

Risiken des AKW Gundremmingen

Prof. Dr. M. Mertins

- **Inhaltliche Schwerpunkte des Vortrags**
 - Forderungen des Atomgesetzes an das Niveau der Sicherheit von AKW
 - Stand von Wissenschaft und Technik zur Sicherheit von AKW für ausgewählte Schwerpunkte
 - Das Defence-in-Depth Concept
 - Schutz gegen übergreifende Einwirkungen
 - Das Einzelfehlerkonzept
 - Anpassung bestehender AKW an den Stand von Wissenschaft und Technik
 - Übertragung der Anforderungen nach Stand von Wissenschaft und Technik auf das AKW Gundremmingen
 - Schlußfolgerungen

- Forderungen an das Niveau der Sicherheit von AKW (1)
 - Atomgesetz
 - „Die Genehmigung darf nur erteilt werden, wenn
..... 3. die nach dem Stand von Wissenschaft und Technik erforderliche Vorsorge gegen Schäden durch die Errichtung und den Betrieb der Anlage getroffen ist.“

(Gesetz über die friedliche Verwendung der Kernenergie und den Schutz gegen ihre Gefahren (Atomgesetz - AtG), 20. November 2015 (BGBl.I 2015, Nr. 46, S. 2053))

- Forderungen an das Niveau der Sicherheit von AKW (2)
 - Bundesverfassungsgericht
„Mit der Bezugnahme auch auf den Stand der Wissenschaft übt der Gesetzgeber einen noch stärkeren Zwang dahin aus, daß die rechtliche Regelung mit der wissenschaftlichen und technischen Entwicklung Schritt hält. Es muß diejenige Vorsorge gegen Schäden getroffen werden, die nach den neuesten wissenschaftlichen Erkenntnissen für erforderlich gehalten wird. Läßt sie sich *technisch* noch nicht verwirklichen, darf die Genehmigung nicht erteilt werden; *die erforderliche Vorsorge wird mithin nicht durch das technisch gegenwärtig Machbare begrenzt.*“

- Sicherheitstechnische Zielsetzungen bei Auslegung und Betrieb von AKW (1)
 - Schutz von Mensch und Umwelt vor den schädlichen Auswirkungen ionisierender Strahlung.
 - Gestaffeltes Sicherheitskonzept, das die Erfüllung der Schutzziele und die Erhaltung der Barrieren und Rückhaltefunktionen auf mehreren gestaffelten Sicherheitsebenen sowie bei Einwirkungen von innen und außen gewährleistet.

- Sicherheitstechnische Zielsetzungen bei Auslegung und Betrieb von AKW (2)
 - Nicht beherrschbare Anlagenzustände sowie daraus resultierende unzulässige radiologische Auswirkungen sollen **praktisch ausgeschlossen** sein. In den diesbezüglichen Sicherheitsnachweisen sollen auch auslegungsüberschreitende anlagenexterne Einwirkungen Berücksichtigung finden.

Das Eintreten eines Ereignisses oder Ereignisablaufs oder Zustands kann als ausgeschlossen angesehen werden, wenn das Eintreten physikalisch unmöglich ist oder wenn mit einem hohen Maß an Aussagesicherheit das Eintreten als extrem unwahrscheinlich angesehen werden kann. Wörtlich in in den IAEA Safety Requirements-Design (SSR-2/1): „The possibility of certain conditions occurring is considered to have been practically eliminated if it is physically impossible for the conditions to occur or if the conditions can be considered with a high level of confidence to be extremely unlikely to arise.“

- Sicherheitstechnische Zielsetzungen bei Auslegung und Betrieb von AKW (3)
 - Unter Einbeziehung der Maßnahmen und Einrichtungen des anlageninternen Notfallschutzes sind
 - **frühe Freisetzung**en (Freisetzungen radioaktiver Stoffe in die Umgebung der Anlage aufgrund eines frühzeitigen Versagens oder einer Umgehung des Sicherheitsbehälters, die Maßnahmen des anlagenexternen Notfallschutzes erfordern, für deren Umsetzung nicht ausreichend Zeit zur Verfügung steht) oder
 - **große Freisetzung**en (Freisetzungen radioaktiver Stoffe in die Umgebung der Anlage, die räumlich umfangreiche und zeitlich langandauernde Maßnahmen des anlagenexternen Notfallschutzes erfordern)

auszuschließen oder die radiologischen Auswirkungen soweit zu begrenzen, dass Maßnahmen des anlagenexternen Notfallschutzes nur in räumlich und zeitlich begrenztem Umfang erforderlich werden.

(Sicherheitsanforderungen an Kernkraftwerke vom 3. März 2015 (BANz AT 30.03.2015 B2) einschließlich Interpretationen)

- Stand von Wissenschaft und Technik (1)
 - Repräsentative Sicherheitsanforderungen
 - Internationaler Standard
Sicherheitsstandards der IAEA, z.B.: Specific Safety Requirements No. SSR-2/1, Safety of Nuclear Power Plants: Design, IAEA, Vienna 2012
 - Europäischer Standard
Report WENRA Safety Reference Levels for Existing Reactors - UPDATE IN RELATION TO LESSONS LEARNED FROM TEPCO FUKUSHIMA DAI-ICHI ACCIDENT, WENRA, 24th September 2014
 - Deutscher Standard
Sicherheitsanforderungen an Kernkraftwerke vom 3. März 2015 (BAnz AT 30.03.2015 B2) einschließlich Interpretationen

- Stand von Wissenschaft und Technik (2)
 - Das Defence-in-Depth Concept

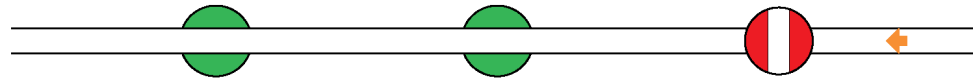
	Ebenen im Konzept	Ziele der Ebenen	Maßgebliche Mittel	Anlagenzustände
Anlagenauslegung	Ebene 1	Vermeidung anomaler Betriebszustände	Konservative Auslegung, hohe Qualität	Normalbetrieb
	Ebene 2	Beherrschung des anomalen Betriebs	Betriebsüberwachung und Begrenzung	Betriebsstörungen
	Ebene 3	Beherrschung von Auslegungsstörfällen	Sicherheitssysteme, Störfallprozeduren	Auslegungsstörfälle
Auslegungsüberschreitende Zustände	Ebene 4	Beherrschung von Anlagenzuständen, die nicht in der Auslegung berücksichtigt wurden	Maßnahmen und Einrichtungen anlageninterner Notfallschutz	Ereignisse infolge Mehrfachversagen Unfälle
Katastrophenschutz	Ebene 5	Minderung der Auswirkungen bei Freisetzung radioaktiver Stoffe	Katastrophen- und Umgebungsschutz	

- Stand von Wissenschaft und Technik (3)
 - Schutz gegen übergreifende Einwirkungen (1)
Der Auslegung sind zu Grunde zu legen:
 - a) die jeweils folgenschwersten naturbedingten Einwirkungen oder sonstigen Einwirkungen von außen, die an dem betreffenden Standort berücksichtigt werden müssen;
 - b) die Besonderheiten lange andauernder äußerer Einwirkungen;
 - c) Kombinationen mehrerer naturbedingter oder sonstiger Einwirkungen von außen (z. B. Erdbeben, Hochwasser, Sturm, Blitz, Brände) oder Kombinationen dieser Einwirkungen mit internen Ereignissen (z. B. Rohrleitungsbruch, Brände in der Anlage, Rauchentwicklung, Notstromfall); diese Kombinationen werden dann unterstellt, wenn die zu kombinierenden Ereignisse in einem kausalen Zusammenhang stehen können oder wenn ihr gleichzeitiges Eintreten auf Grund von Wahrscheinlichkeitsbetrachtungen oder nach dem Stand von Wissenschaft und Technik unterstellt werden muss.

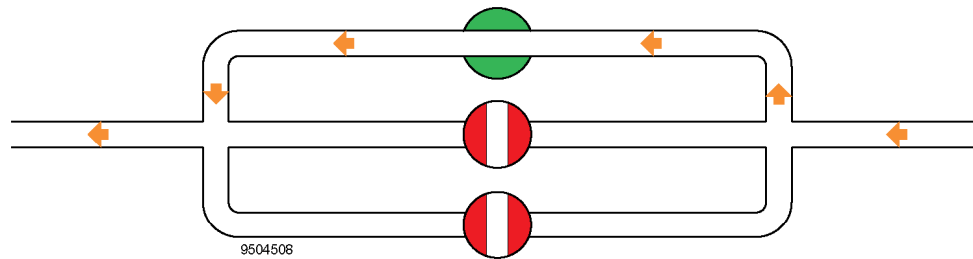
- Stand von Wissenschaft und Technik (4)
 - Schutz gegen übergreifende Einwirkungen (2)
 - Die erkennbare zukünftige Entwicklung des Standortes im Hinblick auf die zu betrachtenden Einwirkungen von außen ist zu berücksichtigen.
 - Die zueinander redundanten Teilsysteme von Sicherheitseinrichtungen sind räumlich getrennt aufzustellen oder so zu schützen, dass bei Einwirkungen von außen bzw. von innen ein redundanzübergreifender Funktionsausfall nicht zu unterstellen ist.
 - Alle Sicherheitseinrichtungen sind so auszulegen und müssen sich dauerhaft in einem solchen Zustand befinden, dass sie ihre sicherheitstechnischen Aufgaben auch bei Einwirkungen von außen erfüllen.



- Stand von Wissenschaft und Technik (5)
 - Einzelfehlerkonzept
Sicherheitseinrichtungen sind so redundant vorhanden und entmascht auszulegen, dass die zur Ereignisbeherrschung erforderlichen Sicherheitsfunktionen auch dann ausreichend wirksam sind, wenn postuliert wird, dass im Anforderungsfall
 - ein ungünstigst wirkender Einzelfehler in einer Sicherheitseinrichtung infolge eines zufälligen Ausfalls auftritt und
 - grundsätzlich gleichzeitig eine in Kombination mit dem Einzelfehler ungünstigst wirkende Unverfügbarkeit in einer Sicherheitseinrichtung infolge von Instandhaltungsmaßnahmen vorliegt.

Redundanz in der Schließfunktion:
Hintereinandergeschaltete Ventile




Redundanz in der Öffnungsfunktion:
Parellele Anordnung der Ventile



- Rohrleitung
-  Ventil offen
-  Ventil geschlossen

Beispiele für eine N+2
 Ausführung des
 Einzelfehlerkonzepts

- Anpassung bestehender AKW an den Stand von Wissenschaft und Technik (1)
 - Sicherheit bedeutet, dass die verbleibenden Risiken akzeptiert werden. Man muß sich deshalb fragen, welche Risiken dürfen während der Restlaufzeit toleriert werden und welche nicht? Was kann und muß Nachrüstung leisten?
-  Handlungsoption der jeweils zuständigen Behörde

- Anpassung bestehender AKW an den Stand von Wissenschaft und Technik (2)
 - „... der Sicherheitsstandard der „nach dem Stand von Wissenschaft und Technik erforderlichen Vorsorge gegen Schäden“ ist nicht nur eine Genehmigungsvoraussetzung, sondern gilt auch für die Entscheidungen der zuständigen Behörden, ob und in welchem Umfang Nachrüstungsauflagen nach § 17 Abs. 1 Satz 3 AtG erlassen werden. Nach § 17 Abs. 3 Nr. 2 AtG kann die Genehmigung widerrufen werden, wenn das Atomkraftwerk nachträglich nicht mehr der nach dem aktuellen Stand von Wissenschaft und Technik erforderlichen Vorsorge entspricht und keine Abhilfe in angemessener Zeit geschaffen wird.“
.... .

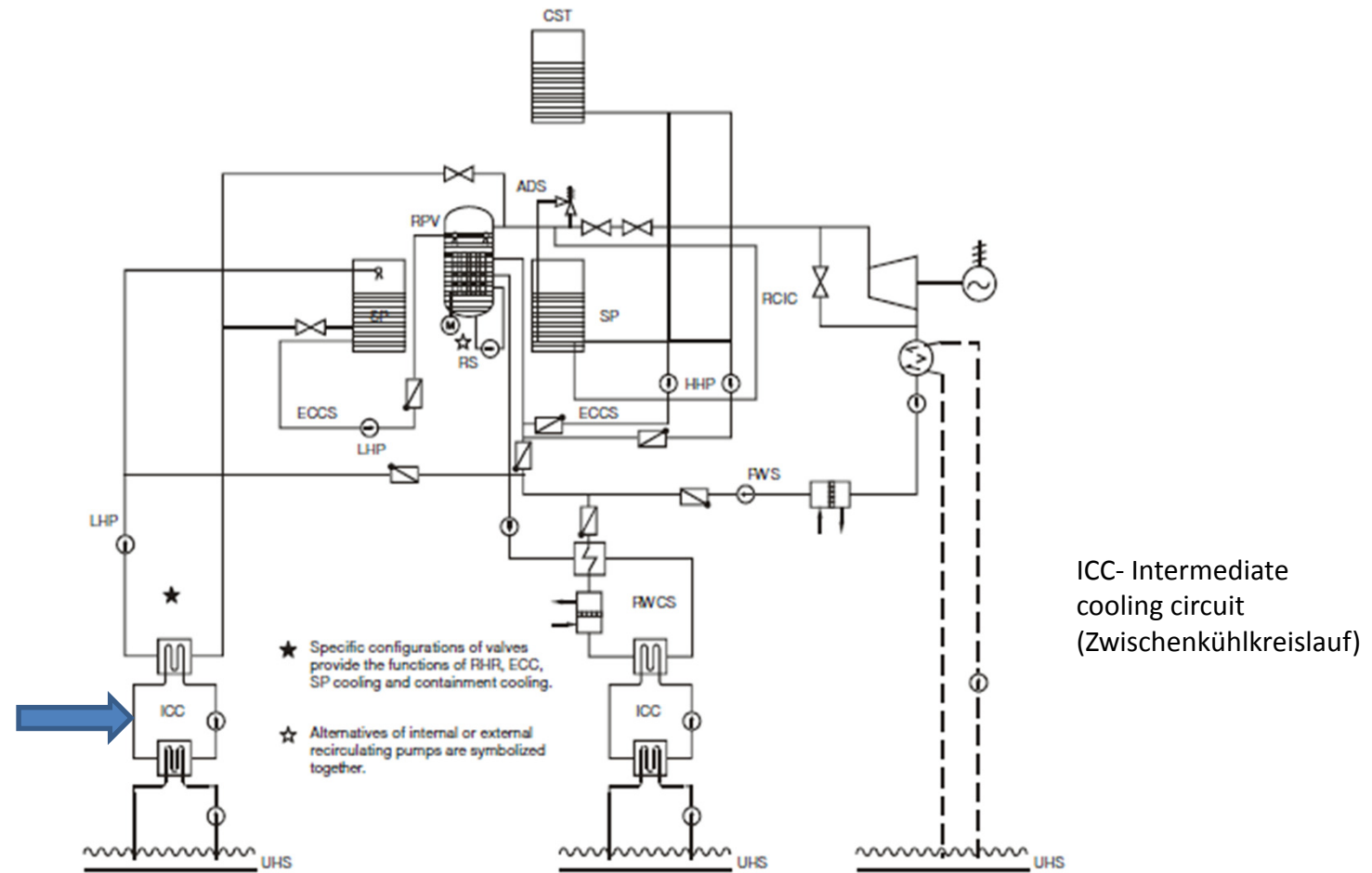
(Niehaus, Renneberg)

- Maßgebliche Risiken des AKW Gundremmingen
 - Maßgebliche Risiken betreffen
 - die Sicherheit des Reaktordruckbehälters
 - die Auslegung gegen naturbedingte übergreifende Einwirkungen
 - Erdbeben
 - Hochwasser
 - die Auslegung der Not- und Nachkühlung
 - Maßnahmen im Bereich auslegungsüberschreitender Anlagenzustände

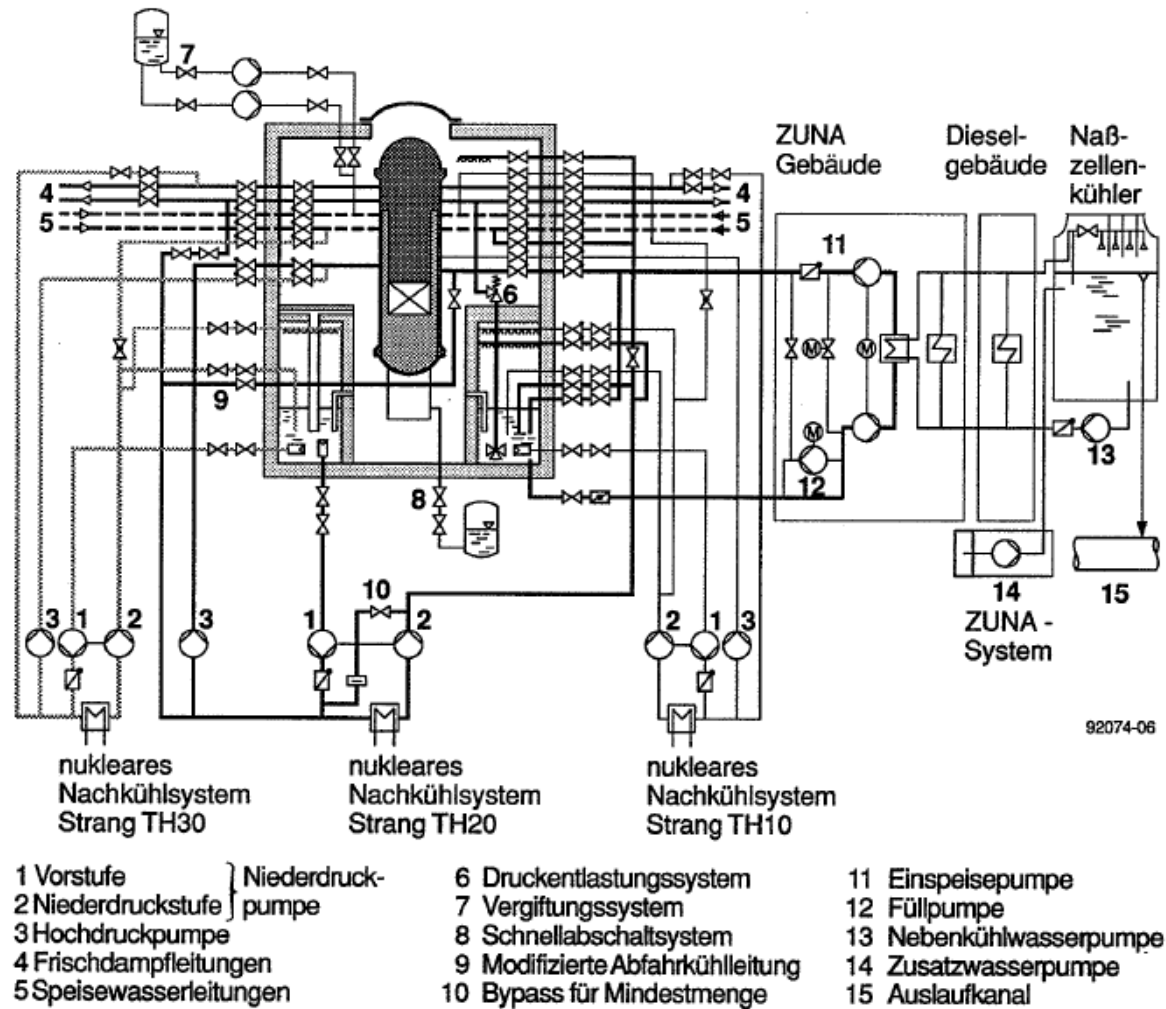
(Renneberg, Majer: Risiken des Betriebs des Kernkraftwerks Gundremmingen unter besonderer Berücksichtigung der beantragten Leistungserhöhung, Wien 2013)

- Auslegung der Not- und Nachkühlung (1)
 - Anforderungen
 - Auslegung gegen externe (z.B. Erdbeben) und interne (z.B. Überflutung) übergreifende Einwirkungen. Nicht dagegen ausgelegte Einrichtungen gelten für den Anforderungsfall als ausgefallen.
 - Erforderlicher Redundanzgrad N+2 (d.h. 3x100%)
 - Zur Kühlkette gehört auch der Zwischenkühlkreis (IAEA, Safety Guide No. NS-G-1.9) – sh. Folie Nr. 19. Ebenso KTA 3301 „Nachwärmeabfuhrsysteme von Leichtwasserreaktoren“ Fassung 2015-11.
Aufgaben des Zwischenkühlkreises nach IAEA
 - “To transfer heat from the RCSASs or other heat sources to the ultimate heat sink,
 - To act as a barrier to the dispersion of radioactive material to the environment or the ingress of unsuitable chemicals into the RCSASs.”

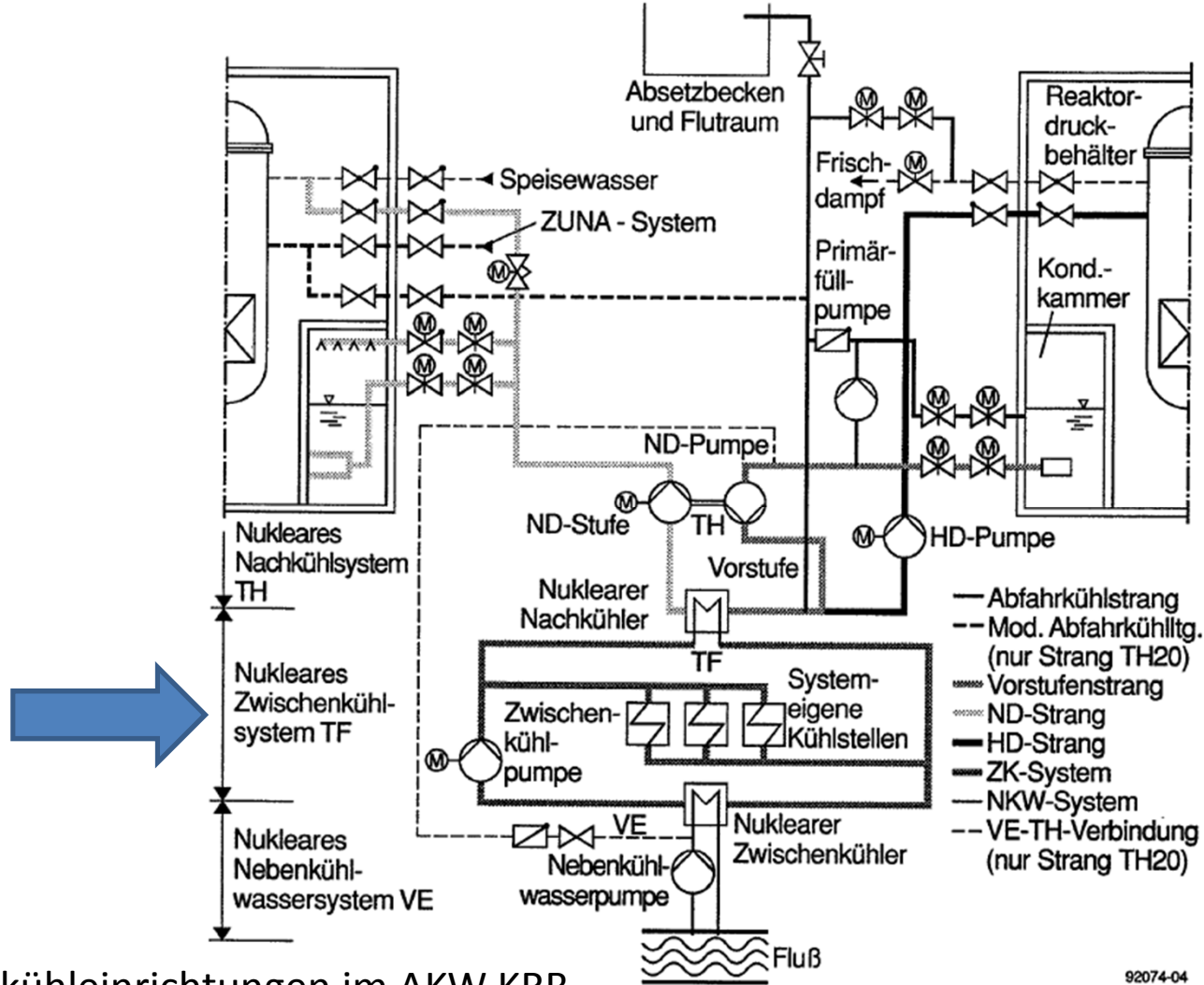
- Auslegung der Not- und Nachkühlung (2)
 - Sachstand im AKW Gundremmingen
 - 3x100% Notkühleinrichtungen (sh. Folien Nr. 20, 21), davon 2x100% (TH 20 und TH 30) gegen Erdbeben ausgelegt – dementsprechend verfügt KRB für den Anforderungsfall Erdbeben nicht über die geforderte redundante Auslegung der Notkühleinrichtungen.
 - Das einsträngige ZUNA (1x100%) verfügt nicht über einen nach IAEA vorgesehenen Zwischenkühlkreislauf (sh. Folie Nr. 22), kann also nicht zur Kompensation der für den Anforderungsfall Erdbeben fehlenden Notkühleinrichtung herangezogen werden.



„Design of the Reactor Coolant System and Associated Systems in Nuclear Power Plants“, IAEA, Safety Guide, No. NS-G-1.9, 2004



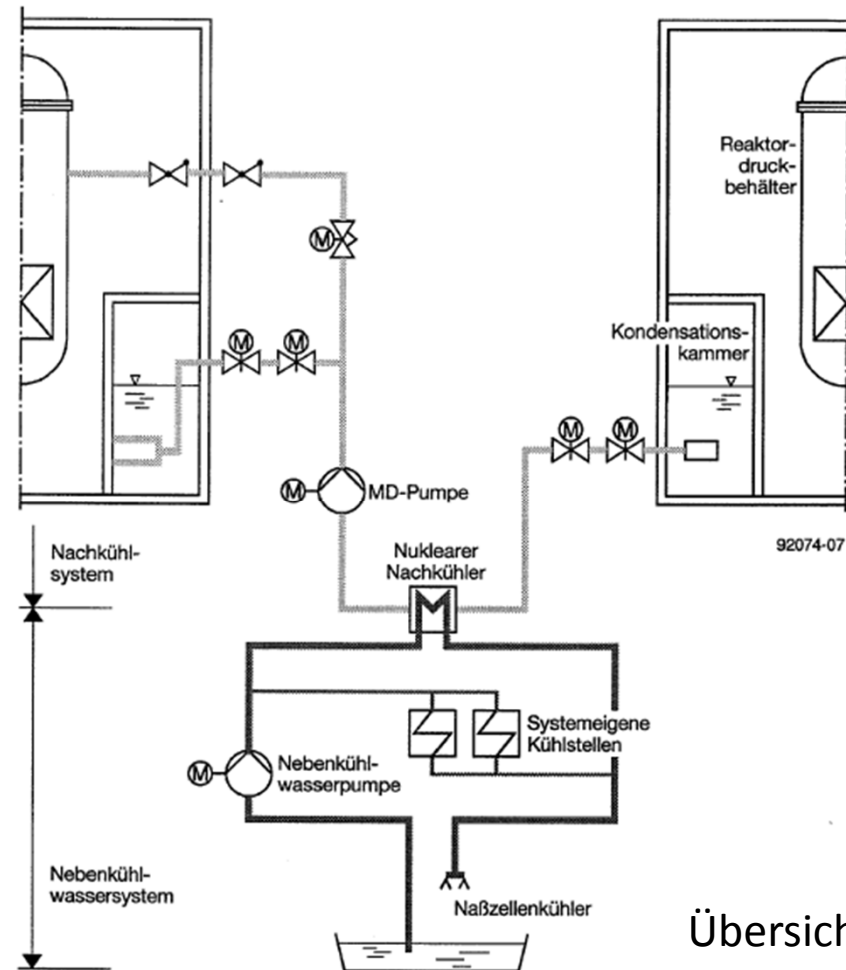
Sicherheitseinrichtungen im AKW Gundremmingen (GRS 095)



Notkühleinrichtungen im AKW KRB (GRS 095)

21.04.2016

Kongress der Landtagsfraktion Bündnis 90/Die Grünen, Augsburg, 16.04.2016



Übersicht ZUNA (GRS 095)

- Sicherheit des RDB
 - Anforderungen, insb.
 - RDB darf nicht katastrophal versagen (Ausschluss rasch fortschreitender Risse und spröder Brüche)
 - die Spannungen sind konservativ zu begrenzen, Spannungsspitzen sollen durch optimierte Konstruktion vermieden und die Konstruktion soll eine optimierte Prüfbarkeit erlauben.
 - Sachverhalt
 - die Prüfmöglichkeit des RDB sind im Bereich der Pumpenstutzen eingeschränkt. Risse oder Anrisse von innen können nicht erkannt werden.
 - die Ausbildung der Schweißnaht entspricht nach Auffassung des RSK Ausschusses „Druckführende Komponenten und Werkstoffe“ aus dem Jahr 2011 nicht den Kriterien der Basissicherheit.
 - durch Spannungen in der Plattierung, die auf die Reaktorinnenwand aufgeschweißt ist, können Mikrorisse entstehen, die dann eine erhöhte Angriffsfläche für korrosive Medien bilden (In der Plattierung im Bereich der Bodenschweißnaht seien hohe Spannungswerte bis zur Fließgrenze ermittelt worden.)
 - Nach den Ergebnissen vorliegender Rechnungen und Messungen ist es zweifelhaft, ob der RDB der Anforderung an die Druckführende Umschließung entspricht, wonach bei der Auslegung ein sicherheitstechnisch begründeter Zuschlag auf die ermittelten Werte der Einwirkungen vorzusehen ist.

(Renneberg, Majer: Risiken des Betriebs des Kernkraftwerks Gundremmingen unter besonderer Berücksichtigung der beantragten Leistungserhöhung, Wien 2013)

- Auslegung gegen naturbedingte übergreifende Einwirkungen (Erdbeben, Überflutung) (1)
 - Erdbeben (1)
 - Anforderungen
 - Im Erdbebenfall müssen die Sicherheitssysteme zur Störfallbeherrschung uneingeschränkt zur Verfügung stehen.
 - Sachverhalt (1)
 - Im Unterschied zu den früheren Anforderungen zum Zeitpunkt der Genehmigung sind heute nach KTA 2201.1 (2011) z.B.
 - » Seltener und damit stärkere Beben zu Grunde zu legen (100.000 jähriges statt 10.000 jähriges Beben),
 - » paläoseismologische Betrachtungen notwendig ,
 - » Unsicherheiten in der Berechnung auszuweisen.
 - Diesen Anforderungen entsprechen die Genehmigungsnachweise nicht.

(Renneberg, Majer: Risiken des Betriebs des Kernkraftwerks Gundremmingen unter besonderer Berücksichtigung der beantragten Leistungserhöhung, Wien 2013)

- Auslegung gegen naturbedingte übergreifende Einwirkungen (Erdbeben, Überflutung) (2)
 - Erdbeben (2)
 - Sachverhalt (2)
 - 437. Sitzung der RSK (Anlagenspezifische Sicherheitsüberprüfung (RSK-SÜ) deutscher Kernkraftwerke unter Berücksichtigung der Ereignisse in Fukushima-I (Japan): „RSK sieht es als möglich an, dass Robustheitslevel 1 erfüllt wird“!
Zu den Robustheitslevel 2 und 3 liegen keine Angaben vor!
Anmerkung:
RSK-Basislevel: 10-5/a Erdbeben (gemäß KTA)
RSK-Level 1: eine Intensität mehr
 - WENRA Ref.-Level T6.1 fordert die Analyse von Erdbeben, die auslegungsüberschreitend sind.

- Auslegung gegen naturbedingte übergreifende Einwirkungen (Erdbeben, Überflutung) (3)
 - Hochwasser
 - Das Anlagengelände liegt auf 433 m über NN. Die sicherheitstechnisch relevanten Gebäude liegen nach Betreiberangaben auf 434,5 m über NN. Für das 10.000 jährige Hochwasser beträgt der Wasserstand 433,33 m ü. NN. Ohne weitere temporäre und wirksame Schutzmaßnahmen würde das Anlagengelände 33 cm unter Wasser liegen.
 - „cliff-edge-Effekte“ wurden nicht untersucht. Der Betreiber hat lediglich mitgeteilt, dass für alle sicherheitstechnisch relevanten Bauwerke ein mögliches Eindringen von Wasser durch permanenten Hochwasserschutz bis zum auslegungsüberschreitenden Wasserstand von 434,5 mNN ausgeschlossen sei (RSK, 11.- 14.05.2011 (437. RSK-Sitzung) S. 40).

(Renneberg, Majer: Risiken des Betriebs des Kernkraftwerks Gundremmingen unter besonderer Berücksichtigung der beantragten Leistungserhöhung, Wien 2013)

- Auslegung gegen naturbedingte übergreifende Einwirkungen (Erdbeben, Überflutung) (4)
 - WENRA Rev.-Level T6.3 (a)
“demonstration of sufficient margins to avoid “cliff edge effects” that would result in loss of a fundamental safety function”
 - IAEA SSR-2/1:
A cliff edge effect, in a nuclear power plant, is an instance of severely abnormal plant behaviour caused by an abrupt transition from one plant status to another following a small deviation in a plant parameter, and thus a sudden large variation in plant conditions in response to a small variation in an input.

- Auslegung gegen naturbedingte übergreifende Einwirkungen (Erdbeben, Überflutung) (5)
 - Kausaler Zusammenhang zwischen Erdbeben und Hochwasser
 - Der Betreiber hat nicht die Kombination gleichzeitig zu unterstellender Ereignisse berücksichtigt, wie von den „Sicherheitsanforderungen an Kernkraftwerke“ gefordert.
 - Es besteht das Risiko, dass es durch Überflutungsereignisse insbesondere in Zusammenhang mit einem Erdbeben und einem nachfolgenden Dambruch der Donaustaufe zum Eindringen von Wasser in sicherheitsrelevante Bereiche der Anlage kommt.

(Renneberg, Majer: Risiken des Betriebs des Kernkraftwerks Gundremmingen unter besonderer Berücksichtigung der beantragten Leistungserhöhung, Wien 2013)

- Maßnahmen im auslegungsüberschreitenden Bereich
 - Nach Stand von Wissenschaft und Technik wären Maßnahmen zur Beherrschung einer Kernschmelze erforderlich (sh. WENRA Ref.-Level F 4.13). Strategien zur Beherrschung von Kernschmelzzenarien sind jedoch nicht implementiert. Vom Betreiber wird ausgeführt, dass durch die Wirksamkeit der vorgelagerten Sicherheitsebenen Kernschmelzzenarien als praktisch ausgeschlossen zu betrachten wären.
 - Nach den „Sicherheitsanforderungen an KKW“ muß das Venting-System auch im Erdbebenfall funktionstüchtig bleiben. Dieses System ist jedoch aktuell nicht gegen Erdbeben ausgelegt.

- Schlußfolgerungen (1)
 - RDB
 - Nach den vorliegenden Berechnungen und Messungen ist nicht ausgeschlossen, dass die sog. Bodenschweißnaht des RDB insbesondere unter Störfallbedingungen unter zu hohen Spannungen steht.
 - Die Aufsichtsbehörde sollte die Öffentlichkeit über die Ergebnisse der Prüfungen auf Reißfreiheit einschließlich der Angabe der Bereiche, die bislang nicht geprüft worden sind oder aufgrund der konstruktiven Randbedingungen nur unzulänglich geprüft werden konnten, unterrichten und die vorliegenden Unterlagen zugänglich machen.
 - Der Betrieb eines AKW, bei dem die Sicherheit des Reaktorbehälters und dessen Integrität zweifelhaft ist, weil er nicht den grundlegenden Anforderungen der sicherheitstechnischen Normen beispielsweise der Basissicherheit entspricht, stellt zumindest einen atomrechtlichen Gefahrenverdacht dar (§ 19 Abs.3 AtG), der die einstweilige Stilllegung des AKW begründet.

(unter Bezugnahme auf Renneberg, Majer: Risiken des Betriebs des Kernkraftwerks Gundremmingen unter besonderer Berücksichtigung der beantragten Leistungserhöhung, Wien 2013)

- **Schlußfolgerungen (2)**
 - **Not- und Nachkühlsystem**
 - Nur zwei Stränge des Not- und Nachkühlsystems haben die nachgewiesene Qualität als Störfallsicherheitssystem. Nach gegenwärtigem Stand erfüllt das AKW KRB für den Lastfall „Erdbeben“ nicht die Anforderungen des Einzelfehlerkonzepts, wie in WENRA Ref.-Level E10.7 gefordert. Anstelle der geforderten N+2 Ausführung ist nur eine N+1 Ausführung verfügbar.
 - **naturbedingte übergreifende Einwirkungen (Erdbeben, Überflutung)**
 - Für einen Dambruch der stromaufwärts liegenden Donaustaufstufe bei einem zu unterstellenden Erdbeben ist nicht nachgewiesen, dass das AKW gegen die darauf folgende Flutwelle nach einer erdbebenbedingten Vorschädigung anderer Sicherheitssysteme ausgelegt ist.
 - Auslegungsüberschreitende Einwirkungen sowie „cliff edge“ Effekte wurden nicht umfassend untersucht.
 - **Maßnahmen im auslegungsüberschreitenden Bereich**
 - Die gefilterte Druckentlastung des Sicherheitsbehälters ist im AKW KRB nicht gegen Erdbeben ausgelegt.
 - Strategien zur Beherrschung von Kernschmelzscenarioen sind nicht implementiert.

(unter Bezugnahme auf Renneberg, Majer: Risiken des Betriebs des Kernkraftwerks Gundremmingen unter besonderer Berücksichtigung der beantragten Leistungserhöhung, Wien 2013)

- Kontaktdaten

Prof. Dr. Manfred Mertins

Spargelweg 5

51143 Köln

Tel.: +49(2203)982331

Fax: +49(2203)982333

mobil: +49(172)3847051

e-mail: manfred.mertins@unitybox.de

web: mertins-safety.de