

Wohlensee-Staudamm stürzt bei einem Erdbeben ein

In einer im April 2011 in San Diego (USA) vorgestellten Studie im Auftrag der BKW rechnen die Autoren vor, dass der Wohlenseestaudamm zwar robuster ist als bisher angenommen; trotzdem hält er bei einem anzunehmenden 10'000-jährlichen Erdbeben nicht. Fokus Anti-Atom evaluiert rechtliche Schritte gegen die chronische Vorgehensweise des Eidgenössischen Nuklearsicherheitsinspektorats ENSI, immer wieder neue Rechnungen anstellen zu lassen, statt bei Erkennung einer unzulässigen Gefahr das AKW ausser Betrieb zu nehmen. Da seit 2004 erste Resultate der neuen Erdbebenstudie PEGASOS vorliegen, weiss man um die Gefährlichkeit der Wohlenseestaumauer für das AKW Mühleberg.

Vom 11.-15. April 2011 fand in San Diego die 31. Konferenz der United States Society on Dams statt. Hier wurde eine von der BKW bei verschiedenen Expertenbüros in Auftrag gegebene Studie zur Erdbebensicherheit des Wohlenseestaudamms vorgestellt¹. Das besonders herausgestrichene Resultat besteht darin, dass mit verfeinerten Modellen und Rechenmethoden die Mauer grösseren Erdbeben standhält als bisher gerechnet. Die Studie zeigt aber auch, dass das Maschinenhaus als Teil der Staumauer der grösste Schwachpunkt ist und mit einer Wahrscheinlichkeit von 1 zu 15 bricht.

Ausgangslage



Mühleberg-Damm (Quelle: s. Fussnote 1)

Der Wohlenseestaudamm liegt 1,2 Kilometer oberhalb des AKW Mühleberg. Er besteht aus einem Stauwehr, dem integrierten dreistöckigen Maschinenhaus und einem Verwaltungsgebäude zum Felsen am linken Aareufer hin. Die Staumauer birgt für das AKW erhebliche Gefahren in sich. Ein Bruch des Damms kann zu grossen Überschwemmungen mit Geschiebe führen. Zusammen mit Flutwellen, welche durch Erdbeben verstärkt werden, kann dies zu einer Verstopfung der Ansaugleitungen für das Notkühlwasser in der Aare führen. Die BKW hatte in der Folge einer Periodischen Sicherheitsüberprüfung 2005 (PSÜ2005) wieder einmal eingehende Berechnungen zum Staumauerbruch vorzunehmen.

Es wurde erkannt, dass das Maschinenhaus der Schwachpunkt in der ganzen Baukonstruktion ist. Die horizontale Erdbebenstärke, welche der Staudamm aushält, wurde damals auf 0,24g berechnet², wie jetzt in der BKW-Studie publiziert wird. Diese Widerstandsfähigkeit wird als „seismische Kapazität“ bezeichnet. Speziell ist, dass die Zahlen früher nie publiziert wurden. Auch das ENSI, erwähnte sie in seiner Stellungnahme zur PSÜ aus dem Jahre 2007 nicht³. Allerdings wurde der Staudammbruch bei Erdbeben als eines der wichtigsten Risiken aufgeführt.

Neuberechnungen

Laut Aussagen der Autoren der Studie bedeuteten die Rechenresultate für das ENSI eine zu geringe Stabilität. Wörtlich heisst es in der Studie, dass das ENSI seine Besorgnis ausdrückte, dass diese seismische Kapazität zu gering sei⁴. Zu diesem Zeitpunkt waren schon die neuesten Zahlen der so genannten

¹ Y. Ghanaat et al.: „Seismic Fragility of Mühleberg Dam using nonlinear analyses with Latin Hypercube Simulation“; 2011 <http://ussdams.com/proceedings/2011Proc/1197-1212.pdf>

² Erdbebenbeschleunigungen werden als Vielfaches der Erdbeschleunigung g angegeben, wobei g = 9,81 m/s²

³ Hauptabteilung für die Sicherheit der Kernanlagen HSK: Sicherheitstechnische Stellungnahme zur Periodischen Sicherheitsüberprüfung des Kernkraftwerks Mühleberg, HSK 11/100; 2007

⁴ s. Fussnote 1, S.1197

ten PEGASOS-Studie⁵ von 2004 bekannt: gemäss dieser umfassenden Expertise beträgt das 10'000-jährliche Erdbeben am Standort des AKW Mühleberg 0,387g. Dies widerspricht massiv den bis dahin ermittelten Erdbebengefährdungen von 0.15g. Die Erdbeben in der Schweiz waren früher um das 2- bis 3-fache unterschätzt worden. (Im Übrigen wurde die PEGASOS-Studie vom ENSI 1999 bei den AKW-Betreibern selber in Auftrag gegeben, an welcher mehrere unabhängige ExpertInnen aus der ganzen Welt teilgenommen hatten. Die Projektführung war von den Betreibern an die Nagra, die Nationale Genossenschaft für Radioaktive Abfälle, vergeben worden.)

Bei der Untersuchung zu Kernschmelzhäufigkeiten 1991 wurde berechnet, dass ein Erdbeben noch unter alten Erdbebenannahmen mit einer Wahrscheinlichkeit von ungefähr 1x pro 10'000 Jahre vorkommt⁶. In der Zwischenzeit ist die Beherrschung eines 10'000-jährlichen Erdbebens gesetzlich vorgeschrieben.⁷

Entgegen den selbstverständlichen Erwartungen, dass das ENSI nun angesichts der 2005 eingestandenermassen schlechten Erdbebenkapazität eine Nachrüstung der Staumauer anordnet, liess es sich im Gegenteil auf neue Berechnungen der Betreiber ein. Seither kämpfen Untersuchungen mit neuesten wissenschaftlichen Methoden gegen die alten Resultate an. Bei den differenzierten Rechenmethoden der BKW-Studie schnellten die Resultate in die Höhe: Es wurde eine Widerstandsfähigkeit des Maschinenhauses von 0,85g berechnet.

Der Damm hält nicht

Der Abstand zwischen der Standfestigkeit von 0,85g zum PEGASOS-Erbeben von 0,387g scheint sehr hoch zu sein. – Der springende Punkt ist aber, dass sich diese Zahl auf einen Mittelwert bezieht. Genau gesagt heisst dies, dass zu 50 Prozent zu erwarten ist, dass der Staudamm (bzw. das Maschinenhaus) bei 0,85g zerstört wird; nur zu 50 Prozent hält er diesen Erdbebenkräften stand. Das ändert die Bedeutung der seismischen Kapazität dramatisch.

Da Erdbebenberechnungen nur mit vielen Annahmen und Abschätzungen durchgeführt werden können, müssen bei sicherheitsrelevanten Strukturen, Systemen oder Komponenten Sicherheitsmargen berücksichtigt werden. In der internationalen Diskussion tauchte seit langem wiederholt die Frage auf, welches das Mass für Sicherheitsreserven gegen ein Erdbeben sei. In einer Grundlagenstudie der amerikanischen Nuklearbehörde NRC von 1985 wurde der oben erwähnte Mittelwert als untauglich verworfen⁸. Seither wird international für die Margen üblicherweise folgendes Mass vorgegeben: Gebäudestrukturen, Systeme und Komponenten müssen mindestens Erdbebenstärken aushalten, bei denen die Wahrscheinlichkeit, dass jene brechen, höchstens 1% beträgt. Diese Grösse wird „High Confidence of Low Probability Fragility“ HCLPF genannt. Sie soll eine Angabe für eine mathematisch vertrauenswürdige kleine Versagenswahrscheinlichkeit sein.

Die Hervorhebung der 0,85g von Seiten der Autoren der Wohlenseedamm-Studie ist Augenwischerei. Diese hätten sich von Beginn weg grundsätzlich auf die HCLP konzentrieren müssen. Erst am Schluss der Präsentation der BKW-Studie wird dies kurz erwähnt.

Die Resultate der Studie sind erschreckend: Der Wohlenseestaudamm erreicht die 1%-Sicherheitsgrenze schon bei 0,3g, wie die neue Studie zeigt. Erst wenn das zu erwartende Erdbeben kleiner wäre als diese 0,3g, kann der Staudamm als sicher gelten. Das gemäss PEGASOS berechnete 10'000-jährliche Erdbeben in Mühleberg liegt aber mit 0,387g deutlich über dieser Sicherheitsgrenze.

Der Mühleberg-Staudamm hat keine Reserven. Es muss damit gerechnet werden, dass das Maschinenhaus im Damm zusammenbricht. Das 10'000-jährliche Erdbeben überschreitet deutlich die Sicherheitsmargen für den Zusammenbruch des Damms. Die Versagenswahrscheinlichkeit beträgt 6,7%. - Das bedeutet: Für ein 10'000-jährliches Erdbeben ist die Wahrscheinlichkeit, dass der Damm bricht, 1 zu 15.

⁵ PEGASOS: Probabilistische Erdbebengefährdungsanalyse für die KKW-Standorte in der Schweiz, 2004.

⁶ Pickard, Lowe and Garrick: MUSA, Mühleberg Sicherheitsanalyse, 1991

⁷ Verordnung des UVEK über die Gefährdungsannahmen und die Bewertung des Schutzes gegen Störfälle in Kernanlagen, Artikel 5

⁸ NUREG/CR-4334, UCID-20444: An Approach to the Quantification of Seismic Margins in Nuclear Power Plants, 1985

Verheerende Folgen wären abzusehen, Flutwellen, welche durch das Erdbeben noch verstärkt werden und Gebäudeschutt gefährden die Notkühlung des AKW in der Aare weit mehr als ein Hochwasser ohne Staudammbruch.

Missliebige PEGASOS-Ergebnisse

Die Ergebnisse müssen in den Gesamtzusammenhang der bisherigen Erdbebenbestimmungen gestellt werden: 2004 waren die ersten Resultate der PEGASOS-Studie fertig, welche 2007 vom ENSI summarisch vorgestellt wurden⁹. Die Ergebnisse waren vor allem für die Betreiber ein Schock, da sie bis anhin mit schwächeren Ergebnissen anderer Studien operiert hatten. Das 10'000-jährliche Erdbeben (horizontale Bodenbeschleunigung) am Standort Mühleberg beträgt 0,387g – im Gegensatz zu 0,15g, den Annahmen für die bisherigen Erdbebenannahmen. Dies entspricht auf der Richterskala ungefähr der Stärke 7,5¹⁰.

2006, nachdem die Ergebnisse der PEGASOS-Studie schon erhärtet waren, schlugen die Betreiber dem ENSI an einer Konferenz vor, die von den AKW zu beherrschenden Erdbebenstärken um 20% zu senken¹¹. Schärfster Kritiker der PEGASOS-Studie war ein Mitarbeiter des AKW Gösgen. Das ENSI stimmte dem provisorisch zu. 2007 votierte es selber für aufgeweichte Erdbebenannahmen, weil „die PEGASOS-Studie im internationalen Vergleich Pioniercharakter hatte“¹². Den Schweizer AKW wird von offizieller Seite immer der höchste Sicherheitsstandard bescheinigt. Offensichtlich verleitet dies die Behörden dazu, die Sicherheitsmargen massiv abzubauen.

Es ist kaum anzunehmen, dass bei für die Betreiber positiveren Ergebnissen der Erdbebenstudien das ENSI auf den Pioniercharakter verwiesen und die Werte in Richtung der alten Resultate frisiert hätte.

Nichtsdestotrotz hilft aber diese Korrektur um 20% für die Einschätzung der Widerstandsfähigkeit der Wohlenseestaudauer wenig: Die korrigierten Erdbebenkräfte betragen immer noch mehr als 0,31g. Damit reichen die Reserven des Wohlenseestaudamms nicht aus.

Das Vorgehen des ENSI ist unerträglich

Das ENSI hat in seiner Verfügung 2 nach den Katastrophen in Japan dem AKW Mühleberg aufgetragen, bis zum 31. März 2012 die Kombination eines Erdbebens mit Staudammbruch durchzurechnen. Dabei gab es zwei Varianten zur Auswahl:

- Variante 1: „Für alle Stauanlagen, welche die Kernkraftwerke potenziell gefährden können, ist deterministisch nachzuweisen, dass bei einem 10'000-jährlichen Erdbeben eine unkontrollierte Wasserabgabe ausgeschlossen werden kann. ...“
- Variante 2: „Falls bei einem 10'000-jährlichen Erdbeben ein unkontrollierter Wasserabfluss deterministisch nicht ausgeschlossen werden kann, ist der deterministische Nachweis für die Beherrschung der Kombination von Erdbeben und Versagen der Stauanlagen im Einflussbereich des Kernkraftwerks zu führen. ...“

Seit spätestens April 2011 – der Vorstellung der Mühlebergstudie zum Wohlenseestaudamm – ist aber bekannt, dass die Variante 1 ausgeschlossen werden muss. Es ist nicht erklärlich, weshalb diese Variante vom ENSI überhaupt in Erwägung gezogen wird.

Im Übrigen ist es sonderbar, dass das ENSI die schwersten Unfälle erst zum Schluss, bis zum 31. März 2012, untersuchen lässt. Dies widerspricht der ursprünglichen Logik in der Kerntechnologie, vom „grössten anzunehmenden Unfall“, dem GAU, auszugehen. Ein AKW wurde früher so ausgelegt, dass es einen GAU überstehen würde. Das klassische Beispiel ist der Rohrleitungsbruch, der zu keiner Katastrophe führen darf. Dazu gehören eine Serie von Unfallauslösern, auch das Erdbeben. Aber die Einwirkungen von Erdbeben und Dammbrech sind für das ENSI offensichtlich nicht prioritär. Erst am Schluss werden

⁹ http://static.ensi.ch/1314201207/pegasos_juni_07.pdf

¹⁰ <http://geol43.uni-graz.at/07W/GEO521/magnitude.html>

¹¹ <http://www.dist.unina.it/proc/2010/14ECEE/Data/PDF/991.pdf>

¹² http://static.ensi.ch/1314201207/pegasos_juni_07.pdf

sie untersucht. Aus den „Fukushima-Verfügungen“ des ENSI muss geschlossen werden, dass die Betreiber keine vernünftigen aktuellen Resultate vorweisen können.

Im Gegenzug bleiben bis heute wesentliche Notsysteme selbst gegen die früher angenommenen Erdbebenstärken von 0,15g ungeschützt. Dies betrifft etwa den Notstromdiesel im Maschinenhaus, die Kühlung und Notkühlung für das Brennelementbecken, das Alternative Toruskühlsystem. Das ist für das ENSI kein Grund, auf Nachrüstungen zu pochen.

Zwar entwickelt sich der Stand von Wissenschaft und Technik im Laufe der Zeit. Doch irgendwann muss das ENSI sich entscheiden, auf welchem Stand man ist. So oder so, mit oder ohne Abschlag von 20%, sind die Schadensgrenzen nachweisbar überschritten

Die Reaktion des ENSI ist absehbar

- Das ENSI wird wie üblich sehr allgemein behaupten, dass die HCLPF ein extrem unwahrscheinliches Szenario betreffe und die seismische Kapazität ausreichend sei.
Unser Einwand: 2005 war die seismische Kapazität extrem tief. Das ENSI hat nichts unternommen. Die HCLPF ist als Standard international anerkannt¹³. Es wird international sogar verlangt, dass die HCLPF um einen Faktor 1,67 grösser sein soll als das vorgegebene zu beherrschende Erdbeben einer Atomanlage¹⁴. Das ENSI drückt sich darum, konkrete Kriterien und konkrete Zahlen anzugeben, welche Sicherheitsreserven es vorsieht und welche Grenzwerte nicht überschritten werden dürfen. „Extrem tief“ und „extrem unwahrscheinlich“ sind wissenschaftlich-technisch nicht haltbar.
- Das ENSI wird behaupten, dass es bei der PEGASOS-Studie zu grosse Unsicherheiten gegeben habe, weshalb man nochmals über die Bücher gehen musste und das PEGASOS Refinement Projekt (PRP) gestartet habe. Die berechnete HCLPF sei ein Grenzfall.
Unser Einwand: Das PRP müsste 2011 abgeschlossen sein, das sagen verschiedene Quellen (z.B. der Betreiber von Beznau¹⁵). Mit der in der „Fukushima-Verfügung“ 2 gestellten Forderung des ENSI an die Betreiber, erst im März 2012 die Arbeiten abzugeben, wird wieder eine Zeitverzögerung in Kauf genommen. Die drohende Beschädigung des Wohlenseedamms (wie auch der AKW-Komponenten und –Systeme) wird zum endlosen Forschungsprojekt. Behörden und Betreiber nehmen die realen Gefahren eines Erdbebens nicht ernst. – Das ENSI wird sich damit abfinden müssen, mit grossen Fehlerbandbreiten zu rechnen und grosse Sicherheitsmargen anzuerkennen. Um mit solchen Problemen umzugehen, sind die Wahrscheinlichkeitstheoretischen und statistischen Methoden da.
- Das ENSI wird darauf hinweisen, dass bestehende alte Reaktoren nicht alle regeltechnischen Anforderungen des Stands von Wissenstand und Technik erfüllen müssten. Vielmehr sei es wichtig, dass das AKW den IAEA-Kriterien genüge, dass eine Kernschmelze nur 1x pro 10'000 Jahre vorkomme.
Unser Einwand: Der Bevölkerung ist es gleichgültig, ob sie von einem neuen oder von einem alten AKW bedroht wird. Die Rechte der Betreiber haben kein Vorrecht gegenüber dem Schutz der Bevölkerung. Für uns ist das AKW Mühleberg weder angemessen noch zumutbar.

Es ist unerklärlich, weshalb das ENSI noch einmal Staumauerbüche nachrechnen lässt, wenn die Ergebnisse schon seit Monaten vorliegen. Dem ENSI sind die Ergebnisse der Resultate vom April auf der Basis neuester Methoden bekannt. Es gibt keinen Grund, nochmals über die Bücher zu gehen. – Offensichtlich will das ENSI der BKW zeitlichen Spielraum verschaffen. Die bisher installierte Notkühlung des AKW Mühleberg reicht nicht aus.

Fokus Anti-Atom erwägt ernsthafte juristische Schritte gegen das ENSI und gegen die BKW. Das AKW Mühleberg muss sofort definitiv ausser Betrieb gehen.

¹³ s. auch Paragraph 3.17 zu den erdbebeninduzierten Dammbürchen im Safety Guide NS-G-2.13 der Internationalen Atomenergieagentur IAEA (Evaluation of Seismic Safety for Existing Nuclear Installations, 2009), welchen das ENSI in seinem Zwischenbericht zu den EU-Stresstests vom 15.09.2011 zitiert.

¹⁴ NUREG/CR-6926; BNL-NUREG-77569-2007: Evaluation of the Seismic Design Criteria in ASCE/SEI Standard 43-05 for Application to Nuclear Power Plants. Dies ist eine Richtlinie der amerikanischen Nuklearbehörde NRC

¹⁵ ftp://www.dgf.uchile.cl/pub/jaime/Nuclear/IAEA-Doc/04-Training%20and%20Workshops/2008-06-19%20-%20Kashiwazaki,Japan%20-%20IAEA%20International%20WS/03-Workshop%20Presentations/2008-06-19%20Session%202/10_TinicKizildogan_NOK_Swiss.pdf