhältnisse individuell geregelt werden müssen. Bei den bisher beobachteten Vorgängen konnten keine fluss-

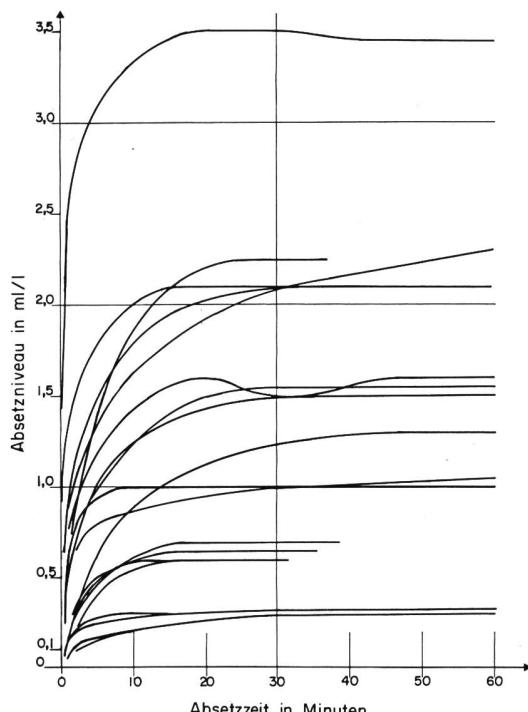


Bild 2. Entleerungen von Staubecken – Absetzproben.

baulich nachteiligen Folgen festgestellt werden (Bilder 3 bis 9).

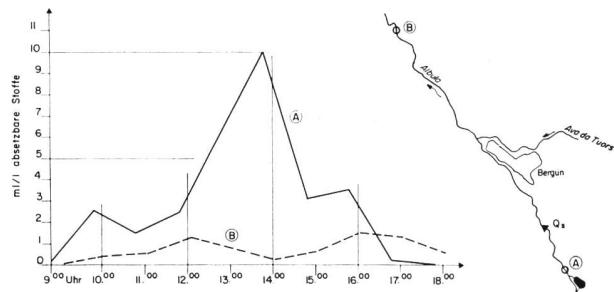


Bild 3. Spülung des Ausgleichsbeckens Bergün der Albula-Landwasser-Kraftwerke AG vom 18. August 1981. Spülwassermenge $Q_s = 5 \text{ m}^3/\text{s}$. A Probenahmestelle 50 m unter dem Grundablaßseinlauf; B Probenahmestelle bei der Kiesgewinnung unterhalb Bergüner Stein (etwa 3,5 km).

Allgemein gelten aber die folgenden **Voraussetzungen** für schadlose Entleerungen und Spülungen:

- Entleerungen sind angesichts einer möglichen Beeinträchtigung der Fischweide und des Fischbestandes schonend wie möglich durchzuführen.
- Vor allem ist die Wassermenge im Fluss möglichst langsam zu verändern.
- Im Staubecken ist nach Möglichkeit dauernd ein Restweiler für Fische zu belassen.
- Allfällige Massnahmen zur Verhütung von grösseren fischereilichen Schäden können nur getroffen werden, wenn Entleerungen und Spülungen frühzeitig bekannt sind.
- Bei neuen, nicht vorauszusehenden witterungsabhängigen Situationen, insbesondere in bezug auf die Wassermenge und die Geschiebeführung, sind die Entleerungs- und Spülprogramme kurzfristig anzupassen.

Die Arbeitsgruppe hat im Dezember 1983 der Kantonsregierung ihren «Bericht über die Entleerungen und Spülungen von Stauanlagen und Wasserfassungen von Kraftwerken» mit den Schlussfolgerungen erstattet und entsprechend Antrag für eine gestützt auf die einschlägigen Vorschriften der Gesetzgebung betreffend den Gewässerschutz, die Fischerei, die Wasserbaupolizei, den Natur- und Heimatschutz und das Wasserrecht durch Regierungsbeschluss zu treffende Regelung gestellt.

Im Kanton Graubünden geltende Regelung

Im Kanton Graubünden gilt nun die folgende Regelung, die hier aus dem diesbezüglichen Regierungsbeschluss vom 19. März 1984 wörtlich zitiert wird:

«1. Bewilligung

- 1.1 Entleerungen und Spülungen von Stauhaltungen bedürfen einer Bewilligung der Regierung. Entsprechende Gesuche sind dem Amt für Umweltschutz einzureichen. Darüber ist die Arbeitsgruppe jeweils zu orientieren.
- 1.2 Die Bewilligung wird verweigert, wenn die Meldung zu spät erfolgt und deswegen nicht alle dem Werkinhaber zumutbaren fischereilichen Massnahmen getroffen werden können. Vorbehalten bleiben Entleerungen und Spülungen, die aus Sicherheitsgründen kurzfristig angeordnet werden müssen.

2. Entleerungen von Staubecken

- 2.1 Bevorstehende Entleerungen sind drei Jahre im voraus zu melden. In begründeten Fällen kann diese Frist maximal bis auf ein Jahr reduziert werden.
- 2.2 Entleerungen dürfen grundsätzlich nicht nach Ende Juli erfolgen. Spätere Entleerungen können nur aus zwingenden Gründen bewilligt werden.

Bilder 4 bis 9. Spülung des Ausgleichsbeckens Davos—Glaris der Albula-Landwasser-Kraftwerke AG vom 27. August 1981. Schieberöffnung 9.10 Uhr.



Bild 4. Das leere Ausgleichsbecken am 27. August 1981 um 9.45 Uhr. Das Spülwasser stammt aus dem Elektrizitätswerk der Landschaft Davos.

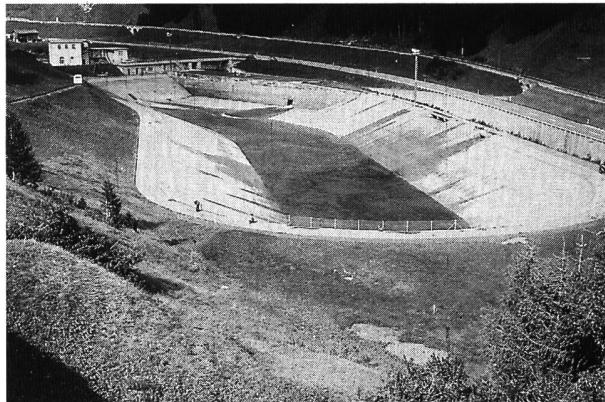


Bild 7. Nach der Spülung am 27. August 1981, 16.50 Uhr.



Bild 5. Beginn des Spülvorganges um 9.55 Uhr.



Bild 8. Detailaufnahme der Landwasserosole bei «Lücher» (Koordinaten 778.300/177.850) am Vortag der Spülung, 26. August 1981, 15.15 Uhr.



Bild 6. Während des Spülens, 11.25 Uhr.



Bild 9. Die gleiche Stelle wie Bild 8 am Tage nach der Spülung, 28. August 1981, 15.05 Uhr.

3. Spülungen von Ausgleichsbecken und Wasserfassungen

- 3.1 Beabsichtigte Spülungen sind so früh wie möglich, jedoch jeweils bis spätestens Ende März zu melden.
- 3.2 Spülungen sind, abgesehen von begründeten Ausnahmefällen, vor Ende Juli vorzunehmen.

4. Massnahmen

- 4.1 Zusammen mit dem jeweiligen Gesuch ist ein detailliertes Entleerungs- bzw. Spülprogramm einzureichen. Das Programm ist derart zu gestalten, dass die fischereilichen Interessen im Sinne der Erwägungen gewährleistet werden.
- 4.2 Vor, während und nach den Entleerungen und Spülungen sind die flussbaupolizeilich notwendigen Massnahmen zu treffen.

5. Nasskontrollen

- 5.1 Für Nasskontrollen ist keine Bewilligung erforderlich.
- 5.2 Bevorstehende Nasskontrollen sind mindestens 14 Tage im voraus dem jeweils zuständigen Hauptfischereiaufseher bekanntzugeben.
- 5.3 Nasskontrollen sind an einem Schontag durchzuführen.
- 5.4 Bei Staubecken, in denen sich Geschiebe bis in den Bereich des Grundablasses ablagern kann, sind Nasskontrollen bei grosser Wasserführung durchzuführen.
6. Für Schäden, die durch Entleerungen, Spülungen und Nasskontrollen entstehen, haftet auch bei bewilligungskonformem Vorgehen der Werkinhaber.

7. Die Arbeitsgruppe «Entleerung von Staubecken» erhält den Auftrag, wo dies möglich ist, spezifische Vorschriften für einzelne Ausgleichs- und Speicherbecken zuhanden der Regierung zu erarbeiten.»

Seit diesem Beschluss hat die Regierung zahlreiche Bewilligungen mit den entsprechenden anlagenspezifischen Vorschriften erteilt. Dabei handelt es sich je nach den gegebenen Verhältnissen um die Bewilligung für einmalige oder für mehrmalige zeitlich nicht festgelegte, sich regelmässig wiederholende Entleerungs- oder Spülvorgänge.

Die in Graubünden geltende Regelung hat sich bewährt. Sie trägt den umweltbezogenen Anforderungen Rechnung, ohne die Kraftwerksbetreiber über Gebühr zu belasten. Ereignisse wie das eingangs zu diesem Referat skizzierte haben sich nicht wiederholt.

Ausblick

Gemäss Botschaft des Bundesrates vom 29. April 1987 zur Revision des Bundesgesetzes über den Schutz der Gewässer sieht nun auch der Bund den Erlass einer verbindlichen Vorschrift für die Spülung und Entleerung von Stauräumen vor. Der vorgeschlagene Artikel, der in der bisherigen parlamentarischen Beratung nicht bestritten ist, sei hier ebenfalls wörtlich zitiert:

«Art. 40 Spülung und Entleerung von Stauräumen

- ¹ Der Betreiber einer Stauhaltung sorgt dafür, dass bei der Spülung und Entleerung des Stauraumes oder bei der Prüfung von Vorrichtungen für das Ablassen von Wasser und die Hochwasserentlastung die Tier- und Pflanzenwelt im Unterlauf des Gewässers möglichst nicht beeinträchtigt wird.
- ² Er darf Spülungen und Entleerungen nur mit einer Bewilligung der kantonalen Behörde vornehmen. Die Bewilligungsbehörde hört die interessierten Fachstellen an. Sind periodische Spülungen und Entleerungen zur Erhaltung der Betriebssicherheit notwendig, so legt die Behörde lediglich Zeitpunkt und Art der Durchführung fest.
- ³ Muss der Betreiber aufgrund ausserordentlicher Ereignisse den Stausee aus Sicherheitsgründen sofort absenken, so orientiert er unverzüglich die Bewilligungsbehörde.»

Gemäss den Erläuterungen in der Botschaft soll die Beseitigung von Ablagerungen, die die Betriebssicherheit von Auslässen und anderen Anlageteilen beeinträchtigen können, nach dem heutigen Stand der Technik in den meisten

Fällen durch den Einsatz von Schwimmbaggern mit einer Pumpanlage möglich sein. Beim Einsatz solcher Schwimmbagger braucht man den Stausee nicht zu entleeren bzw. zu spülen. Nur in Ausnahmefällen, wenn z.B. bei fehlender Zufahrt zum Becken oder bei zu groben Sedimenten der Einsatz von Schwimmbaggern nicht möglich wäre, müssten die Stauräume gespült werden. Aufgrund der uns bekannten Verhältnisse und unserer eigenen Erfahrungen möchten wir die Aussage des Bundesrates eher umkehren und die Spülung als Regelfall, den Einsatz von Schwimmbaggern aber als Ausnahmefall betrachten.

Zu der auch in Graubünden mehrmals diskutierten Möglichkeit von Baggerungen anstatt Spülungen möchten wir hier darauf hinweisen, dass beim Einsatz von motorbetriebenen Geräten und Transportfahrzeugen und bei der Deponie des ausgebaggerten Materials die Umwelt belastet wird. Bei der Planung von Baggerungen und Deponie sind darum die umweltbezogenen Aspekte mit denjenigen von Spülungen sehr sorgfältig zu vergleichen.

Geltende Gesetzgebung

- Bundesgesetz über den Schutz der Gewässer gegen Verunreinigung (Gewässerschutzgesetz) vom 8. Oktober 1971 (SR 814.20). Verordnung über Abwassereinleitungen vom 8. Dezember 1975 (SR 814.225.21).
- Bundesgesetz über die Fischerei vom 14. Dezember 1973 (SR 923.0).
- Bundesgesetz über die Wasserbaupolizei vom 22. Juni 1877 (SR 721.10). Vollziehungsverordnung zum Bundesgesetz vom 22. Juni 1877 betreffend die Wasserbaupolizei im Hochgebirge vom 8. März 1879 (SR 721.101). Vollziehungsverordnung zu Artikel 3^{bis} des Bundesgesetzes betreffend die Wasserbaupolizei (Talsperrenverordnung) vom 9. Juli 1957 (SR 721.102).
- Bundesgesetz über den Natur- und Heimatschutz vom 1. Juli 1966 (SR 451).
- Bundesgesetz über die Nutzbarmachung der Wasserkräfte vom 22. Dezember 1916 (SR 721.80).

Schriftliche Fassung eines Vortrags, den der Verfasser an der Studientagung «Ablassorgane von Stauanlagen – Anforderungen, Einsatzbereitschaft und Umwelt» vom 14. und 15. September 1989 in Lugano gehalten hat. Die Studientagung wurde von der Gruppe Talsperrenbeobachtung des schweizerischen Nationalkomitees für grosse Talsperren durchgeführt.

Adresse des Verfassers: Rudolf Gartmann, dipl. Ing. ETHZ, Vorsteher des Amtes für Umweltschutz Graubünden, (Neumühle) Gürtelstrasse 89, CH-7001 Chur.

Le béton des barrages:

Perspectives de recherches en relation avec la théorie de la mécanique de la rupture¹

Zuschrift von Jörg-Martin Hohberg

In seinem anregenden Aufsatz hat Prof. Lafitte sich erneut und eloquent für die Berücksichtigung der Bruchmechanik in der (Nach-)Berechnung von Staumauern ausgesprochen. Er wird mir sicher verzeihen, dass ich ihm in Deutsch antworte, und mir beipflichten, dass die Anwendung nicht in erster Linie auf sprachliche Barrieren stösst. In wissenschaftlicher Redlichkeit schliesst der Aufsatz mit etlichen kritischen Fragen, wie sie auch in [17] gestellt wurden und die eine genau so offene Diskussion verdienen.

Es sei zuvörderst unbestritten, dass ein Grundverständnis für Mikrorissvorgänge und Rissstabilitätsbedingungen die Interpretation selbst linear-elastischer Rechenergebnisse fördert – z.B. rechnerisch sehr hoher Temperatureigenspannungen [18] –, und für die Förderung dieses Verständnisses ist Prof. Lafitte zu danken und in seinen weiteren Bestrebungen zu unterstützen.

Die direkte praktische Anwendbarkeit jedoch wurde vor knapp zwölf Jahren – bezogen auf die linear-elastische Bruchmechanik mit Bruchzähigkeitsbeiwerten K_{IC} , K_{IIC} – von seiten des Internationalen Komitees für Grosse Talsperren, der Dachorganisation unseres schweizerischen SNGT, so eingeschätzt:

«Dans la pratique, une telle approche serait excessivement compliquée et en outre, elle serait contraire au bon sens, car le projeteur sait bien que, dans un ouvrage massif convenablement conçu, d'une part une fissure ne peut s'ouvrir que sur une distance limitée, jusqu'à l'élimination des tensions, et d'autre part, que l'ouvrage fissuré ne comporte pas de risque de rupture par fissuration ou par tout autre mode... On peut donc étudier tous les ouvrages en béton en

¹ «wasser, energie, luft», Heft 7/8 1989 (81. Jg.), S. 161–166, von Raymond Lafitte.