

Gefährdung durch Hochwasser und Dammbruch beim AKW Mühleberg

29. Juni 2011

Fokus
ANTI-ATOM

Fokus Anti-Atom

Postfach 6301

3001 Bern

<http://www.fokusantiatom.ch>

fokusantiatom@fokusantiatom.ch

Für diese Publikation:

M. Kühni

dipl. Inf-Ing. ETH

Bern

<mailto:markus@zBaern.ch>

079 294 03 31



Inhalt

| | |
|--|----|
| 1. Einleitung..... | 3 |
| 1.1. Zusammenfassung..... | 3 |
| 1.2. Ausgangslage und Hintergrund..... | 3 |
| 2. Sicherheitsprobleme im Zusammenhang mit Hochwasser und Dambruch | 5 |
| 2.1. Notstand-Kühlwasserversorgung..... | 5 |
| 2.2. Schlussfolgerung | 8 |
| 2.3. Ablagerungen von Sedimenten im Einlauf | 9 |
| 2.4. Schlussfolgerung | 11 |
| 2.5. Nicht-seismisches Dammversagen..... | 12 |
| 2.6. Schlussfolgerung | 18 |
| 3. Gefährdungsannahmen und Einstufung der Ereignisse..... | 19 |
| 3.1. Hintergrund..... | 19 |
| 3.2. Gefährdungsannahmen bei den Befunden des ENSI | 19 |
| 3.3. Schlussfolgerung | 20 |



Fokus Anti-Atom

Postfach 6301

3001 Bern

<http://www.fokusantiatom.ch>

fokusantiatom@fokusantiatom.ch

PC-Konto: 30-24746-7

Für diese Publikation:

M. Kühni

dipl. Inf-Ing. ETH

Bern

<mailto:markus@zBaern.ch>

079 294 03 31

1. Einleitung

1.1. Zusammenfassung

Diese Publikation bezieht sich auf die Verfügungen und Hintergrundinformationen des ENSI vom 5. Mai 2011.

Aktuelle Revision vom 29.6.2011: ein Vorläufer dieses Dokument wurde bereits am 13. Mai als offener Brief an das ENSI versandt¹. Er scheint Wirkung gezeigt zu haben. Die BKW gesteht ein, dass Fokus Anti-Atom richtig liegt². Aus diesem Anlass legen wir die vorliegende Revision des Dokumentes mit vielen zusätzlichen und erläuterten Informationen als Hintergrunddokument auf.

Sie zeigt, dass: Erstens der ENSI-Befund über die Sicherheit der Notstand-Kühlwasserversorgung des Kernkraftwerks Mühleberg auf eine technische Beurteilung abstützt, welche in keiner Weise nachvollziehbar ist. Zweitens die Annahmen des ENSI zur Verstopfung der Notstand-Kühlwasserfassungen in deutlich erkennbarem Widerspruch zu früheren Äusserungen sowie zu Erklärungen im Sicherheitsbericht des Ersatzkernkraftwerks Mühleberg stehen. Drittens die bisher vom ENSI untersuchten Versagensmechanismen des Wohlenseestaudammes wesentliche - auch von der IAEA genannte - Gefahren ausklammert. Viertens die ENSI-Verfügung vom 5. Mai bezüglich der vorsorglichen Ausserbetriebnahme auf überholten, die Erkenntnisse aus Fukushima in keiner sichtbaren Weise berücksichtigenden Annahmen beruht.

1.2. Ausgangslage und Hintergrund

Diese Publikation bezieht sich auf die Verfügungen und Hintergrundinformationen des ENSI vom 5. Mai 2011. Im vorliegenden Dokument werden nur diejenigen Fragen erörtert, welche vor dem Hintergrund der Gefährdung durch Hochwasser und Dammbüche stehen. Die ENSI-Veröffentlichungen vom 5. Mai werfen jedoch auch andere Fragen auf. Der interessierte Leser sei auf die Fokus Anti-Atom Veröffentlichungen vom 27. 6. 2011 verwiesen³.

Hintergrund: nach einem Bruch der Wohlenseestaudauer 1.3 km oberhalb des KKM würden unter anderem sämtliche Stromversorgungsmöglichkeiten ausser derjenigen des Notstandes (SUSAN) zerstört. Das SUSAN benötigt nun zwingend Kühlwasser, um einerseits seine eigenen Notstromgeneratoren, Pumpen und Schaltanlagen zu kühlen, sowie andererseits die Wärmeabfuhr von den Kühlsystemen im Reaktorgebäude zu übernehmen. Sollte die Kühlwasserfassung des SUSAN nun versagen - und das ist direkt und indirekt Gegenstand dieser Publikation - dann ist ein grosser atomarer Unfall kaum mehr abzuwenden.

Details und Belege zu diesem Szenario wurden im Bericht "Erdbeben und Überflutung, Ausfall der Notstromversorgung"⁴ des ausführenden Autors vom 17. 3. 2011 veröffentlicht. Zum besseren Verständnis der hier beschriebenen Zusammenhänge, sei dessen Lektüre empfohlen.

In der Folge haben diverse Medien diese Fragen aufgenommen, worauf gewisse Zusammenhänge vom ENSI auch bestätigt wurden. Hervorgehoben seien der Artikel in der Zeitung "Der Bund" von Simon Thö-

¹ http://zbaern.ch/Offener_Brief_ENSI_Nummer_1.pdf

² Pressekonferenz der BKW "Massnahmen zur Erhöhung der Sicherheit" vom 29.6.2011

http://www.bkw.ch/bkwfmb/de/home/ueber_uns/Medien/medienmitteilungen/2011/juni/massnahmen_zur_erhoehung.html

³ http://zBaern.ch/FehlaussagenENSIFukushima_v11.pdf

⁴ http://fokusantiatom.ch/Dokumente/Ueberflutung_%20v8.pdf

nen vom 19. 3. 2011⁵, sowie der Bericht in der Sendung 10vor10 des Schweizer Fernsehens vom 22. 3. 2011⁶. Aus der 10vor10-Sendung sei auch die Aussage von Georg Schwarz, ENSI-Vizedirektor hier wiedergegeben:

*"Das hat jetzt Japan gezeigt: wenn so eine grosse Flutwelle kommt, dann können diese Wasserfassungen verstopfen, sie können auch zerstört werden und man kann nachher zu wenig Wasser beziehen aus diesen."*⁷

⁵ <http://www.derbund.ch/bern/Ein-Buerger-stellt-Sicherheitsrisiken-fest-und-wird-von-der-Atomaufsicht-bestaetigt-/story/27029190>

⁶ <http://www.videoportal.sf.tv/video?id=d1cca578-22e7-4e37-ad16-ed095235b8a6> (zweites Thema, ab 00:15)

⁷ aus dem Schweizerdeutschen übersetzt

2. Sicherheitsprobleme im Zusammenhang mit Hochwasser und Dambruch

2.1. Notstand-Kühlwasserversorgung

In der "Verfügung 3 Kernkraftwerk Mühleberg" vom 5. Mai 2011 auf Seite 4 schreibt das ENSI nun wieder:

Das Einlaufbauwerk zur Notstand-Kühlwasserversorgung wurde schon vor seiner Errichtung intensiv hinsichtlich Möglichkeiten einer Verstopfung untersucht. Im Notstand-Anforderungsfall stehen zahlreiche Einlauföffnungen zur Verfügung, wobei eine freie Öffnung ausreicht um ausreichend Kühlmittel anzusaugen. Bei den geringen Ansauggeschwindigkeiten kann eine Verstopfung durch Sedimente ausgeschlossen werden. Die Wasserentnahme aus der Aare hat entsprechend der Beurteilung des ENSI einen hohen Redundanzgrad, wodurch auch nach heutiger Beurteilung eine sehr hohe Zuverlässigkeit der Kühlwasserversorgung des Notstandsystems zu erwarten ist, wie dies auch bereits mit dem HSK-Gutachten von 1991 bestätigt wurde.

[...]

Befund 1: Die Kühlmittelversorgung für das Notstandsystem stützt sich auf eine räumlich weit verzweigte Kühlwasserentnahme aus der Aare ab. [...]

Diese Aussage stützt das ENSI auf sein HSK⁸ Gutachten 1991, welches sich wiederum auf den KKM Sicherheitsbericht 1990⁹ bezieht. Nach dessen Darstellung sieht die Kühlmittelversorgung für das Notstandsystem so aus:

12.2.11 Einlaufbauwerk für das SUSAN-Kühlwassersystem

(Fig. 12.1.6)

Das Kühlwasser zur Kühlung der Wärmetauscher des Toruskühlsystems und des SUSAN-Zwischenkühlwassersystems wird dem bestehenden Hauptkühlwasserauslaufbauwerk entnommen. Dieses wurde um das SUSAN-Einlaufbauwerk und um **eine** Zulaufleitung zum SUSAN-Gebäude (Fig. 12.1.6) erweitert. Eine Testleitung verbindet das SUSAN-Einlaufbauwerk mit dem Kühlwasserpumpenhaus.

Die Sohlen der horizontal im Aarebett verlaufenden Hauptkühlwasserauslaufleitungen sowie des KW-Auslaufbauwerkes liegen auf 457,3 m ü. M.; die Auslauföffnungen auf 458,00 m ü. M. (**2 Öffnungen**). Der Aarespiegel bei einem Abfluss von 40 m³/s und voll geöffnetem Wehr in Niederried stellt sich auf ca. 459,7 m ü. M. ein. Aber selbst bei Abfluss von 0 m³/s und ohne Stau in Niederried sind die Öffnungen der Auslaufleitungen noch von 30 cm bzw. 45 cm Wasser überdeckt. Das bedeutet, dass die Kühlwasserversorgung auch im Extremfall gewährleistet ist.

Die Sohle der SUSAN-Kühlwasserleitung beginnt im SUSAN-Einlaufbauwerk auf 457,3/456,3 m ü. M. und fällt auf 454,05 m ü. M. bei den Saugstutzen der SUSAN-Kühlwasserpumpen.

30.11.1989

⁸ die HSK war die Vorgängerorganisation des ENSI

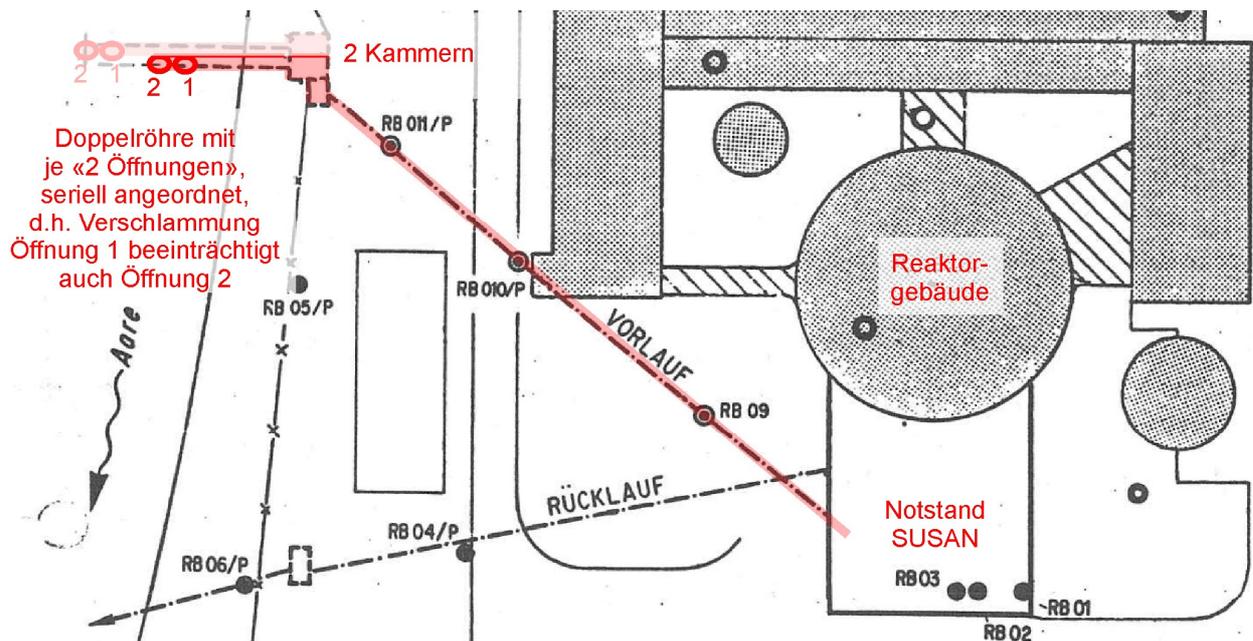
⁹ KKM Sicherheitsbericht 1990; BKW; Seite 12.2-9

Die Darstellungen sind aber nicht konsistent. Einmal wird argumentiert, es werde nur Wasser von einer Kammer genommen¹⁰:

Durch eine der beiden Hauptkühlwasserauslaufkammern wird auch das warme Abwasser des Hinskühlwassersystems an die Aare abgegeben. dessen gleichzeitiger Betrieb mit dem SUSAN nicht auszuschliessen ist. Zur Verhinderung einer zu starken Erwärmung des SUSAN-Kühlwassers erfolgt die CWS-Wasserentnahme aus der anderen Auslaufkammer.

Dann doch wieder von 4 und sogar einmal von "je 5"¹¹ Öffnungen gesprochen. Es ist also nicht ganz klar, ob die Kammern irgendwie verbunden sind, also ob beide Rohrkanäle zur Ansaugung benutzt werden können, oder nicht.

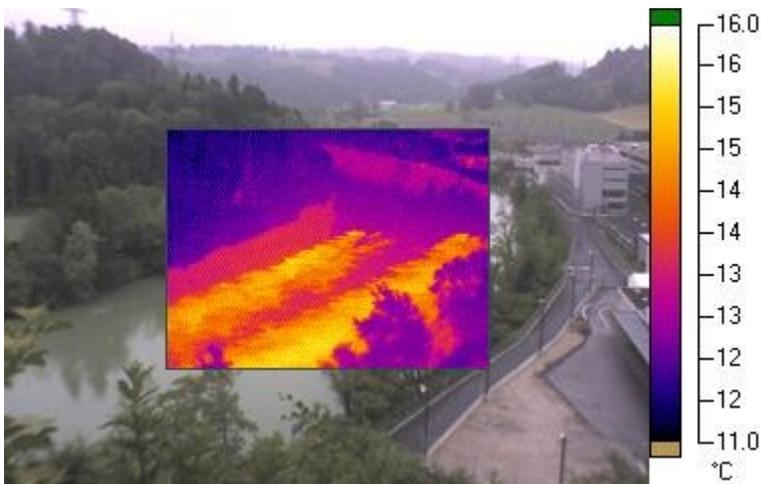
Die folgende Figur 2.4.1 aus dem Sicherheitsbericht 1990 illustriert die räumliche Situation (rote Elemente hinzugefügt):



¹⁰ Gutachten zum Gesuch um unbefristete Betriebsbewilligung und Leistungserhöhung für das Kernkraftwerk Mühleberg, 1991; Seite 6-116

¹¹ Gutachten zum Gesuch um unbefristete Betriebsbewilligung und Leistungserhöhung für das Kernkraftwerk Mühleberg, 1991; Seite 6-13

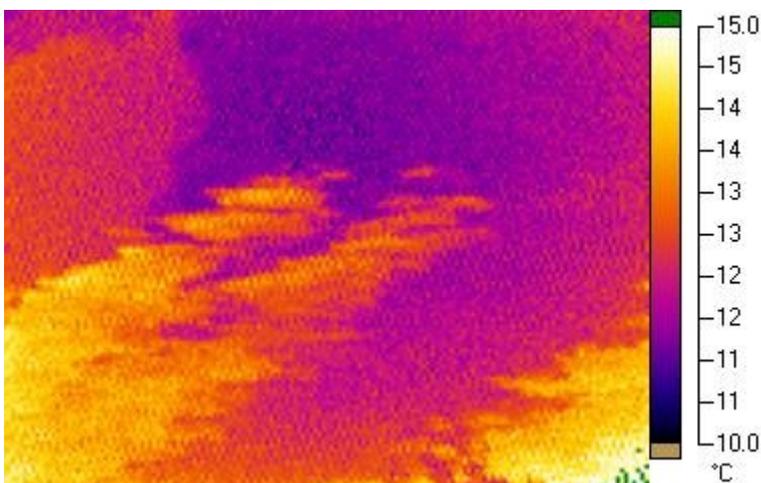
Zu besseren Orientierung sei diese Fotomontage beigefügt. Die eingezeichneten Rohre und Bauten stelle man sich 9 bis 12 Meter unter der Erde bzw. unter Wasser vor (das SUSAN-Gebäude bis zur gestrichelten Linie):



Die Thermografie zeigt die Position der Auslassöffnungen.

Thermografie: Dr. André Masson
Kamera: FLUKE TI45FT

Anmerkung des Thermografen:
"wegen der unvermeidlichen Reflexionen wird nicht die genaue Wassertemperatur angezeigt".



Die Teleaufnahme lässt zwei sehr nahe beieinanderliegende Öffnungen pro Auslassrohr vermuten.

Die Fassung besteht topologisch aus einer einzigen Röhrensequenz. Die zwei Öffnungen sind seriell am selben Rohr in der Aare angeordnet. Dadurch wirkt sich eine Beeinträchtigung einer ufernäheren Öffnung auch auf die weiter aussen liegende Öffnung aus. Es sei auch darauf hingewiesen, dass das Wasser mit wenig Gefälle (2.3 m) aus eigener Kraft zu den Pumpenfassungen unter dem SUSAN fließen muss. Es wird also gesaugt und nicht gestossen. Dadurch kann auch keinerlei Spülungswirkung einer einmal verschlammten oder versandeten Stelle in Anspruch genommen werden (mehr dazu im nächsten Kapitel).

2.2. Schlussfolgerung

Die ENSI-Erwägungen, wonach es sich bei der "Notstand-Kühlwasserversorgung" um eine "weit verzweigte Kühlwasserentnahme" mit "zahlreiche Öffnungen" handle, welche einen "hohen Redundanzgrad" aufweise, kann angesichts dieser räumlichen Disposition in keinsten Weise nachvollzogen werden.

2.3. Ablagerungen von Sedimenten im Einlauf

Im Sicherheitsbericht zum Rahmenbewilligungsgesuch für das Ersatzkernkraftwerk Mühleberg (EKKM)¹² (welches in unmittelbarer Nähe des KKM, ebenfalls unterhalb des Dammes zu liegen käme) steht zum Thema Sedimentation:

3.4.4.2.3 Sedimentation

[...]

Anders verhält es sich bei den Staumauerbruchereignissen. Hier sind Geländeumlagerungen grossen Ausmasses vorstellbar. Das erodierte und im Wasser transportierte Material lagert sich an Stellen mit nachlassenden Fliessgeschwindigkeiten respektive nachlassender Schubspannung ab. [...] für den Fall des Bruches der Mühlebergmauer sind kleinere Ablagerungen am Standort wahrscheinlich. Insbesondere mit abflauender Flutwelle nehmen die Schleppspannungen ab. Die Ablagerungen dürften sowohl aus erodierten Sedimenten der Stauseen als auch aus ausserhalb abgetragenen Material bestehen. Dazu zählen auch Bäume. Ihre Auswirkungen sind vor allem dynamischer Natur, d.h. es treten Schäden durch mitgerissene Baumstämme ein. [...] Für einen Bruch in Mühleberg ist zu erwarten, dass vor allem Sedimente aus dem Wohlensee erodiert werden. Dies sind hauptsächlich Feinsedimente, die erst weiter flussabwärts in Stillwasserbereichen abgelagert werden. Der Hauptsedimentabfall wird daher nicht in Standortnähe stattfinden.

Je nach Dambruchszenario und gewähltem Standort für die Wasserfassung kann es zu einem Unterbruch der Kühlwasserversorgung kommen. [...].

Zusammenfassung: am Standort des KKM sind Erosionsmaterial und Sedimente noch weitestgehend im Flutwasser durchmischt. Erst weiter flussabwärts wird diese Fracht abgelagert, weil dort die Fliessgeschwindigkeit und damit die Schleppspannungen (Aufwirbelungsvermögen) nachlassen.

Das ENSI zieht als Bestätigung für seine Beurteilung des SUSAN-Einlaufbauwerks das HSK-Gutachten 1991 bei. Dort kann man nachlesen¹³:

Die SUSAN-Kühlwassermenge beträgt weniger als ein Hundertstel der normalerweise abgegebenen Hauptkühlwassermenge, für welche die bestehenden Hauptkühlwasserauslaufrohre ausgelegt sind. Aus diesem Grunde wird die Wasserentnahme für das SUSAN auch beim starken Geschwemmselanfall nach einem Wehrbruch des Wohlenseedammes als nicht gefährdet angesehen, da dafür praktisch alle vier[sic]¹⁴ Öffnungen im Auslaufrohr, das in diesem Falle der Wasserentnahme dient, verstopft werden müssten, was sehr unwahrscheinlich ist.

Dabei fällt auf, dass nur die mögliche Verstopfung der Öffnungen angesprochen wird, eine Verschlammung/Versandung der Rohre, Einlaufbauwerke bzw. der Feinrechen wird nicht erläutert.

Zur Illustration sei auch Figur 12.1.6 aus dem KKM Sicherheitsbericht 1990 gezeigt (rote Elemente hinzugefügt). Hier sei hervorgehoben, dass der Feinrechen mehr als neun Meter unter dem Geländeni-

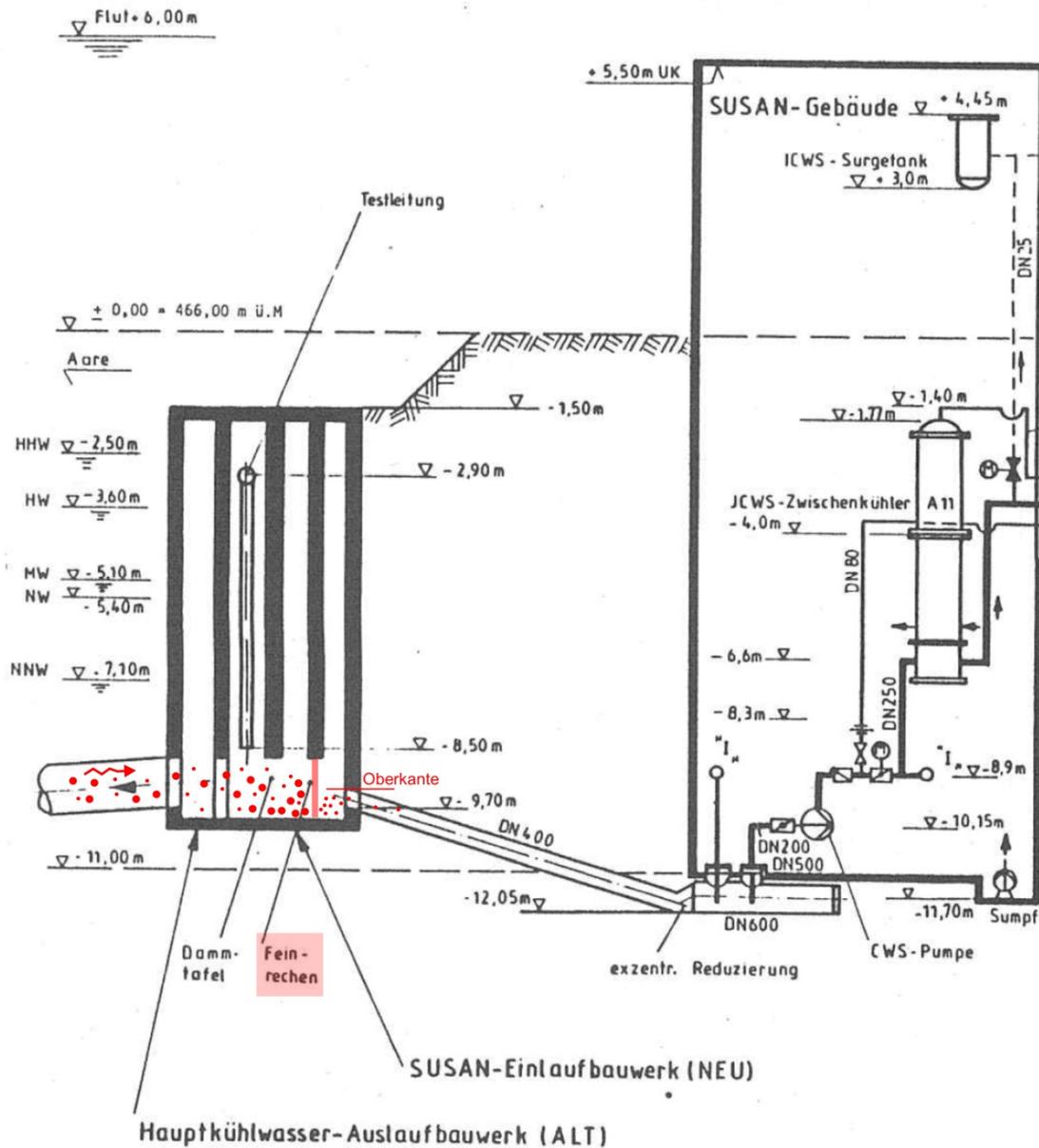
¹² Sicherheitsbericht Ersatz Kernkraftwerk Mühleberg, 2008

https://kernenergie.bkw-fmb.ch/tl_files/content/EKKM/de/TB-042-RS080011_v02.00.pdf

¹³ Gutachten zum Gesuch um unbefristete Betriebsbewilligung und Leistungserhöhung für das Kernkraftwerk Mühleberg, 1991; Seite 6-116

¹⁴ Warum im KKM Sicherheitsbericht von zwei, im dazugehörigen HSK-Gutachten hingegen von vier Öffnungen die Rede ist, entzieht sich der Kenntnis des Autors. Anhand der sichtbaren Auslasswirbel in der Aare lassen sich nur zwei Öffnungen nachvollziehen (siehe auch Fotomontage).

veau liegt, also angesichts des Flutereignisses für Stunden und wahrscheinlich Tage ausser Reichweite jeglicher glaubwürdiger Notfallmassnahmen (etwa Reinigungsarbeiten) liegt:



Der Sicherheitsbericht EKKM und der ENSI-Befund zum SUSAN-Einlauf scheinen im klaren Widerspruch zu stehen, soviel kann auch ohne formelle Ausbildung in Hydrologie festgestellt werden:

Wenn in einem hundertfach überdimensioniertes Rohr "geringe Ansauggeschwindigkeiten"¹⁵ erzielt werden, dann ist anzunehmen, dass es in eben diesem Rohr zu "nachlassender Fliessgeschwindigkeit" kommt, sowie im ebenfalls überdimensionierten Auslaufbauwerk eigentliche "Stillwasserbereiche" entstehen. Ein erhebliches Nachlassen der Schleppspannungen ist kaum wegzudiskutieren.

Es ist daher auch aus der Sicht eines Laien nicht einzusehen, warum sich aus dem angesaugten, gemäss Sicherheitsbericht noch weitestgehend durchmischten Wasser "das erodierte und im Wasser transportierte Material" bzw. "die Feinsedimente" nicht in dieser Röhre bzw. dem Auslauf- und Einlaufbauwerk ablagern sollten.

¹⁵ Zitat aus dem Befund des ENSI

Spätestens jedoch beim Feinrechen werden in kürzester Zeit erhebliche Mengen Schwemmstoffe abgesondert. Dabei sei auch auf Pflanzenteile, wie etwa Laub von mitgerissenen Bäumen oder Gras von wegerodierten Wiesen verwiesen.

Zur besseren Vorstellung der hier diskutierten Grössenordnungen seien einige Kenndaten wiedergegeben:

Das Auslassrohr wird normalerweise von 11'240 Liter Wasser pro Sekunde¹⁶ durchströmt. Damit wäre ein Olympia-Schwimmbecken in gut dreieinhalb Minuten gefüllt. Im Notfallbetrieb wird das Auslauf- zum Ansaugrohr umfunktioniert. Nun fliesst der SUSAN-Bedarf von 130 Liter Wasser pro Sekunde¹⁷ in umgekehrter Richtung durch das Rohr. Hundert mal weniger im Vergleich, aber immer noch ein riesige Menge, absolut gesehen. Zur Einordnung: das grösste Löschfahrzeug der Berufsfeuerwehr Stadt Bern wäre in 30 Sekunden leer, *wenn es denn* so schnell pumpen könnte¹⁸.

Ebenfalls interessant: für das Ersatz-Kernkraftwerk Mühleberg wollte die BKW am Standort einen Grundwasserbrunnen mit 8.3 Liter pro Sekunde bauen, fünfzehn Mal weniger¹⁹. Das ENSI hat in seinem Gutachten jedoch festgehalten, dass nach seiner Abschätzung nicht einmal diese Fördermenge zur Verfügung stehen würde²⁰.

Gemäss Sicherheitsrichtlinien des Bundes für Stauanlagen²¹ muss für das Wasser bei "Suspension mit Sedimenten" mit einem Raumgewicht von "1050 bis 1100 kg/m³ oder mehr" gerechnet werden. Das heisst, pro Liter Wasser werden 166 Gramm Sedimente²² oder mehr mitgetragen. Wenn wir annehmen, dass sich auch nur die Hälfte davon irgendwo im Kühlkreislauf ablagert, dann sind das knapp 40 Tonnen oder 15.6 Kubikmeter abgelagertes Material pro Stunde.

2.4. Schlussfolgerung

Die Betreiber des AKW Mühleberg (BKW) und die das ENSI sprechen nur von "Verstopfung der Öffnungen" oder "Verstopfung des Einlaufbauwerks". Dass auch eine Versandung-/Verschlammung der Leitungen, Wärmetauscher etc. durch Ablagerung von Sedimenten ausgeschlossen werden kann, wird nicht bestätigt.

¹⁶ HSK Gutachten 1991; Seite 3-2

¹⁷ HSK Gutachten 1991; Seite 2-5

¹⁸ http://www.berufsfeuerwehr-bern.ch/images/stories/02_pdf/06_logistik_infra/fahrzeuge/g-tlf_31.pdf

¹⁹ das Ersatzkraftwerk würde trotz höherer Leistung viel weniger Kühlwasser verbrauchen, weil es einen Kühlturm hätte; zusätzlich wären Notkühlbecken und -speicher vorgesehen gewesen.

²⁰ ENSI-Gutachten 2010 zum Rahmenbewilligungsgesuch EKKM; Seite 52

²¹ Bundesamt für Wasser und Geologie; Basisdokument zur konstruktiven Sicherheit (2002); Seite 22

²² gerechnet mit mittlerer Sedimentgesteinsdichte 2500 kg/m³

2.5. Nicht-seismisches Dammversagen

In den öffentlich verfügbaren Sicherheits-Unterlagen wird ein nicht-seismisches Versagen des Dammes von der Aufsichtsbehörde rundweg ausgeschlossen²³.

2.4.3 Gefährdung durch Ueberflutung

[...]

Massive Beschädigungen von Staumauern sind nur durch Erdbeben denkbar.

[...]

Diese Behauptung ist keiner Weise haltbar, es gibt in der Geschichte genügend Beispiele dafür. Exemplarisch sei das Versagen des St. Francis-Staudammes von 1928²⁴ in den USA genannt. Wie bei der Wohlenseestaumauer handelte es sich um eine Gewichtsstaumauer, St. Francis wurde jedoch sieben Jahre später erbaut. Die Gründe für das totale Versagen sind noch immer umstritten. Ein Erdbeben gab es jedenfalls nicht.

Die nachfolgende Luftaufnahme²⁵ zeigt die Überbleibsel des Dammes nach dem Bruch:



²³ HSK Gutachten 1991; Seite 2-4

²⁴ http://web.mst.edu/~rogersda/st_francis_dam/reassessment_of_st_francis_dam_failure.pdf

²⁵ Foto: Spence Aerial Surveys

Im untenstehenden Bild²⁶ sieht man das von Geschiebe und Sediment zugeschlammte und umgeformte Tal mit den mehrfamilienhausgrossen, weggeschwemmten Betonbruchstücken des Dammes.



Auch der IAEA Safety Guide zu Flutgefahren²⁷ nennt nebst Erdbeben weitere Gefährdungen, deren Analyse sicherlich erforderlich wäre:

9. FLOODING DUE TO SUDDEN RELEASES OF WATER FROM NATURAL OR ARTIFICIAL STORAGE

GENERAL

9.1. Natural or artificial storage of large volumes of water may exist upstream of a site. Water may be impounded by a human made structure such as a dam for power generation, irrigation or other purposes or by temporary natural causes such as a jam of ice or debris that causes an obstruction in a river channel.

9.2. The failure of such water retaining structures (the probable maximum dam break) due to hydrological, seismic or other causes, such as a landslide into a reservoir or the deterioration of a dam with time, may cause floods in the site area.

9.3. Hydrological failure of natural or artificial storage is due to insufficient spillway capacity compared with the water inflow into the reservoir, either because of faulty operation or because the water inflow exceeds design values. This causes an increase in the water level and the dam may be overtopped. In the case of an earthfill or rockfill dam, overtopping would cause the failure of the dam.

Bemerkung zum Absatz 9.3: der Wohlenseestaudamm ist natürlich kein "earthfill or rockfill dam"; warum er bei Überströmung trotzdem versagen könnte, wird in der Folge dargestellt.

²⁶ Foto: zvg.

²⁷ IAEA; Flood Hazard for Nuclear Power Plants on Coastal and River Sites; No. NS-G-3.5; Seite 46ff. Diese Richtlinie wird vom ENSI an anderer Stelle durchaus referenziert.

Das Wasserkraftwerk Mühleberg (WKM) weist bekanntlich eine bemerkenswerte Bauweise auf, indem der Maschinensaal des Kraftwerks auf einem Teil der Gewichtsstaumauer aufgesetzt ist.



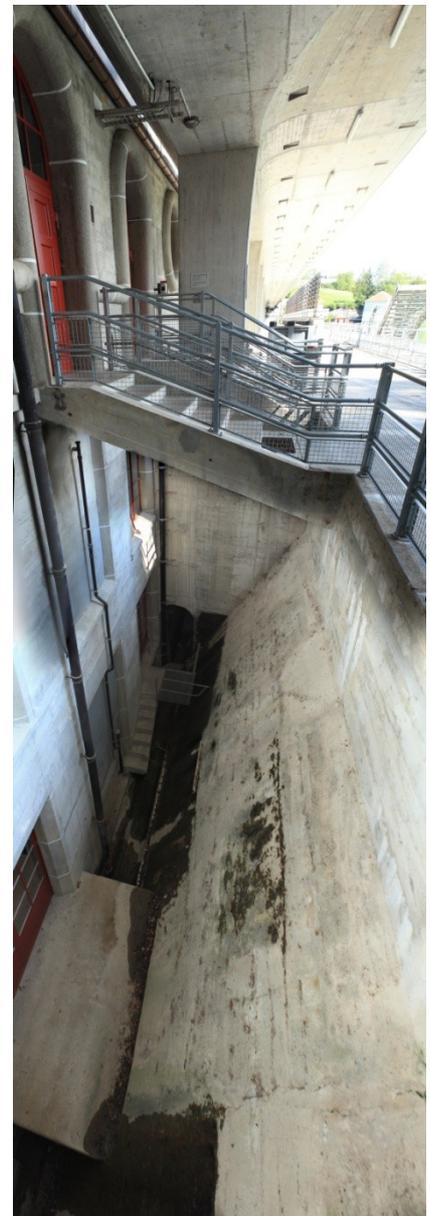
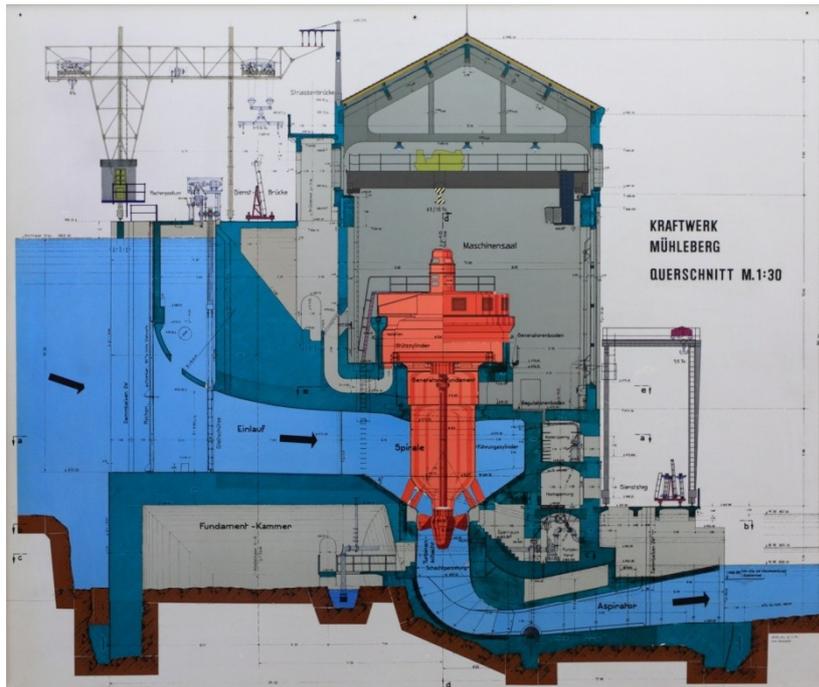
Dabei geht fast vergessen, dass sich der Damm hinter dem Bauwerk auf der vollen Breite (240 Meter) erstreckt.



Die Plattform hinter dem Teil mit Gebäude liegt nur ca. einen Meter²⁸ über dem aus Naturschutzgründen konstant hoch gehaltenen Pegel.

²⁸ vgl. Bemassung auf folgendem Querschnittplan des WKM

Wird diese Plattform überströmt, dann läuft das Wasser hinter den Maschinensaal und kann nur in sehr geringen Mengen seitlich entweichen. Die Situation wird auch im folgenden Querschnitt (Exponat WKM, BKW FMB) ersichtlich:



Hier wird auch deutlich, wie erstaunlich feingliedrig der Damm im Bereich des Kraftwerkes aufgebaut ist. Einlaufkammern der Turbinen und sogenannte Sparräume (wegen des in der Bauzeit 1917-1920 kriegsbedingten Zementmangels²⁹) durchziehen den Damm.

Das Maschinengebäude scheint statisch mit dem Damm verbunden zu sein. Daher stellt sich die Frage, ob die Integrität der Talsperre gewährleistet bleibt, wenn die Wände des Maschinensaals (mit Fenstern und Türen) den herabstürzenden Wassermassen nachgeben, Bruchstellen entstehen sowie in der Folge die Dachstrukturen (inkl. Krananlage) auf die Generatoren/Turbinen herunterstürzen. Die überströmenden Wassermassen würden zudem auch direkt erosiv die Dammstrukturen angreifen. Es ist anzunehmen, dass ein Überströmen aus diesen Gründen unter allen Umständen ausgeschlossen werden muss.

Zur Bewältigung von Extremhochwassern besitzt der Damm unter anderem den sogenannten Grundablass. Dieser wurde 1998 saniert. Die zuständigen Ingenieure der BKW schreiben³⁰:

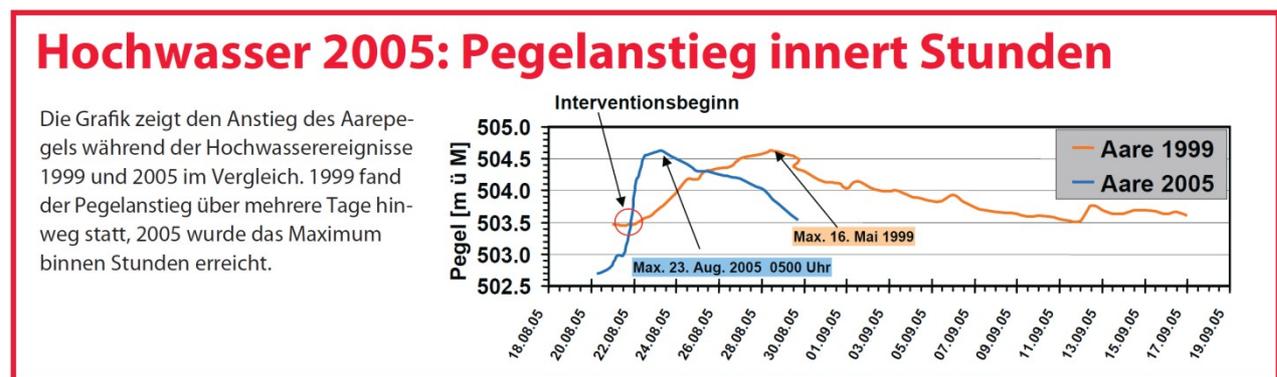
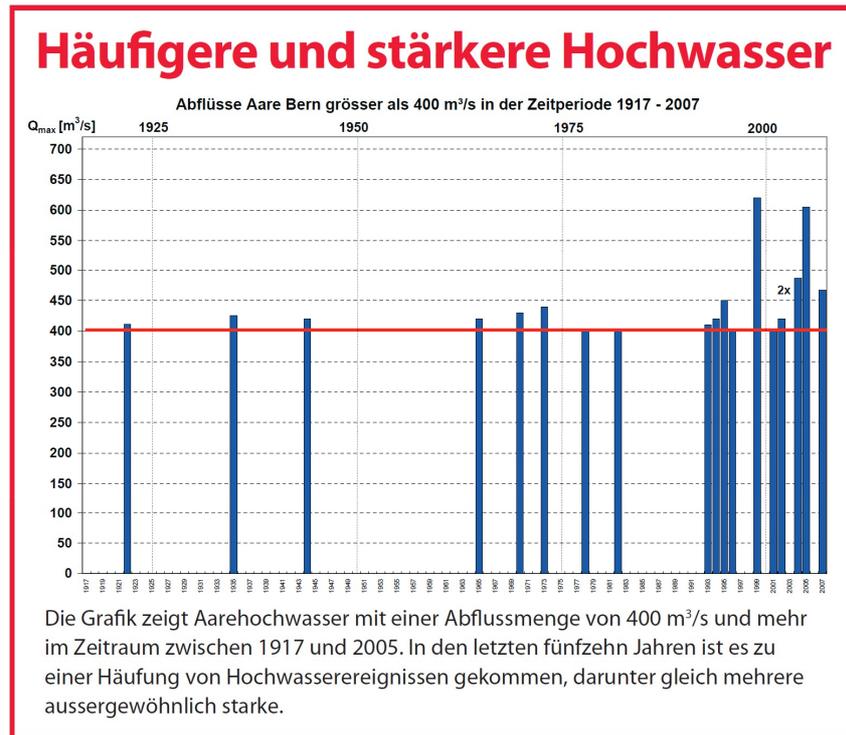
Der Stollen erhielt auf der ganzen Länge eine neue, auf den vorhandenen Beton aufgebrachte Betonauskleidung. Die dadurch bedingte Verringerung des Durchflussquerschnittes musste in Kauf genommen werden. Die neue Kapazität des Grundablasses beträgt gemäss hydraulischer Berechnung bei Normalstau 210 m³/s gegenüber den ursprünglichen ca. 300 m³/s.

Damit wird das WKM gegenüber seiner ursprünglichen Auslegung von 1917 fast eines Drittels seiner Grundablasskapazität beraubt.

²⁹ Details und Belege in meinem Bericht "Erdbeben und Überflutung, Ausfall der Notstromversorgung"

³⁰ Umbau des Grundablasses beim Wasserkraftwerk Mühleberg; tec21 36, 2002; Seite 28
http://www.tec21.ch/pdf_anzeigen.php?pdf=tec21_362002904.pdf

Gleichzeitig steigen die Häufigkeiten und Intensitäten von Hochwasserereignissen, wie die folgenden Grafiken der Stadt Bern zeigen³¹.



Gemäss dem ENSI-Gutachten zum Rahmenbewilligungsgesuch EKKM³², wird als 10'000-Jahr-Hochwasser eine Abflussmenge von 1'166 m³/s von der BKW-Planungstochter³³ berechnet und von der Aufsichtsbehörde auch akzeptiert. Diesem Abfluss stehen 975 m³/s Entlastung per Stauklappen³⁴ sowie 210 m³/s per Grundablass gegenüber. Weil bei einem derartigen Flutereignis ein Netzausfall bzw. Lastabwurf³⁵ sehr wahrscheinlich ist, wird der Turbinendurchsatz wohl kaum kreditiert.

Zusammenfassung: der Abflussmenge von 1'166 m³/s stehen 1'185 m³/s Entlastungskapazität gegenüber bzw. nur 1.6% Reserve. Eine *unabhängige* Nachprüfung der Abflussberechnung drängt sich auf.

Soweit die Theorie.

³¹ Hochwasserschutz Aare Bern: infobrief nr 1; November 2007; Stadt Bern

³² ENSI-Gutachten 2010 zum Rahmenbewilligungsgesuch EKKM; Seite 88

³³ Resun AG, 2008 durch Axpo, BKW und CKW als Projektentwicklungsgesellschaft für die beiden Ersatzkraftwerke in Beznau und Mühleberg gegründet

³⁴ http://www.swissdams.ch/committee/page_calendrier/09_06_M%C3%BChleberg.pdf

³⁵ nach dem Kenntnisstand des Autors müssen die Turbinen bei Lastabwurf abgeschaltet werden, weil die Energie der Generatoren nicht mehr abgeführt werden kann und daher eine unzulässige Drehzahlerhöhung die Folge wäre

Zur Hochwasserentlastung schreibt der Bund in seinen Sicherheitsrichtlinien³⁶:

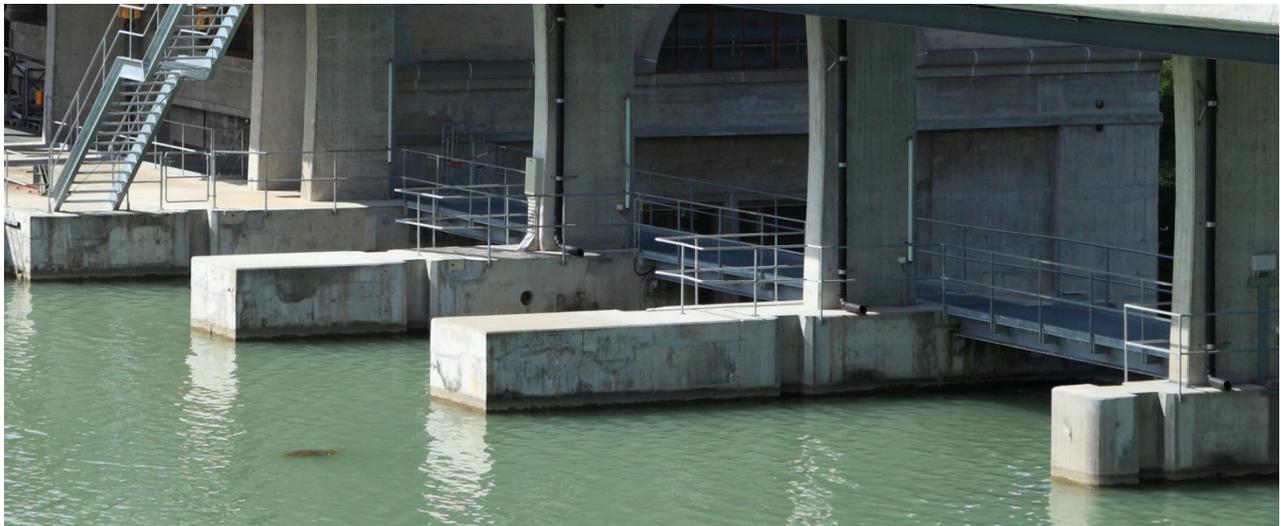
E3 Hochwasserentlastung

[...]

Bei der konstruktiven Ausbildung sollen die Öffnungen genügend breit sein, damit deren Verstopfung durch Bäume und Geschwemmsel vermieden wird. Eine Breite von 10 m kann (sofern es die topographischen Bedingungen gestatten) als ausreichend betrachtet werden. Aufgrund der Beobachtungen anlässlich der Hochwasser von 1987 werden mitgeführte Baumstämme rasch auf maximale Längen von 10 m gekürzt. Bei Wehren an grösseren Flüssen und im Flachland soll die Breite wesentlich mehr als 10 m betragen. Zu berücksichtigen ist auch, dass die Form des Stausees einen Einfluss auf den Transport von Schwemmholz haben kann.

Ausreichend freier Raum ist unter einer Brücke oder einem Steg vorzusehen. Bei Stauseen soll dieser wenigstens 1.5 bis 2 m betragen; bei Wehren an Flüssen kann auch weniger toleriert werden. Ein Steg sollte gegebenenfalls so konzipiert sein, dass er notfalls bei ausserordentlichen Hochwassern fortgespült werden kann.

Diese Vorgaben scheinen beim denkmalgeschützten WKM in mehrfacher Weise nicht erfüllt:

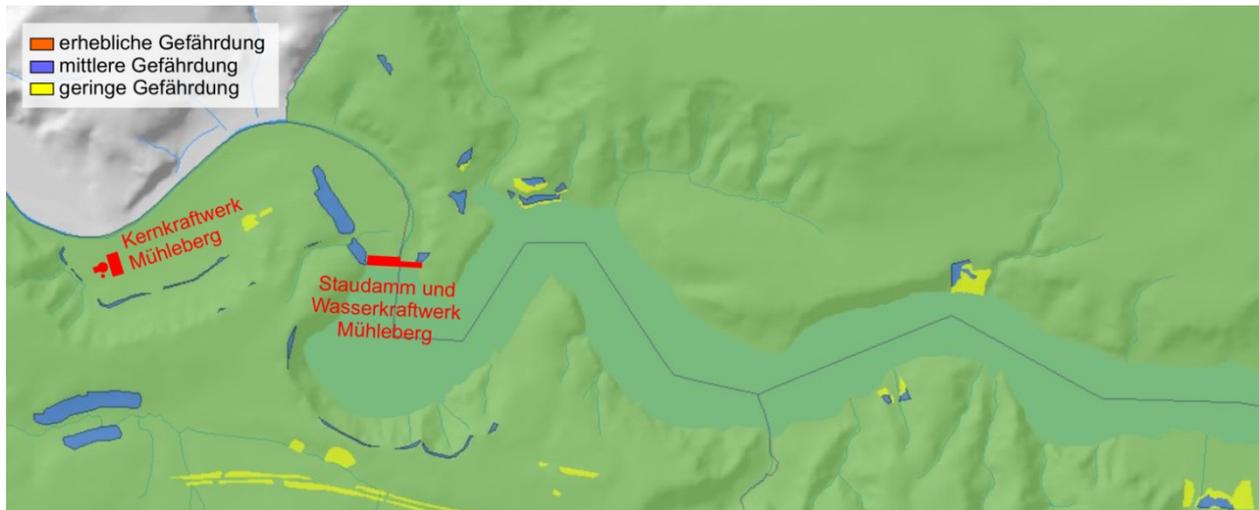


Wenn sich Schwemmgut verkeilt (10-Meter-Baumstämme) dann ist die Entlastung nicht mehr in vollem Masse gewährleistet. Übersteigt der Abfluss die übrig gebliebene Entlastungskapazität, dann ist ein Überströmen nicht mehr zu verhindern.

Gleiches gilt, wenn beispielsweise auch nur *eine* Stauklappe geschlossen versagt.

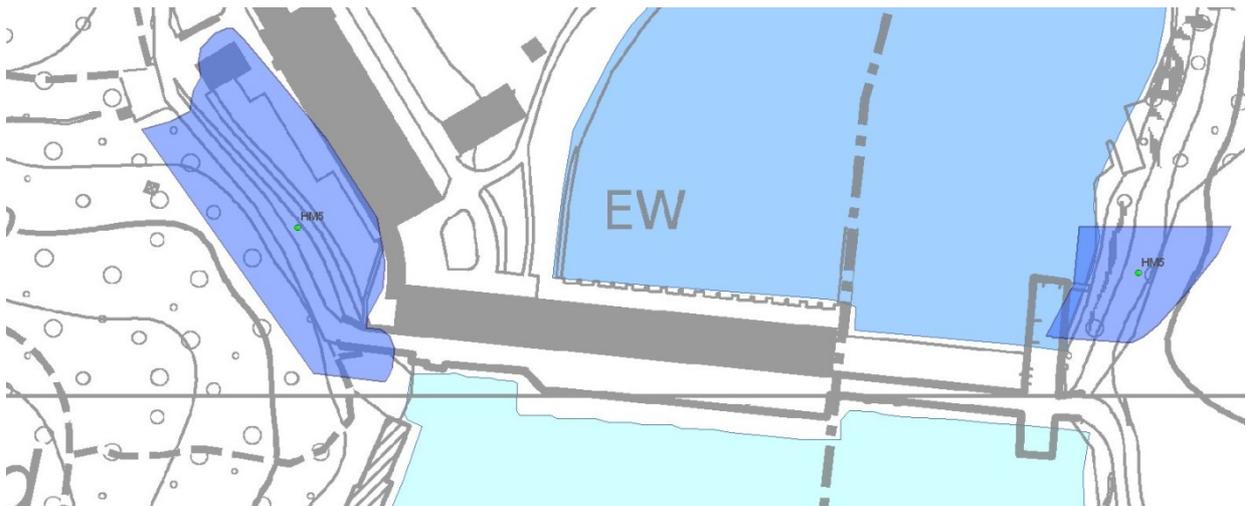
³⁶ Bundesamt für Wasser und Geologie; Basisdokument zur konstruktiven Sicherheit (2002); Seite 17

Als Hinweis auf eine weitere Gefährdungsquelle sei die Kantonale Gefahrenkarte³⁷ für "Rutschgefahren" gezeigt (Legende und rote Elemente hinzugefügt):



Auf Grund von Rutschungen in den See hinein, könnte eine Anschwellung/Flutwelle im Bereich des Staudammes ebenfalls entstehen³⁸. Da ein 10'000-jährlicher Sicherheitsnachweis gefordert ist, sind die Anforderungen für den Ausschluss dieses Szenarios hoch.

Auch die Böschungsbereiche der Staumauer sind unmittelbar von Rutschungen gefährdet³⁹. Ob von diesen Geländeinstabilitäten eine Gefahr für die Integrität des Dammes ausgeht, ist nicht klar.



Diese vorgenannten Gefährdungen sind - wie bereits eingangs erwähnt - auch Gegenstand der entsprechenden IAEA-Richtlinien. Die Frage ist, ob sie in der Schweiz berücksichtigt werden⁴⁰.

2.6. Schlussfolgerung

Es ist nicht erkennbar, dass das nicht-seismische Dammversagen ebenfalls berücksichtigt wird. Daher kann eine umfassende Risikoabklärung nicht nachvollzogen werden.

³⁷ <http://www.apps.be.ch/geoportal/gdp/FrontController?stateId=gk51305118990036>

³⁸ Tsunamis in der Schweiz; tec 21 31-32/2003; Seite 10

http://www.tec21.ch/pdf_anzeigen.php?pdf=tec21_3120032645.pdf

³⁹ <http://www.apps.be.ch/geoportal/gdp/FrontController?stateId=gk51306231942330>

⁴⁰ IAEA; Flood Hazard for Nuclear Power Plants on Coastal and River Sites; No. NS-G-3.5; Seite 46ff.

3. Gefährdungsannahmen und Einstufung der Ereignisse

3.1. Hintergrund

Hier geht es um die Frage, ob eine Gefährdung so eingestuft wird, dass daraus ein sogenannter "Auslegungsstörfall" abgeleitet werden muss oder nicht. Nur Auslegungsstürfälle müssen mit der sogenannten "Deterministischen Störfallanalyse" geprüft werden. Und nur anhand dieser Prüfung kann ein AKW als "nicht sicher" befunden und vorübergehend ausser Betrieb genommen werden.

Alle anderen Prüfungen sind "weich", d.h. Betreiber erhalten Fristen für die Umsetzung von Auflagen und können die Anlage derweil laufen lassen. Wenn sie die Auflagen nicht oder nicht termingerecht umsetzen, sind nach dem Wissenstand des Autors keinerlei Massnahmen durchsetzbar (in der Vergangenheit ist es denn auch zu jahrelangen Verschleppungen etwa bei den Erkenntnissen aus dem Three Mile Island Unfall gekommen).

Die Einstufung von Gefährdungen ist also entscheidend dafür, wie das ENSI den Nachweis der Sicherheit interpretiert.

3.2. Gefährdungsannahmen bei den Befunden des ENSI

Im KKM Sicherheitsbericht 1990, sowie dem vom ENSI in seiner Verfügung vom 5. Mai 2011 als Beleg zitierten HSK Gutachten 1991 wurde davon ausgegangen, dass die Staumauer nicht brechen kann⁴¹:

2.4.3 Gefährdung durch Ueberflutung

[...]

Im Rahmen der Ueberprüfung des Sicherheitsstandes des KKM wurde der Schutz gegen Ueberflutung neu analysiert. Massive Beschädigungen von Staumauern sind nur durch Erdbeben denkbar. Allerdings sind weltweit noch nie Staumauern infolge von Erdbeben gebrochen. Die Untersuchungen haben ergeben, dass nach einem Sicherheitserdbeben (SSE) am Standort der Wohlensee-Mauer diese schlimmstenfalls durch eine Bresche von 62 x 3 m im Wehrbereich und nicht, wie ursprünglich angenommen, durch eine Bresche von 61 x 18 m beschädigt wird. Diese Bresche deckt auch andere Versagensarten, z. B. Bedienungsfehler an den Wehren, ab. Die neueren Flutwellenberechnungen für Hochwasser zeigen, dass der Aarewasserspiegel am Standort Mühleberg infolge einer Bresche von 62 x 3 m im Wohlenseewehr die Kote 466.00 nicht überschreitet und somit das KKM-Gelände nicht überflutet.

Die Annahmen von 1989 gelten offenbar bis heute. Im ENSI Gutachten zur Periodischen Sicherheitsüberprüfung KKM (2007)⁴² wird obige Aussage sinngemäss wiederholt und ebenfalls nicht einmal mit einer Überflutung des Geländes gerechnet.

Allerdings enthält das gleiche Gutachten im Kapitel "Auslegungsüberschreitende Störfälle" auch folgende Passage⁴³:

Aus Sicht der HSK ist jedoch die Annahme in der Überflutungsanalyse der MUSA2005, dass ein komplettes Versagen der Wohlensee-Staumauer ausgeschlossen werden kann, zu optimistisch.

[...]

HSK-Forderung PSÜ-8.3-1j: Die verschiedenen Versagensmechanismen der Wohlensee-Staumauer

⁴¹ HSK Gutachten 1991; Seite 2-4

⁴² Sicherheitstechnische Stellungnahme zur Periodischen Sicherheitsüberprüfung des KKM, 2007; Seite 7-45

⁴³ Sicherheitstechnische Stellungnahme zur Periodischen Sicherheitsüberprüfung des KKM, 2007; Seite 8-27; siehe auch HSK-Forderung PSÜ-8.3-1j

sind mit modernen Methoden zu analysieren. Ferner ist die Unfallablaufmodellierung detailliert im PSA-Modell zu implementieren (Termin 31. März 2008).

Diese Forderung ist bemerkenswert, auch wenn sie unter dem Prädikat "auslegungsüberschreitend" bzw. "probabilistisch" gemacht wird. Sie betrifft indirekt doch die deterministische Störfallanalyse weil gemäss den dafür zuständigen ENSI-Richtlinien⁴⁴ die Einstufung einer Gefährdung anhand deren Eintretenshäufigkeit aus der Probabilistischer Sicherheits-Analyse (PSA) erfolgt.

Weder die Erkenntnisse aus PSÜ-Forderungen noch die kürzlich eingereichten Sicherheitsberichte 2010 werden jedoch veröffentlicht. Die Bevölkerung hat folglich keinerlei Anhaltspunkte, von welchen Gefährdungsannahmen das ENSI aktuell ausgeht.

Unter dem Titel "Massnahmen aufgrund der Ereignisse in Fukushima" hat das ENSI am 18. März folgendes von KKM gefordert:

5. Das Kernkraftwerk Mühleberg hat bis zum 31. März 2011 dem ENSI einen Bericht vorzulegen, in dem folgende Fragen beantwortet werden:

a. Ist im Kernkraftwerk Mühleberg die Kühlmittelversorgung für die Sicherheits- und Hilfssysteme aus einer diversitären, erdbeben-, hochwasser- und verunreinigungssicheren Quelle gesichert (Zusatzversorgung über Grundwasserbrunnen)?

Am 1. April wurden die Forderungen mittels der "Verfügung 2" präzisiert:

Mit seiner Verfügung vom 18. März 2011 hat das ENSI, gestützt auf Art. 2 Abs. 1 Bst. d der Verordnung des ÜVEK über die Methodik und die Randbedingungen zur Überprüfung der Kriterien für die vorläufige Ausserbetriebnahme von Kernkraftwerken (SR 732.114.5) gefordert, dass alle schweizerischen Kernkraftwerke unverzüglich mit der Überprüfung ihrer Auslegung bezüglich Erdbeben und Überflutung beginnen.

In der vorliegenden Verfügung gibt das ENSI vor, wie bei dieser Überprüfung vorzugehen ist und welche Randbedingungen zu beachten sind.

Dabei wurden aber vor allem neue, längere Fristen gewährt und zugleich die Vermutung genährt, dass *wirklich neue* Erkenntnisse erst später zu erwarten sind:

Der deterministische Nachweis für die zur Beherrschung des 10 000-jährlichen Hochwassers ist basierend auf den für die Rahmenbewilligungsgesuche neu bestimmten Hochwassergefährdungen (unter Berücksichtigung der ENSI-Forderungen aus den entsprechenden Gutachten) bis zum 30. Juni 2011 zu führen.

Wesentlich später!

Die Beherrschung der Kombination von Erdbeben und dem durch das Erdbeben ausgelöste Versagen der Stauanlagen im Einflussbereich des Kernkraftwerks ist bis zum 31. März 2012 nachzuweisen.

3.3. Schlussfolgerung

Indem das ENSI die beiden zentralen Schadensauslöser von Fukushima (Erdbeben und Überflutung) effektiv von einer *erneuerten* Störfallanalyse ausgeschlossen hat, bzw. per 5. Mai veraltete Gefährdungsannah-

⁴⁴ Siehe ENSI Richtlinie A-01, Kapitel 4.1.2 Absatz a

men ohne Erkenntnisse aus Fukushima gelten lässt, hat die vorher hochgelobte⁴⁵ Schweizer Sicherheitsprüfung per Dato zweifelsohne *jegliche Relevanz verloren*.

Aus unerfindlichen Gründen wird in der "Verfügung 3" nun trotzdem seitenlang die "erdbeben-, hochwasser- und verunreinigungssicheren Kühlmittelversorgung" diskutiert, beurteilt und sogar ein Befund festgehalten. Hintergrundinformationen und einleitende Passagen lassen den Eindruck aufkommen, dieser Befund sei unter Berücksichtigung neuer Erkenntnisse aus Fukushima gefallen, was anhand der nun dargelegten Fakten als nicht nachvollziehbar erscheint.

Offener Brief: 13. 5. 2011
Umgeschrieben als Bericht: 24. 5. 2011
Revidiert: 29. 6. 2011



Fokus Anti-Atom
Postfach 6301
3001 Bern
<http://www.fokusantiatom.ch>
fokusantiatom@fokusantiatom.ch
PC-Konto: 30-24746-7

Für diese Publikation:
M. Kühni
dipl. Inf-Ing. ETH
Bern
<mailto:markus@zBaern.ch>
079 294 03 31

⁴⁵ Frau Bundesrätin Leuthard kündigte "schnellere und strengere" Prüfungen, als die von der EU geplanten "Stresstests" an.