

Zeitschrift: Wasser Energie Luft = Eau énergie air = Acqua energia aria
Herausgeber: Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband
Band: 78 (1986)
Heft: 5-6

Artikel: Die betriebseigene Überwachung der Talsperre als Garantie für die Erdbebensicherheit
Autor: Gilg, Bernhard
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-940847>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

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. [Voir Informations légales.](#)

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. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 15.03.2025

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

Les séismes, cas de charge exceptionnel pour les barrages

Ce tiré à part de la revue technique «wasser, energie, luft – eau, énergie, air» contient trois exposés du symposium de Brigue, du 7 au 10 avril 1986, sur le thème des tremblements de terre, évaluation du risque, mesures de prévention et d'aide. Ils montrent que les spécialistes, responsables de la sécurité des barrages, analysent de manière intensive et soignée l'effet additionnel des tremblements de terre sur le comportement des structures texturées et en projet.

Pour les structures existantes, il s'agit avant tout de contrôler que les séismes les plus importants pouvant se produire au site d'un ouvrage, ne provoquent pas de dommage à la population ni ne mettent en danger la structure elle-même. Un tel contrôle, même avec les méthodes les plus récentes, repose nécessairement sur des hypothèses simplificatrices. Il n'existe aucun indice permettant de douter de la confiance mise en la sécurité de nos barrages.

Erdbeben als zusätzliche Belastung von Talsperren

Dieser Vorabdruck aus der Fachzeitschrift «wasser, energie, luft – eau, énergie, air» enthält drei Beiträge zum Symposium über Erdbeben – Risikoerfassung, Schadenminderung, Hilfe – vom 7. bis 10. April 1986 in Brig VS. Sie zeigen, dass sich die Fachleute, die für die Sicherheit der Talsperren verantwortlich sind, intensiv und sorgfältig mit der Zusatzbelastung der möglichen Erdbebenwirkung auf Bauwerke auseinandersetzen. Bei bestehenden Werken geht es vor allem darum, zu kontrollieren, dass die grössten je zu erwartenden Erdbebeneinflüsse auf unsere Staumauern und Staudämme keine Schäden verursachen können, die Unterlieger oder das Bauwerk selbst gefährden könnten. Ein solcher Nachweis auch mit modernsten Theorien und Hilfsmitteln beruht immer auf vereinfachenden Annahmen. Es liegen aber keine Hinweise vor, die das grosse Vertrauen, das wir in die Sicherheit der Talsperren haben, beeinträchtigen könnten.

Georg Weber

Die betriebseigene Überwachung der Talsperre als Garantie für die Erdbebensicherheit

Bernhard Gilg

1. Prinzipien der Talsperrenüberwachung

Zu Beginn unserer auf das Erdbeben konzentrierten Betrachtungen soll in gedrängter Form ein Überblick über die Prinzipien der Talsperrenüberwachung gegeben werden. Diese reihen sich zwischen zwei Extremfälle, nämlich zwischen das Zwangsprinzip und das Prinzip der Freiwilligkeit. Das reine Zwangsprinzip verlangt eine strenge hierarchische und zentralistische Ordnung mit der entsprechenden Bürokratie, dem nötigen Personal oder anders ausgedrückt Beamtenstab und erfordert den damit im Zusammenhang stehenden grossen Zeitaufwand. Es erschwert die rasche Entscheidungsfindung und somit oft auch eine rationelle Lösung der Probleme. Das Kontrollsystem muss von oben nach unten lückenlos sein, wobei die Talsperre selber sich zuunterst befindet. Es funktioniert im besten Falle so gut, wie die Disziplin der beauftragten Angestellten dies erlaubt. Das Prinzip der Freiwilligkeit gründet sich einzig und allein auf ein hochentwickeltes Verantwortungsbewusstsein bei allen irgendwie Beteiligten, ja sogar den aussenstehenden

Besuchern oder Touristen, welche über die Sperre wandern. Es braucht keine Bürokratie, sondern lediglich die nötigen, gut funktionierenden Kontrollinstallationen sowie das unverrückbare Bewusstsein, dass *der Talsperre einfach nichts passieren darf*. Dieses Prinzip ist ein gutes Sicherheitsinstrument und kann um so besser angewandt werden, je mehr das Verantwortungsbewusstsein von Kindesbeinen an jedem Bewohner des Landes anerzogen wurde.

Wenn man die weltweit unterschiedlichen Verfahren der Talsperrenüberwachung betrachtet, so darf man feststellen, dass im Gegensatz zu andern Ländern in der Schweiz dem 2. Prinzip weitgehend nachgelebt wird, und dass dasselbe bei uns eine hervorragende Chance besitzt, zu aller Befriedigung zu funktionieren.

2. Das schweizerische Prinzip als Resultat einer Philosophie der Verantwortung

Wenn man sich fragt, warum die schönen und technisch durchdachten Installationen, die in den Entwicklungsländern errichtet und in Betrieb genommen werden, bisweilen nur mangelhaft funktionieren oder sehr bald nach einer verheissungsvollen Startphase schnell in ein gewisses Verschleissstadium übergehen, so wären da sicher viele Gründe als Antwort zu nennen. Der Hauptgrund aber liegt darin, dass die mit den Operationen beauftragten Arbeiter und Angestellten zu wenig im Hinblick auf die eigene Verantwortung unterrichtet und erzogen wurden.

Es ist erstaunlich – und muss immer wieder bewundert werden – wie der Mitteleuropäer und gerade auch der Durchschnittsbewohner unseres Landes sich im Laufe der letzten 200 Jahre an die Technisierung gewöhnt hat und sogar mit ihr verwachsen ist. Das Prinzip des Verantwortungsbewusstseins ist in weiten Kreisen zu einer zweiten Natur geworden, und darum läuft unsere Talsperrenüberwachung weitgehend – wenn auch nicht vollständig – nach dem Szenario der Freiwilligkeit. Das heisst, dass die Talsperrenwärter, das Kader und die Betriebsleitung das Wesentliche dazu beitragen, *dass eben nichts passiert*.

3. Das Erdbeben als Gefährdung

Wenn man in der Schweiz von Erdbeben spricht, so wird man bisweilen so betrachtet, wie wenn man als Grönländer Dattelpalmen ansiedeln wollte. Das ist verständlich, aber falsch. Der Alpenboden ist ein Erdbebenherd, sei es an seiner Nordfront (Schwarzwald, Rheingraben), sei es näher an der Schubwurzel (Friaul, Martigny). Die Erdbeben-tätigkeit wird heute auch sehr genau registriert. Seit etwa 15 Jahren sind die Wissenschaftler – und natürlich auch einige Eiferer – auf die Barrikaden gestiegen, um den Schweizer auf seine seismischen Probleme gebührend aufmerksam zu machen. Dies hat eine gewisse Unruhe erzeugt und zu Spekulationen ermuntert. Vorerst aber sei die Frage nach der Erdbeben-gefährdung der Talsperren ganz allgemein gestellt. Dazu müssen wir über unsere Landesgrenzen hinausschauen. Das Fazit ist etwas überraschend: Von den zahlreichen Schadensfällen, welche weltweit an Talsperren bekannt sind, entfallen lediglich 2% auf Erdbeben, obschon die Mehrzahl der heute in Betrieb stehenden Sperrerbauten nur sehr summarisch auf seismische Beanspruchung überprüft ist. Im weiteren sind meistens nur geringe Schäden entstanden, und dies im allgemeinen wegen unadäquatem Aufbau des Bauwerkes. Es befinden sich z.B. mehrere Spüldämme unter den «Opfern». Wir sehen also: Auch wenn das Risiko besteht, ist weltweit der Schaden gering, da machen selbst typische Erdbebenländer keine Ausnahme.

4. Das Erdbeben als schweizerische Realität

Die Schweiz liegt in einer seismisch mittel bis schwach aktiven Zone. In den Gegenden, wo Talsperren gebaut sind, kann man diese Zonen als mittelseismisch bezeichnen. Was bedeutet das für unsere Sperren?

Es heisst, dass eine nach den Regeln der Baukunst errichtete Talsperre eigentlich keinen Schaden erleiden kann. Dies um so weniger, als bei uns derjenige Sperrtyp überwiegt, welcher eindeutig die geringste Gefährdung in sich birgt, nämlich die Bogensperre, und wir auch keine Spüldämme besitzen.

Sollte einmal ein Riss oder ein Böschungsrutsch die Folge eines für unsere Verhältnisse starken Bebens sein, so wird sich der Schaden leicht beheben lassen.

Die Hauptarbeit bei uns besteht also nicht etwa in der rechnerischen Überprüfung aller möglichen Bauelemente, sondern in der Feststellung, welche Teile der Anlage bereits unter Normalbetrieb gewisse Schäden zeigen, da diese sicher seismisch ebenfalls besonders empfindlich sind.

5. Die Faktoren der Erdbebensicherheit

Wir verlangen von unseren Anlagen, dass sie im Normalfall keine Schäden erleiden und im Extremfall keine Störungen erfahren, welche grosse Risiken für die Unterlieger bringen. Ganz präzise ausgedrückt heisst das: Der Unterlieger darf durch ein Erdbeben nicht infolge der Existenz einer Talsperre stärker geschädigt werden, als dies ohne das Sperrbauwerk der Fall wäre.

Wenn also ein Erdbeben so stark ist, dass in der betroffenen Gegend eine grössere Zahl von Gebäuden einstürzt und Menschen dabei umkommen, so darf durch Schäden an der Sperre dieses Unglück nicht eindeutig vergrössert werden, was z.B. bei einem Mauer- oder Dammbbruch zutreffen würde.

Das Auftreten von Rissen jedoch oder sogar die Notwendigkeit einer sofortigen Seeabsenkung mit einem entsprechenden kontrollierten Hochwasser wäre sicher zumutbar. Im praktischen Fall unterscheidet man dann das

– *Bemessungsbeben* (design earthquake), also etwa das 200jährige Ereignis, welches vermutlich *einmal* im Leben der Sperre auftritt und nur geringfügige, leicht reparierbare Schäden verursachen darf.

– *Katastrophenbeben* (maximum credible earthquake), das 5000jährige, extreme Ereignis, bei welchem grössere Schäden, aber kein Zusammenbruch erlaubt sind.

Im Zusammenhang mit der Schadensverhütung ist es nun einleuchtend, dass nicht nur die Anfangsdimensionierung, sondern auch der ständige Unterhalt und die Überwachung auf den Umfang der Schäden einen Einfluss haben.

6. Die Überwachung als Beitrag zur Sicherheit

Aus dem bisher Gesagten geht hervor, dass der täglichen Überwachung der Sperre, ihrer Nebenanlagen und der Umgebung der Talsperre (einschliesslich Stauraum) eine entscheidende Rolle zukommt.

Die direkte Überwachung wird in der Schweiz fast immer vom Betriebspersonal durchgeführt. Und da kommt uns nun die Philosophie des Verantwortungsbewusstseins sehr zu-statten. Unsere Betriebsangestellten kennen ihre Sperren und wissen, wo gewisse Schwächen sein könnten und welche Kontrollmessungen sich auf die kritischen Stellen im Damm, in der Mauer oder im Untergrund beziehen.

Die Betriebsangestellten machen ihre Vorgesetzten sowie den mit der Kontrolle beauftragten Talsperrenfachmann auf Anomalien aufmerksam, und je besser wir ihre Aussagen

analysieren, um so rascher sind wir im Bild. Denn wo immer in einer Sperre oder in der Foundation eine Unregelmässigkeit auftritt, muss auch überprüft werden, ob hier nicht im Falle eines Erdbebens ein erhöhtes Risiko besteht. Diese gezielten Überprüfungen sind meist viel wirkungsvoller als globale – wenn auch noch so ausgeklügelte – Berechnungen, z. B. mit Finiten Elementen.

Das will nun nicht etwa sagen, dass die allgemein theoretischen Untersuchungen überflüssig wären. Aber sie beziehen sich meist nicht auf die spezifischen Schwachstellen.

Tritt in einer Mauer z. B. nach mehreren Jahren ein völlig neuer Riss auf oder dehnt sich ein bestehender Riss unvermutet aus, ist vorerst einmal diese Entwicklung sorgfältig zu beobachten. Der Ingenieur wird diese Beobachtung organisieren, aber der erste Anstoss kommt fast immer vom Betriebspersonal. Daraufhin ist zu überlegen, was dieses neue und vermutlich unerwartete Phänomen im Falle eines seismischen Ereignisses für Konsequenzen haben könnte.

Oder wenn irgendwo am Stausee eine Erd- oder Felsmasse sich in Bewegung setzt, was wiederum meist von lokalen Organen zuerst festgestellt wird, so sind die Ausdehnung, die Geschwindigkeit und die Natur des Rutschvorganges viel leichter erkennbar, wenn eine intensive Beobachtung besteht.

Es ist also eindeutig, dass die Messungen und Beobachtungen helfen, das Verhalten der Sperre auch im Falle eines Erdbebens viel leichter vorauszusagen.

7. Die Rolle des Unterhaltes im Hinblick auf die Sicherheit

Jede schlecht unterhaltene Anlage erleidet zusätzliche Schäden; und jeder nicht reparierte Schaden erhöht das Risiko eines Versagens, und dies ganz besonders an den beweglichen Teilen der Nebenanlagen.

Auch aber eine Veränderung in der Foundation oder sogar an der Sperre selber kann nach einer Reparatur rufen, die wiederum nicht allzu lange hinausgezögert werden darf. Also besteht denn hier eine ziemlich direkte Verbindung zwischen Unterhalt und Sicherheit bei extremen Lastfällen. Es mag vielleicht im ersten Augenblick erstaunen, dass darauf so viel Gewicht gelegt wird, aber denken wir nur an Probleme

– mit zunehmendem Auftrieb im Fels

– mit abnehmender Scherfestigkeit in Dämmen durch verstopfte Drainagen

– mit operationsunfähigen Schützen infolge ungenügender Betätigung.

Eine tadellos betriebsbereite Anlage hat eindeutig mehr Sicherheitsreserven als ein allmählich verrottendes Bauwerk.

8. Schlussfolgerung

Erdbeben sind Ereignisse, welche der Zufälligkeit unterliegen. Die Abschätzung ihrer Stärke und ihrer Häufigkeit ist Gegenstand der Wissenschaft, oft aber auch der Spekulation. Das lässt sich nicht ändern, aber was beeinflusst werden kann, das ist die Sicherheitsreserve der verschiedenen Anlageteile, und die vergrössert sich mit tadellosem Unterhalt und intensiver Beobachtung. Da wir in der Schweiz hierin Meister sind, ist auch die Erdbebensicherheit unserer Talsperren entsprechend hoch.

Referat, gehalten am Symposium über Erdbeben vom April 1986 in Brig (Schweiz).

Adresse des Verfassers: Dr. *Bernhard Gilg*, Direktor, Elektrowatt Ingenieurunternehmung AG, Bellerivestrasse 35, Postfach, CH-8022 Zürich.