

The image shows two large, dark, cylindrical cooling towers of a nuclear power plant. They are emitting thick plumes of white steam that rise into a sky filled with grey, overcast clouds. The scene is captured from a low angle, making the towers appear imposing. In the foreground, there is a dark, silhouetted fence and some industrial structures. The overall atmosphere is industrial and somewhat somber due to the weather.

Risiken des Betriebs des Kernkraftwerks Gundremmingen unter besonderer Berücksichtigung der beantragten Leistungserhöhung

Risiken des Betriebs des Kernkraftwerks Gundremmingen unter besonderer Berücksichtigung der beantragten Leistungserhöhung von Univ.-Prof. Wolfgang Renneberg

Forum gemeinsam gegen das Zwischenlager und für eine verantwortbare Energiepolitik



Risiken des Betriebs des Kernkraftwerks Gundremmingen unter besonderer Berücksichtigung der beantragten Leistungserhöhung

Autor

Univ.-Prof. Wolfgang Renneberg

unter Mitwirkung von Dipl. Ing. Dieter Majer

Wien, 12. November 2013

Institut für Sicherheits- und Risikowissenschaften

Download: www.atommuell-lager.de

Sicherheitsgrundlagen

Das Konzept der gestaffelten Sicherheitsebenen

Sicherheits-ebene	Anlagenzustand/ Ereignis	Häufigkeit der Anlagenzustände/ Ereignisse	Zielsetzung	Technische Einrichtungen und Maßnahmen
1	Normalbetrieb einschl. Instandhaltung	regelmäßig	Vermeidung von Betriebsstörungen	Betriebssysteme
2	anomaler Betrieb (Betriebsstörungen)	während der Betriebszeit der Anlage zu erwarten	Beherrschung von Betriebsstörungen	Regelungs-/ Begrenzungseinrichtungen, Überwachungs- und Diagnosesysteme, Aggregateschutz
3	auslegungsbestimmende Störfälle	Während der Betriebszeit der Anlage nicht zu erwarten, die jedoch nicht wegen ihrer Eintrittshäufigkeit Sicherheitsebene 4 zugeordnet oder praktisch ausgeschlossen werden können.	Beherrschung von auslegungsbestimmenden Störfällen	Sicherheitssysteme
4a	spezielle postulierte Ereignisse (z. B. Flugzeugabsturz, ATWS)	wegen ihrer geringen Eintrittshäufigkeit nicht den auslegungsbestimmenden Störfällen zugeordnet	Reduzierung der Gefährdungszustände	anlagenspezifische Maßnahmen
4b	auslegungsüberschreitende Anlagenzustände		Vermeidung schwerer Kernschäden und Minderung ihrer Auswirkungen	anlageninterner Notfallschutz: a) flexible Nutzung vorhandener Einrichtungen b) punktuelle Maßnahmen zum Notfallschutz

Risiken des Betriebs des Kernkraftwerks Gundremmingen unter besonderer Berücksichtigung der beantragten Leistungserhöhung von Univ.-Prof. Wolfgang Renneberg

Forum gemeinsam gegen das Zwischenlager und für eine verantwortbare Energiepolitik



Inhalt

- Reaktordruckbehälter
- Erdbebenauslegung
- Not- und Nachkühlung
- Hochwasser
- Kühlung des Brennelementlagerbeckens
- Venting

Risiken des Betriebs des Kernkraftwerks Gundremmingen unter besonderer Berücksichtigung der beantragten Leistungserhöhung von Univ.-Prof. Wolfgang Renneberg

Forum gemeinsam gegen das Zwischenlager und für eine verantwortbare Energiepolitik



Inhalt

- Reaktordruckbehälter
- Erdbebenauslegung
- Not- und Nachkühlung
- Hochwasser
- Kühlung des Brennelementlagerbeckens
- Venting

Reaktordruckbehälter

Sicherheitsanforderungen an Kernkraftwerke: Kriterien der Basissicherheit , Kap. 3.4

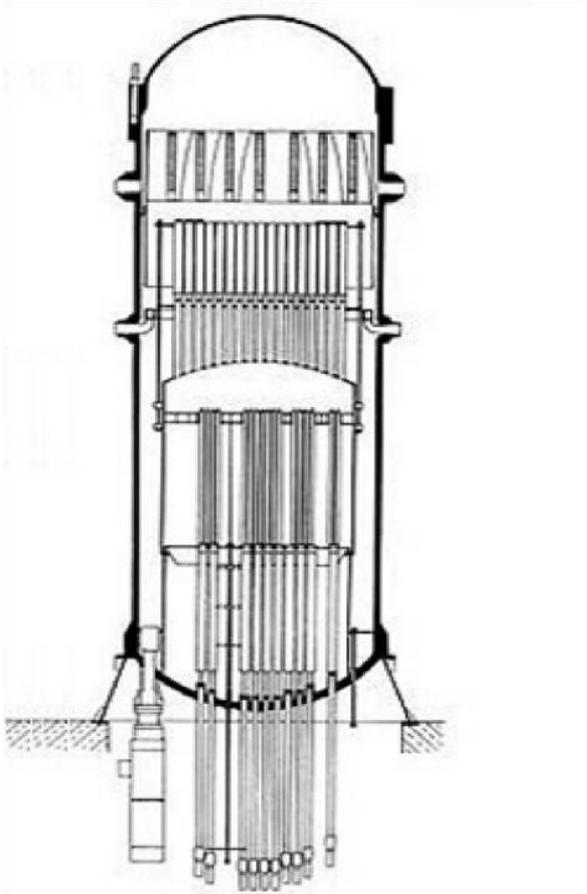
- *Einsatz hochwertiger Werkstoffe, insbesondere hinsichtlich Zähigkeit und Korrosionsbeständigkeit,*
- *konservative Begrenzung der Spannungen, Vermeidung von Spannungsspitzen durch optimierte Konstruktion und*
- *Gewährleistung der Anwendung optimierter Herstellungs- und Prüftechnologien.*

Risiken des Betriebs des Kernkraftwerks Gundremmingen unter besonderer Berücksichtigung der beantragten Leistungserhöhung von Univ.-Prof. Wolfgang Renneberg

Forum gemeinsam gegen das Zwischenlager und für eine verantwortbare Energiepolitik



Reaktordruckbehälter

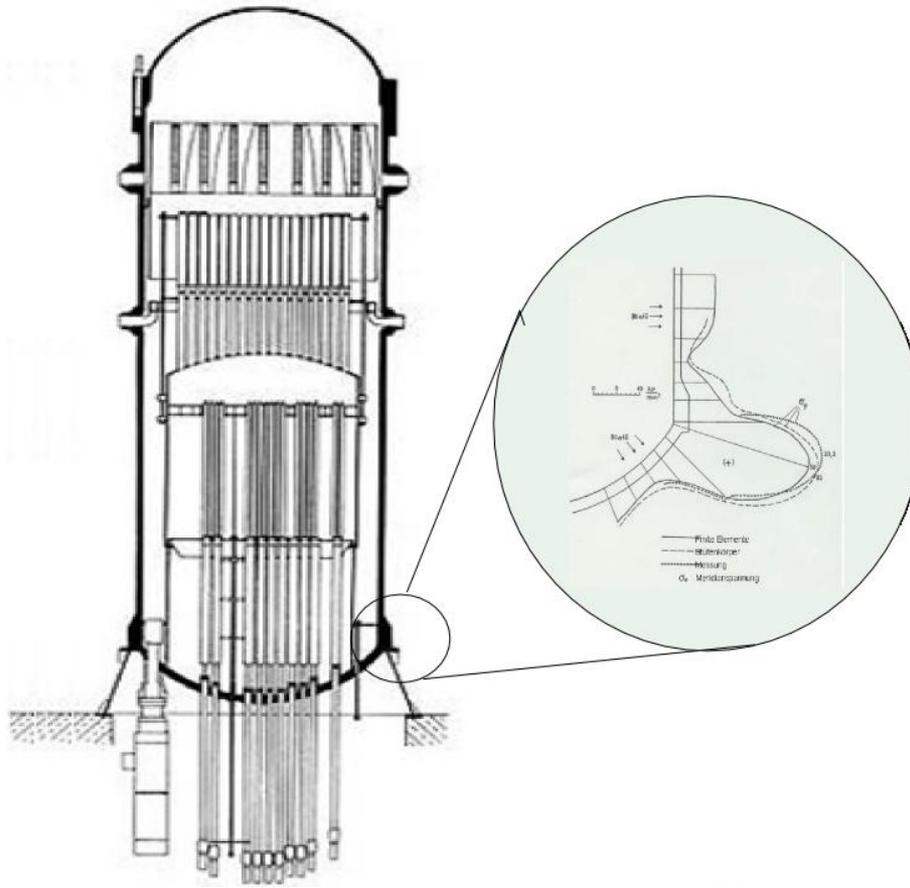


Risiken des Betriebs des Kernkraftwerks Gundremmingen unter besonderer Berücksichtigung der beantragten Leistungserhöhung von Univ.-Prof. Wolfgang Renneberg

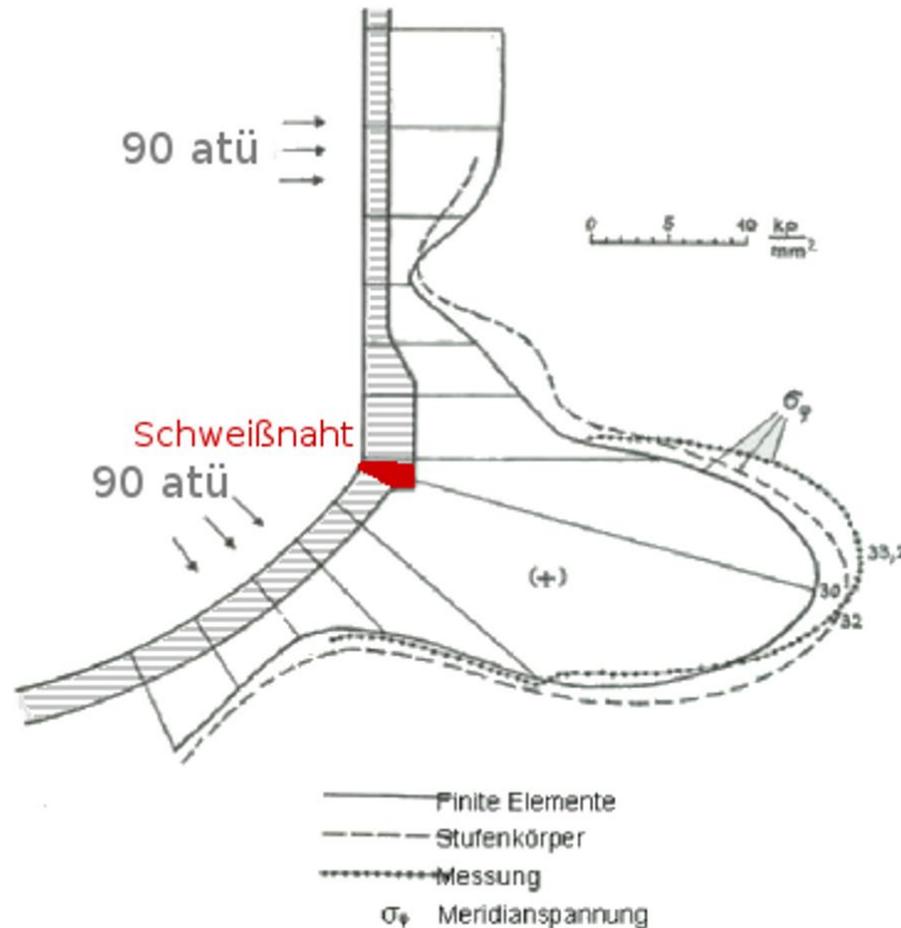
Forum gemeinsam gegen das Zwischenlager und für eine verantwortbare Energiepolitik



Reaktordruckbehälter



Spannung an der Bodenkalotte



Meridianspannungsverlauf an der Bodenschweißnaht (Versuchsbehälter) durch Berechnungen nach der Finiten Elemente- und Stufenkörpermethode sowie durch Messungen mittels Dehnmessstreifen in Kromp et. al. 2010

Risiko Reaktordruckbehälter Bodenschweißnaht

Aus einem Protokoll der Reaktorsicherheitskommission II:

Es besteht Übereinstimmung, das die Konstruktion des Reaktordruckbehälters...

.

„....hinsichtlich der Spannungen in der Schweißnaht nicht optimal (ist), da die Schweißnaht in einem Bereich lokaler erhöhter Spannungen liegt und ausschließlich von außen prüfbar ist.“

Risiko Reaktordruckbehälter Schussbewertung

Der Reaktordruckbehälter entspricht nicht den kerntechnischen Sicherheitsanforderungen:

- *Der **konstruktive Aufbau** des RDB entspricht nicht dem Stand der Technik*
- *.....dadurch **zu hohe Spannungen** an der Bodenschweißnaht*
- *... dadurch **Spannungsrissskorrosion** begünstigt*
- ***Prüfmöglichkeit** des Reaktordruckbehälters im Bereich der Pumpenstutzen ist eingeschränkt, Risse oder Anrisse können dort von innen nicht erkannt werden*

Risiko Erdbeben Auslegungssörfall

- Erdbeben ist Auslegungssörfall (BMU, Januar 2013). Es gehört damit zur sogenannten dritten Sicherheitsebene im „gestaffelten Sicherheitskonzept“ (a.a.O):
- *Im Erdbebenfall müssen die Sicherheitssysteme zur Störfallbeherrschung uneingeschränkt zur Verfügung stehen. (BMU, Januar 2013 S. 29ff.)*

Risiko Erdbeben

Im Unterschied zu den früheren Sicherheitsanforderungen sind heute z.B. zu berücksichtigen:

- Seltener und damit stärkere Beben (100.000 jähriges statt 10.000 jähriges Beben) (KTA 2201.1, 2011)
- paläoseismologische Betrachtungen
- Unsicherheiten in der Berechnung (KTA 2201.1, 2011)



Risiko Erdbeben - Schlussbewertung

Die erforderliche Vorsorge des Kernkraftwerks Gundremmingen gegen Schäden durch Erdbeben nach Stand von Wissenschaft und Technik ist nicht nachgewiesen. Zurzeit ist deshalb ungeklärt, ob das Kernkraftwerk Gundremmingen ein entsprechendes Erdbeben sicher überstehen würde.



Risiko Hochwasser

- Jedes Kernkraftwerk muss gegen Hochwasser ausgelegt sein (Sicherheitsanforderungen an Kernkraftwerke)
- Auslegungsmaßstab: 10.000 jähriges Hochwasser



Risiko Hochwasser

Grundlagen zur Bestimmung des maximalen Hochwassers sind veraltet und entsprechen nicht dem Stand von Wissenschaft und Technik:

- Unfall alle 10.000 Jahre?
- Klimaveränderungen berücksichtigt?

Hochwasser Zahlen

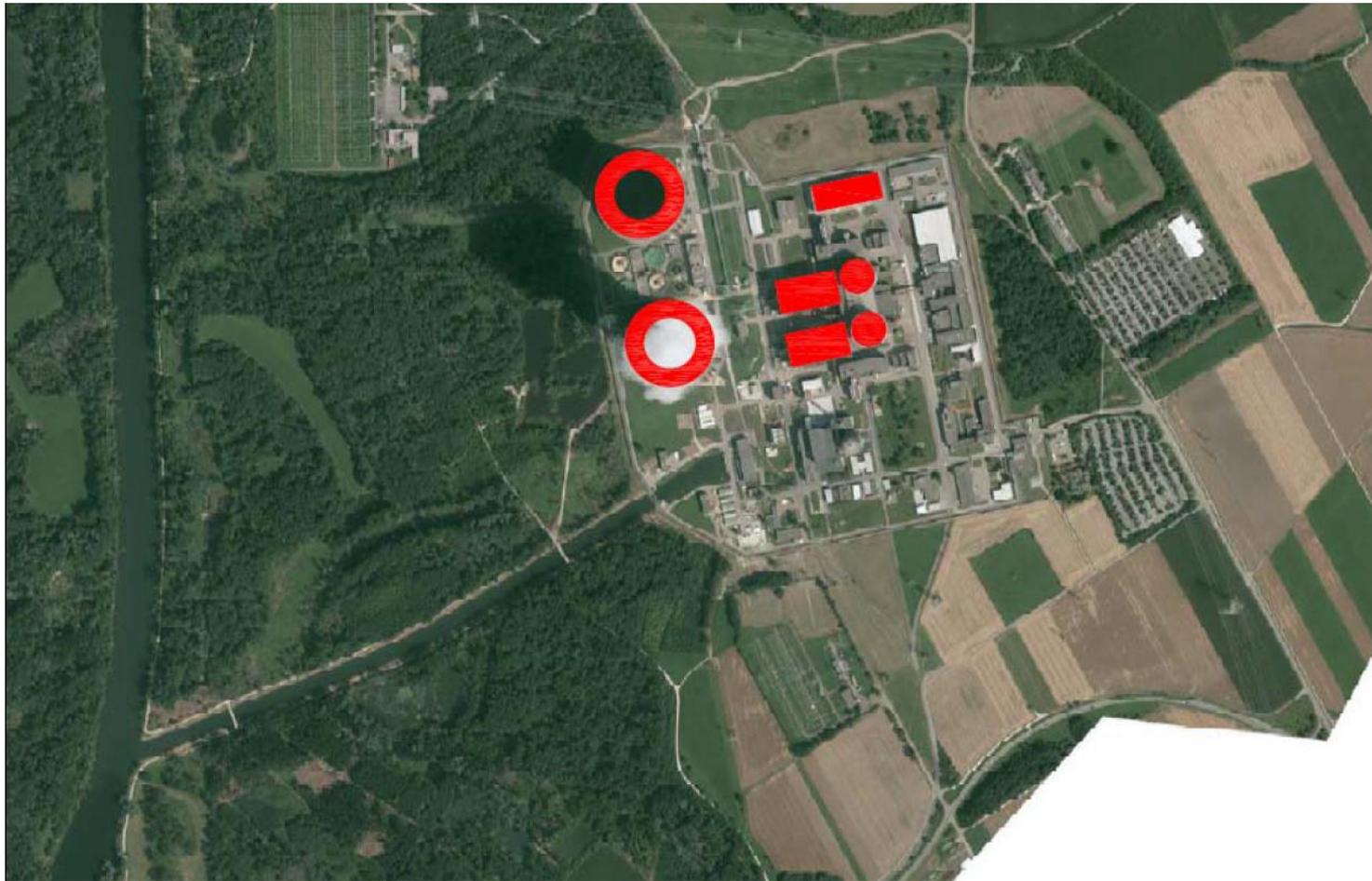
- Anlagengelände liegt auf 433 m über NN
- Das 10.000 jährige Hochwasser ist 33 cm höher
- Die sicherheitstechnisch relevanten Gebäude liegen nach Betreiberangaben auf 434,5 m über NN
- Problem Kabelschächte, Öffnungen, Verbindungsleitungen; Behinderung von Notmaßnahmen durch überflutetes Gelände

Risiken des Betriebs des Kernkraftwerks Gundremmingen unter besonderer Berücksichtigung der beantragten Leistungserhöhung von Univ.-Prof. Wolfgang Renneberg

Forum gemeinsam gegen das Zwischenlager und für eine verantwortbare Energiepolitik



Hochwasser Gelände

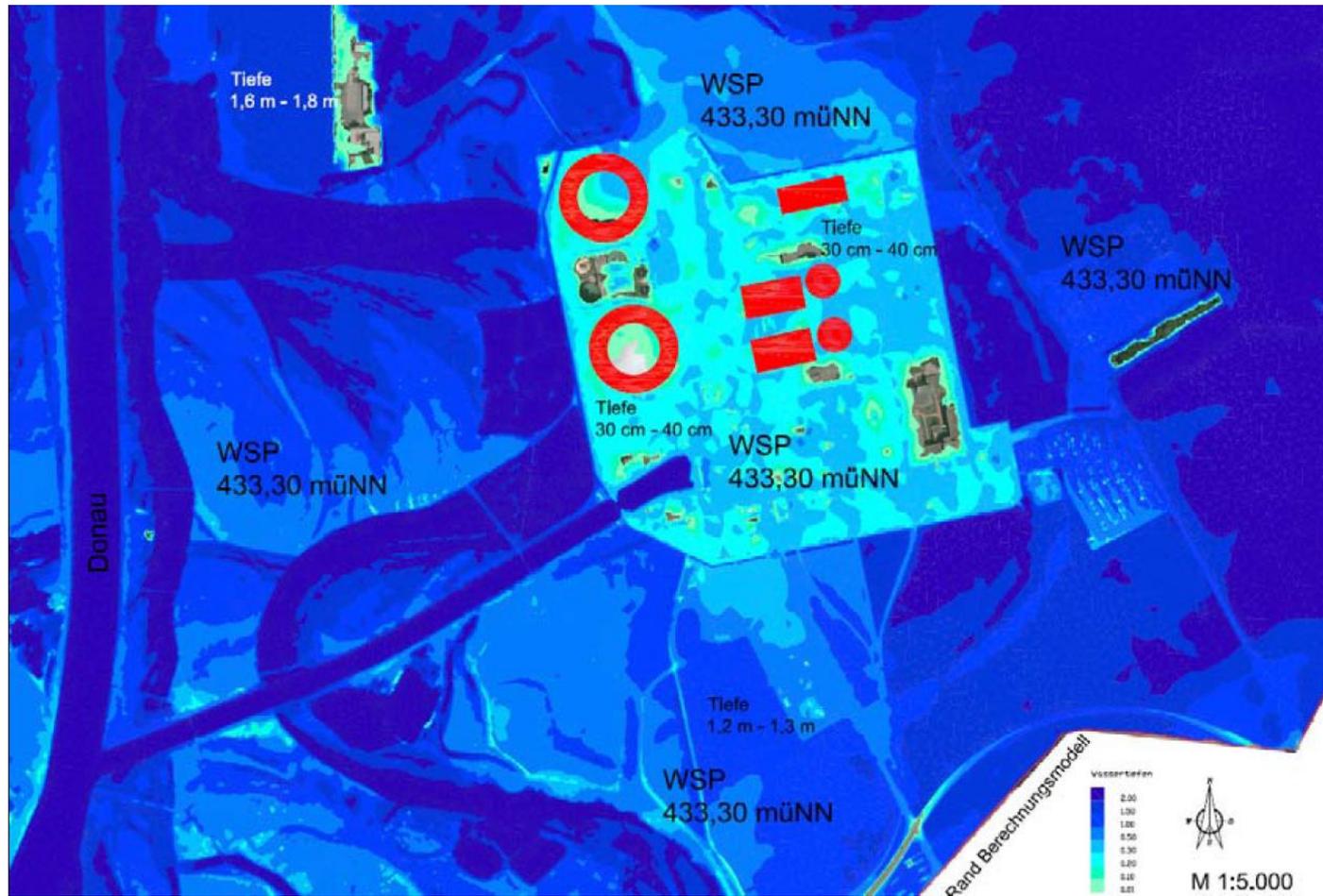


Risiken des Betriebs des Kernkraftwerks Gundremmingen unter besonderer Berücksichtigung der beantragten Leistungserhöhung von Univ.-Prof. Wolfgang Renneberg

Forum gemeinsam gegen das Zwischenlager und für eine verantwortbare Energiepolitik



Einstau des Atomkraftwerks



Einstau des Atomkraftwerks

- Die Visualisierung zeigt einen Einstau des gesamten Kraftwerksgeländes mit 30 - 40 cm
- Wassertiefe beim Bemessungswasserspiegel des 10.000-jährlichen Hochwassers.
- Beim 100-jährlichen Hochwasser mit dem Bemessungswasserspiegel von 433,00 müNN befindet sich der Wasserstand auf Höhe des Kraftwerksgeländes ohne Freibord.

Einstau des Atomkraftwerks

- Die Umspannanlagen nordwestlich und südlich des Kraftwerksgeländes werden bis zu 1,8 Metern eingestaut.
- Eine hochwassersichere Zufahrt zum Kraftwerksgelände besteht nicht.
- Alle sicherheitstechnisch relevanten Bauwerke sollen aber durch permanenten Hochwasserschutz bis zum auslegungsüberschreitenden Wasserstand von 434,5 müNN geschützt sein (vgl. Quelle 2).

Risiko Hochwasser Nachweisdefizite

- Eindringen von Wasser in sicherheitsrelevante Bereiche der Anlage durch Kanäle oder Abdichtungen nicht geprüft
- Ereigniskombinationen mit Erdbeben, Brand, Ausfall der Netzanbindung, insbesondere bei einem Bruch der Donaustaustufe Gundelfingen nicht geprüft



Risiko Hochwasser - Schlussbewertung

Es besteht das Risiko, dass es durch Überflutungsereignisse insbesondere in Zusammenhang mit einem Erdbeben und einem nachfolgenden Dammbbruch der Donaustaustufe zum Eindringen von Wasser in sicherheitsrelevante Bereiche der Anlage kommt.



Risiko Hochwasser - Schlussbewertung

Genehmigungspflichtige Änderungen, die den Nachweis des Hochwasserschutzes voraussetzen, können nicht auf der Basis der vorliegenden Nachweise zur Erdbebensicherheit genehmigt werden.



Risiko Hochwasser - Schlussbewertung

Soweit diese Nachweise fehlen, ist die erforderliche Schadensvorsorge nicht nachgewiesen. Dies ist ein Tatbestand, der grundsätzlich zum Widerruf der Anlagengenehmigung nach § 17 Abs.3 Nr. 2 AtG führen kann.

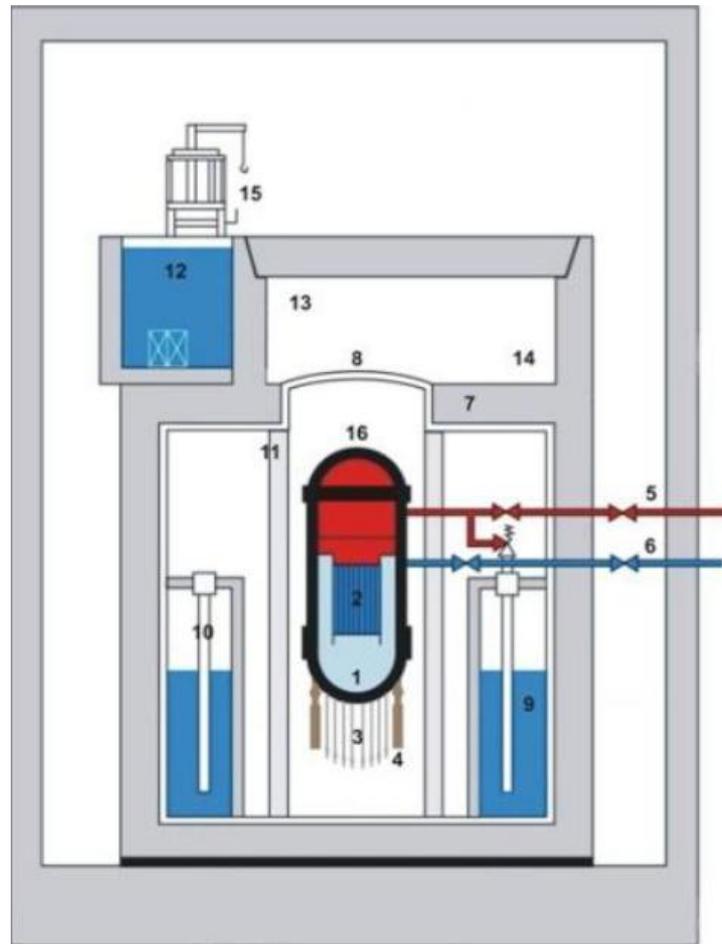
Not- und Nachkühlung

Das Not und Nachkühlsystem ist das zentrale Element für die Kühlung des Reaktors in Notfällen, in denen die vom Reaktor nach der Abschaltung weiterhin produzierte Wärme aus dem Reaktor abgeführt wird. Versagt dieses System, schmilzt der Reaktorkern und es kommt zu radioaktiven Freisetzungen des Inventars.

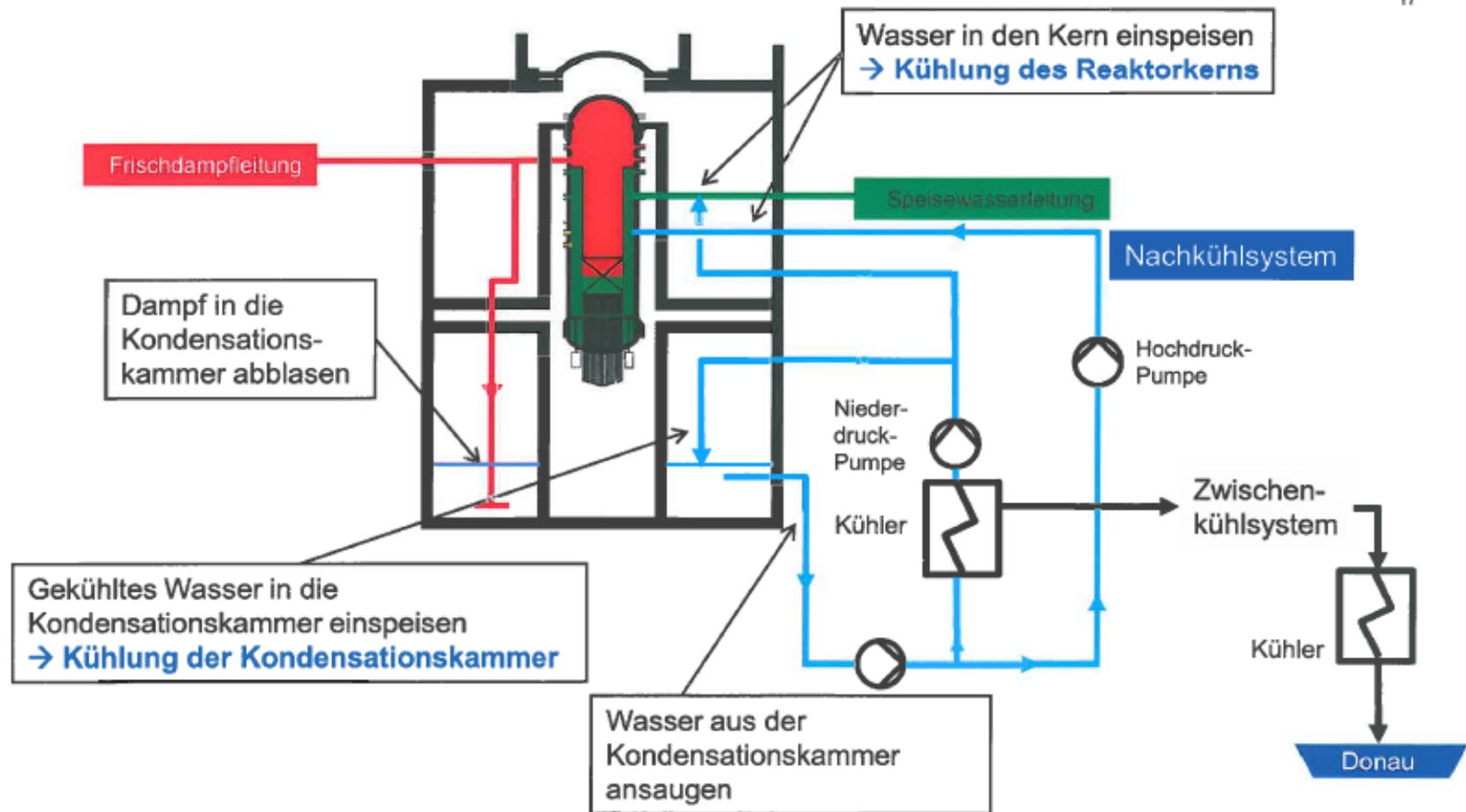
Nachzerfallswärme

Zeit nach Abschaltung	Nachzerfallswärme in <u>Prozent</u>	<u>Thermische Leistung</u> in MW bei 4000 MW vor Abschaltung	Zeit für die <i>Erwärmung</i> von 2500 m³ Wasser von 15 °C auf 100 °C
10 Sekunden	3,72 %	149	100 min
1 Minute	2,54 %	102	146 min
1 Stunde	1,01 %	40	6 h
1 Tag	0,44 %	18	14 h
3 Tage	0,31 %	13	20 h
1 Woche	0,23 %	9	26 h
1 Monat	0,13 %	5	49 h
3 Monate	0,07 %	3	89 h

Schema Reaktorgebäude und BE Becken



Funktion einer Nachkühlkette Quelle: KGG



Risiko Notkühlung

- Sicherheitsanforderungen, Kap.3.1:
- Notkühlsysteme müssen die Anforderungen an Sicherheitssysteme erfüllen z.B.
 - Qualität, Dokumentation
 - Störfallfestigkeit
- erforderlich drei redundante und diversitäre Notkühlsysteme

Risiko Notkühlung

Redundanz und Diversität

Redundanz

1



**Auslegungs-
erdbeben**

Redundanz

2



**Sicherheits-
erdbeben**

Redundanz

3



**Sicherheits-
erdbeben**

ZUNA



**Sicherheits-
erdbeben**

Risiken des Betriebs des Kernkraftwerks Gundremmingen unter besonderer Berücksichtigung der beantragten Leistungserhöhung von Univ.-Prof. Wolfgang Renneberg

Forum gemeinsam gegen das Zwischenlager und für eine verantwortbare Energiepolitik



ZUNA

Zusätzliches Nachkühlsystem:

Die GRS ist in ihre Studie zu den Siedewasserreaktoren zu dem Ergebnis gekommen, dass durch den gleichen Aufbau der Systeme die Eintrittswahrscheinlichkeit für ein Versagen relativ hoch sei. Daraufhin hat der Betreiber das ZUNA gebaut um aus der Diversitätsfalle herauszukommen.

ZUNA

Das ZUNA wird nach Aussage des Betreibers als Sicherheitssystem der Sicherheitsebene 3 in Anspruch genommen.

Damit muss das ZUNA auch nach dieser Vorschrift allen Anforderungen für qualifizierte Sicherheitssysteme entsprechen. Solche Anforderungen beinhalten u.a. die Anforderungen der Dokumentation des Herstellungs- und Fertigungsprozesses, der Qualität der verwandten Werkstoffe, der erforderlichen Prüfungen, ihres Ablaufes und Ergebnisses etc. (KTA 1401, 2013).



ZUNA

In der Antwort auf eine kleine Anfrage im Bundestag vom 21. August 2013 teilte die Bundesregierung mit, dass abschließende Bewertungen zur Frage der erforderlichen Dokumentation des ZUNA nicht vorlägen. (Deutscher Bundestag, 21.08.2013).

Risiko Notkühlung

Redundanz und Diversität

ZUNA: Wurde nicht als Sicherheitssystem errichtet

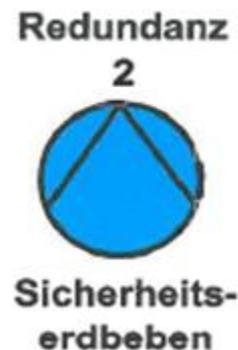


Risiko Notkühlung

Redundanz und Diversität

Redundanz 1: kein Störfallsicheres System, könnte bei Erdbeben oder Erschütterung versagen

ZUNA: Wurde nicht als Sicherheitssystem errichtet



Risiko Notkühlung

- Redundanz und Diversität
- **Diversität:** Keine
- Gleichzeitiges Versagen auf Grund einer gemeinsamen Ursache möglich

Redundanz

2



Sicherheits-
erdbeben

Redundanz

3



Sicherheits-
erdbeben

Not- und Nachkühlung

Konsequenzen

Das Kernkraftwerk Gundremmingen wäre wegen nach dem Stand der Technik mangelhafter Auslegung der Not- und Nachkühlung nicht genehmigungsfähig. Nach § 7 Abs.3 Nr. AtG kommt der Widerruf der Anlagene Genehmigung in Betracht, wenn die Nachweise zur erforderlichen Vorsorge gegen Schäden nach dem Stand von Wissenschaft und Technik nicht in angemessener Zeit geführt werden können. Darüber hinaus ist zu prüfen, ob bis zum Nachweis der Genehmigungsvoraussetzungen eine einstweilige Stilllegung nach § 19 Abs.3 AtG in Betracht kommt.

Zusammenfassung

- **Die Konstruktion des Reaktordruckbehälters entspricht nicht dem Stand der Technik.** Nach den vorliegenden Berechnungen und Messungen für vergleichbare Druckbehälter ist zurzeit nicht ausgeschlossen, dass die sog. Bodenschweißnaht insbesondere unter Störfallbedingungen unter zu hohen Spannungen steht.
- Der Nachweis, dass das **Not- und Nachkühlsystem**, welches den Reaktor insbesondere bei Störfällen vor einer Kernschmelze schützen soll, **entspricht nicht den aktuellen „Sicherheitsanforderungen an Kernkraftwerke“**. Nur zwei Stränge des Not- und Nachkühlsystems haben die nachgewiesene Qualität als Störfallsicherheitssystem. Da sie jedoch nicht diversitär aufgebaut sind, können sie auf Grund einer gemeinsamen Ursache gleichzeitig versagen.

Zusammenfassung

- Für einen **Dambruch der stromaufwärts liegenden Donaustaustufe bei einem zu unterstellenden Erdbeben** ist nicht nachgewiesen, dass das Kernkraftwerk gegen die darauf folgende Flutwelle nach einer erdbebenbedingten Vorschädigung anderer Sicherheitssysteme ausgelegt ist. Bereits bei dem nach veralteten Berechnungsmethoden zu unterstellenden maximalen Hochwasserstand ist das Anlagengelände in 33 cm Höhe überflutet.
- **Methoden, Berechnungsgrundlagen und Daten, nach denen das maximale Erdbeben ermittelt werden muss**, gegen das die Anlage geschützt sein muss, **sind veraltet**. Welches Erdbeben nach heutigem Stand anzunehmen wäre, ist nicht bekannt. Damit ist zurzeit ungeklärt, ob das Kernkraftwerk Gundremmingen ein solches Erdbeben sicher überstehen würde.

Zusammenfassung

- Das **Brennelementelagerbecken des Kernkraftwerks Gundremmingen** befindet sich **außerhalb des Sicherheitsbehälters**. Radioaktive Freisetzungen aus den dort gelagerten Brennstäben können damit nicht durch den Sicherheitsbehälter zurückgehalten werden. Im Notstandsfall, bei ausfallender Kühlung des Beckens, kann sich Wasserstoff im Reaktorgebäude sammeln. Rekombinatoren zur Verhinderung möglicher Wasserstoffexplosionen sollen erst noch nachgerüstet werden.
- **Die Kühlung des Brennelementebeckens hängt bei Störfällen ab von den Nachwärmeabfuhrsträngen des Reaktors**. Damit ist die Nachwärmeabfuhr aus dem Brennelementelagerbecken nach den heutigen Sicherheitsanforderungen bei einem Störfall ebenso in Frage gestellt, wie die Nachwärmeabfuhr aus dem Reaktor.

Zusammenfassung

- Die **gefilterte Druckentlastung des Sicherheitsbehälters** ist bei einem kerntechnischen Unfall entscheidend dafür, dass große Mengen an Radioaktivität nicht in die Umwelt gelangen. Ein solches System hätte in Fukushima einen großen Beitrag zur Verhinderung der Katastrophe leisten können. **Dieses System ist in Gundremmingen nicht gegen Erdbeben ausgelegt.**
-

Risiken des Betriebs des Kernkraftwerks Gundremmingen unter besonderer Berücksichtigung der beantragten Leistungserhöhung von Univ.-Prof. Wolfgang Renneberg

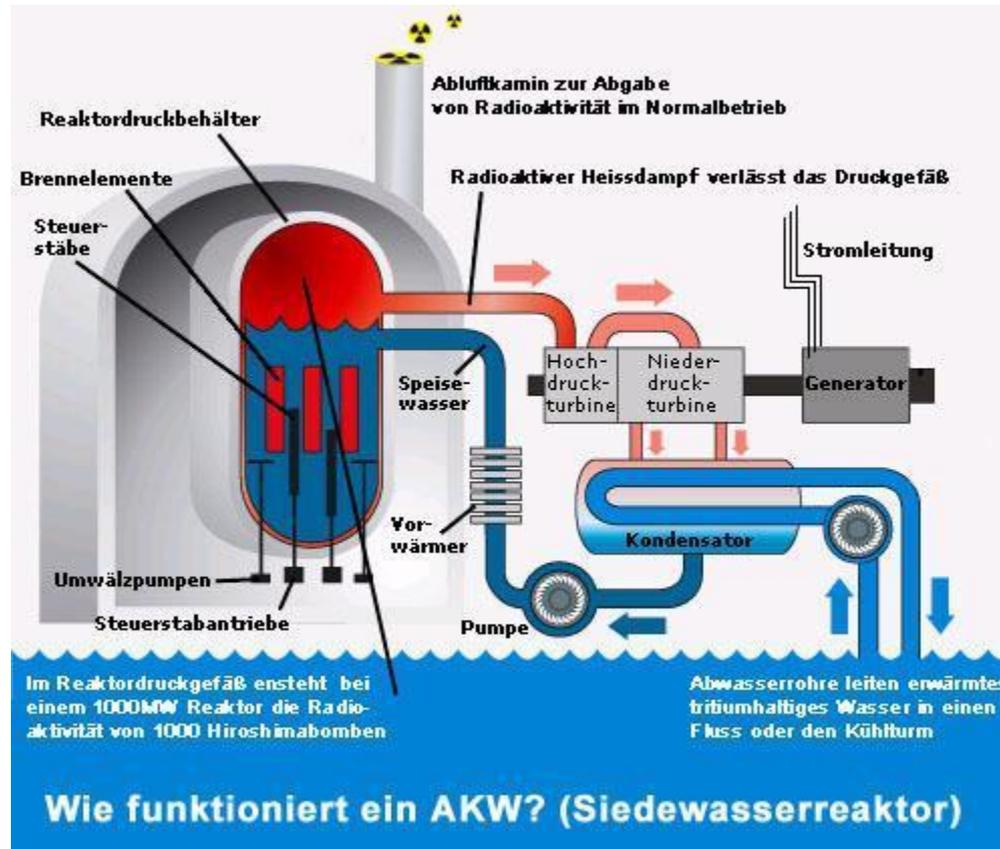
Forum gemeinsam gegen das Zwischenlager und für eine verantwortbare Energiepolitik



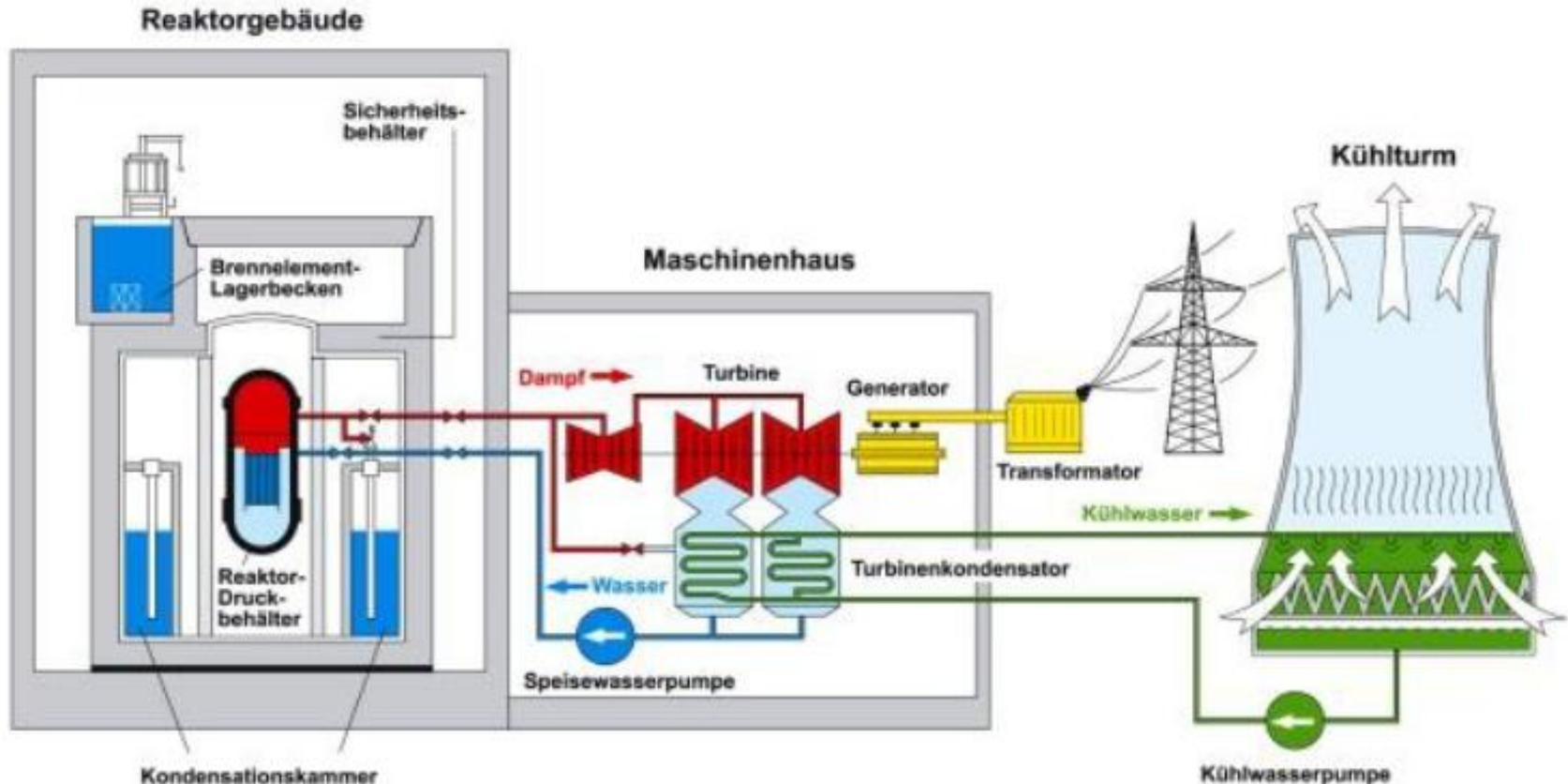
AKW Gundremmingen Model



Siedewasserreaktor Funktionsweise



Schema Siedewasserreaktor mit Kühlturm







23.01.2014

© Thomas Wolf, Mahnwache Gundremmingen

47



23.01.2014

© Thomas Wolf, Mahnwache Gundremmingen

48



23.01.2014

© Thomas Wolf, Mahnwache Gundremmingen

49