

Medienmitteilung, 21. März 2003

*Stichworte: Staumauer, Talsperre, Erdbeben, Erdbebensicherheit,
Erdbebenbemessung, Forschung, Szenarien, Schweiz*

Was passiert mit unseren Staumauern bei einem starken Erdbeben?

Bisher ist weltweit noch kein Fall bekannt, bei dem während eines Erdbebens wegen dem Bruch einer modernen Staumauer Menschen umgekommen sind. Trotzdem darf die Erdbebensicherheit dieser Anlagen nicht pauschal als gegeben betrachtet werden, da bisher weltweit nur eine Handvoll Talsperren wirklichen Starkbeben ausgesetzt war. Generell müssen die grossen Staumauern auch den stärksten Erdbeben widerstehen können. In der Schweiz wird das Erdbebenverhalten von Talsperren seit 1982 erforscht.

von Dr. Martin Wieland, Electrowatt-Ekono AG, Zürich

Bei den Katastrophenerdbeben in Taiwan (21.9.1999) und in Indien (26.1.2001) wurden auch Talsperren beschädigt. Spektakulär war das Versagen des 25 Meter hohen Shih-Kang-Wehres in Taiwan, welches auf einer aktiven Verwerfung stand: Zwei der 18 Wehröffnungen wurden durch Vertikalverschiebungen von rund acht Metern zerstört, was zum Auslaufen des Reservoirs mit einem Inhalt von rund drei Millionen Kubikmetern führte. Es entstanden keine Überschwemmungsschäden, da der Abfluss bei einem unwt-terbedingten Hochwasser bedeutend grösser sein kann als beim Auslaufen des Stausees durch die beiden zerstörten Wehröffnungen.

Beim Bhuj Erdbeben in Gujarat (Indien) wurden mehrere bis zu 30 Meter hohe Erddämme erheblich beschädigt. Nur aufgrund der Tatsache, dass die Stauseen nach einer längeren Trockenperiode zu dieser Jahreszeit praktisch leer waren, kam es nicht zu einem unkontrollierten Auslaufen der Stauseen. Als Folge dieses Bebens müssen in der nächsten Zeit rund 200 Erddämme im Erdbebengebiet verstärkt werden.

Erdbeben und Staumauern in der Schweiz

In der Schweiz war bis zum heutigen Zeitpunkt noch keine Talsperre einem stärkeren Beben ausgesetzt.

Grundsätzlich unterscheidet man bei den Talsperren zwischen Staumauern und Schüttdämmen. In der Schweiz ist die Mehrzahl der über 15 Meter hohen Talsperren, die der Aufsicht des Bundes unterstellt sind, Staumauern. Die den Kantonen unterstellten kleineren Talsperren sind vorwiegend Schüttdämme.

Die grossen Staumauern in der Schweiz haben ein Durchschnittsalter von rund 40 Jahren. Sie wurden nach jenen Vorschriften und Regeln der Baukunst erstellt, welche zum Zeitpunkt des Baus gültig waren. Das gilt auch für die Erdbebenbemessung.

In den letzten 25 Jahren hat man bei der Erforschung des Erdbebenverhaltens von Talsperren grosse Fortschritte gemacht; dementsprechend haben sich auch die Kriterien und Methoden für die Erdbebenauslegung von Staumauern grundlegend verändert.

Die Erdbebenbemessung unter Verwendung von statischen Ersatzlasten, wie das bei der Mehrzahl der Schweizer Staumauern der Fall war, wird heute als überholt erachtet. Es ist deshalb nicht näher bekannt, ob die älteren Staumauern die heutigen Erdbebensicherheitsanforderungen erfüllen (dies gilt übrigens auch für rund 90 Prozent der Gebäude in der Schweiz). Die Erdbebensicherheit der bestehenden Staumauern ist deshalb auch bei den Behörden seit längerem ein wichtiges Anliegen.

Welchen Erdbebenkräften muss eine Staumauer widerstehen können?

Um die enormen Schäden, die im durch das Auslaufen des Stausees bei einem Talsperrenbruch entstehen könnten, zu vermeiden, müssen Talsperren in der Schweiz Extrembeben widerstehen – zum Beispiel einem Erdbeben, das durchschnittlich einmal in zehntausend Jahren auftritt.

Es ist jedoch kaum möglich, vorauszusagen, was bei einem derartigen Ereignis genau passieren könnte; man muss sich diesbezüglich auf die wenigen Beobachtungen in anderen Ländern abstützen.

Zwischen der Tragwirkung eines Gebäudes und der einer Staumauer besteht ein grundsätzlicher Unterschied. Während Gebäude in erster Linie Vertikallasten aufnehmen müssen, sind bei Staumauern vor allem die Horizontalkräfte aus dem Wasserdruck aufzunehmen. Erdbebenschäden entstehen normalerweise aus den horizontal wirkenden Erdbebenkräften. Aus diesem Grunde sind Staumauern besser geeignet, Horizontalkräfte aus einem Erdbeben aufzunehmen als Gebäude. Hinzu kommt, dass Erdbebenkräfte seit über 50 Jahren bei der Bemessung von Staumauern berücksichtigt wurden, was bei den Hoch- und Brückenbauten nicht der Fall ist.

Gut konzipierte Staumauern verfügen über beträchtliche Tragreserven. Die 106 Meter hohe Sefid Rud Pfeilerkopfmauer im Nordwesten Irans hat beim Erdbeben vom 20. Juni 1990, welches schätzungsweise 40'000 Menschenleben forderte, Bodenbewegungen widerstanden, die beträchtlich über den Bemessungswerten lagen. An der Staumauer entstanden im oberen Mauerbereich grössere Schäden, die in der Folge repariert wurden. Die Stauanlage ist seitdem wieder voll in Betrieb.

Dieses Beben mit einer Magnitude von 7.5 war jedoch stärker als das maximale 10'000jährige Beben, welches beispielsweise für die Erdbebensicherheitsüberprüfung der grossen Talsperren in der Schweiz heute zu berücksichtigen ist.

Was könnte bei einem Starkbeben bei vollem Stausee passieren?

Die Bodenerschütterungen könnten im oberen Teil einer Mauer, welcher bei einem Beben am stärksten beansprucht wird, Risse verursachen; auch könnten sich Fugen leicht öffnen. Durch diese Risse und Fugen könnte nach dem Beben Wasser austreten. Die austretenden Wassermengen wären jedoch relativ gering, da der Wasserdruck im oberen Teil der Mauer gering ist, und da zu erwarten ist, dass sich die Risse und Fugen nach dem Beben durch das Eigengewicht der Mauer weitgehend schliessen. Beim Auftreten von Rissen in der Mauer wird nach einem Beben mit dem Absenken des Stausees begonnen.

Im Gebiet des Reservoirs und des unterliegenden Tales wird es bei einem derartigen Starkbeben zu zahlreichen Erdrutschen und Felsstürzen kommen, die die Zufahrtstrassen verschütten und Gebäude beschädigen können. Viele Gebäude werden bei einem derartigen Erdbeben ebenfalls stark beschädigt, da die Vorschriften für die Erdbebenauslegung von Hoch- und Brückenbauten weit weniger streng sind als diejenigen für Talsperren.

Bei den Stauanlagen in der Schweiz ist zu beachten, dass die Speicherseen nur während wenigen Monaten gefüllt sind. Eine erhöhte Gefährdung der Unterlieger besteht deshalb nur bei vollem Stausee.

Offene Fragen: Forschung soll klären

Auch wenn in den letzten Jahrzehnten neuere Erkenntnisse im Bezug auf Erdbeben und Talsperren gewonnen wurden, sind noch viele Fragen offen. Sie betreffen vor allem die Art und Weise, wie Erdbeben eine Talsperre räumlich angreifen und wie sich der Massenbeton und der Fels, auf dem die Mauer steht, bei hohen Erdbebenbeanspruchungen verhalten. Zudem ist zu berücksichtigen, dass sich bei einem Starkbeben zahlreiche Felsstürze und Erdrutsche im Stauseebereich ereignen können.

Mehrere Staumauern wurden in den Neunzigerjahren mit seismischen Messgeräten ausgerüstet, um in Zukunft bessere Aussagen über das Erdbebenverhalten und die Erdbebensicherheit einer Staumauer machen zu können.

Der Bund finanziert seit 1982 Forschungsprojekte zum Erdbebenverhalten von Talsperren. Allein für die Modellierungsaspekte wurden rund fünf Millionen Franken ausgegeben. Dazu kommen Forschungsprojekte im Bereiche des Materialverhaltens und der Instrumentierung.

Die direkt umsetzbaren Ergebnisse waren bisher eher bescheiden. Dies wird auf die zu starke Unterteilung in einzelne unabhängige Forschungsprojekte zurückgeführt. Umsetzbare Ergebnisse können erst dann erwartet werden, wenn umfassendere, vermehrt koordinierte Projekte realisiert werden.

Der Autor Dr. Martin Wieland ist Bauingenieur; er beschäftigt sich seit über 20 Jahren in Forschung, Ausbildung und Praxis mit Baudynamik und Erdbebeningenieurwesen. Er ist Präsident des Erdbebenkomitees der Internationalen Talsperrenkommission (ICOLD).

Kontakt: Electrowatt-Ekono AG, Postfach, Hardturmstrasse 161, 8037 Zürich
Tel. 076 356 28 62; Fax 01 355 55 61; email: martin.wieland@ewe.ch

Die Internationale Talsperrenkommission (ICOLD) wurde 1928 in Paris gegründet. Ziel der non-profit-Kommission ist es, Fortschritte in Entwurf, Bau und Unterhalt von grossen Talsperren zu fördern sowie dafür zu sorgen, dass das entsprechende Wissen im Rahmen von Publikationen und Kongressen weitergegeben und ausgetauscht wird.

Mehr zur ICOLD auf <http://www.icold-cigb.org.cn/icold2000/icold.html>

Die Schweizer Gesellschaft für Erdbeben-Ingenieurwesen und Baudynamik (SGEB) ist eine Fachgruppe der «Schweizerischen Ingenieur- und Architekten-Vereinigung» (SIA). Sie befasst sich mit Fragen des Erdbeben-Ingenieurwesens, der Seismologie und der Baudynamik und fördert in diesen Bereichen die Zusammenarbeit von Forschung und Praxis. Mehr zur SGEB auf www.sgeb.ch

Mehr zum Thema «Erdbebensicherheit von allgemeinen Bauwerken und Talsperren in der Schweiz» auch in der Publikation:

Markus Weidmann: Erdbeben in der Schweiz. In Zusammenarbeit mit dem Schweizerischen Erdbebedienst. Verlag Desertina, Chur, Schweiz, 2002. ISBN 3-85637-271-7. Medieninformationen zum Buch auf der WebSite www.bebende.ch unter „Buch“ und „für die Medien“.

Abbildungen

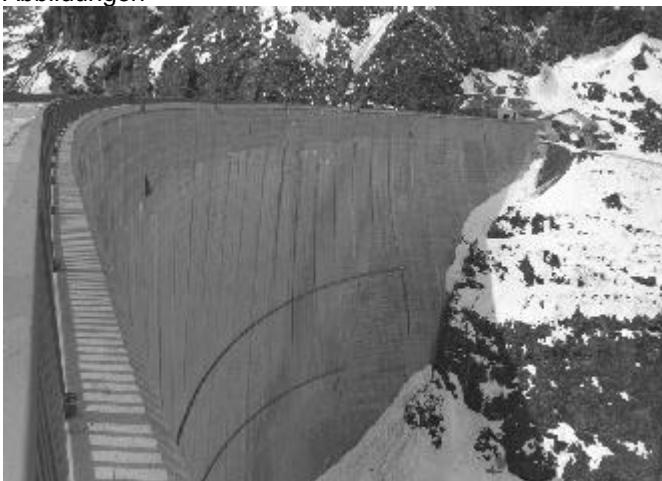


Fig. 1: Grosse Bogenstaumauer im Wallis (die Region Visp ist das Gebiet mit der höchsten Erdbebengefährdung in der Schweiz, Basel weist ebenfalls eine erhöhte Erdbebengefährdung auf)



Fig. 2: Die 106 m hohe Sefid Rud Pfeilermauer wurde im Juni 1990 durch ein starkes Erdbeben beschädigt und der Stausee musste teilweise abgesenkt werden, rund 40'000 Personen kamen bei diesem Erdbeben durch Einsturz ihrer Wohnungen ums Leben, mehrere Talsperrenwärter kamen ebenfalls um und sämtliche Zufahrtsstrassen zur Mauer waren durch hunderte von Felsstürzen blockiert

Können Stauanlagen Erdbeben auslösen?

Es sind wenige Fälle bekannt, in denen stärkere Erdbeben durch das Auffüllen des Stausees ausgelöst wurden. Jedoch: die durch den Stausee ausgelösten Erdbeben können nicht stärker sein als diejenigen, die heute der Bemessung der Talsperren zugrunde gelegt werden. Für die Staumauern stellen diese Beben deshalb kein neues Sicherheitsproblem dar.

Könnte man dank Erdbebenvorhersagen Staumauern vor einem Beben noch rechtzeitig entleeren?

Vor einigen Jahren hoffte man durch Erdbebenvorhersagen das Erdbebenrisiko zu minimieren. Von erfolgreichen Prognosen von Starkbeben ist man jedoch heute noch weit entfernt. Auch würde es bei einer erfolgreichen Prognose einige Wochen dauern, um einen grossen Stausee auf ein unkritisches Niveau abzusenken. Eine ausreichende Erdbebensicherheit der Staumauern bleibt deshalb die beste Versicherung gegen starke Erdbeben.

Schwachstellen in der Erdbebenvorsorge in der Schweiz

Die Erdbebengefahr in der Schweiz ist erheblich und darf wegen dem steigenden Schadenpotential nicht länger vernachlässigt werden. Die grössten Defizite bestehen bei Bauten und Anlagen, wo es - im Vergleich zu anderen Naturgefahren - beträchtliche Lücken in der Vorsorge gibt. Der Bundesrat hat deshalb im Dezember 2000 im UVEK eine Koordinationsstelle Erdbebenvorsorge geschaffen und ein Programm von sieben Massnahmen im Zuständigkeitsbereich des Bundes für den Zeitraum 2001 bis 2004 genehmigt.

Die Sensibilisierung auf das Risiko Erdbeben ist in der Schweiz gering und das Risiko wird oft unterschätzt. Im weltweiten Vergleich wird die Erdbebengefährdung in der Schweiz als mässig bis mittel eingestuft. Eine erhöhte Gefährdung besteht im Wallis, in der Region Basel, in der Zentralschweiz, im En-

gadin und im St. Galler Rheintal. Mittelstarke Erdbeben treten in unserem Land etwa ein- bis zweimal in jedem Jahrhundert auf. Sie können grosse Schäden an Bauten, Anlagen und Umwelt verursachen. Erdbebenvorsorge kann in erster Linie durch bauliche Vorsorge, d. h. Objektschutz, erfolgen.

Bundesrat Leuenberger hat alle ihm unterstellten Stellen, zu denen auch die Aufsichtsbehörde der Talsperren gehört, aufgefordert, dafür zu sorgen, dass Erdbebenbelange konsequent berücksichtigt werden. Es muss betont werden, dass die Aufsichtsbehörde schon seit etlichen Jahren ihre Anstrengung auf den Nachweis des Verhaltens einer Stauanlage unter Erdbeben richtet, sei es im Rahmen von Neubauprojekten, bei Sanierungen und Umbauten oder auch im Zuge einer Sicherheitsüberprüfung. In den letzten Jahren hat sie unter Mitarbeit von Experten Richtlinien ausgearbeitet, mit dem Ziel, die in der Schweiz durchgeführte Praxis besser zu verankern.