



Klassifizierung: keine
Aktenzeichen/Referenz: ENSI-AN-9668; 10KKA.TFK
Titel: Protokoll zur 12. Sitzung des Technischen Forums Kernkraftwerke
Datum / Sachbearbeiter: 4. März 2016 / David Suchet (ENSI)/SMA

Klassifizierung keine
Aktenzeichen 10KKA.TFK
Referenz ENSI-AN-9668
Schlagwörter Technisches Forum Kernkraftwerke, Reaktordruckbehälterdeckel Beznau, Reaktordruckbehälter Gösgen, Flugzeugabsturz, Hochwasser

Protokoll der 12. Sitzung des Technischen Forums Kernkraftwerke

Traktanden

1. Begrüssung
2. Traktandenliste
3. Beantwortung der Frage 23 zu den Reaktordruckbehälterdeckeln des Kernkraftwerks Beznau
4. Beantwortung der Frage 25 zum Reaktordruckbehälter des Kernkraftwerks Gösgen
5. Beantwortung der Frage 26 zum Thema Flugzeugabsturz
6. Vortrag zur Hochwassergefährdung
7. Verabschiedung der schriftlichen Antworten zu den Fragen 17 (KKB und ENSI), 19 (KKL/KKM/ENSI) und 22 (ENSI)
8. Protokoll der 11. Sitzung
9. Varia



Klassifizierung: keine
Aktenzeichen/Referenz: ENSI-AN-9668; 10KKA.TFK
Titel: Protokoll zur 12. Sitzung des Technischen Forums Kernkraftwerke
Datum / Sachbearbeiter: 4. März 2016 / David Suchet (ENSI)/SMA

Protokoll

1 Begrüssung

Felix Altorfer (ENSI) begrüsst die Teilnehmenden. Die erstmals teilnehmenden Personen – Carlo Scapozza (BAFU), Daniel Rebsamen (Kernkraftwerk Gösgen), Oliver Wetter (Universität Bern), Paul Iten (KKB), Antonio Sommovilla (Axp) – stellen sich vor.

2 Traktandenliste

Es gibt keine Anmerkungen zur Traktandenliste.

Die Frage 24 zum Reaktordruckbehälter Beznau wird nach Abschluss der Stellungnahme des ENSI behandelt. Falls Fragen zum Vortrag Hochwasser bestehen, können sie beim Sekretariat eingereicht werden.

Aus Zeitgründen werden die Punkte 5 der Traktanden, *Beantwortung der Frage 26 zum Thema Flugzeugabsturz*, und 7, *Verabschiedung der schriftlichen Antworten zu den Fragen 17 (KKB und ENSI), 19 (KKL/KKM/ENSI) und 22 (ENSI)*, nicht behandelt.

3 Beantwortung der Frage 23 zu den Reaktordruckbehälterdeckeln des Kernkraftwerks Beznau

Paul Iten (Kernkraftwerk Beznau) präsentiert die Antwort.

In der folgenden Diskussion fragt Guy Schrobiltgen (Mahnwache), ob der Reaktordeckel 1970 dicht oder undicht war und weist darauf hin, dass gemäss seinen Unterlagen die Korrosionsmulde am Deckel einige Zentimeter tief war. Er möchte zudem wissen, ob das in den Folien angesprochene Ereignis im Jahr 1970 ein Grund für den Wechsel der Deckel war und warum der Ersatz der Deckel in Frankreich durch EDF deutlich weniger gekostet hat.

Paul Iten (Kernkraftwerk Beznau) verneint, dass der Korrosionsbefund aus dem Jahr 1970 ein Grund für den Deckeltausch war. Die Containment-Öffnung war ein grosser Bestandteil der Kosten, was den Unterschied zu den Kosten in Frankreich erklärt. Dort konnten die Deckel durch die Materialschleuse ins Reaktorgebäude eingebracht werden.

Martin Richner (Kernkraftwerk Beznau) ergänzt, dass das Ereignis im Jahr 1970 auf eine Leckage an einer Dichtnaht eines Steuerstabantriebsmechanismus oberhalb des Deckels von Block 1 zurückzuführen ist. Die reparierte Schweissnaht ist dann über mehr als 40 Jahre dicht geblieben. Der Ersatz der Deckel erfolgte u. a. wegen der Gefährdung vor Primärwasser-Spannungsrisskorrosion an den Einschweissnähten der Deckeldurchdringungsrohre auf der Innenseite des Deckels aufgrund des dafür anfälligen Materials Alloy 600.

Antonio Sommovilla (Axp) fügt an, dass der Wechsel der Deckel vor allem ein unternehmerischer Entscheid war.



Klassifizierung: keine
Aktenzeichen/Referenz: ENSI-AN-9668; 10KKA.TFK
Titel: Protokoll zur 12. Sitzung des Technischen Forums Kernkraftwerke
Datum / Sachbearbeiter: 4. März 2016 / David Suchet (ENSI)/SMA

Paul Iten (Kernkraftwerk Beznau) erläutert, dass die Spannungsrisskorrosion auf der Innenseite des Deckels am Deckelmaterial Alloy 600 stattfinden kann im Gegensatz zur Leckage an der Dichtnaht im Jahr 1970, die zu einer Korrosionsmulde an der Aussenseite des Deckels führte.

Markus Kühni fragt, ob die Korrosionsprozesse (von aussen durch Austritt von borsäurehaltigem Wasser und von innen durch Spannungsrisskorrosion) an derselben Stelle am Deckel wirksam waren. Er hofft, dass diese Schwächung bei den Berechnungen für den Langzeitbetrieb berücksichtigt wurde. Markus Kühni kündigt an, eine entsprechende Frage beim Technischen Forum Kernkraftwerke einzureichen.

Martin Richner (Kernkraftwerk Beznau) erklärt, dass die Sicherheitsprüfung bezüglich Spannungsrisskorrosion regelmässig wiederholt wird. Falls es sich als notwendig erweist, wird eine Reparatur vorgenommen.

Johannis Nöggerath (Kernkraftwerk Leibstadt) fügt an, dass wiederkehrende Prüfungen dank des festgelegten Intervalls ermöglichen, frühzeitig allfällige Risse an den Rohreinschweissungen an der Innenseite des Deckels zu entdecken. Mit den Kontrollen auf der Aussenseite werden auch dort Schwächungen rechtzeitig entdeckt.

Dietmar Kalkhof (ENSI) erklärt, dass die Leckage von Borsäure 1970 an einer sogenannten Lippendichtschweissnaht eines Steuerstabantriebsgehäuses nicht mit dem Deckel selbst, sondern mit Schweissnähten weit oberhalb des Deckels zu tun hat. Das borsäurehaltige Leckagewasser war dann am Stangengehäuse heruntergelaufen und hat am Deckel eine Korrosionsmulde verursacht. Die Strukturintegrität und Dichtheit des Deckels waren nicht gefährdet.

Heini Glauser (Mahnwache) wünscht, dass das ENSI die zeitliche Abfolge der Befunde an den Deckeln in einer Chronologie darstellt.

Guy Schrobiltgen (Mahnwache) ist daran interessiert, dass der Zustand vor und nach den Befunden ausgewiesen wird.

Georg Schwarz (ENSI) bietet an, dass das ENSI eine solche Liste zu den Austritten von Borsäure an den Lippendichtschweissnähten der Steuerstabantriebsgehäuse im Kernkraftwerk Beznau erstellt und die Liste der schriftlichen Antwort beilegt.

4 Beantwortung der Frage 25 zum Reaktordruckbehälter des Kernkraftwerks Gösgen

Jens Klügel (Kernkraftwerk Gösgen) und Daniel Rebsamen (Kernkraftwerk Gösgen) präsentieren die Antwort des Kernkraftwerks Gösgen.

Dietmar Kalkhof (ENSI) präsentiert die Antwort des ENSI.

Florian Kasser (Greenpeace) sagt, dass der Betreiber hier nach Wasserstofflocken gesucht hat und fragt, warum die Prüfung auf das Feststellen von Wasserstoff ausgerichtet war und warum das ENSI nur nach Wasserstofflocken gesucht hat.

Jens Klügel (Kernkraftwerk Gösgen) antwortet, dass eine Ultraschallprüfung generell Unregelmässigkeiten im Material anzeigt. Je nach Fehlertyp kann man die Messung so konfigurieren, dass man eine Materialfehlerart besser messen und charakterisieren kann. Der Betreiber des Kernkraftwerks Gösgen hat seine Messungen gemäss den behördlichen Vorgaben durchgeführt. Es ging darum, ein Schadensbild abzubilden, wie es in Belgien vorgekommen ist.



Klassifizierung: keine
Aktenzeichen/Referenz: ENSI-AN-9668; 10KKA.TFK
Titel: Protokoll zur 12. Sitzung des Technischen Forums Kernkraftwerke
Datum / Sachbearbeiter: 4. März 2016 / David Suchet (ENSI)/SMA

Georg Schwarz (ENSI) erklärt, dass es das Ziel war, allfällige technische Herstellungsfehler zu entdecken. Mit der Methode sollten Fehler speziell im Grundmaterial für die gesamte Wanddicke festgestellt werden können.

Martin Richner (Kernkraftwerk Beznau) hält fest, dass das Prüfsystem qualifiziert ist, um allfällige Unregelmässigkeiten festzustellen. Anhand dieser Ergebnisse kann man aber nicht abschliessend festhalten, was die Unregelmässigkeit genau ist.

Daniel Rebsamen (Kernkraftwerk Gösgen) fügt an, dass man in Doel nach Unterplattierungsrisse gesucht hat. Das Verfahren ermöglicht jedoch, auch andere Fehler zu erkennen. Es reicht aber nicht, um spezielle Befunde zu charakterisieren.

Jens Klügel (Kernkraftwerk Gösgen) ergänzt, dass ein für die betreffende Art von Befunden qualifiziertes Ultraschallprüfverfahren durchgeführt werden muss, um die Befunde im Detail zu charakterisieren.

Dietmar Kalkhof (ENSI) hält fest, dass die Qualifizierung des Prüfsystems sicherstellt, dass die Prüfung eine bestimmte Fehlergrösse einer bestimmten Fehlerart zuverlässig finden kann.

Bruno Elmiger (Kernkraftwerk Gösgen) erklärt, dass in Gösgen keine Anzeigen über die Qualifizierungsgrösse festgestellt wurden.

Guy Schrobiltgen (Mahnwache) erläutert, dass damals in Belgien ein neues Gerät für die Grundmaterialuntersuchung eingesetzt wurde. Die Anzeigen wurden per Zufall entdeckt.

Georg Schwarz (ENSI) bestätigt, dass diese Befunde eine Überraschung gewesen waren. Deshalb hat die WENRA die Überprüfung des Grundmaterials empfohlen.

Markus Kühni möchte wissen, warum solche Untersuchungen nicht direkt ausgedehnt werden, wenn man feststellt, dass Befunde zufällig festgestellt werden können. In der Schweiz habe man sich auf ein bestimmtes Problem fokussiert. Er fragt, ob das nicht nachlässig ist.

Florian Kasser (Greenpeace) fragt, warum diese Untersuchung nicht in Leibstadt erfolgt ist.

Georg Schwarz (ENSI) antwortet, dass zuerst das Kernkraftwerk Mühleberg mit einem Reaktordruckbehälter vom gleichen Hersteller wie in Belgien geprüft wurde. Nachher wurden die Untersuchungen gemäss WENRA-Empfehlung ausgedehnt. In der Aufsicht geht man zuerst Hinweisen nach, welche auf die Anlagen im eigenen Aufsichtsbereich übertragbar sind. So hatten die Fehler in geschmiedeten Teilen der Reaktordruckbehälter der belgischen Anlagen konsequenterweise dazu geführt, dass das ENSI auch eine Überprüfung der geschmiedeten Reaktordruckbehälter in Schweizer Kernkraftwerken veranlasst hatte. Der Reaktordruckbehälter des Kernkraftwerks Leibstadt wurde jedoch aus gewalztem Stahl gefertigt und ist deshalb mit den belgischen Reaktordruckbehältern nicht vergleichbar.

Jens Klügel (Kernkraftwerk Gösgen) erklärt, dass die Nachweise eine Rissgrösse postulieren, die dem Doppelten der Messgrösse entsprechen. Es wird daher eine Konservativität bei Nachweisen berücksichtigt.

Florian Kasser (Greenpeace) hält fest, dass die Prüfung des Grundmaterials gemäss Festlegung NE-14 «Wiederholungsprüfungen von nuklear abnahmepflichtigen mechanischen Komponenten der Sicherheitsklassen 1 bis 4» des SVTI-N eine Sonderprüfung war und fragt, ob der Stand der Technik seit 2012 nicht veraltet ist.

Daniel Rebsamen (Kernkraftwerk Gösgen) ergänzt, dass gemäss den Schweizer Vorschriften neben den Schweissnähten stets auch ein kleiner Streifen des Grundmaterials mitgeprüft wird.



Klassifizierung:	keine
Aktenzeichen/Referenz:	ENSI-AN-9668; 10KKA.TFK
Titel:	Protokoll zur 12. Sitzung des Technischen Forums Kernkraftwerke
Datum / Sachbearbeiter:	4. März 2016 / David Suchet (ENSI)/SMA

Georg Schwarz (ENSI) hält fest, dass vor den Befunden in Belgien folgendes Konzept gültig war: Nach den Herstellungsprüfungen am Reaktordruckbehälter werden in der Regel keine wiederkehrenden Prüfungen am Grundmaterial des Reaktordruckbehälters durchgeführt, da im Normalbetrieb des Reaktordruckbehälters kein relevanter Alterungsmechanismus am Grundmaterial des Reaktordruckbehälters auftritt, der die Integrität des Reaktordruckbehälters beeinträchtigen kann. Dieser Grundsatz ist jetzt aufgrund möglicher unentdeckter Herstellungsfehler zu überprüfen.

In Belgien wurde für die Reaktordruckbehälter von Doel-3 und Tihange-2 die Abnahme der Reaktordruckbehälter akzeptiert, weil die Wasserstofflocken damals nicht registriert und bewertet wurden. Das Vorhandensein von Fehleranzeigen war gemäss belgischer Aufsichtsbehörde in den Herstellungsdocumenten der belgischen Reaktordruckbehälter nicht erwähnt. Gemäss damaligen Normen war der Bericht aber vollständig¹.

Florian Kasser (Greenpeace) fragt, ob das Verfahren in Mühleberg nicht qualifiziert war.

Dietmar Kalkhof (ENSI) antwortet, dass das Prüfsystem qualifiziert war, u. a. auf eine Ersatzfehlergrösse von KSR = 5.

5 Vortrag zur Hochwassergefährdung

Heini Glauser (Mahnwache) präsentiert seinen Vortrag zur Frage Hochwasser und sagt, dass er im Auftrag des BAFU eine Studie für etwa 11'000 CHF erstellt hat.

Felix Altorfer (ENSI) fragt, ob es entlang der Aare ähnliche Feststellungen bezüglich historischen Hochwassers gibt.

Oliver Wetter (Universität Bern) antwortet, dass historische Daten für die Aare vorliegen. Die Daten liegen beim BAFU vor. Die Scheitelwasserstände von Heini Glauser sind aus seiner Sicht für Brugg plausibel.

Martin Richner (Kernkraftwerk Beznau) fragt, ob es in Brugg je eine Absenkung des Grundes gab.

Heini Glauser (Mahnwache) antwortet, dass die Aareschlucht bei der Steinbrücke in Brugg schon seit Jahrhunderten die heutige Form und den heutigen Querschnitt hat. Einzig die Sohle verändert sich in den untersten Metern laufend durch den Geröllhaushalt, bis hin zu grossen Gesteins-/Felsbrocken. Der Aareabfluss und Aarepegel wurde erst ab 2-3 Kilometer unterhalb der Steinbrücke in Brugg bis Beznau beim Bau des Wasserkraftwerkes Beznau verändert. Die seitlichen Wände der Schlucht sind sehr glatt. Die Strömung unten ist hoch (Aussage Ruedi Sommerhalder, ehem. Tauchinstruktor Waffenplatz Brugg). Es gibt eine ähnliche Strömungsgeschwindigkeit über die ganze Flusstiefe.

Rainer Hausherr (ENSI) erklärt, dass dem ENSI bekannt ist, dass das Hochwasser 1852 eines der grössten war. Solche Hochwasserberechnungen sind äusserst komplex. Es reicht daher nicht aus, sich nur auf Extrapolationen zu stützen. Die Ermittlung der Gefährdung läuft im Rahmen des Projekts EXAR ab. Beim ENSI wurden Unsicherheiten betreffend Gefährdung am Standort des Kernkraftwerkes Beznau berücksichtigt. Es wurden daher verschiedene Massnahmen ergriffen, damit das Kernkraftwerk Beznau ein sehr seltenes Hochwasser beherrscht.

¹ Nachtrag vom 7. März 2016



Klassifizierung:	keine
Aktenzeichen/Referenz:	ENSI-AN-9668; 10KKA.TFK
Titel:	Protokoll zur 12. Sitzung des Technischen Forums Kernkraftwerke
Datum / Sachbearbeiter:	4. März 2016 / David Suchet (ENSI)/SMA

Georg Schwarz (ENSI) sagt, dass drei Flüsse am Ort der Beznau-Insel zusammenfliessen. Er fragt, ob Extrapolationen für die anderen Flüsse gemacht wurden und ob Heini Glauser (Mahnwache) eine Schätzung des 10'000-jährlichen Hochwassers in Beznau gemacht hat.

Heini Glauser (Mahnwache) antwortet, dass man bei der Erarbeitung von Szenarien auf Mengen kommen kann, die deutlich höher sind. Es ist seiner Ansicht nach ein Fall wie in Fukushima, wo eine Gefährdung ignoriert wird.

Oliver Wetter (Universität Bern) ergänzt, dass 2011 die Rheinhochwasserstudie erstellt wurde. Die Schlussfolgerung führte zu Abflüssen von 6'000 m³ im Jahr 1480. Ein Teil stammte von der Aare. Die Studie von Heini Glauser wurde besprochen, aber von ihm noch nicht geprüft. Gemäss historischen Perspektiven stimmt die Studie.

Jens Klügel (Kernkraftwerk Gösgen) erklärt, dass die Argumentation von Heini Glauser dahingehend nachvollziehbar ist, da es nicht möglich ist, mit einer Messreihe über ungefähr 100 Jahre statistisch zuverlässige Vorhersagen für Hochwasser mit einer jährlichen Überschreitungshäufigkeit von 10⁻⁴ pro Jahr zu treffen. Er erinnert daran, dass die gesetzliche Anforderung bezüglich Gefährdung dahingehend besteht, dass man Hochwasser mit einer jährlichen Eintretenshäufigkeit von 10⁻⁴ pro Jahr unter den heutigen klimatologischen Bedingungen bestimmen muss. Das ist nicht das gleiche wie die Festlegung eines zehntausendjährigen Hochwassers (aus historischer Sicht), da sich die klimatologischen Verhältnisse oder aber Flussabläufe wegen menschlicher Eingriffe verändert haben. Einschränkend weist er darauf hin, dass die Scheitelhöhen sich nicht nur mit dem Durchfluss sondern infolge Verstopfung durch Schwemmmaterial verändern können, so dass sich keine eindeutige Korrelation zwischen Hochwasserscheitelhöhe und Durchfluss ergibt.

International schenkt man dem Thema „Robuste Bewertung der Gefährdung durch Naturgefahren“ grosse Aufmerksamkeit. So verweist der Bericht des Generaldirektors der IAEA zum Fukushima-Unfall (IAEA, Wien, 2015, S. 70) ausdrücklich darauf hin, dass die Gefährdungsbewertungen konservativ erfolgen sollen. Dies macht neben statistischen Betrachtungen auch die Verwendung von physikalischen Modellen erforderlich. Das Kernkraftwerk Gösgen hat derartige Untersuchungen durchgeführt und anscheinend sind ähnliche Ansätze im EXAR-Projekt des Bundesamts für Umwelt geplant. Dabei wurden auch das statische und dynamische Rückhaltevermögen (Retension) und klimatologische Bedingungen (Regenfall) berücksichtigt. U. a wurde festgestellt, dass die Abflussregelung aus dem Bielersee von grosser Bedeutung für die in der Nähe des Kernkraftwerks Gösgen gemessenen Abflussmengen ist. Fehler in der Regelung können grosse quantitative Auswirkungen haben. Sobald die Ergebnisse des Projekts EXAR vorliegen, werden deren Auswirkungen auf die Anlagensicherheit der Kernkraftwerke geprüft werden. Nach heutigem Kenntnisstand liegen grosse Sicherheitsmargen vor.

Martin Richner (Kernkraftwerk Beznau) sagt, dass man mit einem Durchfluss von 4'000 m³ in Beznau zu einer Überflutung von 80 cm auf dem Gelände Beznau kommt. Es gibt daher sehr hohe Sicherheitsmargen über die Auslegung hinaus.

Heini Glauser (Mahnwache) findet, dass die kürzlich vom ENSI herausgegebenen Dokumente zum Thema Verklausung fraglich sind und dass die Diskussion auf Durchflussmengen beruhen sollte.

Carlo Scapozza (BAFU) erklärt folgende Punkte: Das Ziel von EXAR, die Einbettung von solchen Studien zu historischen Hochwassern in EXAR und das Vorgehen von EXAR. Das BAFU ist gemeinsam mit anderen Bundesstellen (BABS, ENSI, BFE und MeteoSchweiz) Auftraggeber. Ziel ist nicht nur, die Gefährdung für die Kernkraftwerke zu untersuchen, sondern auch für weitere kritische Infrastrukturen (z.B. Lifelines, Bahnhöfe etc.). Die Risikobeurteilungen sind nicht Gegenstand der Studie. Diese sind Sache der Betreiber, von weiteren Verantwortungsträgern und der Aufsichtsbehörden (z. B. das ENSI



Klassifizierung: keine
Aktenzeichen/Referenz: ENSI-AN-9668; 10KKA.TFK
Titel: Protokoll zur 12. Sitzung des Technischen Forums Kernkraftwerke
Datum / Sachbearbeiter: 4. März 2016 / David Suchet (ENSI)/SMA

und das BFE). Mit dem Projekt EXAR wird eine homogene Grundlage zur Hochwassergefährdung geschaffen, die vom Thunersee bis zur Mündung der Aare in den Rhein reicht (in einem 2. Schritt am Rhein bis zur Grenze).

Grundsätzlich wird die ganze Studie von Null aufgebaut. Es geht um eine Verkettung der Prozesse. Diese beginnt mit der Analyse von Niederschlagsszenarien, geht über die Abflussbildung und mündet in die Analyse des hydraulischen Systems. Die Schutzbauten entlang der Aare werden dabei auch berücksichtigt. Das Projekt EXAR berücksichtigt auch, dass sich das hydraulische System bei einem Extremereignis verändern kann. Das Projekt berücksichtigt ebenfalls die Kumulation von Ereignissen. Dieser Effekt wird mit dem Einsatz von Ereignisbäumen berücksichtigt. Die Studie von Heini Glauser (Mahnwache) ist ein Teil der Analysen der historischen Hochwasser (Universität Bern), welche wiederum eine von mehreren hydrologischen Grundlagen zur Studien EXAR sind.

Zwischen 2013 und 2015 wurde eine Methodik für das Projekt erarbeitet. Die Dienstleistungen mussten dann über ein gesetzeskonformes Verfahren beschafft werden. Während einer ersten Phase bis Herbst 2016 werden die Modelle aufgesetzt und getestet. Ab Herbst 2016 werden mit den Modellen Analysen durchgeführt und Ergebnisse erzeugt. Im Jahr 2018 sollen Ergebnisse für die Aare vorliegen.

Felix Altorfer begrüsst, dass gemeinsame Grundlagen erarbeitet werden. Falls sich Fragen aus dem Vortrag stellen sollen, können sie beim Sekretariat eingereicht werden.

6 Protokoll der 11. Sitzung

Das Protokoll wird verabschiedet und aufgeschaltet.

7 Varia

Die nächste Sitzung findet am Donnerstag, 2. Juni 2016 von 13:15 bis 16:45 statt.

Kernkraftwerk Beznau

Projekt HERA*



Gründe für den Austausch der RDB-Deckel Beantwortung Frage 23 Technisches Forum Kernkraftwerke

*HERA = Head Replacement

Axpo Power AG



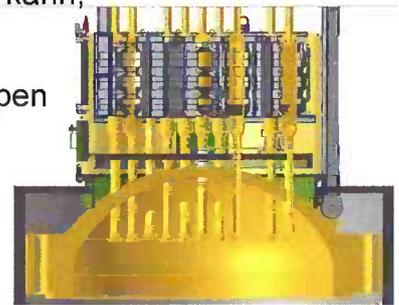
Ersatz der Deckel und Leckage an Dichtnaht vom Jahr 1970 - Gibt es einen Zusammenhang?

1. Gründe für den Austausch-Entscheid im Jahre 2008
2. Der Projektauftrag
3. Leckage an Dichtnaht im Jahr 1970
4. Kein Zusammenhang zwischen Austausch-Entscheid 2008 und Leckage an Dichtnaht 1970



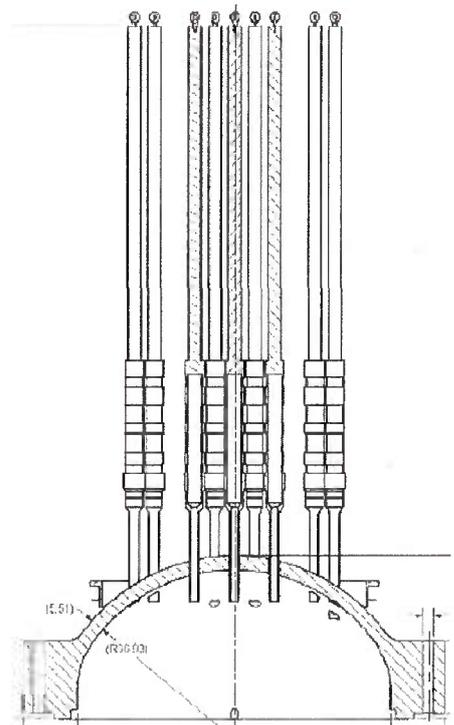
1. Gründe für den Austausch-Entscheid im Jahre 2008

- Die Regelstab-Durchführungen am Druckbehälterdeckel (RDB-Deckel) können materialbedingt (Inconel 600) dem Alterungsmechanismus der sogenannten Primärwasser-Spannungsrissskorrosion (PWSCC) unterliegen.
 - Weltweit wurden aus diesem Grund praktisch alle baugleichen RDB-Deckel ausgetauscht.
 - Bei den ehemaligen Beznau-RDB-Deckeln wurden keine materialbedingten Korrosionsphänomene festgestellt.
 - Die im KKB durchgeführte, umfangreiche Evaluation zeigte, dass
 - davon ausgegangen werden musste, dass das Phänomen trotz optimaler Primärwasserchemie auch in Beznau auftreten kann,
 - sich die Folgen mit geeigneten Mitteln beseitigen lassen,
 - dies aber weitreichende ökonomische Konsequenzen haben kann.
- ➔ Axpo entschied 2008 aus unternehmerischen Gründen den proaktiven Austausch der RDB-Deckel und startete dazu das Projekt HERA.



2. Projektauftrag (pro memoria)

1. Die Reaktordeckel sollen in beiden Blöcken ausgetauscht werden.
2. Der Transport der alten Deckel aus, wie auch der Transport der neuen Deckel ins Containment soll durch eine temporäre Containmentöffnung erfolgen.
3. Der Austausch soll zeitgleich mit der Realisierung des Projektes AUTANOVE in den deswegen verlängerten Revisionsabstellungen beider Blöcke erfolgen.
4. Die alten Deckel sollen im Lagergebäude ZWIBEZ bis zu ihrer endgültigen Entsorgung zwischengelagert werden.



3. Leckage an Dichtnaht im Jahre 1970

1. Infolge einer Leckage an einer Dichtnaht eines Antriebsmechanismus oberhalb des Deckels von Block 1 kam es im Dezember 1970 durch herablaufendes Borsäurewasser unterhalb der defekten Dichtnaht am Deckel zu einer Sekundärkorrosion.
2. Die Sekundärkorrosion führte zu einer Vertiefung auf einer Seite des betroffenen Deckel-Durchdringungsrohres.
3. Die unmittelbar eingeleiteten KKB-eigenen Untersuchungen, die unabhängigen Untersuchungen und Nachweise des Deckelherstellers Creusot sowie auch der Lieferantin Westinghouse wiesen in der Folge den sicheren und unbefristet möglichen Weiterbetrieb des Deckels nach. In die Untersuchungen war auch das damalige EIR (heute PSI) involviert.
4. Die Resultate der Untersuchung wurden am 21. Dezember 1970 der KSA (heute ENSI) übergeben und vorgestellt. Diese erteilte am 31. Dezember 1970 die Zustimmung für den Weiterbetrieb der Anlage.

4. Kein Zusammenhang zwischen Austausch-Entscheid von 2008 und Leckage an Dichtnaht aus dem Jahr 1970

1. Der durch die Behörden genehmigte Weiterbetrieb der Anlage Block 1 war abgestützt auf Resultate detaillierter sicherheitstechnischer Untersuchungen und Nachweise.
 2. Wiederholte Inspektionen der nicht-materialbedingten Korrosionsstelle zeigten über alle Betriebsjahre keine Veränderungen.
- ➔ Der Entscheid im Jahre 2008 zum Austausch der Deckel ist nicht auf die Deckelkorrosion aus dem Jahr 1970 zurückzuführen.





Kernkraftwerk  Gösgen

Technisches Forum Kernkraftwerke

04.03.2016, Frage 25 Reaktordruckbehälter KKG

EDMS: 693493 – „TFK 04.03.2016, Frage 25“

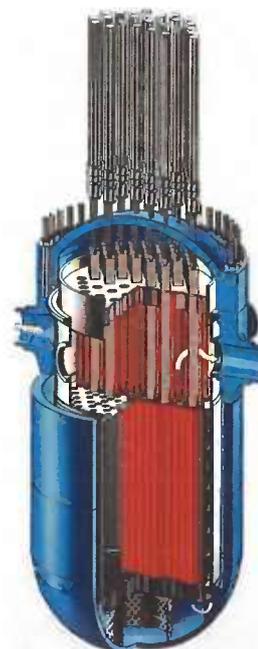
14.03.2016

Folie 1

Kernkraftwerk  Gösgen

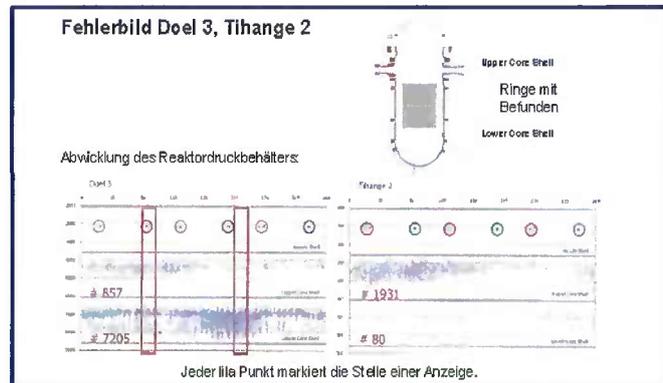
Übersicht

- Veranlassung/ Fragestellung
- Sicherheitstechnischer Hintergrund
- Detaillierte Beantwortung der Frage 25
 - Begriffe
 - Informationen zum Herstellungsprozess
 - Durchgeführte Prüfungen und Prüfergebnisse
- Sicherheitstechnische Beurteilung



Veranlassung

- Prüfbefunde in belgischen Reaktordruckbehältern im Sommer 2012, bei «30 – Jahresinspektion»
- «Wasserstofflocken», vermutlich herstellungsbedingt
- Empfehlung der WENRA (Western European Nuclear Regulators Association) v. 15.08.2013
 - Überprüfung des Herstellungsprozesses
 - Sonderprüfung des RDB Grundmaterials auf «Wasserstofflocken»



Fragestellung – RDB des KKG (Frage 25)

Mich würde es interessieren, wie KKG und ENSI seit 2012 vorgegangen sind, um die WENRA-Empfehlung umzusetzen.

Erster Schritt: Analyse der Unterlagen

- Welche Unterlagen standen zur Verfügung, welche Informationen zum Herstellungsprozess waren relevant?
- Wer hat den RDB hergestellt? Etappen des Prozesses?
- Hat damals die Akzeptanzprüfung zu Anzeigen geführt, die innerhalb der Akzeptanzgrenzen waren?
- Welche Anzeigengröße wurde damals toleriert, wo lagen die Akzeptanzgrenzen?

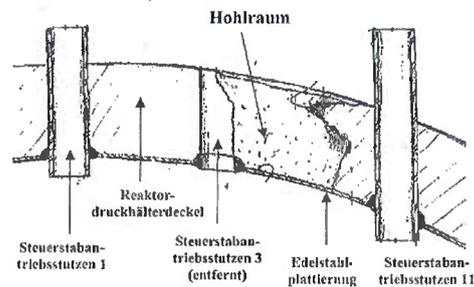
Zweiter Schritt: Ultraschall-Messungen Revision 2015

- Umfang der Messungen?
- Welches Messgerät wurde eingesetzt? Wie läuft diese Prüfung technisch ab?
- Ergebnisse? Analyse? Bewertung?

Sicherheitstechnischer Hintergrund

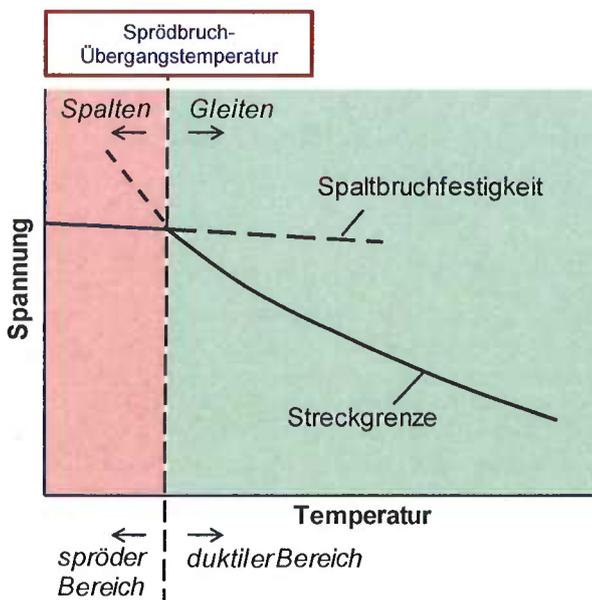
- RDB ist die wichtigste Barriere für den Einschluss der im Kern eingeschlossenen Radioaktivität
- Grossflächige Wasserstofflocken oder gegebenenfalls Rissanzeigen können die Widerstandsfähigkeit des RDB nachteilig beeinflussen
- Für Normalbetriebsbelastungen sind erfahrungsgemäss grosse Sicherheitsmargen vorhanden; Eintrittshäufigkeit für grössere Leckage $\leq 10^{-7}/a$
- Massgebend sind Belastungen beim Störfall, insbesondere Kaltwassereinspeisungen unter hohem Druck- Pressurized Thermal Shock (PTS)

«Ungewolltes Beispiel» für Sicherheitsmargen im Normalbetrieb



Lokale Waddickenschwächung beim Beinaheunfall im amerikanischen Kernkraftwerk Davis-Besse (2001) – Interkristalline Spannungsrissskorrosion

Sicherheitstechnischer Hintergrund



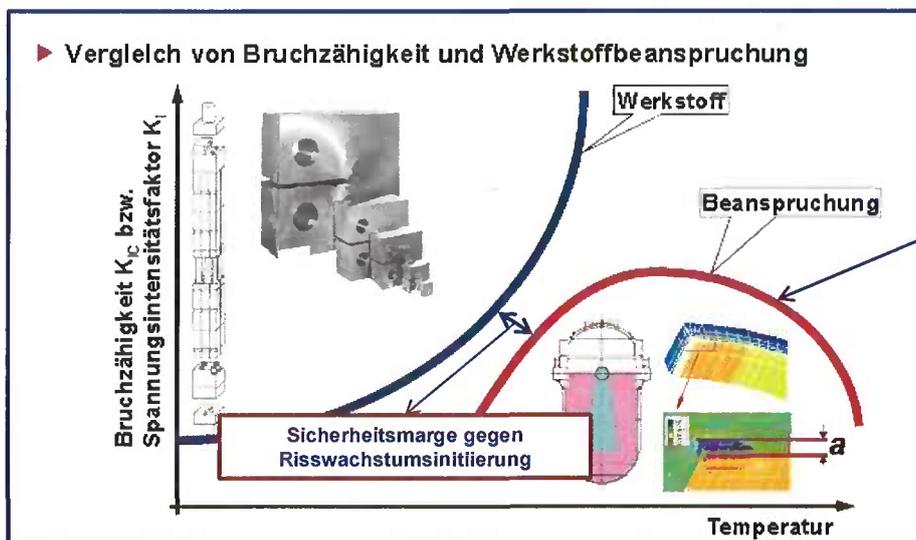
Veränderung des bruchmechanischen Verhaltens von kristallinen Werkstoffen (z.B. Stahl) bei niedrigen Temperaturen

- Bei niedrigen Temperaturen findet ein Übergang von einem «dominant» zähen Bruchverhalten («Leck vor Bruch») zu einem «dominant» spröden Bruchverhalten (sprödes «grossflächiges» Versagen) statt
- Bestrahlung (hoher Neutronenfluss «schneller Neutronen») führt zu Zunahme der Versprödung (Spröbruch-Übergangstemperatur steigt), nichtmetallische Einschlüsse begünstigen Versprödung
- Bei Kaltwassereinspeisungen «Risiko» in diesen Bereich zu gelangen, «erhöhte Bruchwahrscheinlichkeit» → rechnerische Berücksichtigung postulierter latent vorhandener «Risse» unterhalb der Detektionsgrenze

Sicherheitstechnische / Regulatorische Anforderungen

- Ausreichende Sicherheitsmarge gegen «Sprödbbruchverhalten», resp. Versagen bei PTS muss über die gesamte Lebensdauer des Reaktor sicher gestellt werden;
- Vorgaben für die «zulässige «Sprödbbruch-Übergangstemperatur» und «minimale Kerbschlagzähigkeit», UVEK VO SR732.114.5, NRC RG 1.99 v.2
- Bei Einhaltung der Vorgaben können «postulierte» Risse im Bereich der Detektionsgenauigkeit auch unter Störfallbedingungen nicht unkontrolliert bis zu einem Versagen des RDB wachsen
- Überwachung mittels Voreil- (Bestrahlungs)-Proben und anerkannten Auswerteverfahren
- Neutroneninduzierte Versprödung kann die Lebensdauer beschränken;
- Schweizer DWR müssen periodisch einen PTS-Sicherheitsnachweis mittels bruchmechanischer Berechnungsverfahren erbringen

PTS- Nachweis – Schematisches Vorgehen

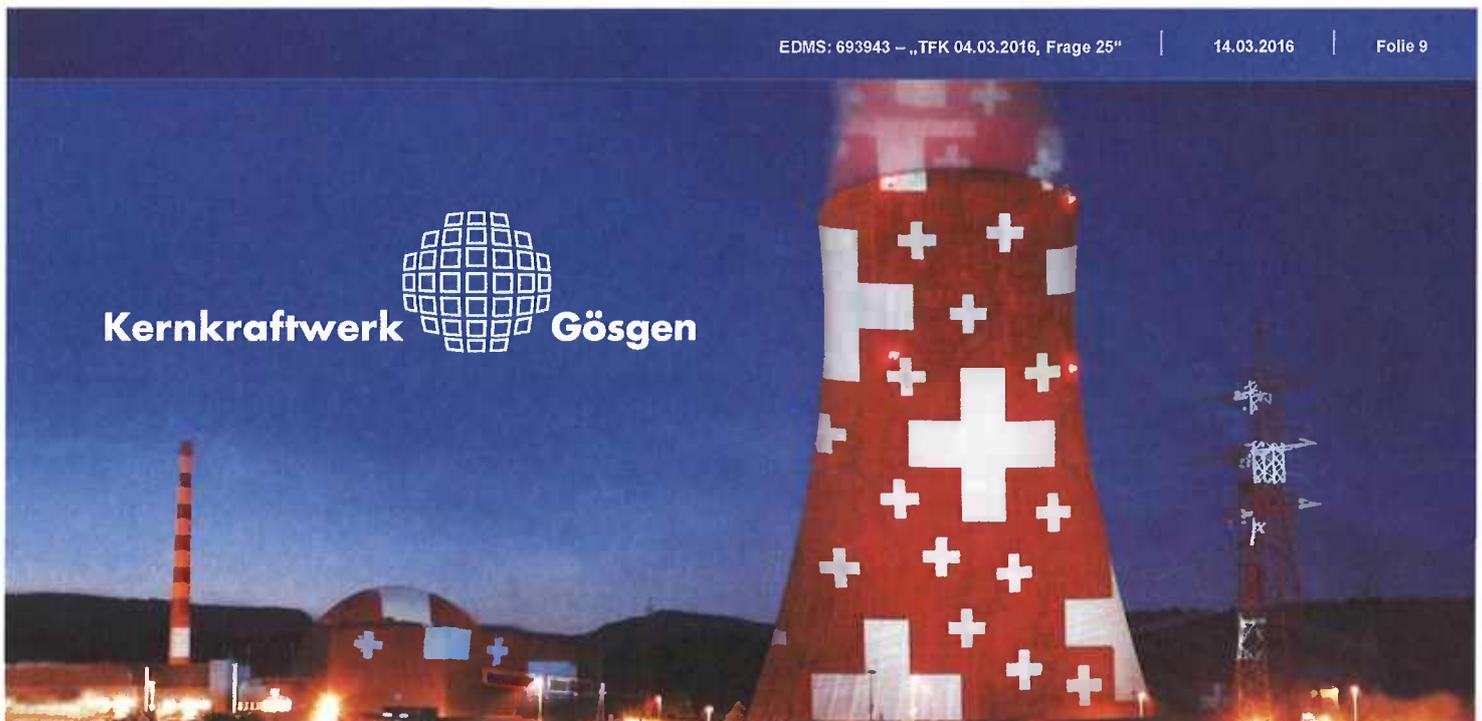


Nachweis einer ausreichenden Marge gegen Risswachstumsinitiation oder zumindest eines rechtzeitigen Stopps des Risswachstums (vor Versagen RDB)

Alternative Gegenmassnahmen zur Lebensdauer- verlängerung und Gewährleistung der Sicherheit

- Begrenzung der neutroneninduzierten Versprödung durch geeignete Kernbeladung («Low Leakage» Beladung)
- Reduktion der Störfallauswirkungen z.B. Vorwärmen des bei Störfällen einzuspeisenden Notkühlmittels oder Absenken des Einspeisedrucks
- Nachträgliche thermische Behandlung des RDB zur Verbesserung der mechanischen Eigenschaften («Ausglühen»)
- Beschränkung der Lebensdauer – Beschränkung der zugelassenen Versprödung (Anpassung der Sprödbruchübergangstemperatur)

Wie die nachfolgende Präsentation der Prüfergebnisse zeigt, besteht für KKG keine Notwendigkeit für die Einleitung spezieller Massnahmen.

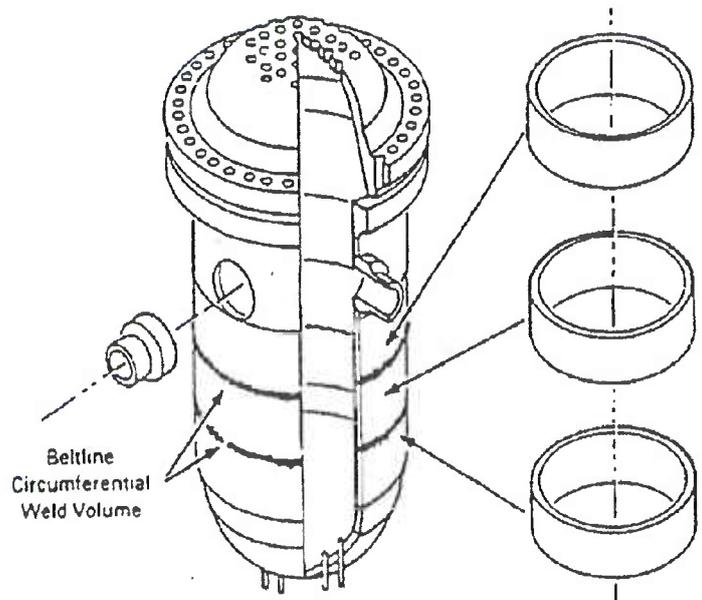


Frage 25

einige Begriffe

Wasserstoffflocken - Entstehung

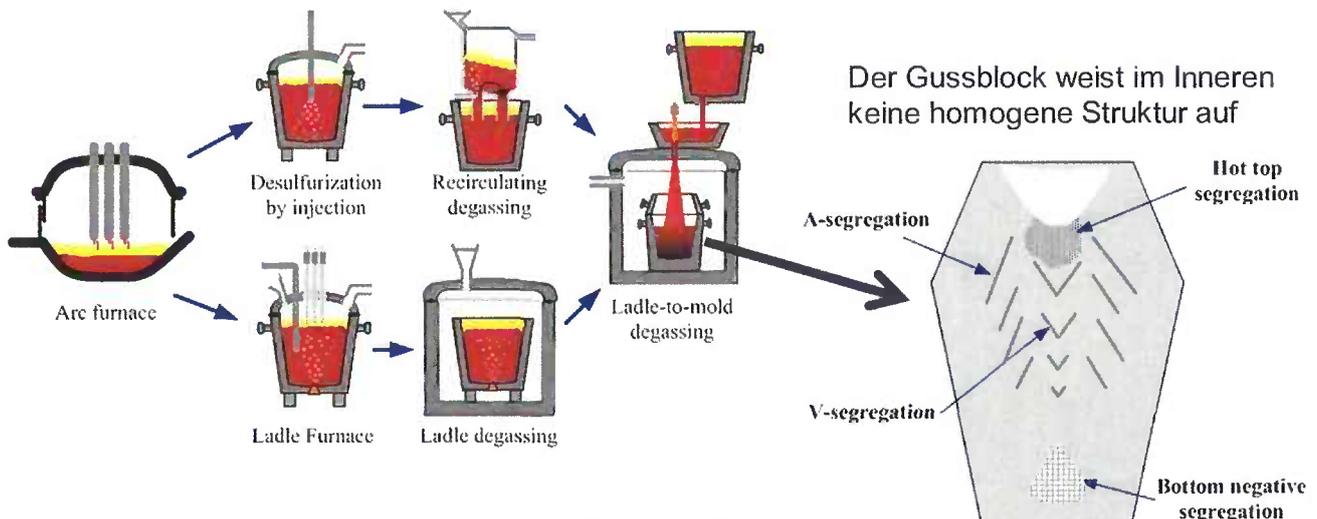
RDB von DWR werden typischerweise aus mehreren zusammengesetzten Schmieдерingen hergestellt.



Quelle: Internet

Herstellung von Schmiederingen (1)

1. Block aus Stahl giessen



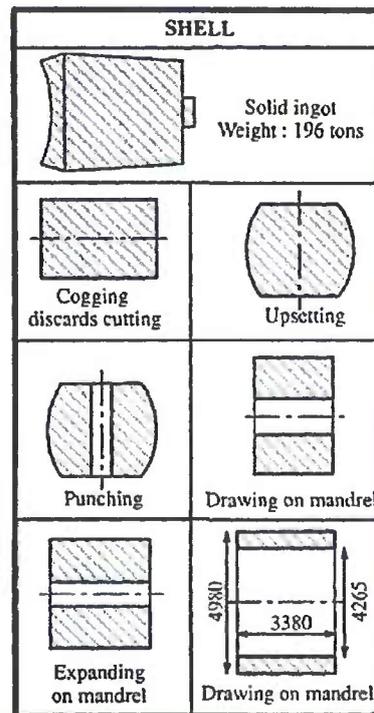
Der Gussblock weist im Inneren keine homogene Struktur auf

Segregation: Unterschiede in der chemischen Zusammensetzung

Quelle: Internet

Herstellung von Schmiederingen (2)

2. Gussblock zu Ring schmieden



Quelle: Internet

Wesentliche Einflussfaktoren

- Wasserstoff wird während dem Schmelzen und Giessen im flüssigen Stahl aufgenommen
- Bei dickwandigen Schmiedeteilen kann er nur schwer aus dem Stahl entweichen
- Bei der Abkühlung vom Schmieden kann der Partialdruck des Wasserstoffs zusammen mit hohen Eigenspannungen zur Bildung von feinen Rissen führen → Wasserstofflocken
- Gegenmassnahmen:
 - Vakuumbehandlung des flüssigen Stahls
 - sehr langsame Abkühlung mit langer Haltezeit nach dem Schmieden

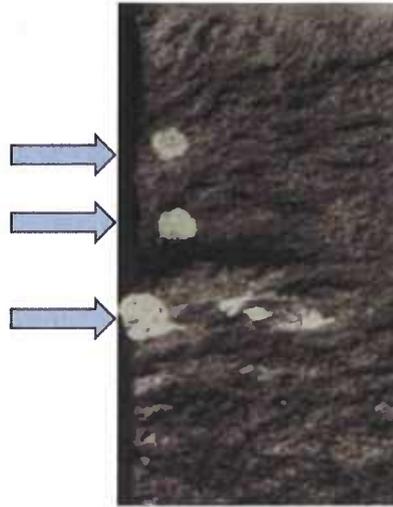
Erscheinungsbild von Wasserstofflocken

Aufgebrochene Stahlproben

ohne Wasserstoff-Flocken



mit Wasserstoff-Flocken



Quelle: Internet

Wiederholungsprüfungen

Regelwerk:

Festlegung NE-14 «Wiederholungsprüfungen von nuklear abnahmepflichtigen mechanischen Komponenten der Sicherheitsklassen 1 bis 4» des SVTI-N

Prüfkonzept:

- Stichprobenprüfungen
- entspricht internationalem Stand der Technik

Prüfumfang:

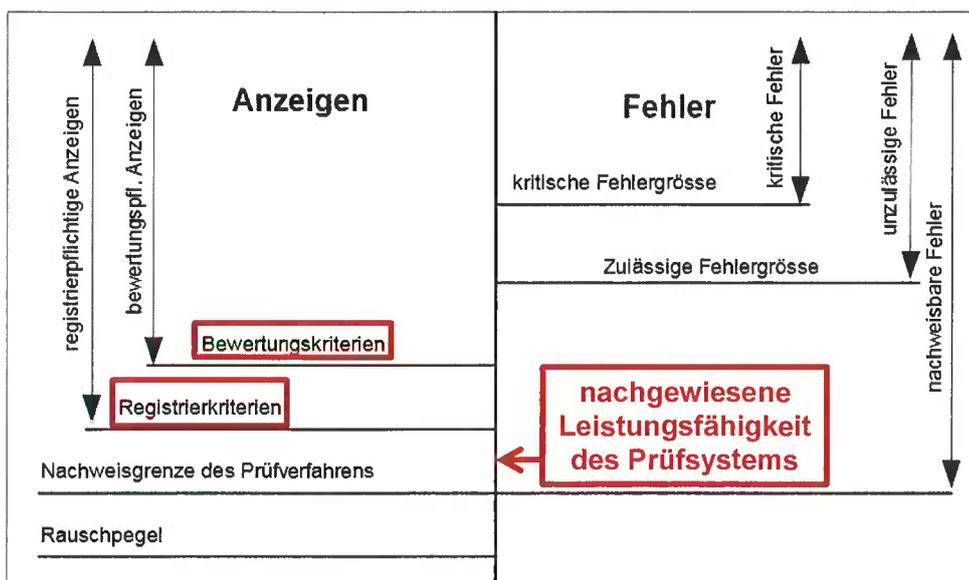
Kann gezielt erweitert werden, wenn

- Mängel, Fehler oder Schäden in der eigenen oder in ähnlichen Anlagen festgestellt werden, die auf ein grundsätzliches, systematisches Problem hinweisen
- gilt insbesondere für das Vorhandensein spezieller Fehler aus der Herstellung

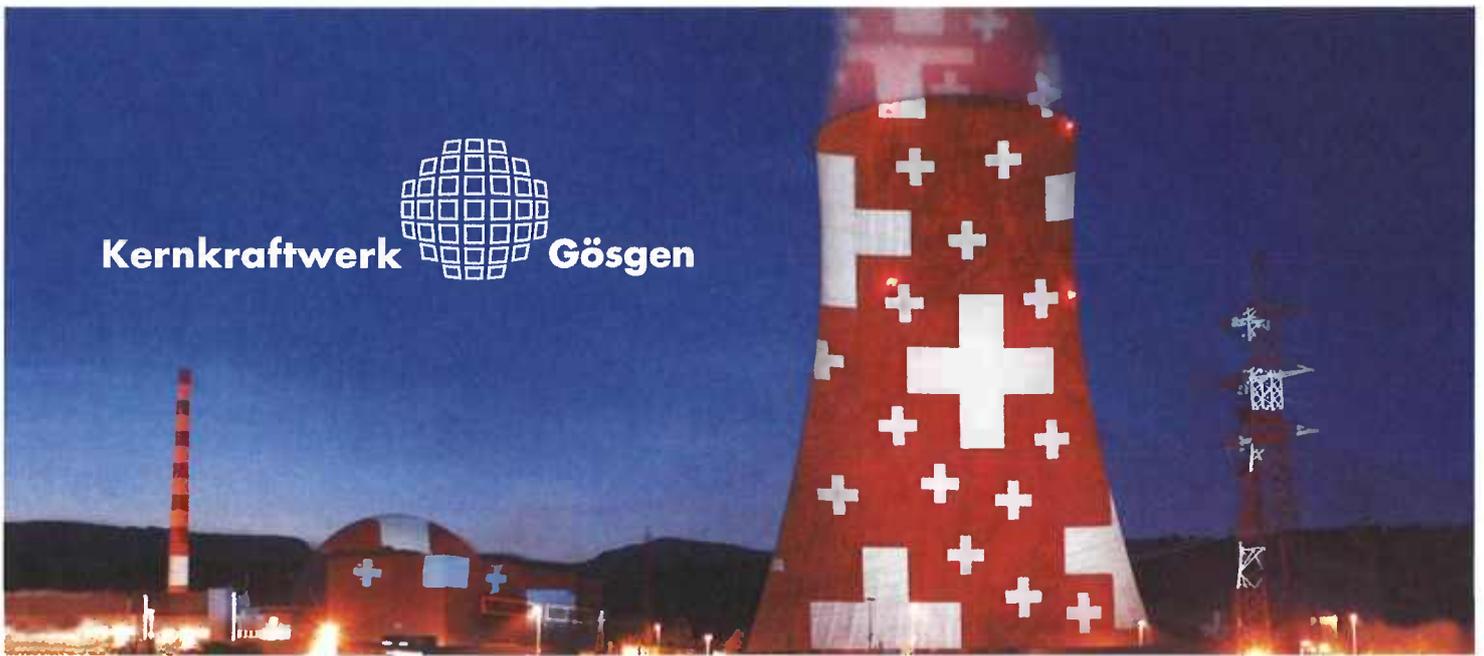
Prüfsysteme müssen qualifiziert sein (Richtlinie ENSI-B07):

- Für zerstörungsfreie Prüfungen muss vor dem Einsatz der systematische Nachweis erbracht werden, dass sie die erwartete Leistung unter Einsatzbedingungen erbringen

Anzeigen aus der zerstörungsfreien Werkstoffprüfung:



Quelle: NE-14



Kernkraftwerk  Gösgen

Detaillierte Beantwortung der Fragen

EDMS: 693493 – „TFK 04.03.2016, Frage 25“

14.03.2016

Folie 19

Kernkraftwerk  Gösgen

Welche Unterlagen standen zur Verfügung, welche Informationen zum Herstellprozess waren relevant?

Vollständige Herstdokumentation des RDB im KKG vorhanden

Relevante Informationen bezüglich Wasserstofflocken:

- Stahlherstellung → Elektrostahl mit Vakuumentgasung
- Wärmebehandlungen → spezifikationsgerecht erfolgt
- Zwischenprüfungen → keine registrierpflichtigen Anzeigen
- Fertigungsendprüfungen → keine registrierpflichtigen Anzeigen
- Nullaufnahme des RDB → keine registrierpflichtigen Anzeigen

EDMS: 693493 – „TFK 04.03.2016, Frage 25“

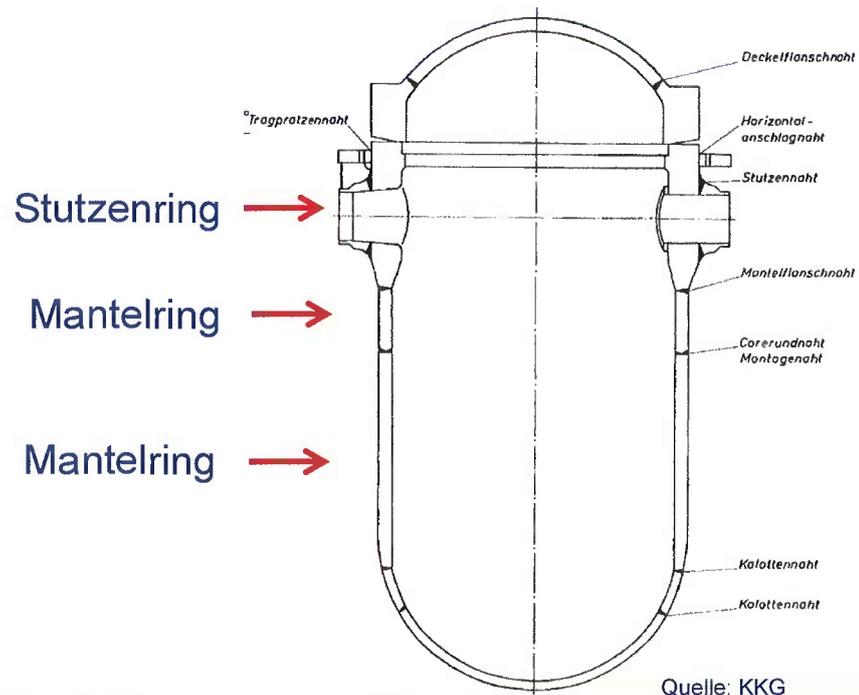
14.03.2016

Folie 20

Wer hat den RDB hergestellt? Etappen des Prozesses?

RDB des KKG:

- 1 Stutzenring
- 2 Mantelringe



Hersteller:

- The Japan Steel Works Ltd. → 1 Mantelring
Giessen des Schmiedeblocks, Schmieden des Rings, mechanische Bearbeitung, 3-fache Zwischenprüfungen durch den Hersteller, KWU und unabhängig davon durch den TÜV
- Klöckner-Werke AG → 1 Mantelring + Stutzenring
dito
- Gebrüder Sulzer AG → Endfertigung des RDB
Verschweißen der Ringe, Aufbringen der Plattierung, mechanische Bearbeitung, div. Wärmebehandlungen, 3-fache Zwischen- und Endprüfungen durch den Hersteller, KWU und den SVTI

Hat damals die Akzeptanzprüfung zu Anzeigen geführt, die innerhalb der Akzeptanzgrenzen lagen?

Alle Zwischen- und Endprüfungen

→ weder registrier- noch bewertungspflichtige Anzeigen

Welche Anzeigengrösse wurde damals toleriert, wo lagen die Akzeptanzgrenzen?

Registriergrenze für Fertigungsendprüfungen am RDB-Mantel:

- Ersatzfehlergrösse KSR = 3

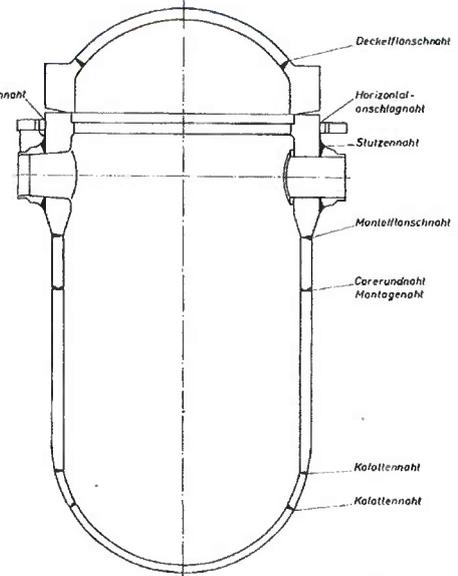
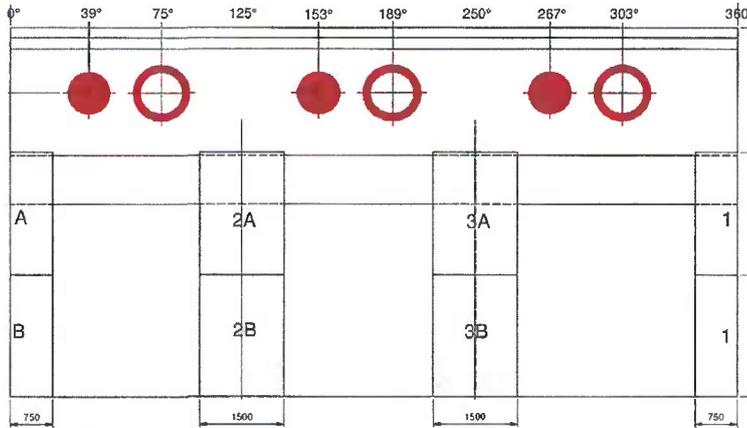
D.h.

- Ein Ultraschallreflektor, dessen Reflexionsverhalten einem Kreisscheibenreflektor (KSR) von min. 3 mm Durchmesser entspricht, musste im Prüfprotokoll festgehalten werden

Umfang der Messungen?

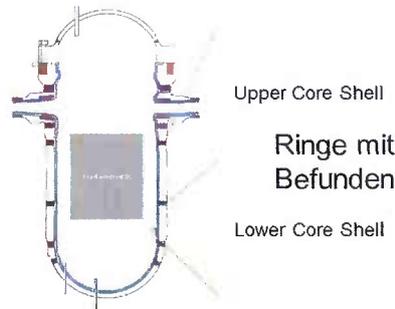
Prüfumfang 30%, aufgeteilt in 3 gleichmässig verteilte Segmente

Die schraffierten Felder entsprechen den Prüfbereichen

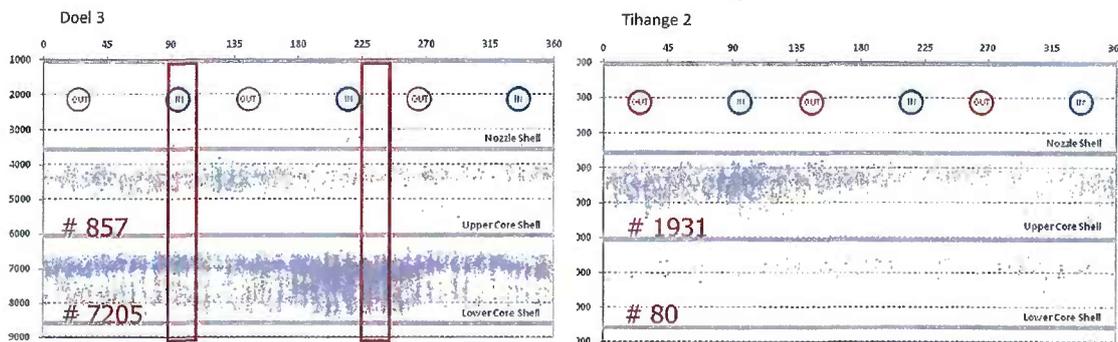


Quelle: KKG

Fehlerbild Doel 3, Tihange 2



Abwicklung des Reaktordruckbehälters:



Jeder lila Punkt markiert die Stelle einer Anzeige.

Quelle: Internet

Welches Messgerät wurde eingesetzt? Wie läuft die Prüfung ab?

Handelsübliches Ultraschallprüfgerät MicroPulse 5PA

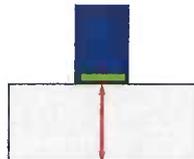


Quelle: Internet

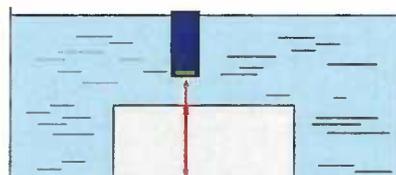
Ablauf der Prüfung

Für RDB-Prüfungen 2 unterschiedliche Verfahren üblich:

- Kontakttechnik



- Tauchtechnik

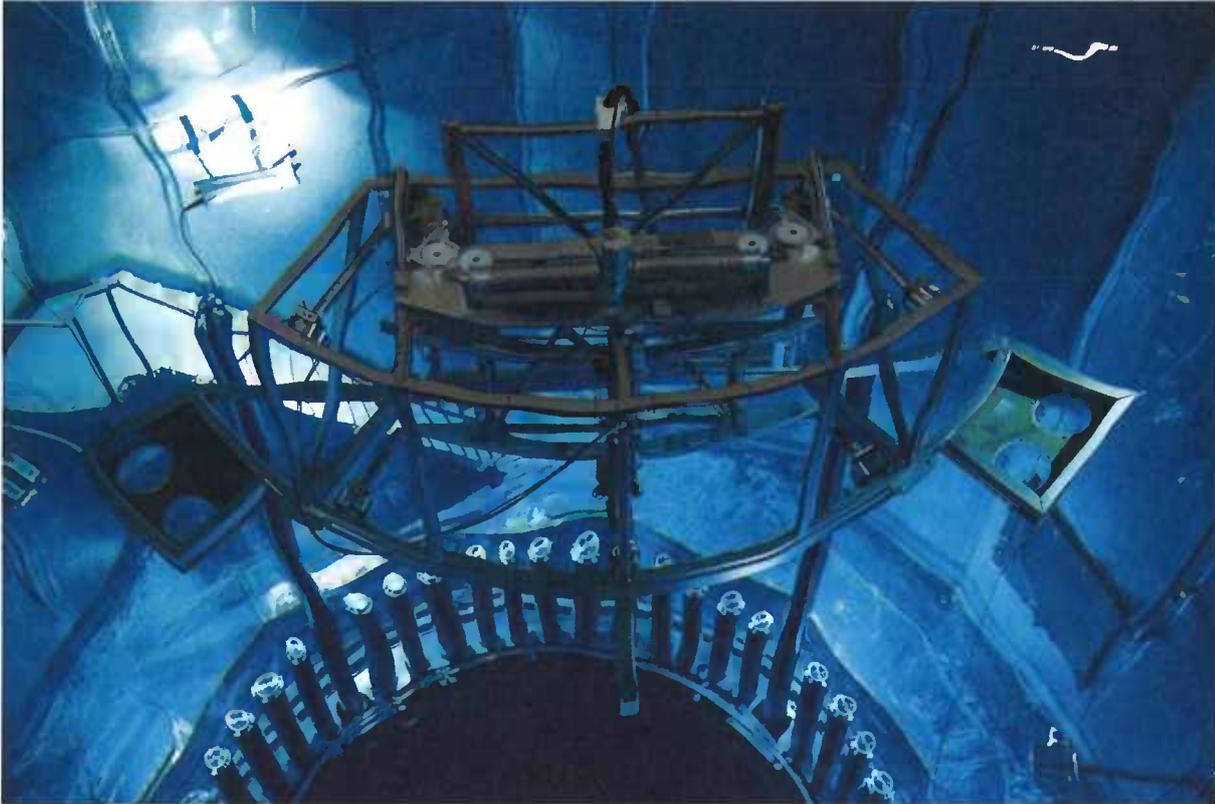


Quelle: Internet

→ in Frankreich für Wiederholungsprüfungen angewendet

→ in Belgien angewendet, Wasserstofflocken festgestellt

→ im KKG angewendet zur Suche nach Wasserstofflocken



Quelle: KKG

Ergebnisse? Analyse? Bewertung?

- Prüfdaten zeigen keinerlei Hinweise auf das Vorhandensein von Wasserstofflocken
- Sachverständiger des SVTI-N bestätigt das Ergebnis
- Pressemitteilung des ENSI vom 06.07.2015:
«... Die Innenseite des Reaktordruckbehälters wurde umfassenden Ultraschallprüfungen unterzogen, wie sie alle zehn Jahre durchzuführen sind, sowie einer spezifischen Prüfung, die das ENSI nach der Meldung von Befunden in den belgischen Anlagen Doel 3 und Thiangé 2 gefordert hatte. Die Prüfungen bestätigen seinen guten Zustand. ...»

Die Anzeigen in KKB1 und in den belgischen Reaktoren wurden im Grundmaterial festgestellt. Gesucht wurde damals jedoch nach Rissen unter der Plattierung wie es standardmässig in Frankreich gemacht wird (nach meinem Wissen alle 10 Jahre)? Dabei wurde ein Französisches Messgerät (MIS) eingesetzt. Wurde in der Schweiz auch nach Rissen unter der Plattierung (undercladding cracks) gesucht, wie es standardmässig in Frankreich gemacht wird (nach meinem Wissen alle 10 Jahre)?

- RDB des KKG ist mit 2-lagiger Plattierung ausgeführt
- Fertigungsendprüfungen
→ keine Hinweise auf Unterplattierungsrisse
- Sonderprüfung 1998 an wichtigsten Stellen (Grundmaterial unterhalb Eintrittsstutzen → PTS) auf Unterplattierungsrisse
→ keine Hinweise auf Unterplattierungsrisse
- Schlussfolgerung:
Auf weitere Prüfungen kann verzichtet werden, da es sich bei Unterplattierungsrisse um einen Herstellungsfehler beim Schweißen der Plattierung handelt und nicht um einen betriebsinduzierten Fehler.

Sind solche Prüfungen dosimetrisch relevant für das Personal?

- RDB-Prüfungen 2015: Kollektivdosis < 10 Pers. mSv
- Jahresdosis 2015: 493 Pers. mSv
- An Durchführung, Betreuung und Überwachung der RDB-Prüfungen waren über 20 Personen beteiligt.
- D.h. für die einzelnen involvierten Personen ergibt sich keine bedeutende Dosisbelastung

Sicherheitstechnische Beurteilung

Die Ergebnisse der Überprüfung des Herstellungsprozesses wie auch die durchgeführten Sonderprüfungen des RDB, welche aufgrund der Empfehlungen der WENRA und auf Anordnung des ENSI durchgeführt wurden, haben den sicheren Zustand des RDB des KKG bestätigt.



Umsetzung der WENRA Empfehlungen Aufsicht bei zerstörungsfreien Prüfungen

Technisches Forum Kernkraftwerke: Brugg, 04. März 2016

Dr. Dietmar Kalkhof, Maschinentechnik
ENSI



Historie

- Juni 2012: Ultraschallprüfung auf Unterplattierungsrisse am RDB Doel-3
Vielzahl an quasi-laminaren Anzeigen
- Juli 2012: Prüfung der gesamten Wanddicke des RDB Doel-3
Bestätigung von vielen Anzeigen auch in tieferen Bereichen
- Sept. 2012: Quasi-laminare Ultraschallanzeigen im RDB Tihange-2
- Januar 2013: Vorschlag ENSI für WENRA-Empfehlungen
Aufforderung an alle Schweizerischen KKW zur Überprüfung der Herstellungsunterlagen auf Hinweise für Wasserstofflocken



WENRA Empfehlungen, 15.08.2013

- Schritt 1:** Umfassende Analyse der Herstellungs- und Herstellungsprüfungsunterlagen
- Die nationale Aufsichtsbehörde fordert die Kraftwerksbetreiber auf, eine umfassende Durchsicht der Herstellungsdokumentationen durchzuführen hinsichtlich Hinweise auf Wasserstofflocken
- Schritt 2:** Prüfungen am RDB-Grundmaterial
- WENRA empfiehlt die Durchführung von Prüfungen, um die Qualität des Grundmaterials zu überprüfen
 - Die nationale Aufsichtsbehörde legt in Abstimmung mit dem Betreiber Zeitpunkt, Prüfvolumen und Prüfkonzept fest
 - Die Prüfung soll an einem repräsentativen Prüfvolumen stattfinden
 - Falls Hinweise auf Wasserstofflocken vorliegen, ist das Prüfvolumen zu erweitern
 - Es ist zu demonstrieren, dass das eingesetzte Prüfverfahren geeignet ist, um Wasserstofflocken sicher zu erkennen



Schritte zur Umsetzung der WENRA Empfehlungen

Frage: Wie wurde von KKG und ENSI vorgegangen, um die WENRA-Empfehlungen umzusetzen?

- **ENSI, 21.01.2013**, Forderung zur Überprüfung der Herstellungsunterlagen RDB und Erstellung eines zusammenfassenden Berichtes, der mindestens folgende Angaben enthält:
 - Hersteller, Grundwerkstoff, Schritte der Guss- und Schmiedeverfahren, Umfang, Art und Akzeptanzkriterien der Herstellungsprüfungen der Schmiedeteile
- **KKG, 30.04.2013**, Zusammenstellung von Informationen über Herstellung, Grundwerkstoff und Herstellungsprüfungen, keine Hinweise auf Vorhandensein von Wasserstofflocken
- **ENSI, 04.07.2013**, Akzeptanz Herstellungsdocumentation KKG
 - Forderung für Prüfung Grundmaterial RDB im Rahmen der nächsten Wiederholungsprüfung der Schweissnähten RDB (2015)
 - Forderung zum Einreichen eines Konzeptes für die Prüfungen am Grundmaterial RDB (Umfang, Prüfvorschrift, Prüftechnik)



Schritte zur Umsetzung der WENRA Empfehlungen

- **KKG, 01.10.2013**, Konzept Ultraschallprüfungen 2015 am Grundmaterial des RDB
 - geplantes Prüfvolumen für 2015: vier Bahnen von 1m Breite im Abstand von 90° zylindrischer Teil des RDB (ca. 30% Ringvolumen),
 - Fehlertyp: quasi-laminare Fehler (Wasserstofflocken)
- **KKG / QST Schweiz, Januar 2014 bis Mai 2015**, Durchführung der Qualifizierung des Prüfsystems gem. ENSI-B07
- **SVTI-N, Juni 2015**, Kontrolle der Datenaufnahme und -auswertung
- **ENSI, Juni 2015**, Inspektionen Durchführung der Prüfung, Datenauswertung und Bewertung des Zustandes des RDB
 - Prüfung wurde fachgerecht durchgeführt
 - keine Anzeigen, die auf wasserstoffinduzierte Fehler hinweisen



Aufsicht bei zerstörungsfreien Prüfungen im Kernkraftwerk

Gestaffeltes Vorgehen der Aufsicht

- Vor dem Einsatz im Kernkraftwerk
 - Nachweis des Leistungsvermögens eines Prüfsystems unter realitätsnahen Bedingungen durch Qualifizierungsstelle Schweiz
- Während der Prüfung im Kernkraftwerk
 - Kontrolle der Datenaufnahme durch SVTI gem. Prüfvorschrift
 - Kontrolle der Datenauswertung durch SVTI gem. Regelwerk
 - Inspektionen ENSI gem. Regelwerk
- Auswertung der Ergebnisse
 - Kontrolle der registrierpflichtigen und bewertungspflichtigen Anzeigen durch den SVTI



Vor dem Einsatz im Kernkraftwerk

Qualifizierung des Prüfsystems

- Qualifizierungsstelle ZfP Schweiz (QSt):
Nachweis des Leistungsvermögens eines Prüfsystems unter realitätsnahen Bedingungen
- Prüfsystem:
Einheit aus Prüfpersonal, Prüfvorschrift und Prüfausrüstung



Vor dem Einsatz im Kernkraftwerk

Erstellen eines Qualifizierungskonzepts

Eingangsinformation Komponente

- Werkstoff
- Geometrie
- Schweissverfahren
- Oberfläche
- Sicherheitsklasse
- Prüfbereich
- Besonderheiten Herstellung
- Zugänglichkeit
- Dosisleistung

Fehlersituation

- Schadensmechanismus
- Fehlerart
- Zulässige Fehlergrösse
- Orientierung Umfang - Axial
- Fehlerlage
- Fehlergeometrie
- Morphologie

Anforderungen Prüfsystem

- Fehlernachweis \geq Qualifizierungsfehlergrösse
- Fehlergrössenbestimmung
- Fehlerpositionierung
- Charakterisierung
- Messgenauigkeit

Umfang der Qualifizierung

- Auswahl Prüffirma
- Auswahl Prüftechnik
- Identifikation möglicher Leistungsnachweise
- Qualifizierungsvariante
- Technische Begründung
- Praktische Demonstration Prüfvorschrift, Prüfpersonal



Aufsicht während der Prüfung

- Kontrolle Datenaufnahme durch den SVTI
 - Kontrolle der Zertifikate für Prüfsystem und Prüfpersonal
 - Einhaltung der Anforderungen der Prüfvorschrift
 - Kontrolle der Qualität der Daten
- Kontrolle Datenauswertung durch den SVTI
 - stichprobenartige unabhängige Auswertung der Rohdaten
 - vollständige Kontrolle der registrierpflichtigen Anzeigen
 - vollständige Kontrolle der Anzeigencharakterisierung
- Inspektionen ENSI
 - regelmässige Kontrolle von wichtigen Prüfungen
 - Kontrolle von Prüfungen mit Problemen



Aufsicht nach der Prüfung (Befundbewertung)

SVTI

Registrierpflichtige Anzeigen

- Kriterien in der Prüfvorschrift, die festlegen, wann ein Prüfergebnis in Prüfprotokollen oder Befundlisten zu dokumentieren ist

Bewertungspflichtige Anzeigen

- Kriterien in der Prüfvorschrift, die Befunde identifizieren, die von sicherheitstechnischem Interesse sind.
- In der Regel entspricht die Bewertungsschwelle den Akzeptanzkriterien in der Bauvorschrift

ENSI

- Kontrolle der bruchmechanischen Berechnungen für die bewertungspflichtigen Anzeigen
- Sicherheitstechnische Bewertung der Anzeigen

Technisches Forum Kernkraftwerke, 12. Sitzung, 4. März 2016

Aare in Brugg: Einordnung historischer Hochwasser im Vergleich zu heutigen Pegelständen und Brückenentwicklung

Inputs Heini Glauser, aufgrund einer Teilstudie zur EXAR-Studie: „Historische Hoichwasser an Aare und Rhein“ von Oliver Wetter, UNI Bern

Hochwasser- und Pegel-Fakten zur Aare
bei und unterhalb der Steinbrücke in Brugg¶

¶

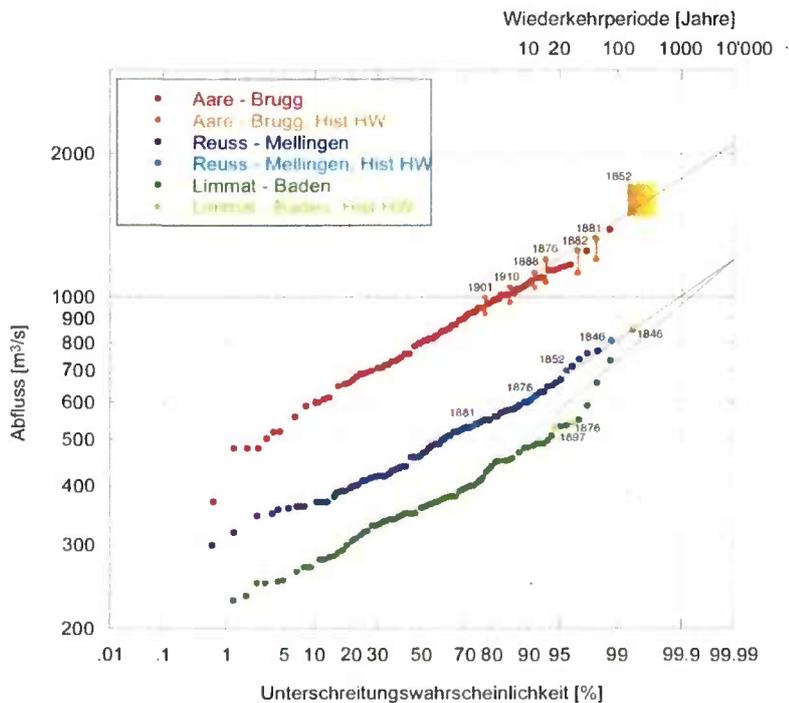
Zusammenstellung im Auftrag des BAFU, für die EXAR-Untersuchungen¶

¶



Aare in Brugg am 9. August 2007, um 15 Uhr (mit ca. 1'200 m³/s)¶

Ein Grund für diese Untersuchungen, neben der grundsätzlichen Erforschung der Extremhochwasser an Aare und Rhein, ist die folgende Grafik, in Studien zur Hochwassersicherheit der AKW Beznau



Das gelb-orange Quadrat stellt die Ereignisbandbreite des Hochwassers 1852 dar.

- RESUN-Bericht für Beznau III, Dezember 2008
- Scherrer AG: Hydrologische Untersuchungen an der Aare für die Kraftwerke in Beznau; Reinach, Februar 2009
- Beantwortung TFK-Frage 3
- „Hochwasser 1852: 1'540-1'700m³/s“

Annahmen von Extremhochwassermengen an der Aare in Brugg 1852, in verschiedenen Studien:

- Zschokke, 1855: Tagesmittelwert 1'540m³/s
RESUN und Scherrer verwendeten diesen Wert als Spitzendurchfluss

3.5.3.1 Historische Hochwasser

Die Abflussspitze vom 18.9.1852 lag demnach bei 1'500-1'700 m³/s. Neben Zschokke ([89]; 1'540 m³/s) schätzte auch die Flussbau AG ([87]; 1'700 m³/s) den Abfluss dieses Hochwassers in der gleichen Größenordnung ab. In gleicher Weise wurden weitere historische Hochwasserabflüsse an Aare, Reuss und Limmat rekonstruiert.

effektiv (Logik Zschokke), 10-20% höher: 1'700-1'850m³/s

- Flussbau AG 2008: 1'700m³/s

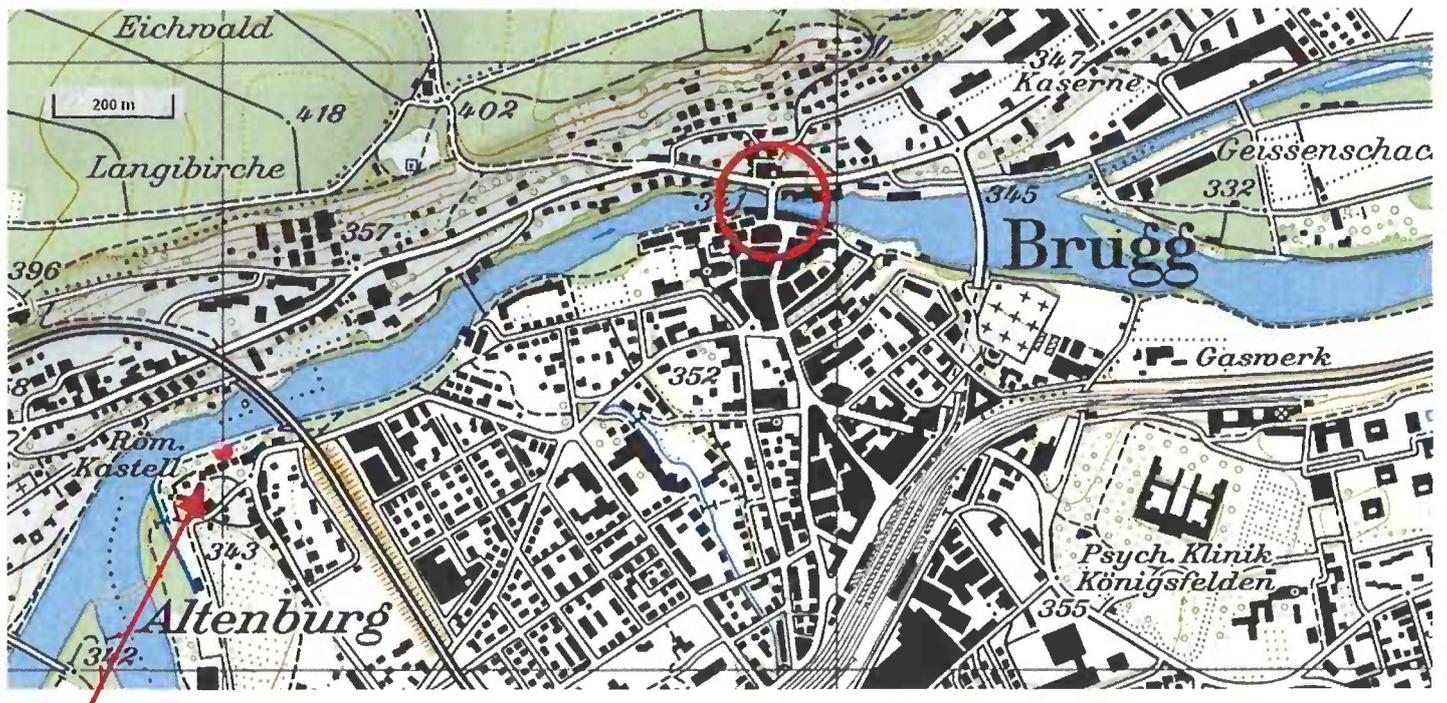


Bild 1: Einen Kilometer oberhalb dieser Aareschlucht betreibt das BAFU seit 1917 eine Ihrer hydrologischen Messstellen. ¶

Diese felsige Stelle ist ein idealer Ort zur Beobachtung der Wassermengen und des Aarepegels. Zwei Jahreszahlen (1852 und 1711) in der nordwestlichen Brückenwand aus Steinquadern deuten darauf hin, dass an dieser Stelle sehr grosse Wassermassen durchgeflossen sein müssen. ¶



Bild 2: Hochwassermarken 1852 und 1711 in der nordwestlichen Brückenecke, auf ca. 338 m ü. M. ¶

In den Stadtchroniken wird noch auf wesentlich höhere Wasserpegel hingewiesen. Insbesondere in den Jahren 1480 und 1570, als die Aare das nördliche Ufer überflutete und Wasser durch die befestigte Vorstadt floss. ¶

WassergröÙe.

Vom 21. bis 23. Juli 1480 schvull die Aare so stark an, daÙ sie über die Thonbäume der Brücke hinweg und durch das Fenster in die Zollstube floÙ. Das Wasser ging durch die Vorstadt und stieß so stark an den äußern Turm, daÙ man fürchtete, er werde einstürzen. Man fürchtete auch, daÙ die Brücke zerrissen werde; aber man verspernte sie mit starken Hölzern so mächtig, daÙ sie bestehen blieb, während mehrere Häuser an den Ufern, sowie die Mauer, die vom Hallwylershaus bis zum Rathhaus bald nach dem Ueberfall gebaut worden war, fortgespült wurden; ebenso ein steinerner Bogen am äußern Turme.

† Dokumentiert im 36. Jahrgang der Brugger Neujahrsblättern [6], vom Jahr 1926. Dieser detaillierte Bericht über die Brugger Brückengeschichte, mit vielen historischen Referenzen, wurde im Nachgang zum Brückenneubau von 1925 zusammengestellt.

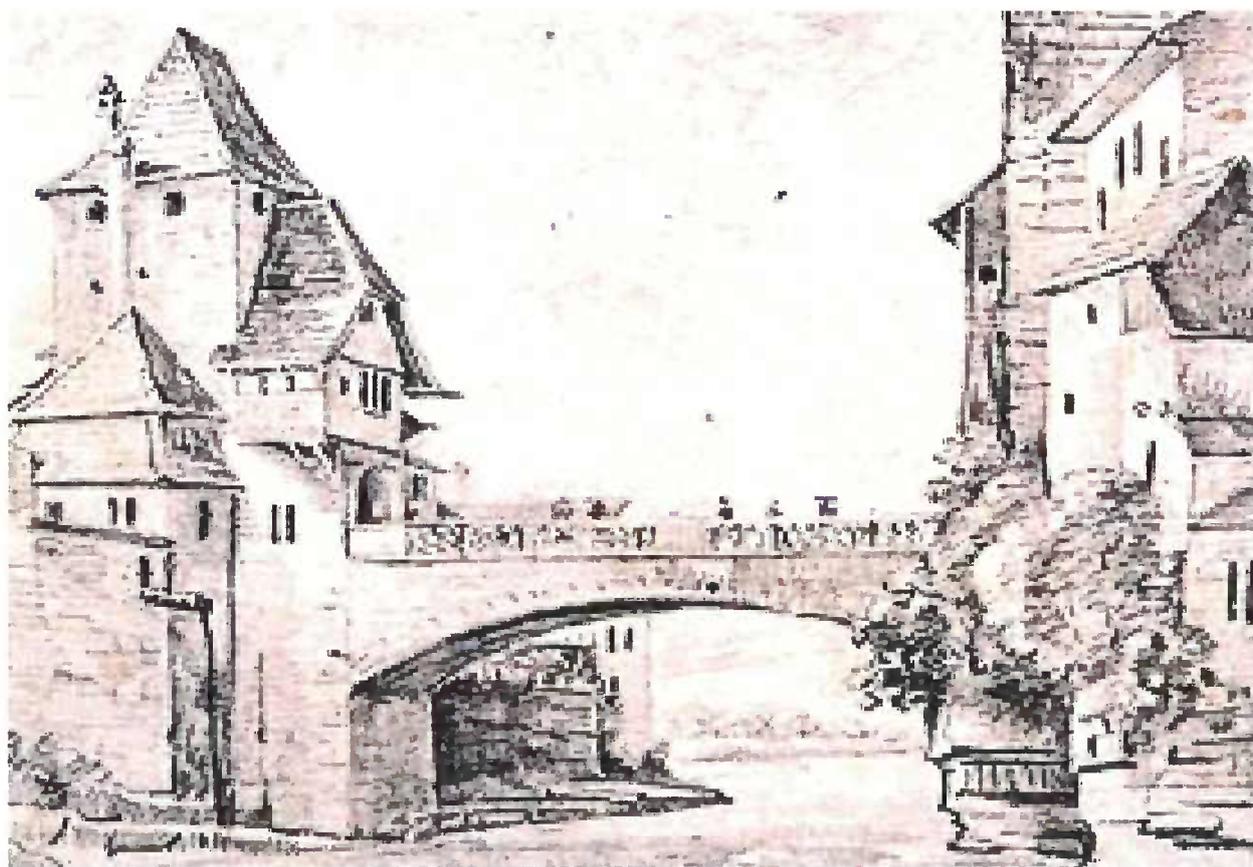


Bild von Westen auf die alte Steinbrücke, vor 1836. So muss die Situation zwischen zwischen 1577 und 1836 etwa ausgesehen haben. Bei Hochwasser 1480 und 1570 mit Holzbrücken



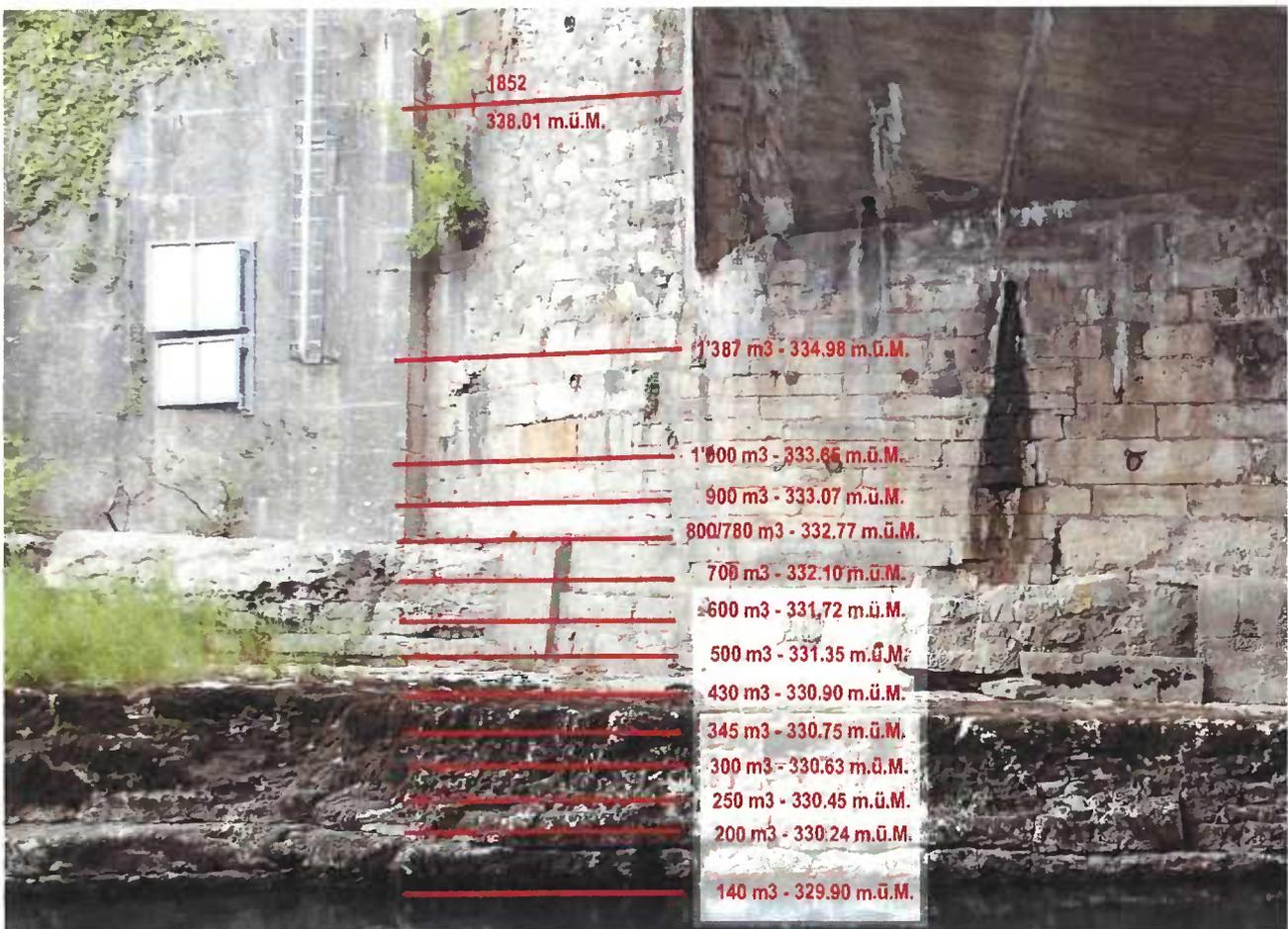
Brücke und beidseitige Torbauten von Westen, um 1840
Aquatint von Rudolf von Effering. Schloss Wildegg
Stadtbibliothek von Brugg

Hochwasser 9.8.2007, 8.35 Uhr (Bild Glauser):

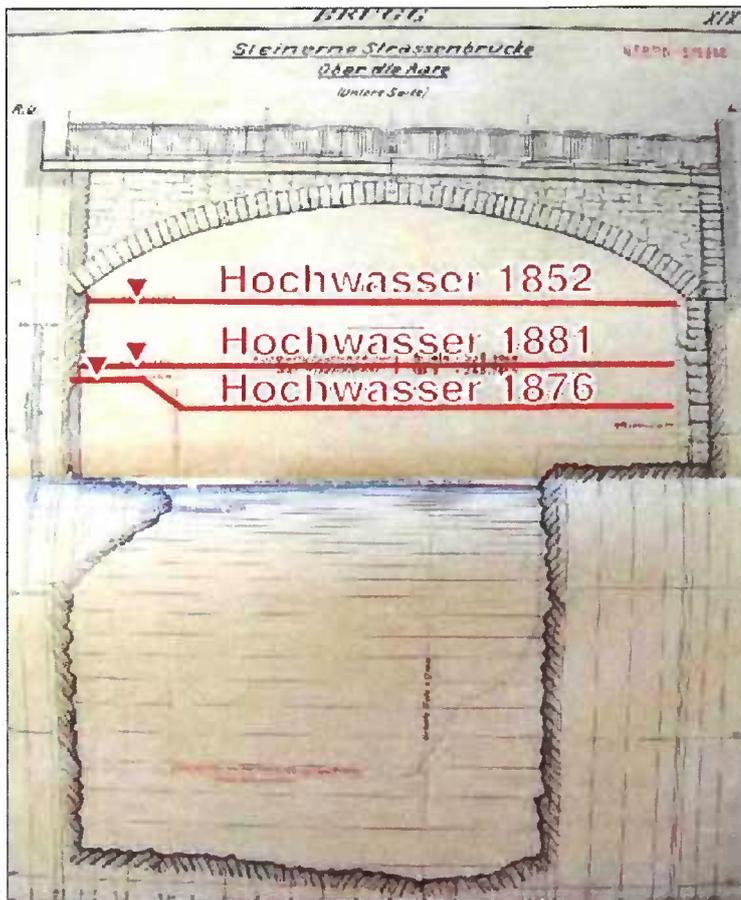


Flussbau AG 2014: „1'700m³/s eher zu tief“: 1'700-1'900m³/s, aber mit diversen offenen Fragen

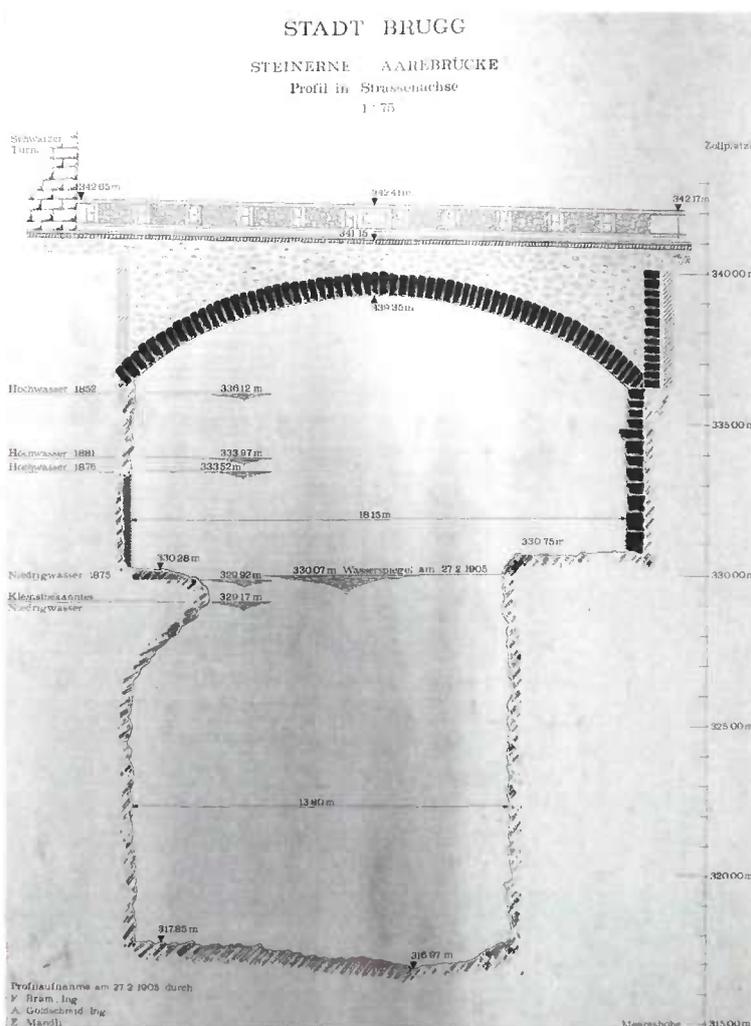
Vergleich Hochwasser-Pegel



Hochwasser-Pegel in RESUN- und Scherrer-Berichten



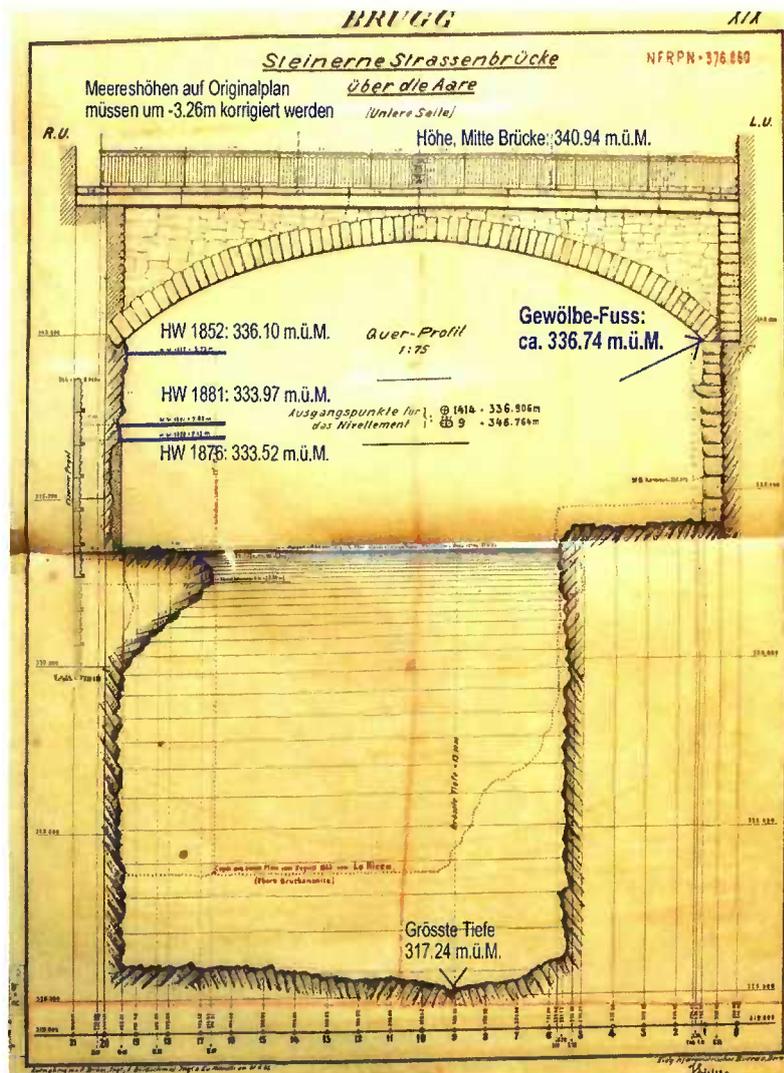
In den Texten dieser Berichte wird impliziert, dass das Hochwasser 2007 etwa demjenigen von 1852 und denjenigen von 1480 und 1570 entsprechen haben könnte.

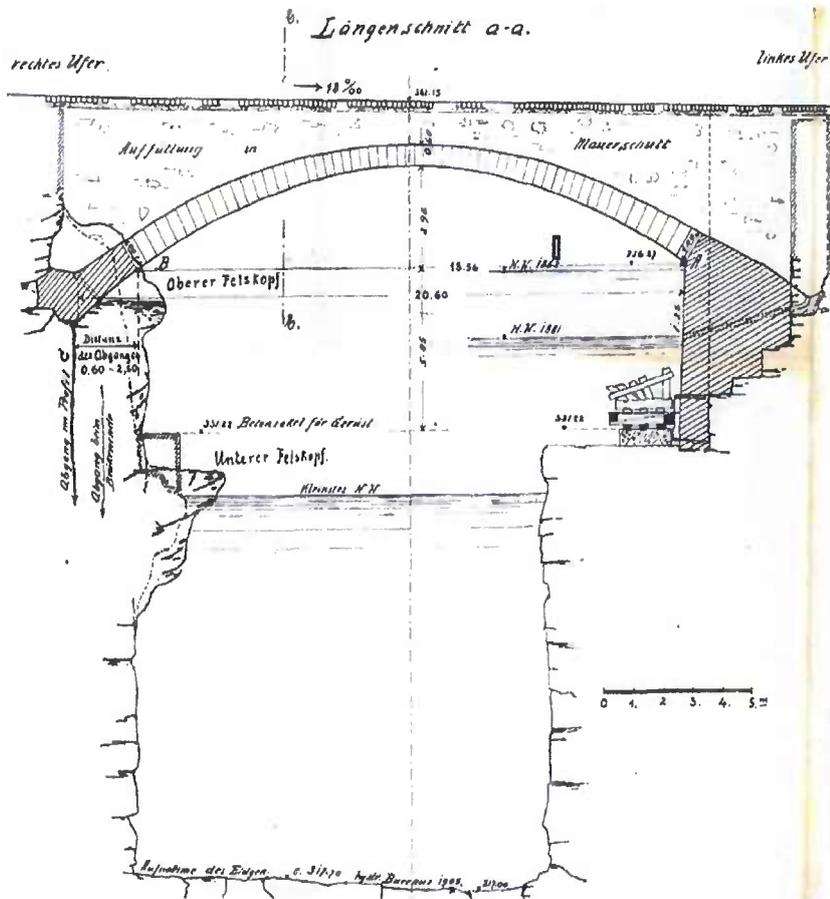


Korrekte Einfügung der HW-Pegel, gemäss gemessenen Meereshöhen

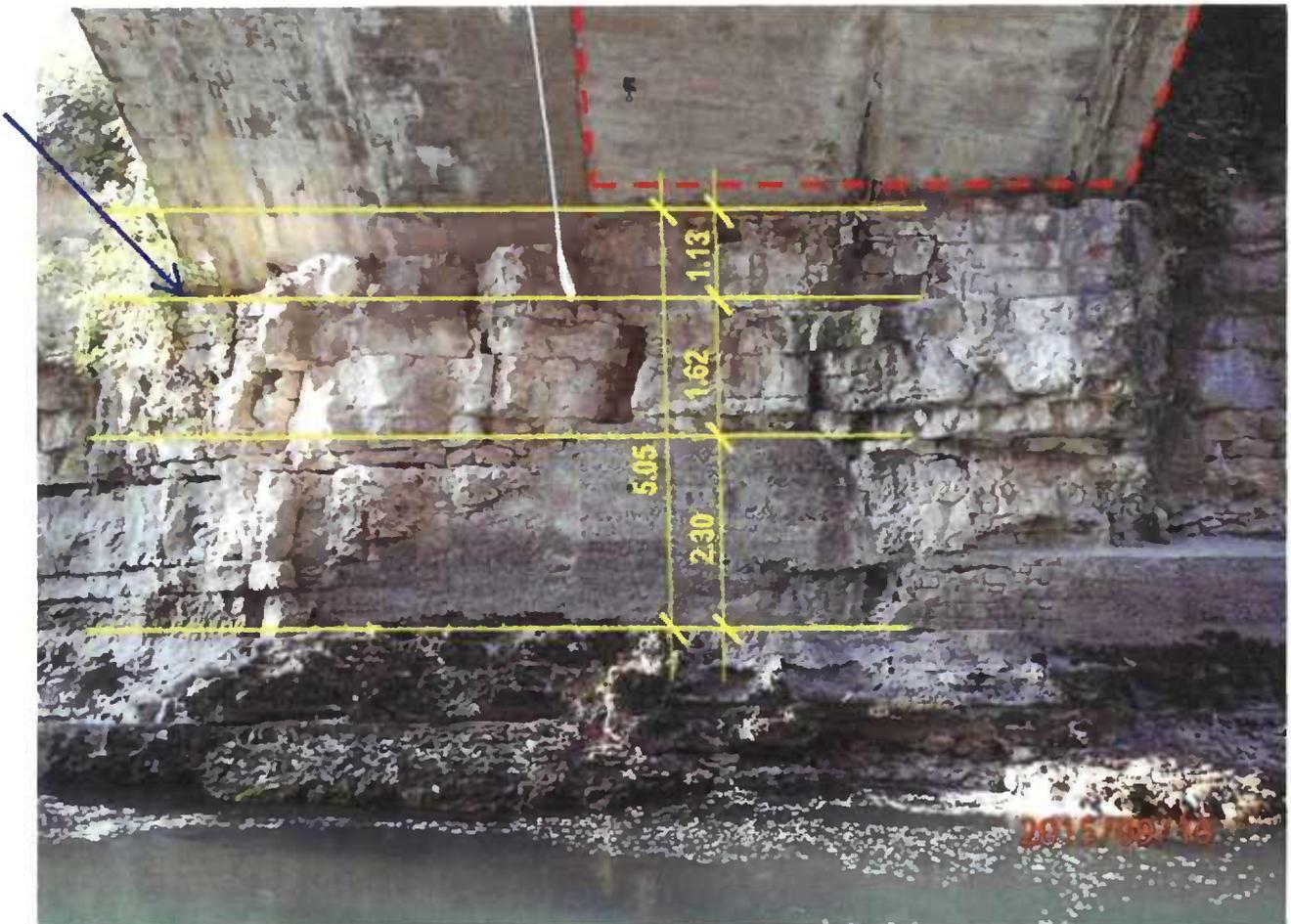


Bild 16: 4-grosse Hochwasser auf dem Profil / der Ansicht der heutigen Brücke. Die grosse Differenz zwischen HW 1852 und 2007/1881 gegenüber derjenigen zwischen 2007 und 2015 lässt vermuten, dass das HW 1852 um einiges grösser ist als 1'700 m³/s (das wäre nur +313 m³/s gegenüber 2007)¶

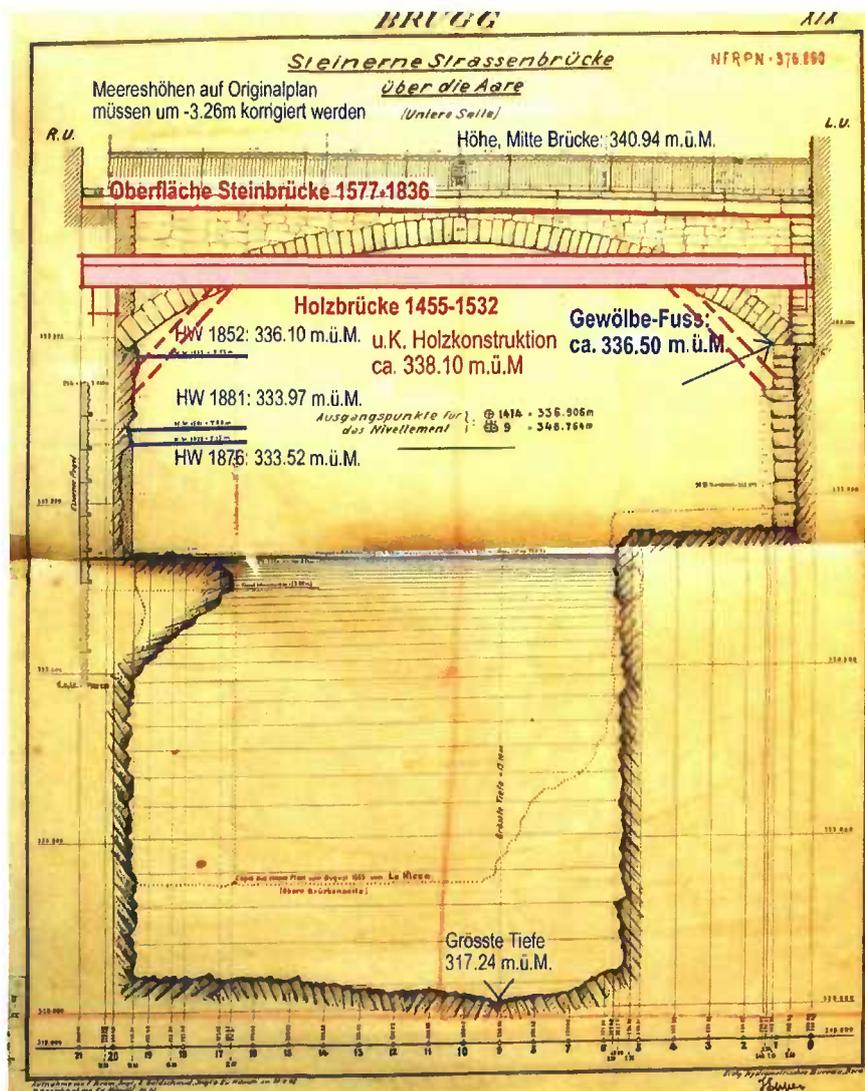




Querprofil der Aare in Brugg (Blick aareaufwärts) auf einem Plan zur Erneuerung der Steinbrücke (Tiefbauamt Kanton Aargau, 1924). Das Querprofil wurde gemäss Angaben auf dem Plan um 1905 durch die Landeshydrologie aufgenommen.



Aarepegel am 10. September 2015: 329.80-329.90 m ü.M. (125-140 m³/s)



Approximative Höhen der Brücken: Untersicht und Oberfläche

in der Mitte der Brücke, resp. im Scheitelpunkt des Gewölbes

±

	Beschrieb	Untersicht	Oberfläche
1455 - 1532	Erste gedeckte Holzbrücke	ca. 338.10 m.ü.M	ca. 339.00 m.ü.M
1532 - 1577	Letzte Holzbrücke	ca. 339.60 m.ü.M	ca. 340.50 m.ü.M
1577 - 1836	Steinbrücke	ca. 339.50 m.ü.M	ca. 340.50 m.ü.M
1836 - 1925	Steinbrücke, Belag erhöht	ca. 339.50 m.ü.M	340.94 m.ü.M
1925 bis ca. 1970	Neue Steinbrücke	339.35 m.ü.M	341.15 m.ü.M
Ca. 1970 bis heute	Steinbrücke: Belag erhöht	339.35 m.ü.M	341.41 m.ü.M

Bilder 12 und 13: Vergleich alte und neue Steinbrücke (mit tieferem linkem Gewölbeansatz)



Wassermengen und Pegellinien 1852 und in den letzten 9 Jahren

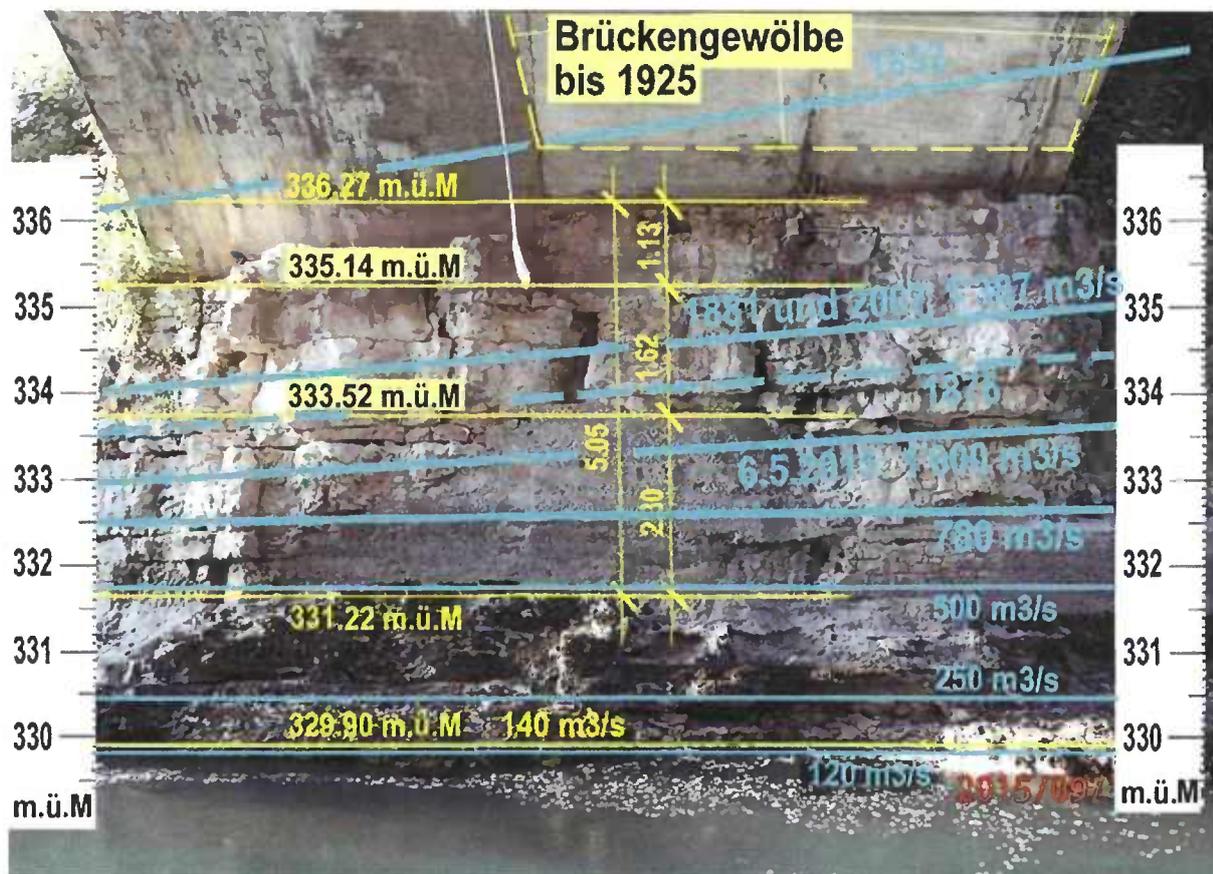


Bild 17: Pegel der Aare bei unterschiedlichen Durchflussmengen, auf der Südwand unter der Brücke

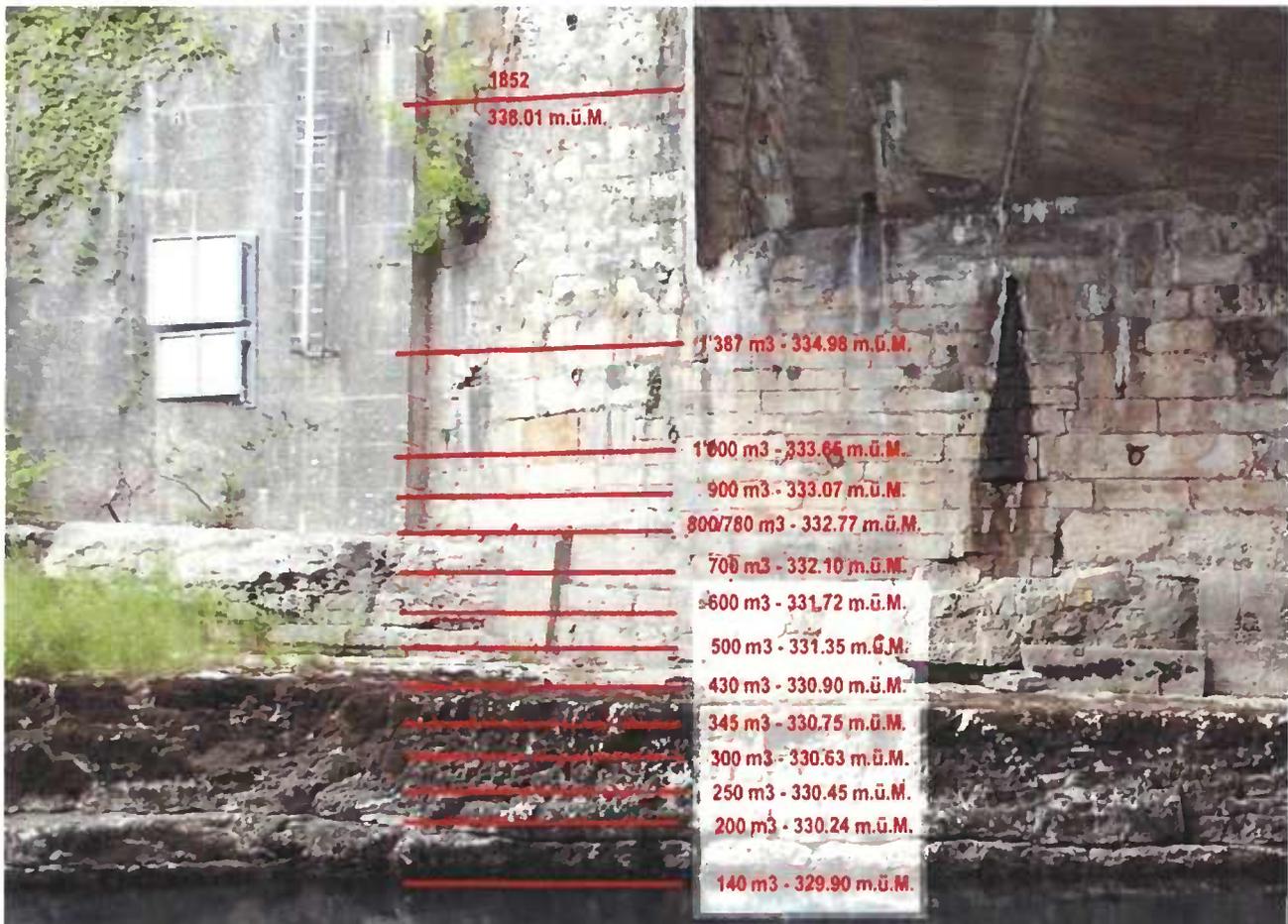
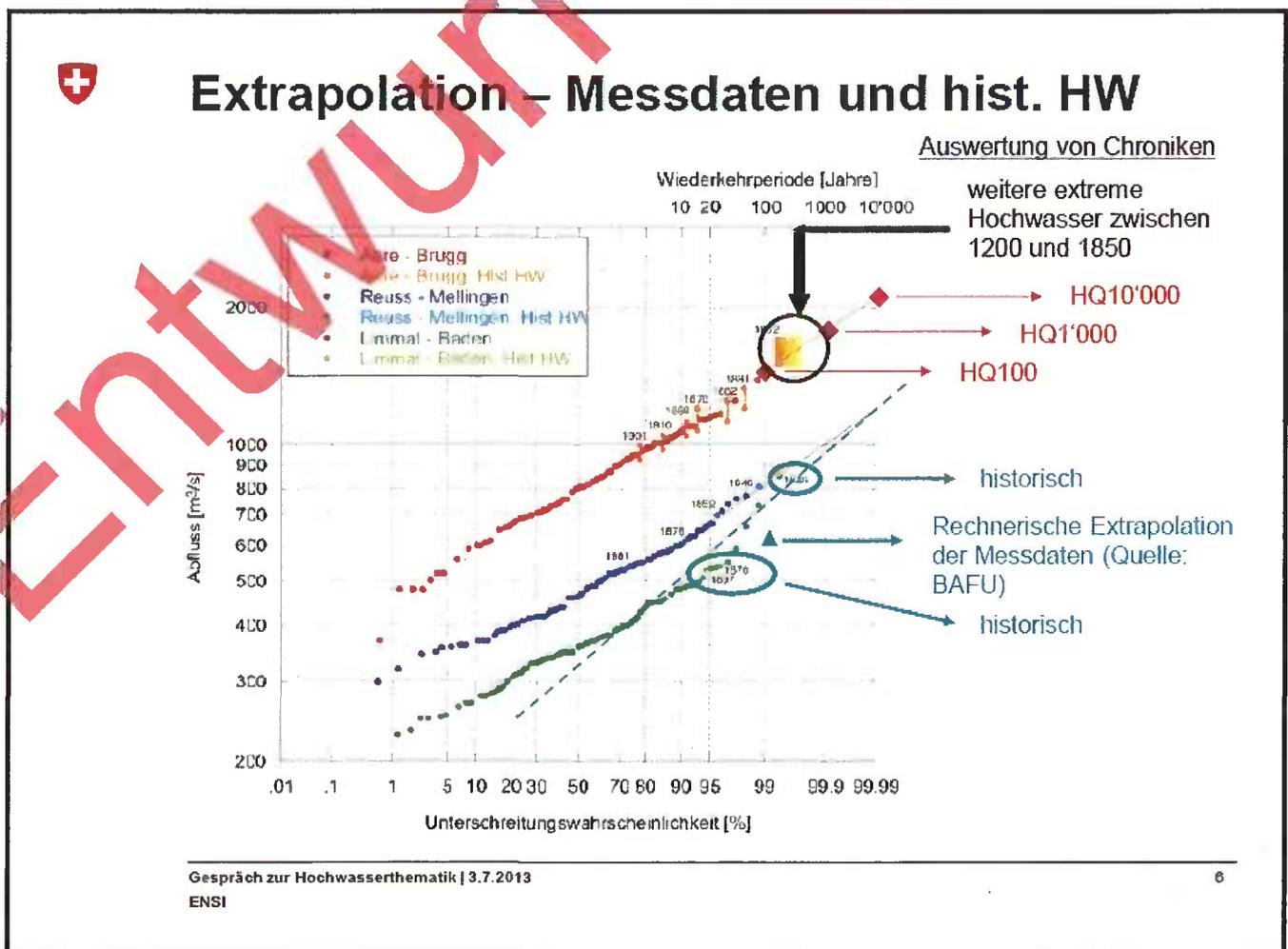
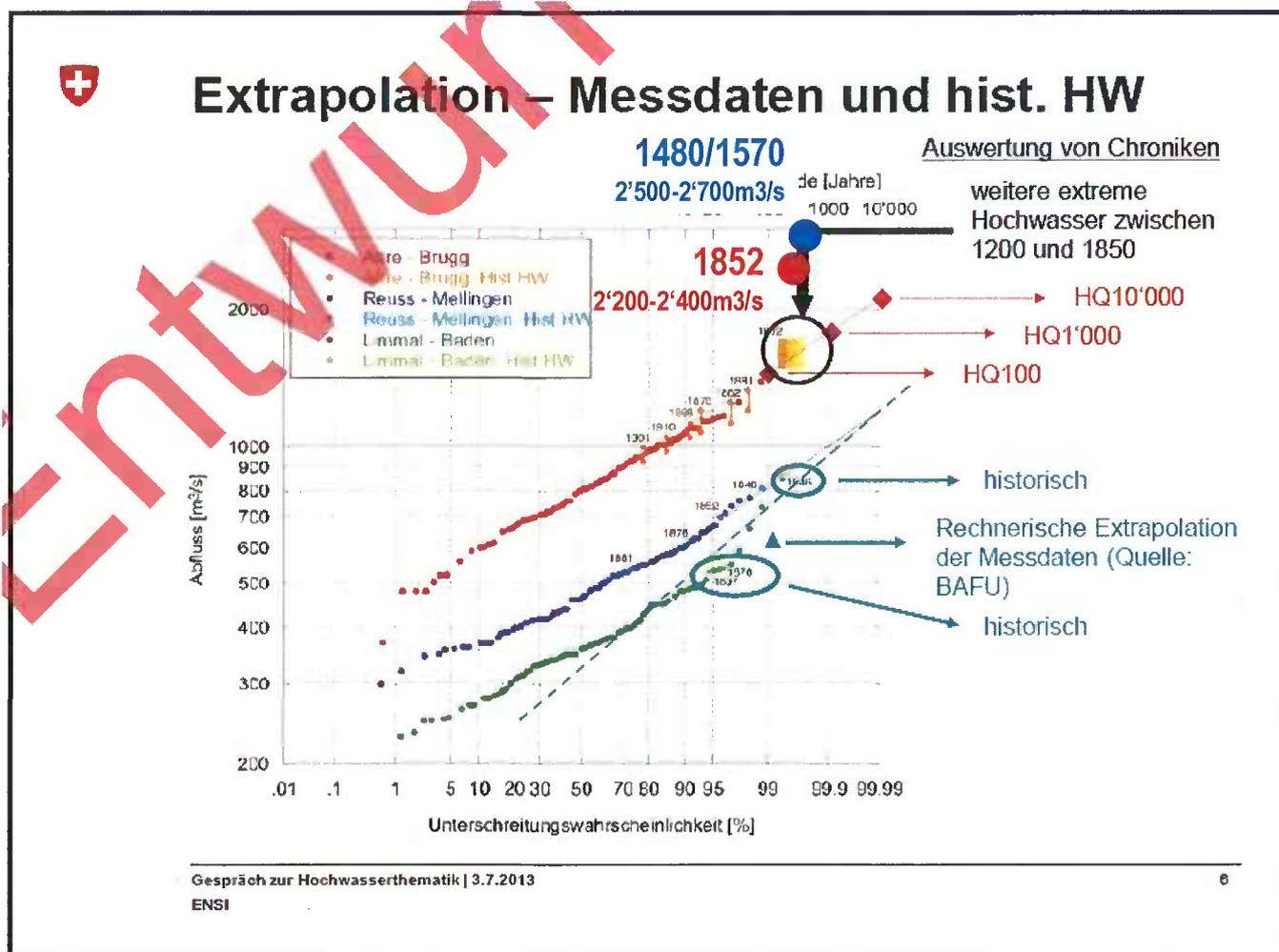


Bild 18: Pegel der Aare an der Nordwestecke auf der oberen Brückenseite



Frage 4

- Wieso akzeptiert das ENSI Hochwasserstudien mit Angaben, die anhand von vorhandenen Hochwassermarken überprüft werden können und als falsch erkannt werden könnten?



Rückblick auf Hochwasserfrage 4, TFK 13.12.2013 und anschliessende schriftliche Beantwortung

4.3 Zitat: „Wieso akzeptiert das ENSI Hochwasserstudien mit Angaben, die anhand von vorhandenen Hochwassermarken überprüft werden können und als falsch erkannt werden könnten?“

ENSI-Antwort:

Die dem ENSI vorliegenden Hochwasserstudien beruhen unter anderem auf den vom Fragesteller herangezogenen Hochwassermarken und wurden überprüft. Die vorliegenden Auswertungen zu den historischen Hochwasserereignissen erfolgen nach dem Stand von Wissenschaft und Technik und sind aus Sicht des ENSI plausibel und belastbar.

