

Zeitschrift: Zivilschutz = Protection civile = Protezione civile
Herausgeber: Schweizerischer Zivilschutzverband
Band: 47 (2000)
Heft: 6

Artikel: Sicherheit und Risiken von Stauanlagen
Autor: Reinmann, Eduard
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-369276>

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.](#)

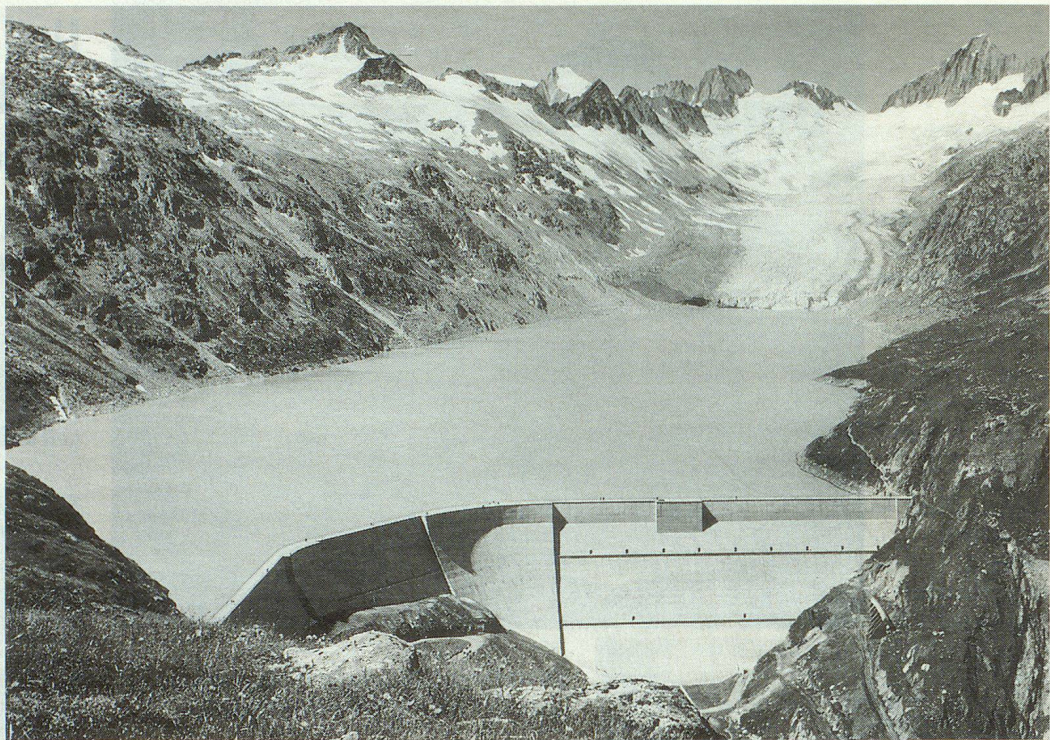
Terms of use

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: 22.01.2025

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

Die Stauanlage Oberaar mit einem Nutzinhalt von 57 Millionen Kubikmeter und einer Mauerkubatur von 470000 Kubikmeter.



Wasserkraft ist das Rückgrat unserer Elektrizitätsversorgung

Sicherheit und Risiken von Stauanlagen

«Die Wasserkraft muss mit ihrem Anteil von etwa 60 Prozent an der inländischen Stromerzeugung auch künftig das Rückgrat unserer Elektrizitätsversorgung bleiben», sagte Bundesrat Moritz Leuenberger am 4. Juni 1999 anlässlich der Einweihung des neuen Kavernenkraftwerks Cleuson-Dixence. Leuenberger sprach in seiner Rede auch die Sicherheit an. Wie sicher sind die Stauanlagen in der Schweiz?

EDUARD REINMANN

Stauanlagen sind besondere Bauwerke, die im Versagensfall enorme Schäden verursachen könnten. Wenn zum Beispiel der 285 Meter hohe Damm der Grande Dixence bräche, müsste Martigny rettungslos aufgegeben werden. Unter den Aspekten der Sicherheit werden deshalb hohe Anforderungen an die Projekte, den Bau und Betrieb sowie die Kontrolle solcher Anlagen gestellt. Um einen möglichst hohen Sicherheitsgrad zu garantieren und das Restrisiko zu minimieren, muss jede Anomalie im Verhalten einer Anlage, ihrer Fundation oder ihrer Umgebung erfasst werden. Die Aufsichtsbehörde hat deshalb ein umfassendes Sicherheitskonzept entwickelt, das sich auf drei Säulen abstützt:

- Die konstruktive Sicherheit, die eine entsprechende Planung und Realisierung der Anlagen voraussetzt.
- Die Überwachung, welche die Einrichtung einer straffen Überwachung zur Bedingung hat.

- Das Notfallkonzept, das entsprechende Vorbereitungen für den Gefährdungsfall verlangt.

Die konstruktive Sicherheit

Diese wird dadurch gewährleistet, dass die Anlagen so geplant und realisiert werden, dass sie allen vorhersehbaren Last- und Gebrauchsfällen sicher standhalten. Bei der Planung sind alle Einwirkungen, die eine Stauanlage beeinflussen können, zu berücksichtigen.

NAZ ist vorbereitet

Im Falle einer drohenden Gefährdung durch Staudammbruch oder Überschwappen von Stauseen gilt für die gesamte Nationale Alarmzentrale (NAZ) eine erhöhte Bereitschaft, damit sie jederzeit - in Absprache mit den betroffenen Kantonen - den Allgemeinen Alarm in der Fernzone auslösen und die vorbereiteten Verhaltensanweisungen über das Radio verbreiten kann. (Die Fernzone umfasst diejenigen Gebiete, die frühestens nach zwei Stunden überflutet würden). Werkeigentümer, Standortkanton sowie das Bundesamt für Wasser und Geologie stehen in ständigem Kontakt mit der NAZ. ▣

Man unterscheidet zwischen

- ständigen Einwirkungen, wie dem Eigengewicht,
- veränderlichen Einwirkungen, wie dem Wasserdruck oder Sedimenten,
- klimatischen Einwirkungen
- und schliesslich zufälligen Einwirkungen, wie Hochwasser und Erdbeben.

Um bei Bedarf den Wasserspiegel absenken oder sogar einen See in kürzester Zeit leeren und, wenn nötig, auch leer halten zu können, müssen entsprechende konstruktive Vorkehrungen getroffen werden. «Grundablass» ist die Fachbezeichnung. Überdies muss jede Stauanlage über eine Hochwasserentlastung verfügen, die so auszulegen ist, dass auch bei vollem Becken die Hochwasser abgeführt werden.

Genauere Überwachung

Die regelmässige und genaue Überwachung der Stauanlagen soll es erlauben, jede Beeinträchtigung ihrer Sicherheit rechtzeitig erkennen zu können, sei dies nun ein unregelmässiges Verhalten, ein Schaden, ein grösserer Mangel oder eine äussere Bedrohung wie etwa die Gefahr eines Felsabsturzes in den Stauraum. Das in der Schweiz angewendete Sicherheitskonzept beruht auf einer vierstufigen Kontrolle. Darin eingebunden sind die Inhaberin, erfahrene Fachpersonen, Experten und als unabhängige Organisation die staatliche Aufsichtsbehörde.

Der Anlagezustand und das Anlageverhalten werden beurteilt durch:

- Visuelle Kontrollen;
- Direktmessungen, beruhend auf einem Messsystem;
- Funktionsproben der beweglichen Abschluss- und Entleerungsvorrichtungen.

Diese Massnahmen werden ergänzt durch periodische Überprüfungen der Anlagensicherheit, insbesondere durch Fünfjahresexpertisen sowie durch gezielte Untersuchungen, welche vom Bundesamt für Wasser und Geologie veranlasst werden. Es kann dies zum Beispiel ältere Bauwerke betreffen oder die Sicherheit gegenüber Naturereignissen. Die visuellen Kontrollen sind deshalb wichtig, weil sie nicht nur erlauben, den Zustand der Stauanlage und der zugehörigen Nebenbauwerke auf Verwitterung der Materialien, Rissbildungen und andere Mängel zu überprüfen, sondern auch den Zustand der sichtbaren Bauteile der Fundationen und der Abstützung der Flanken des Stauraumes. Weltweit werden rund 70 Prozent der besonderen Ereignisse bei Stauanlagen durch visuelle Kontrollen festgestellt.

Das Notfallkonzept

Da trotz dieser Massnahmen das Auftreten einer Gefahrensituation nicht vollständig ausgeschlossen werden kann, ist es notwendig, über ein Notfallkonzept zu verfügen, damit die Bewohner unterhalb einer Stauanlage informiert und im Bedarfsfall evakuiert werden können. Bei der Notfallstrategie werden sechs mögliche Bedrohungen unterschieden, welche zu einer Gefahrensituation führen können:

- Verhaltensanomalie des Bauwerks, zum Beispiel durch Verschiebung oder Verformung sowie seines Untergrunds, zum Beispiel durch Veränderung der Sickerströmung.
- Hangrutschung oder Sturzmasse durch Bergsturz oder Gletscherabbruch in den Stauraum.
- Extremes Hochwasser.
- Stärkeres Erdbeben.
- Sabotage.
- Militärische Einwirkung.

Bei Stauanlagen von mehr als 2 Millionen Kubikmeter Stauraum bestehen für die Nahzone Wasseralarmsysteme mit speziellen Wasseralarm sirenen (siehe Telefonbuch letzte Seiten). Als Nahzone gilt das Gebiet, das bei plötzlichem totalem Bruch der Anlage innert zwei Stunden überflutet wird. Gegenwärtig sind 62 Stauanlagen mit diesem Wasseralarmsystem ausgerüstet. ▀

Quellen: Bundesamt für Wasser und Geologie, Nationale Alarmzentrale INFEL, Kraftwerke Oberhasli, Literatur Archiv.

Erdbeben und Bergstürze

Ein kalkulierbares Risikopotential

rei. Die Baukonstruktion einer Stauanlage mag noch so sicher und die Kontrolle noch so umfassend und genau sein: naturgegeben können durchaus unerwartete Ereignisse eintreten.

So zum Beispiel ein Erdbeben. Die Auswirkungen eines Erdbebens wurden ingenieurwissenschaftlich genau untersucht. Die Erkenntnisse gestatten entsprechende bauliche Massnahmen bei Neukonstruktionen sowie die realistische Berechnung eines allfälligen Risikopotentials bei bestehenden Anlagen. Die etwas abstrakt formulierte Definition des Problems: «Bei Bogenmauern unter starken Erdbeben führt vor allem das Öffnen der Blockfugen zu einem komplexen, nichtlinearen Verhalten des dreidimensionalen Gesamtsystems von Staumauer-Stausee-Untergrund. Die Druckwellenausbreitung in den Fernbereich des Stausees reduziert die Bewegungsenergie und beeinflusst die dynamische Wechselwirkung zwischen Stausee und Staumauer. Beide Phänomene, das nichtlineare dynamische Fugenverhalten und die Wasser-Struktur-Interaktion, können durch neuartige Rechenmodelle wirklichkeitsnah erfasst werden.»

Flutwellen durch Bergstürze

Ein durchaus realistisches Szenario ist ein Bergsturz in einen Stausee, der eine Flutwelle auslösen könnte. Ein «Beinahe-Ereignis» dieser Art war 1996 der Abbruch mehrerer hunderttausend Kubikmeter Fels in der Nähe des Ausgleichsbeckens des Kraftwerkes Linth-Limmern. Dieses Ereignis schreckte Ständerat Gian-Reto Plattner (BS) auf. In der Kleinen Kammer reichte er zusammen mit sechs Mitunterzeichnern ein Postulat ein, mit dem er den Bundesrat aufforderte, die Gefahr von Überschwemmungskatastrophen durch Bergstürze abklären zu lassen. Plattner verlangte insbesondere einen Kataster jener Risikogebiete, in denen infolge des Auftauens des alpinen Permafrosts mit Bergstürzen zu rechnen ist. In seiner Begründung wies der Universitätsprofessor darauf hin, dass die Geologen seit Jahren vor den Folgen dieses Auftauens warnen. In vielen hochalpinen Gebieten werde die relevante Bodentemperatur im Lauf der nächsten Jahrzehnte die Nullgradgrenze überschreiten. Als Folge seien weit reichende Bodenveränderungen zu befürchten, die zu Gerölllawinen und Bergstürzen führen könnten. Ein solches Ereignis

könnte zum Überschwappen eines Stausees und zur Beschädigung der Staumauer führen mit allenfalls verheerenden Auswirkungen. Am 22. Mai 1996 erklärte der Bundesrat die Bereitschaft zur Annahme des Postulats und am 20. Juni 1996 beschloss der Ständerat Annahme. Pikantes Detail am Rande: Plattner sprach damals etwas stark dramatisiert von «Tsunamis», was nur bedingt richtig ist, denn Tsunamis sind saismisch ausgelöste Meereswogen. Bundesrat Moritz Leuenberger sagte denn auch in seiner Erklärung vor dem Ständerat mit einem Augenzwinkern, Plattner habe nicht gewusst, wie man das Wort «Tsunami» betone, aber jetzt sei alles klar. Das Wort heisse «Tsunami» mit Betonung auf der ersten Silbe. Leuenberger: «Und das kommt davon, wenn ein Berg in einen See fällt, wächst das Volumen des Stausees an, es nimmt zu. Es entsteht also eine Zunahme. Dieses Wort ist dann wellenförmig in verschiedenen Schreibweisen in die ganze Welt gekommen». (Heiterkeit im Rat).

Die Kraft der Wassermassen

Ein Phänomen, das in der Schweiz zwar noch nie beobachtet wurde, soll nicht unerwähnt bleiben. Stauseen können die direkte Ursache von Erdbeben sein. So im Jahr 1935 bei der Fertigstellung des Hoover-Staudamms am Colorado. Als sich das Wasser hinter dem Damm zu stauen begann und den Lake Mead bildete, nahmen die Erdbeben an Stärke und Häufigkeit zu. 1940 erreichten sie die Magnetitude 5 auf der Richterskala. Die gleiche Erscheinung zeigte sich im Sambia im südlichen Afrika ab 1958 mit dem Beginn der Auffüllung des Kariba-Stausees. In den folgenden Jahren wurde das Gebiet des Staudamms von über 2000 Erdbeben mit Magnetituden bis zur Stärke 5,8 erschüttert. Die Beispiele liessen sich beliebig vermehren. Grund für diese Erscheinung sind mit grösster Wahrscheinlichkeit bereits bestehende, jedoch ruhende, Verwerfungen, die durch den Wasserdruck wieder aktiviert werden. Die Auswirkungen des Wasserdrucks sind für das Grimselgebiet besonders gut belegt. Im Nagra-Felslabor, in dem feinste Messungen vorgenommen werden, wurde festgestellt, dass sich der im Nahbereich der Grimsel-Stauseen befindende Juchlistock bei höchstem Wasserstand gegenüber niedrigerem Wasserstand um fünf Millimeter verschiebt. ▀