# Die ausserordentlichen Verformungen der Staumauer Zeuzier: Ergebnisse der bisherigen Untersuchungen

Autor(en): **Schweiz. Eidgenössisches Verkehrs- und Energiewirtschaftsdepartement**
Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizer Ingenieur und Architekt**

Band (Jahr): **98 (1980)**

Heft 15

PDF erstellt am: **15.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-74096

**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.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

**http://www.e-periodica.ch**

# Die ausserordentlichen Verformungen der Staumauer Zeuzier

## Ergebnisse der bisherigen Untersuchungen

## Rückblick

Wie seinerzeit bekanntgegeben, wurden *ab Ende 1978* ausserordentliche Verformungen der Staumauer Zeuzier – einer *Bogenstaumauer von 156 m Höhe im Tal der Lienne oberhalb von St. Léonard* – festgestellt. Diese veranlassten den Werkeigentümer, die Kraftwerke Lienne AG, den Stausee schneller als sonst üblich auf die Minimalkote abzusenken und die Kontrollmessungen zu intensivieren. Da die Verformungen in der Folge weiter zunahmen, setzte das Bundesamt für Wasserwirtschaft im März 1979 abgestützt auf die Talsperrenverordnung Experten zur Abklärung der Ursachen ein und zwar für die Staumauer Dr. *G. Lombardi* (Locarno), für die Geologie Dr. *T. Schneider* (Uerikon) und für die Vermessung *W. Schneider* (Chur). Schliesslich verfügte *Anfang April* das Bundesamt für Strassenbau als technische Sicherheitsmassnahme die *vorläufige Einstellung der Arbeiten am Sondierstollen für den Rawiltunnel*, weil ein Zusammenhang mit der festgestellten Staumauerverformung nicht von vornherein auszuschliessen war. Der *Stausee blieb bis heute abgesenkt*, und das Kraftwerk wurde seither wie ein Laufkraftwerk betrieben.

Dieser Rückblick zeigt mit aller Deutlichkeit, dass die für alle grösseren Talsperren gesetzlich vorgeschriebene ständige Überwachung ein zeitgerechtes Erkennen einer möglichen Gefährdung und darauf abgestützt ein sachgerechtes Handeln des Werkeigentümers und der zuständigen Behörden zum Schutz der unterliegenden Bevölkerung erlaubt.

Zur Abklärung der Ursache dieses ausserordentlichen Ereignisses und zur Beschaffung der erforderlichen Unterlagen für die Wiederinstandstellung der Staumauer mussten die vorhandenen Messeinrichtungen erheblich erweitert und die Messungen in kürzeren Zeitabständen vorgenommen werden. So wurden insbesondere das Vermessungsnetz verdichtet, zur Untersuchung des Felsuntergrunds und zum Anbringen spezieller Messinstrumente rund 1750 m Bohrlöcher gebohrt und ein seismisches Beobachtungsnetzt eingerichtet.

## Ergebnisse

Die geodätische Vermessung konnte wegen der Schneeverhältnisse erstmals Ende Mai 1979 vorgenommen werden und wurde bis Anfang Oktober in monatlichen Abständen und dann erneut im Februar dieses Jahres wiederholt. Sie besteht im wesentlichen aus Winkel- und Distanzmessungen zwischen zahlreichen Messpunkten im Vorgelände der Mauer und an der Mauer selbst sowie aus einem Nivellement über die Mauerkrone zu Anschlusspunkten an den Talflanken. Der Vergleich der Messung vom Mai 1979 mit jenen der Jahre 1972 und 1976 bestätigte eindeutig die mit den regelmässigen Lotmessungen festgestellten Verformungen. Insbesondere ergab die Auswertung bis zu diesem Zeitpunkt eine *Setzung der Mauerkrone um ungefähr 8–9 cm*, eine *Verkürzung der Bogensehne zwischen den beiden Widerlagern von ungefähr 4 cm* und eine *Auswölbung der Mauermitte gegen den See von ungefähr 7 cm*. Diese Deformationen nahmen im Verlauf des Sommers weiter zu und zwar zwischen Ende Mai und Anfang Oktober um etwa 7 mm bezüglich der Bogensehne und um knapp 9 mm bezüglich der Setzung der Mauerkrone. Die jüngste Messung vom *Februar 1980* zeigt, dass sich die *Bogensehne weiterhin verkürzt*, allerdings mit deutlich abklingender Tendenz. Das aufgrund der Vermessung gewonnene Verformungsbild stimmt sehr gut mit den in der Mauer aufgetretenen Rissen und ihrer zeitlichen Veränderung überein.

Bedeutsam ist der Tatbestand, dass nicht nur die Mauer, sondern auch *alle Messpunkte in der näheren Umgebung der Staumauer in Bewegung gerieten*. Hieraus folgt, dass die Mauerverformung nicht auf eine örtliche Felsbewegung, sondern auf eine *grösserräumige Geländedeformation* zurückzuführen ist. Die Grösse des betroffenen Gebiets ist allerdings nicht genau abgrenzbar, weil die Messpunkte nicht weit genug ins Vorgelände der Mauer hinausreichen. Da die äussersten Messpunkte für die Auswertung als fest angenommen werden mussten, stellen die gemessenen Verformungen Minimalwerte dar.

Die im Sommer und Herbst 1979 ausgeführten *Aufschlussbohrungen* ergaben übereinstimmend keinerlei Anzeichen für lokale Instabilitäten des Felsuntergrunds. Im weiteren war dem Zustand des geförderten Bohrguts zu entnehmen, dass die Qualität des Fundationsfelsen durch die Bewegungen nicht gelitten hat und sich der Felsriegel von Zeuzier somit nach wie vor für die Fundation einer Talsperre eignet.

## Ursachen

Die geodätisch festgestellten Deformationen lassen sich geologisch als *grossräumige Setzungsmulde* interpretieren, wie sie im Zusammenhange mit Grund- und Bergwasserabsenkungen andernorts bereits beobachtet wurde. Das Absenken des Bergwasserspiegels bzw. die Reduktion des Bergwasserdrucks führen im Fels zu einer Verminderung der Kluftwasserdrücke. Die sich daraus ergebende erhöhte Belastung des Felskörpers bringt teils bruchlose Verformungen, teils Schliessungen oder Reduktionen der Öffnungen in den im Felskörper enthaltenen Klüften, Spalten, Ruschelzonen, Verwerfungen usw. mit sich. Aus der Summe aller dieser an sich kleinen Teilbewegungen resultiert über den ganzen Felsbereich die festgestellte Gesamtsetzung.

Wird in der Folge überprüft, durch welche äusseren Eingriffe in das Bergwasservorkommen in letzter Zeit eine entsprechende Wasserspiegelabsenkung stattgefunden hat, so kommt einzig der *Vortrieb des Sondierstollens für den Rawiltunnel* in Betracht. Eine detaillierte Überprüfung zeigt denn auch eine *augenfällige zeitliche Übereinstimmung* zwischen den an der Staumauer registrierten Bewegungen und den gemessenen Wasseraustritten im Sondierstollen. Dies gilt sowohl für den Beginn der allerersten schwachen Bewegungen im Frühjahr 1978, wie auch für das Einsetzen der sehr heftigen Verformungen im Oktober 1978, die erneute Beschleunigung der Bewegungen im Januar 1979, die etwas unsicherere Beschleunigung im Februar 1979 sowie für das nun allmähliche Abklingen der Bewegungen seit März 1979, d. h. nach Einstellung der Vortriebsarbeiten im Stollen.

Die gemessenen Verformungen im Gelände, die beobachteten Deformationen an der Staumauer und die Modellvorstellungen über die Bergwasserspiegelabsenkungen ergeben zusammen ein in sich lückenlos geschlossenes Bild, das die Erklärung der Ursache als praktisch gesichert bewerten lässt.

## Wiederinstandstellung

Da sich der Felsuntergrund zwar verformt hat, aber aufgrund der geologischen Untersuchung keine Schäden und keine Festigkeitseinbusse erlitt und die Verformung der Mauer bisher ein kritisches Mass nicht überschritt, ist eine *Wiederinstandstellung der Mauer grundsätzlich möglich*. Um jedoch die Reparatur mit Erfolg vornehmen zu können, müssen die Bewegungen des Untergrunds zum Stillstand gekommen sein. Gegenwärtig scheint es, dass diese Voraussetzung noch im Verlauf dieses Jahres erfüllt sein könnte.

Um die Mauer wieder betriebsfähig zu machen, müssen die *Risse und Betonierfugen*, die sich geöffnet haben, so *versiegelt* werden, dass die Kontinuität der Betonmasse wiederhergestellt und die nötige Festigkeit gewährleistet wird. Auch im Bereich der *Widerlager* müssen durch *Füllen* der dort aufgetretenen Risse und Klüfte die statischen Auswirkungen der Deformation kompensiert werden. *Injektionsversuche* mit besonderen chemischen Produkten werden demnächst an Ort und Stelle durchgeführt, um sichere Grundlagen für die Projektierung zu erhalten. Die zurzeit im Gang befindlichen *Betonuntersuchungen* dienen der Bestätigung, dass sich der Beton der Mauer in einwandfreiem Zustand befindet.

## Sondierstollen für den Rawiltunnel

Weil der Vortrieb des Sondierstollens für den Rawiltunnel mit hoher Wahrscheinlichkeit als Ursache der aufgetretenen Geländedeformation angesehen werden muss, ist sowohl für die Wiederaufnahme des Vortriebs im Sondierstollen wie auch für eine spätere Ausweitung zum vollen Tunnelprofil die Gefahr nicht auszuschliessen, das weiteres Bergwasser angefahren wird und sich als Folge weitere Geländedeformationen ergeben könnten.

*Eidg. Verkehrs- und Energiewirtschaftsdepartement*