



5. März 2013

## **Staumauer Wohlensee: Stabilitätsnachweis**

### **Stellungnahme zur Kritik von Prof. Wei Wu.**

Referenz: Bericht bzw. Referat von Prof. Wei Wu zum Gutachten der BKW FMB Energie AG für das Wasserkraftwerk Mühleberg

---

***Kritikpunkt: „Die Richtlinien wurden in den Gutachten widersprüchlich angewandt. Die Widersprüche der Sicherheitsfaktoren betreffen vor allem die Standsicherheitsnachweise gegen Gleiten. Diese Widersprüche sollen ausgeräumt werden.“***

**Stellungnahme:** Die Aussage, dass die Vollzugshilfen des BFE, bestehend aus dem Dokument „Richtlinie zur Sicherheit der Stauanlagen“ und Basisdokumenten, welche detailliertere Angaben enthalten (u.a. „Basisdokument zur konstruktiven Sicherheit“ und „Basisdokument zum Erdbebennachweis“) widersprüchlich angewandt wurden, ist nicht zutreffend. Für Erdbebensicherheitsnachweise ist das Basisdokument zum Nachweis der Erdbebensicherheit massgebend. Dies teilte das BFE dem ENSI mit Schreiben vom 6. Februar 2012 vor der Prüfung der Nachweise mit:

„Das BFE wird gemäss dem Basisdokument zum Nachweis der Erdbebensicherheit (BWG, März 2003) prüfen, ob die Erdbebensicherheitsanforderungen an Stauanlagen unter der gegebenen Erdbebeneinwirkung erfüllt sind“.

Im Bericht der Firma Stucky AG vom 31. Januar 2012 wurden aber, was die Sicherheitsfaktoren anbelangt, die Anforderungen des Basisdokuments zur konstruktiven Sicherheit angewandt. Dies hat dazu geführt, dass bleibende Gleitdeformationen infolge des Erdbebens berechnet wurden, obwohl der Gleitsicherheitsfaktor immer über 1.0 lag, was physikalisch nicht möglich ist. Dies hat das BFE in seiner Stellungnahme vom 27. Februar 2012 wie folgt moniert:

„Präzisierend (...) ist zu sagen, dass die angenommenen Sicherheitsfaktoren nicht in der Richtlinie (...) enthalten sind, sondern im Basisdokument zur konstruktiven Sicherheit (...). Dieses Basisdokument definiert Sicherheitsfaktoren für extreme Einwirkungen im Allgemeinen. Nebst diesen Anforderungen gelten jedoch speziell für die Erdbebeneinwirkung die Anforderungen im Basisdokument zum Nachweis der Erdbebensicherheit (...). Dieses Basisdokument lässt tatsächlich Gleiten zu (d.h. ohne zusätzliche Sicherheitsfaktoren), sofern dies nicht zu einer lokalen oder globalen Instabilität führen kann (...). Die Kohäsion darf berücksichtigt werden, es sind dann entsprechend konservative Werte anzusetzen.“

Insofern ist die Aussage (...), beim Stabilitätsnachweis sei nachzuweisen, "dass während des Erdbebens kein Gleiten oder Kippen der Sperre oder Teile davon stattfinden kann", nicht korrekt. Vielmehr müssen die Folgen eines Gleitens oder Kippens im Hinblick auf eine lokale oder globale Instabilität des Bauwerks beurteilt werden. Dies muss bei der Nachweisführung berücksichtigt werden.“

Im Bericht der Firma Stucky vom 4. Mai 2012 wurde der Nachweis der Gleitsicherheit so erbracht, wie vom BFE verlangt.



**Kritikpunkt:** „Den Standsicherheitsnachweisen gegen Gleiten lag eine gegenüber den Laborversuchen erhöhte Scherfestigkeit (Kohäsion) zugrunde. Die angesetzten Scherfestigkeitskennwerte sollen besser begründet werden. Nur dann lässt sich das Sicherheitsniveau beurteilen.“

**Stellungnahme:** Diese Aussage entspricht einem Punkt der Stellungnahme BFE vom 27. Februar 2012 zum Bericht der Firma Stucky AG 31. Januar 2012, in welche das BFE ausführte:

„Der Vorschlag, die Kohäsion in der Basisfläche vom erwarteten Kennwert von 300 kPa für die Mergeschichten auf 400 kPa zu erhöhen, wird damit begründet, dass in der Realität Unebenheiten in der Gleitfläche vorhanden sind und dass (womöglich) mit keiner durchgehenden weichen Schicht zu rechnen sei. Diese Argumentation ist zwar verständlich, jedoch ist die Erhöhung der Kohäsion um 100 kPa nicht vertieft begründet. Ausserdem sind wir der Ansicht, dass aus der Argumentation, dass gewisse Unebenheiten berücksichtigt werden sollen, eher eine mögliche Erhöhung des Reibungswinkels als der Kohäsion folgt.

Die Kohäsion ist im vorliegenden Nachweis der massgebende Parameter, so dass deren Erhöhung nur dann angemessen erscheint, wenn dies vertieft begründet ist. Wir empfehlen die Durchführung einer Vergleichsrechnung mit der direkt aus den Versuchsergebnissen erhaltenen Kohäsion von  $c = 300$  kPa, im Sinne einer Sensitivitätsanalyse.“

Die Sensitivitätsanalyse wurde daraufhin von der Firma Stucky AG entsprechend durchgeführt und das Resultat in ihrem Bericht 4. Mai 2012 dokumentiert. Diese Frage ist für das BFE damit geklärt.

**Kritikpunkt:** „Den Sensibilitätsstudien lag eine erhöhte Kohäsion zugrunde. Für sinnvolle Sensibilitätsstudien sollte eine reduzierte Kohäsion zugrunde gelegt werden. Bei niedrigem Sicherheitsniveau sind die bleibenden Verformungen der Anlagen zu ermitteln und die Sicherheitsrelevanz zu beurteilen.“

**Stellungnahme:** Die Sensitivitätsstudie deckte die für die Gleitsicherheitsberechnung massgebende Bandbreite der Materialkennwerte ab, welche aus den vorliegenden neuen und umfassenden Versuchsdaten von 2011 am Standort der Stauanlage Mühleberg eruiert wurden. Das BFE sieht keinen Grund, etwas zu verlangen, das ausserhalb dieser Bandbreite liegt.

**Kritikpunkt:** „Da sich ein AKW im Unterlauf des Wasserkraftwerks befindet, hat ein Versagen des Wasserkraftwerks schwerwiegende Konsequenz für das AKW. Dieses Szenario wird durch die Richtlinien nicht abgedeckt. Eine erhöhte Sicherheit für das Wasserkraftwerk gegenüber den Richtlinien scheint daher angebracht zu sein.“

**Stellungnahme:** Aufsichtsbehörde für das Kernkraftwerk Mühleberg ist das ENSI, nicht das BFE. Das ENSI hat einen Nachweis der Stauanlage verlangt, welcher sich auf die Gefährdungsannahmen stützt, die für Kernkraftwerke gelten. Diese Gefährdungsannahmen sind für den Standort Mühleberg höher als die Anforderungen im Basisdokument zur Erdbbensicherheit von Stauanlagen. Somit besteht eine erhöhte Sicherheit für die Stauanlage Mühleberg im Vergleich zu den Anforderungen für andere Stauanlagen.



***Kritikpunkt: „Die drei Gutachten weisen erhebliche Ungereimtheiten auf. Die Ungereimtheiten betreffen sowohl die Anwendung der Richtlinien als auch die Nachweise selbst. Angesichts dieser Ungereimtheiten sind die Standsicherheitsnachweise des Wasserkraftwerks Mühleberg noch nicht als erbracht anzusehen.“***

***Stellungnahme:*** Wie im Antwortschreiben dargelegt, handelt es sich nicht um drei verschiedene Gutachten, sondern um aufeinanderfolgende Versionen des Berichtes zum Erdbebennachweis. Die in der Stellungnahme des BFE vom 27. Februar 2012 aufgeworfenen Fragen wurden im Bericht der Firma Stucky AG vom 4. Mai 2012 weitestgehend geklärt.

***Kritikpunkt: „Es ist empfehlenswert, die Eckpunkte der Standsicherheitsnachweise durch ein Gremium von Fachleuten festzulegen, z.B. Kennwerte des Untergrunds, Sicherheitsfaktoren und Nachweismethode, Grenzen der bleibenden Verschiebungen etc.“***

***Stellungnahme:*** Die Erdbebensicherheitsnachweise sind in einem üblichen Nachweis- und Prüfprozess entstanden. Das BFE hat als Aufsichtsbehörde die ihr zugestellten Unterlagen geprüft. Die Prüfung stellt eine normale Tätigkeit der Aufsichtsbehörde dar.

Speziell im Bezug auf die Materialkennwerte des Untergrundes für den Standort Mühleberg wird insbesondere auf die sehr umfangreichen Unterlagen (bereits enthalten im Dossier der BKW vom 31. Januar 2012) hingewiesen, worin die neuen Bodenuntersuchungen im Jahre 2011 ausgewertet und interpretiert werden.

Die Sicherheitsfaktoren und Nachweismethoden der Vollzugshilfen des BFE, insbesondere auch des Basisdokuments zum Nachweis der Erdbebensicherheit, wurden in breit abgestützten Arbeitsgruppen von Experten des jeweiligen Fachgebiets erarbeitet. Die in der Schweiz gültigen Sicherheitsanforderungen entsprechen zudem höchsten internationalen Standards.

Eine Diskussion über die zulässigen Grenzen der bleibenden Verschiebungen war schliesslich im vorliegenden Fall nicht notwendig, weil für die Stauanlage Mühleberg gar keine solchen bleibenden Verschiebungen auftreten.

Zusammenfassend sieht das BFE keinen Bedarf, die durch Experten und Fachleute breit abgestützten Annahmen und Nachweismethoden durch ein zusätzliches Gremium überprüfen zu lassen.

