



## **Bemerkungen zur Stellungnahme der BFE vom 5.3.2013 für das Wasserkraftwerk Mühleberg**

Zu meinem Bericht vom 11.02.2013 hat die BFE am 5.03.2013 Stellung genommen. Eine genaue Betrachtung der BFE Stellungnahme zeigt, dass meine Kritiken nicht entkräftet wurden. Nachfolgend werden Bemerkungen zur BFE Stellungnahme gemacht.

***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.“***

„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."

Die Stellungnahmen der BFE zu den Richtlinien (grün gerahmt) sind widersprüchlich. Das Basisdokument zur Konstruktiven Sicherheit von Stauanlagen fordert unmissverständlich einen erhöhten Sicherheitsfaktor für den Nachweis gegen Gleiten **bei Erdbeben**, falls die Kohäsion berücksichtigt wird. Dieser Sicherheitsfaktor wurde in der Januarversion des Stucky Gutachtens nicht erfüllt. Mit der Formulierung „Dieses Basisdokument definiert Sicherheitsfaktoren für extreme Einwirkungen im Allgemeinen“ versucht die BFE, die darin enthaltenen Forderungen außer Kraft zu setzen. Was ist unter „extreme Einwirkungen im Allgemeinen“ zu verstehen? Aus dem Basisdokument für Konstruktive Sicherheit geht klar vor, dass der Lastfall Erdbeben damit gemeint ist. Im Anschluss daran erklärt die BFE „**Nebst** diesen Anforderungen gelten jedoch speziell für die Erdbebeneinwirkung die Anforderungen im Basisdokument zum Nachweis der Erdbebensicherheit“. Mit der Formulierung „Nebst diesen Anforderungen (...)“ geriet die BFE selbst in Widerspruch. Dies bedeutet, dass **neben dem Basisdokument zur Konstruktiven**

Sicherheit auch das Basisdokument für Erdbeben mit berücksichtigt wird. Man darf also das Dokument zur Konstruktiven Sicherheit nicht außer Acht lassen. Aus meiner Sicht liegt hier ein Widerspruch vor. Entweder wurden die Richtlinien widersprüchlich angewandt oder es existieren Widersprüche in den Richtlinien. Die BFE sollte hier Klarheit schaffen.

Die zweite Erklärung (rot gerahmt) zur Standsicherheit ist nicht zufriedenstellend. Es bleibt zu fragen, was die Folgen eines Gleitens bzw. Kippens für die Wasserkraftanlage (Wehr und Maschinenhaus) von Mühleberg sind. Ein Wehr unterscheidet sich von einem massiven Schüttdamm aus Erde und Felsen, bei denen Sicherheitsreserve vorhanden sind. Ein Kippen bzw. ein Gleiten hat schwerwiegende Folgen für ein vergleichsweise schlankes und leicht-gewichtiges Wehr und kann zu unkontrollierbarem Ausbruch des Stauwassers führen.

***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.“

„Der Vorschlag, die Kohäsion in der Basisfläche vom erwarteten Kennwert von 300 kPa für die Mergelschichten 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.

Man beachte, dass die Kohäsion von 300 kPa gemäß Baugrunduntersuchungen als charakteristischer Kennwert (Normalfall) angesetzt werden soll. Im Stucky Gutachten wurde jedoch eine erhöhte Kohäsion von 400 kPa anstelle der empfohlenen Kohäsion von 300 kPa verwendet. Anstatt eines Nachweises mit der empfohlenen Kohäsion (Normalfall) begnügte sich die BFE mit einer sog. Sensibilitätsanalyse, welche den Namen m.E. nicht verdiente. Es handelt sich beim Nachweis mit der Kohäsion von 300 kPa nicht um eine Sensibilitätsanalyse sondern um den Normalfall mit charakteristischen Kennwerten. Eine echte Sensibilitätsuntersuchung sollte mit einem reduzierten Kennwert gegenüber dem Normalfall durchgeführt werden, z.B. mit einer reduzierten Kohäsion von 200 kPa.

***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 Erdbebensicherheit von Stauanlagen. Somit besteht eine erhöhte Sicherheit für die Stauanlage Mühleberg im Vergleich zu den Anforderungen für andere Stauanlagen.

Es ist nicht klar, welche Gefährdungsannahmen für den Standort Mühleberg zugrunde gelegt wurden, die höher als die Anforderungen im Basisdokument zur Erdbebensicherheit von Stauanlagen sind.

***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.

Zu den Materialkennwerten ist zu bemerken, dass die erhöhte Kohäsion von 400 kPa anstelle der empfohlenen Kohäsion aus den umfangreichen Unterlagen im Gutachten verwendet wurde. Aus meiner Sicht ist diese Vorgehensweise problematisch. Die empfohlenen Kennwerte dürfen nicht nach Belieben günstig verändert werden.

Auch wenn die BFE keinen Bedarf sieht, halte ich nach wie vor für ratsam, dass die BFE die Meinung von Fachleuten zu Rat zieht. Der Widerspruch in der Anwendung von Richtlinien und die unzureichenden begründeten Materialkennwerte lassen eine Beratung durch Fachleute sinnvoll erscheinen.

Ferner sei darauf hingewiesen, dass die Rechenergebnisse im Stucky Gutachten durch die BFE zahlenmäßig nachvollzogen werden sollen. Den Ergebnissen im Gutachten liegt eine komplexe numerische Berechnung (die Methode der finiten Elemente) zugrunde. Numerische Berechnungen mit einer anderen Software als die von Stucky benutzte Software sollen die Ergebnisse bestätigen.

Zusammenfassend halten wir fest, dass die Einwände in meinem Bericht vom 11.02.2013 durch die Stellungnahme der BFE nicht entkräftet wurden. Sie bleiben weiter bestehen. Bei der Erstellung und Prüfung des Gutachtens von Stucky sollen u.a. Widersprüche bei der Anwendung der Richtlinien beseitigt werden, die empfohlenen Kennwerte verwendet werden und die Rechenergebnisse zahlenmäßig überprüft werden.

#### **Literaturverzeichnis**

[1] Bericht bzw. Referat von Prof. Wei Wu zum Gutachten der BKW FMB Energie AG für das Wasserkraftwerk Muhleberg, 11.2.2013

[2] Bundesamt für Energie, 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 Muhleberg, 5.3.2013

15.03.2013



Prof. Dr.-Ing. W. Wu  
Vorstand  
Institut für Geotechnik  
Universität für Bodenkultur  
Feistmantelstr. 4  
1180 Wien  
Tel. 0043 1 47654 5550  
Fax 0043 1 47654 5567