



Die PEGASOS-Legende¹

Zusammenfassung

1998 angeordnet, wurde die PEGASOS Studie 2004 fertig gestellt und von der Aufsichtsbehörde auch offiziell akzeptiert. Die Aufsichtsbehörde merkte einzig an, die „Unschärfe“ der Prognosen sei relativ gross. PEGASOS zeigte massiv höhere Erdbebengefährdungen auf.

Danach gab es eine beispiellose Kaskade der Gegenwehr von Seiten der AKW-Betreiber. Zuerst ein akademischer Kleinkrieg gegen die Studie und gegen die Methodologie. Mit wenig Erfolg.

Trotzdem liess sich die Aufsichtsbehörde bisher drei Mal erweichen, immer längere Nachfolgestudien anzuhängen. Erst 2007 wurden einige Resultate veröffentlicht.

Zwischenzeitlich waren die neuen Zahlen nur bei den rechtlich nicht verbindlichen PSA mit 20% Abzug anzuwenden und dabei wurde erst noch (Zitat) „getrickst“. Bei den rechtlich verbindlichen Nachweisen wurden die AKW bis und mit EU Stresstest mit den um Faktoren tieferen uralt-Zahlen von 1977 getestet.

Das am 9. Juli 2012 publizierte Zwischenresultat der PEGASOS Nachfolgestudie (PRP) weist gegenüber der Original Studie um ca. 40% tiefere Werte aus (Beispiel Mühleberg).

[Hinweis: an dieser Stelle wird im Originalbericht die Qualität des Zwischenresultats des PEGASOS Refinement Projects diskutiert – Frau Boos möchte diesen Hinweisen noch nachgehen und darüber berichten. Daher sind diese Informationen zurzeit noch exklusiv]

¹ diese Version wurde gegenüber der an Frau Boos abgegeben Fassung leicht „verschönert“

Der Endtermin für das PRP von „Ende 2012“ wurde bereits wieder in Frage gestellt.

Wir stellen 14 Jahre nach der Anordnung der Behörden und 8 Jahre nach dem Abschluss der eigentlichen Studie fest: In der Schweiz kann man wissenschaftliche Erkenntnisse selbst hochkarätigster Wissenschaftler nicht gegen die Interessen der AKW-Lobby zur Anwendung bringen.

Kommentar

„Es ist klar: in der Wissenschaft findet man immer noch eine offene Frage, immer noch einen Aspekt, der sich in Entwicklung befindet. Das streitet niemand ab. Würde uns dies vom Handeln abhalten, würden wir immer noch in Höhlen wohnen.“

Selbstverständlich freuen sich aber die hochkarätigen Wissenschaftler berechtigterweise über die Forschungsgelder für ein Folgeprojekt und werden diesen Vorgang kaum kritisieren.

Es ist aber auch klar, dass der Wissenschaftler aber auch der AKW-Betreiber immer mit unscharfen Abschätzungen leben muss. Diese statistischen Unsicherheiten gehören zum nuklearen Risiko.

Das sind also keine gültigen Vorwände, um vorliegende, akzeptierte wissenschaftliche Erkenntnisse einfach jahrzehntelang auszublenden. Wie es unsere Nuklearaufsicht tat und immer noch tut. Und wie es beim Tsunami in Fukushima übrigens ebenfalls geschehen ist.“

Details und Belege

Die bisher verwendeten Schweizer Erdbebengefährdungsannahmen (zuletzt im EU Stresstest) stammen von 1977².

1998 forderte die Aufsichtsbehörde (damals HSK) die AKW-Betreiber auf, die Erdbebengefährdung an den Standorten der AKW neu zu bestimmen³.

Die Vorbereitungsarbeiten zu PEGASOS begannen 1999. Die eigentlichen Projektarbeiten wurden Anfang 2001 unter der Leitung der NAGRA aufgenommen⁴.

Für die Mitarbeit konnten 21 international anerkannte Fachexperten aus 7 europäischen Ländern gewonnen werden. Das Projektteam wurde sorgfältig und formal von einer Beeinflussung durch Betreiber oder Aufsicht abgeschirmt.

Vertreter der Schweizer KKW waren als Beobachter bei den Workshops zugelassen. [...] Die Mitglieder des HSK Review Teams nahmen im Folgenden an den Workshops als Beobachter teil. Wie die Vertreter der Schweizer KKW durften auch sie nicht aktiv in die Diskussion eingreifen oder Stellung beziehen⁵.

² Verweis z.B. im EU Stress Test: Swiss National Report, Seite 14 auf „Erdbebenrisikokarten der Schweiz“ Schlussbericht Basler & Hofmann / Schweizerischer Erdbebendienst, September 1977

³ https://portal.swissnuclear.ch/index_en_files/info.html

⁴ Neubestimmung der Erdbebengefährdung an den Kernkraftwerkstandorten in der Schweiz (Projekt PEGASOS), Seite 1

⁵ Neubestimmung der Erdbebengefährdung an den Kernkraftwerkstandorten in der Schweiz (Projekt PEGASOS), Seite 3

Mitte 2004 wurde das Projekt mit dem Schlussbericht beendet⁶.

Die Ergebnisse überraschten die AKW-Betreiber (die es versäumten, ihre Beobachterfunktion während des Projekts wahrzunehmen). Beispiel: für das KKM wurde eine rund 2.6-mal höhere Erdbeschleunigung ausgewiesen⁷.

Im November 2004 organisierte die swissnuclear ein „PEGASOS Review Meeting“ in Baden, wo die Studie kritisiert wurde.⁸

Bis Dezember 2004 wurde der Bericht jedoch von der HSK geprüft und grundsätzlich positiv beurteilt⁹.

Die Ergebnisse des PEGASOS-Projekts wurden nach dem neuesten internationalen Wissensstand ermittelt. Sie bieten derzeit die bestmögliche Grundlage, um Erdbebengefährdungsannahmen für die untersuchten Standorte der Schweizer KKW festzulegen.

*Das HSK Review Team stellte jedoch auch fest, dass die ausgewiesene Bandbreite der Unsicherheiten recht gross ist, und durch weitere Untersuchungen reduziert werden könnte.*¹⁰

Nun startete Jens-Uwe Klügel (AKW Gösgen) einen regelrechten akademischen Kleinkrieg gegen die Studie. Noch bevor diese veröffentlicht wurde, publizierte er seine erste Attacke¹¹.

Die PEGASOS-Studienautoren reagierten ihrerseits mit ungewöhnlich scharfen Worten¹².

Klügel (2005) presents an unusual problem. The paper consists of an extended attack on the methodology and results of a large project (the PEGASOS project, Abrahamson et al., 2002) for determining seismic hazard at four Swiss nuclear power plant (NPP) sites.

[...] the paper of Klügel (2005) is unclear, poorly argued, ill-informed and frequently incorrect.

⁶ Neubestimmung der Erdbebengefährdung an den Kernkraftwerkstandorten in der Schweiz (Projekt PEGASOS), Seiten 1 und 2

⁷ „For the KKM seismic fragility evaluation, the Reference Earthquake ground motion was selected to be the mean 1.0E-04 UHS (SGH, 2010) from the PEGASOS Project (PEGASOS, 2004). [...] Horizontal and vertical PGAs at this elevation are 0.3872g and 0.2260g, respectively.“,

USSD Seismic fragility of Mühleberg Dam using nonlinear Analysis with Latin Hypercube Simulation, p. 1203

⁸ „In a PEGASOS review meeting, organized by swissnuclear, which was held in Baden (Switzerland) in November 2004, the participants (who were not all involved in the PEGASOS project) also identified some potential issues needing further clarification regarding the source characterization, rock ground motion models, the treatment of ground motion variability, and the basic methodology used in PSHA.“, PEGASOS Refinement Project: An improved PSHA for Swiss nuclear power plants, p. 3

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

Seit ich angefangen habe, Fragen an das ENSI dazu zu stellen, ist das Dokument passwortgeschützt. Es kann jedoch bei mir eingesehen werden.

⁹ Siehe Referenz [4] in Neubestimmung der Erdbebengefährdung an den Kernkraftwerkstandorten in der Schweiz (Projekt PEGASOS), Seite 3

¹⁰ Neubestimmung der Erdbebengefährdung an den Kernkraftwerkstandorten in der Schweiz (Projekt PEGASOS), Seite 10

¹¹ Klügel, J.-U., 2005. Problems in the application of the SSHAC probability method for assessing earthquake hazards at Swiss nuclear power plants. Engineering Geology 78, 285–307.

¹² Evaluating hazard results for Switzerland and how not to do it: A discussion of “Problems in the application of the SSHAC probability method for assessing earthquake hazards at Swiss nuclear power plants” by J-U Klügel

[...] In the case of the paper of Klügel (2005), this exhibits such a low technical standard that in the normal course of events, a reply would not be worth writing; in fact, one would not normally expect to see such a paper in print in the first place.

Eigene Übersetzung:

Klügel (2005) stellt ein unübliches Problem dar. Das Papier verkörpert eine ausgedehnte Attacke auf Methodologie und Resultat eines grossen Projekts (the PEGASOS project, Abrahamson et al., 2002) zur Bestimmung der Erdbebengefährdung an vier Standorten von Schweizer Atomkraftwerken (AKW).

[...] das Papier von Klügel (2005) ist unklar, armselig argumentiert, schlecht informiert und häufig falsch.

[...] Im Fall des Papiers von Klügel (2005) zeigt dieses ein derart tiefes technisches Niveau auf, dass es im Normalfall nicht wert wäre, eine Antwort darauf zu schreiben; tatsächlich würde man nicht erwarten, ein solches Papier überhaupt veröffentlicht [Anm.: in einer wissenschaftlichen Zeitschrift] zu sehen.

Das Hick-Hack ging dann noch rund zehn Mal hin und her¹³.

Im Sommer 2005 brachten die AKW-Betreiber den Vorschlag, die PEGASOS mit 20% Abzug für die PSA zu verwenden. Die HSK liess sich erweichen, und gewährte diese Reduktion bis Ende 2007. Sie verlangte jedoch, ein PEGASOS-Nachfolgeprojekt durchzuführen, welches die Berechtigung für den Abzug belegt¹⁴.

Im Juni 2007 hat die HSK endlich die Öffentlichkeit informiert, knapp über das PEGASOS Projekt berichtet und den 20%-Abzug dokumentiert¹⁵.

*Die Reduktion um 20% erachtet die HSK als angemessen. Es ist zu erwarten, dass die KKW-Betreiber zumindest einen Teil der im Rahmen der PEGASOS-Reviewarbeiten identifizierten Verfeinerungsmöglichkeiten umsetzen lassen werden, und dass dadurch die grosse Unsicherheit in den PEGASOS-Resultaten abnehmen und damit auch der Mittelwert der Gefährdung sinken wird.*¹⁶

Die Begründung der HSK für den Abzug scheint im Widerspruch mit den Experten zu stehen:

*It should be noted that a reduction of epistemic uncertainty does not necessarily lead to a reduction in the mean hazard. As the uncertainties are reduced, they could be centered on the low, middle, or high range of the fractiles of the current hazard curves.*¹⁷

¹³ Engineering Geology, Volume 82, Issue 1, Pages 43-90 (December 2005)

<http://www.sciencedirect.com/science/journal/00137952/82/1>

¹⁴ "Furthermore, in summer 2005, the NPP representatives postulated a possible reduction of the hazard by further investigations and proposed a reduction of the PEGASOS ground motions by 20%. HSK agreed that this reduction could be used temporarily until the end of 2007, but that the appropriateness of this reduction needed to be demonstrated and a follow-up study had to be conducted", PEGASOS Refinement Project: An improved PSHA for Swiss nuclear power plants, p. 3

¹⁵ Neubestimmung der Erdbebengefährdung an den Kernkraftwerkstandorten in der Schweiz (Projekt PEGASOS)

¹⁶ Neubestimmung der Erdbebengefährdung an den Kernkraftwerkstandorten in der Schweiz (Projekt PEGASOS), Seite 12

¹⁷ PEGASOS Refinement Project: An improved PSHA for Swiss nuclear power plants, p. 3

Was die Öffentlichkeit nicht wusste: gleichzeitig hat man unter dem Tisch einen 50%-Zuschlag auf die Stärke von Gebäuden und Ausrüstungen abgemacht¹⁸.

Mit Brief vom 28. Juni 2005 /1/ wurde eine aus Sicht der HSK akzeptable Umsetzung der PEGASOS-Resultate /2/ festgelegt. Gegenstand dieser Festlegung waren im Wesentlichen folgende Punkte:

- *Für die PSA kann eine zeitweilige Gefährdungskurve auf der Basis der um 20 % reduzierten PEGASOS-Beschleunigungen 12/ verwendet werden.*
- *Die bisherigen Fragilities können bis zum Vorliegen aktualisierter Fragilityanalysen (spätestens jedoch bis Ende 2007) mit einem Faktor von 1.5 modifiziert werden.*
- *Bei Neuerstellungen von sicherheitsrelevanten Gebäuden oder sehr umfassenden Nachrüstungen von sicherheitsrelevanten Systemen ist im Allgemeinen von den Original-PEGASOS-Resultaten /2/ auszugehen. Im Zweifelsfall ist mit der HSK Rücksprache zu halten.*

Durch Kombination des 20%-Abzugs und des Faktors 1.5 durften die Betreiber also mit dem Segen der HSK eine Reduktion auf noch 53% der PEGASOS-Zahlen (äquivalent¹⁹) vornehmen. Damit war man schon fast wieder zu den alten Werten von 1977 zurückgekehrt.

Diese „amtlich bewilligte Trickserie bei AKW-Erdbebensicherheit“²⁰ war zulässig, während die Periodische Sicherheitsüberprüfung (normalerweise alle zehn Jahre) des AKW Mühleberg durchgeführt und eine Bewilligungsaufgabe für das AKW Beznau II „erfüllt“ wurde.

Der enthüllte HSK-Brief vom 23. Oktober 2008 enthält unmittelbar nachfolgend einen weiteren interessanten Satz:

Damals [Anm. im Juni 2005] ging man davon aus, dass ein PEGASOS-Nachfolgeprojekt gestartet und bis Ende 2007 abgeschlossen wird.

Im November 2006 fand auf dem Üetliberg ein zweites PEGASOS-Review Meeting statt. Dort wurden die Attacken von Jens-Uwe Klügel (AKW Gösigen) auf PEGASOS diskutiert. Die HSK stellte jedoch klar, dass keine Rückkehr zu den alten sogenannten „deterministischen“ Erdbebengefährdungsannahmen in Frage käme.²¹

¹⁸ HSK, „Ihr Antrag auf eine Übergangslösung zur Anwendung der Resultate“, Brief an swissnuclear, 28. Juni 2005, zitiert aus „Aktualisierung der Festlegung zu den Erdbebengefährdungsannahmen für PSA-Studien und Auslegungsfragen“, Brief an die KKW vom 23. Oktober 2008

¹⁹ äquivalent bezüglich der Versagenswahrscheinlichkeiten: (100% - 20%) / 1.5

²⁰ So lautet die Schlagzeile in der Zeitung „Der Sonntag“ vom 15. Januar 2012, als ich diese Fakten veröffentlichte.

<http://energisch.ch/der-sonntag-amtlich-bewilligte-trickserie-bei-akw-erdbebensicherheit/1360/>

²¹ „A second PEGASOS review meeting was held in November 2006 in Uetliberg (Switzerland) to discuss the issues raised by J.-U. Klügel and others about the PEGASOS project and the PSHA methodology in general [P.C. Rizzo Associates Inc., 2007]. During that meeting, HSK made clear, that only a risk-informed approach using PSHA would be considered for nuclear power plants in Switzerland, and that a change back to a deterministic approach would not be considered.“, PEGASOS Refinement Project: An improved PSHA for Swiss nuclear power plants, p. 3

Die vollständige Abwehr der PEGASOS-Studie war also gescheitert. Swissnuclear forderte aber eine Reduktion der Unsicherheiten. Die Nachfolgestudie „PEGASOS Refinement Project“ (PRP) war geboren²².

Die HSK liess sich erneut erweichen und gewährte dafür 5 weitere Jahre Zeit. Bis 2011 sollte die Studie fertig sein²³.

Von der ursprünglichen Unabhängigkeit der Studie war offenbar nichts mehr übrig geblieben. Sie wurde nun ganz einfach direkt von swissnuclear, dem AKW-Lobby-Verband²⁴ weitergeführt. Anfragen zur Unabhängigkeit der Studie beantwortete das ENSI einsilbig mit dem Verweis auf Art. 22, Abs. 1 des Kernenergiegesetzes, welche besagt: „Der Bewilligungsinhaber ist für die Sicherheit der Anlage und des Betriebs verantwortlich“²⁵.

Später wurde der Fertigstellungstermin *erneut* auf Ende 2012 verschoben.

Dabei ist wichtig, zu erwähnen, dass zwischenzeitlich nur die sogenannte Probabilistische Sicherheitsanalyse (PSA) mit den reduzierten [und getricksten] PEGASOS-Zahlen gerechnet werden musste. Das Resultat der PSA (die sogenannte Kernschadenshäufigkeit) hat in der Schweiz keinerlei rechtliche Verbindlichkeit²⁶.

Der rechtlich verbindliche Sicherheitsnachweis hingegen, nämlich die sogenannte *deterministische Störfallanalyse*, wurde immer noch mit den veralteten Zahlen von 1977 durchgeführt. Bis und mit EU Stresstest²⁷. Nur auf Grund einer ungenügenden *deterministischen Störfallanalyse* kann ein AKW ausser Betrieb genommen werden²⁸.

Die Schweiz hat ein System mit unbefristeten Bewilligungen gewählt. Hier müssten eigentlich die veränderten Annahmen zu den Gefährdungen nach dem „Stand der Wissenschaft und Technik“

²² „[...] the meeting conclusions were that improvements in the rock ground motion models and in the site-specific soil properties had the greatest potential to lead to reductions in the epistemic uncertainty of the hazard. Based on these conclusions, swissnuclear has established the PEGASOS Refinement Project with the objective of reducing the epistemic uncertainties in the hazard through the collection of new data and use of new models“, PEGASOS Refinement Project: An improved PSHA for Swiss nuclear power plants, p. 3

²³ https://portal.swissnuclear.ch/index_en_files/info.html

²⁴ Obwohl diese Organisation einen Auftrag von grossem öffentlichem Interesse ausführen darf, reagierte sie nicht einmal auf meine eingeschriebenen Briefe.

²⁵ Diverse mir vorliegende Journalistenanfragen, wie auch veröffentlicht z.B. hier: „Auf die Frage, ob es angemessen sei, dass die Betreiber selber die Schwere der möglichen Erdbeben definieren, antwortet das Ensi: «Es ist Aufgabe einer Aufsichtsbehörde, Nachweise zu prüfen, nicht Nachweise zu erstellen.»“, Der Bund, „Erdbebenberechnung in Mühleberg am Limit“, 31. Januar 2012

²⁶ „Die Kriterien zur vorläufigen Ausserbetriebnahme und Nachrüstung von Kernkraftwerken (Art. 44 KEV) wurden mit dem Kriterium der Integrität des Reaktorsicherheitsbehälters ergänzt. Demgegenüber wurde das Kriterium der Kernschadenshäufigkeit gestrichen. Ein fixer Wert in der KEV ist nach Auffassung des Bundesrates angesichts der wissenschaftlichen Weiterentwicklung der Berechnungsgrundlagen ungeeignet.“, UVEK Mitteilung „Kernenergieverordnung verabschiedet“ vom 10.12.2004

<http://www.news.admin.ch/message/index.html?lang=de&msg-id=5889>

²⁷ Referenz /A-18/ in EU Stress Test: Swiss National Report,

http://static.ensi.ch/1326182677/swiss-national-report_eu-stress-test_20111231_final.pdf

²⁸ UVEK Ausserbetriebnahmeverordnung, Art. 3 sowie UVEK Gefährdungsannahmenverordnung, Art. 2, Abs. 3

laufend überprüft und berücksichtigt werden²⁹. Die Aufsichtsbehörde hat dies scheinbar gar nie in Erwägung gezogen.

Erst Fukushima hat diesem Vorgehen einen Riegel geschoben. Am 1. April 2011 hat das ENSI erstmals einen deterministischen Erdbebennachweis per 31. März 2012 angeordnet. Im Mai 2011 erstellte die swissnuclear ein Zwischenresultat des PEGASOS Refinement Project.

Am 9. Juli 2012 lagen die Ergebnisse der Erdbebennachweise mit dem PEGASOS Refinement Project Zwischenresultat vor. Für das Beispiel von Mühleberg wurde eine um 40% verminderte Gefährdung im Vergleich zu den PEGASOS Originalzahlen ausgewiesen.

[Hinweis: an dieser Stelle wird im Originalbericht die Qualität des Zwischenresultats des PEGASOS Refinement Projects diskutiert – Frau Boos möchte diesen Hinweisen noch nachgehen und darüber berichten. Daher sind diese Informationen zurzeit noch exklusiv]

Nochmals werden massgebliche Teilaspekte der Gefährdung ausgeklammert, andere sind zu hinterfragen. Die Fertigstellung wird erneut auf unbestimmte Zeit verschoben³⁰.

Bemerkungen zu den Referenzen

- PEGASOS Refinement Project: An improved PSHA for Swiss nuclear power plants, 2010 <http://www.dist.unina.it/proc/2010/14ECEE/Data/PDF/991.pdf>
Seit ich angefangen habe, dazu Fragen an das ENSI zu stellen, ist das Dokument passwortgeschützt. Es kann jedoch bei mir eingesehen werden.
- Evaluating hazard results for Switzerland and how not to do it: A discussion of “Problems in the application of the SSHAC probability method for assessing earthquake hazards at Swiss nuclear power plants” by J-U Klügel
Dieses kostenpflichtige Dokument kann bei mir eingesehen werden.

²⁹ Nach dem alten Atomgesetz spätestens bei einer periodischen Sicherheitsüberprüfung (PSÜ), siehe HSK-R-48 Abschnitt 6.2 und Anhang 3, “Änderungen von Standortfaktoren (z.B. Seismologische Daten, Flugbewegungen, Flusswasserstände)“.

Nach der neuen Kernenergiegesetzgebung müsste dies laufend (UVEK Gefährdungsannahmenverordnung, Art. 13), sowie „unverzüglich“ nach der Erkenntnis passieren (UVEK Ausserbetriebnahmeverordnung, Art 2).

³⁰ Hans Wanner, Direktor ENSI am 9. Juli 2012 auf sf.tv: „die Experten lassen sich keine Termine vorschreiben, wir wissen schlicht nicht, wann die endgültigen Resultate vorliegen“

<http://www.tagesschau.sf.tv/Nachrichten/Archiv/2012/07/09/Schweiz/Energiepolitik/Schweizer-AKW-Gruenes-Licht-mit-Hausaufgaben>