
Sicherheitsrisiko Isar 1

Dipl. Physikerin Oda Becker

Atomkraft am Ende?

**Perspektiven der aktuellen Atom- und
Energiedebatte**

Fachtagung der Petra-Kelly-Stiftung,
07.03.2009, Landshut

Inhalt

- Störanfälligkeit
- Erhöhtes Risiko durch Alterung
- Gefahr von Bränden
- Korrosion in Rohrleitungen
- Auslegungsdefizite
- Risiko durch Terror

Störanfälligkeit

- Isar 1 nahm 1977 den Betrieb auf und gehört zu den Altanlagen
- Es ist ein Siedewasserreaktor der Baulinie 69 (SWR 69)
- Zu diesem Typ gehört auch Brunsbüttel, Philippsburg 1 und Krümmel
- SWR 69 erwiesen sich als besonders störanfällig



Störanfälligkeit

Rang	Reaktortyp	Atomkraftwerk	Arbeitsverfügbarkeit bis 31.12.06
1	DWR 4. Generation	Emsland	93,9 %
2	DWR 4. Generation	Neckar 2	93,7 %
3	DWR 3. Generation	Grohnde	92,9 %
4	DWR 4. Generation	Isar 2	91,8 %
5	DWR 3. Generation	Philippsburg 2	90,2 %
6	DWR 3. Generation	Brokdorf	90,2 %
7	SWR Baulinie 72	Gundremmingen B	88,8 %
8	DWR 3. Generation	Grafenrheinfeld	87,9 %
9	SWR Baulinie 72	Gundremmingen C	87,0 %
10	DWR 2. Generation	Unterweser	83,9 %
11	DWR 2. Generation	Neckar 1	83,1 %
12	SWR Baulinie 69	Isar 1	82,3 %
13	SWR Baulinie 69	Krümmel	80,6 %
14	SWR Baulinie 69	Philippsburg 1	79,1 %
15	DWR 2. Generation	Biblis B	74,8 %
16	DWR 2. Generation	Biblis A	71,7 %
17	SWR Baulinie 69	Brunsbüttel	63,0 %

Deutsches Atomforum (DAtF): Kernenergie in Deutschland – Jahresbericht 2006; 2007

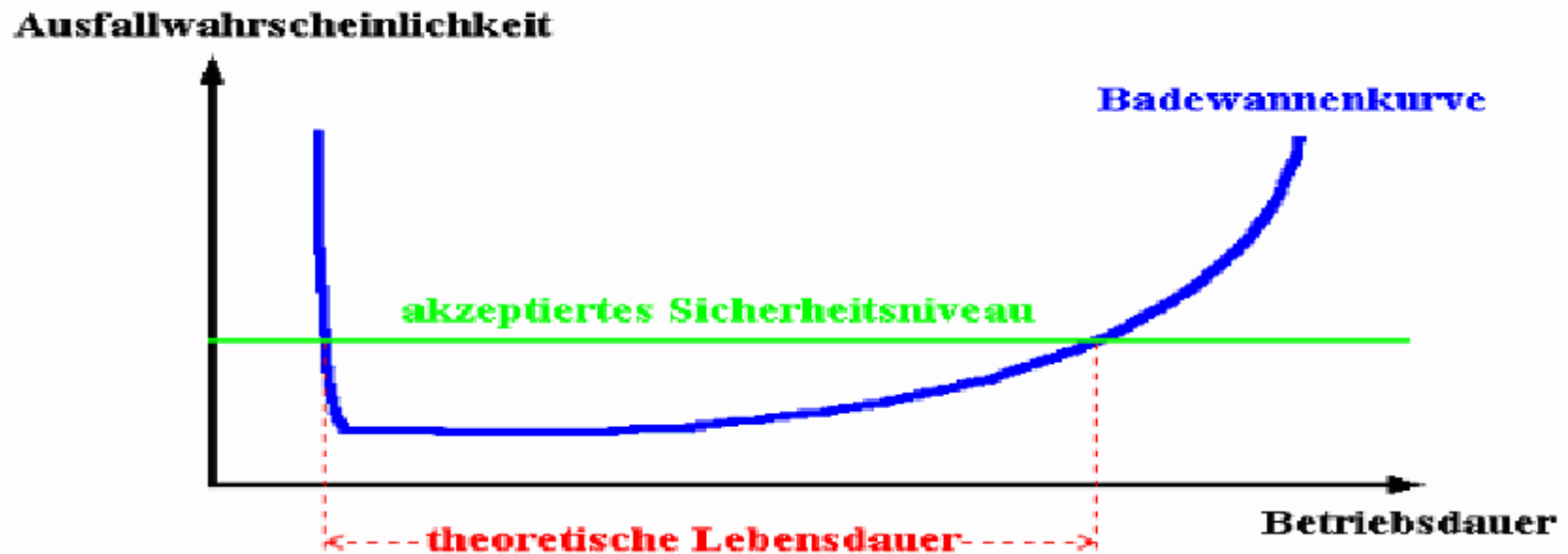
Erhöhtes Risiko durch Alterung

Von Alterung betroffen:

- Werkstoffe von Komponenten und baulichen Einrichtungen
- Technische Systeme
- Organisatorische Systeme
- Dokumentation

Erhöhtes Risiko durch Alterung

“Badewannenkurve”



Erhöhtes Risiko durch Alterung

Alterung in Werkstoffen durch:

- Temperatur / Temperaturänderungen
- Druck / Druckwechsel (mechanische Last)
- Ionisierende Strahlung
- Chemische Effekte

Erhöhtes Risiko durch Alterung

Alterungsmanagement

- Ziel hierbei ist, mögliche Alterungsmechanismen zu erfassen und deren schädlichen Auswirkungen gezielt und wirksam vorzubeugen.
- Grundannahme: Schäden können erkannt werden bevor ein Versagen eintritt.

Erhöhtes Risiko durch Alterung

Gegenmaßnahmen:

- Austausch von Komponenten/Teilen
- -> nicht überall möglich
- -> hohe Kosten
- -> mögliche Sicherheitsprobleme durch neuer Komponente in altem System
- Intensivierung von Prüfungen und Überwachung
- -> nicht alle Bereiche sind prüfbar
- -> Abbau bei Prüfungen

Erhöhtes Risiko durch Alterung

Probleme beim Alterungsmanagement :

- Alterungsprozesse finden in der mikroskopische Struktur statt
- Eigenschaften von Werkstoffen teilweise nicht zerstörungsfrei prüfbar
- Mechanismen von Alterungsprozessen bekannt, aber nicht vollständig verstanden
- Auftreten nicht erwarteter Schädigungsmechanismen

Erhöhtes Risiko durch Alterung

Materialalterung bewirkt u. a.:

1. Schäden in Kabelisolierungen ⇒
Kurzschluss und Brand
2. Risse in Stahlkomponenten ⇒
Kühlmittelverlust

Erhöhtes Risiko durch Alterung

Alterung als Ursache für Brände

- Ca. 50% aller Brände in AKW durch Fehler in elektr. Einrichtungen, dabei insbesondere Kurz- oder Erdschlüsse von Kabeln
- Alterung der Isolierung wurde mehrfach als Ursache identifiziert
(Beispiel 23.08.04 im AKW Brunsbüttel)

Erhöhtes Risiko durch Alterung

Kabel besonderes Gefahrenpotenzial

- Selbstentzündung durch Kurzschluss oder Überhitzung
- Hauptbrandlast im Atomkraftwerk
- Brandausbreitung
- Funktionsverlust sicherheitstechnisch wichtiger Komponenten und Systeme

Erhöhtes Risiko durch Alterung

Mögliche schwere Unfälle durch Kabel

Brand durch Kurzschluss --> Brandausbreitung
--> Funktionsverlust mehrerer Kabel und oder
Steuerungsleitungen--> Ausfall Kühlpumpen --
> Kernschmelze

Fazit:

**Alte Kabel sind Gefahrenpotenzial für
Kernschmelzunfall**

Erhöhtes Risiko durch Alterung

Korrosionschäden

- entstehen durch eine Reihe unterschiedlicher Mechanismen
- Eine der Korrosionsarten, die in SWR 69 die Sicherheit gefährdeten und immer noch gefährden, ist die *interkristalline Spannungsrisskorrosion*
- 1992 wurden in Brunsbüttel die ersten derartigen Risse gefunden

Erhöhtes Risiko durch Alterung

Interkristalline Spannungsrisskorrosion

- Problem: Risse entstehen an Stellen hoher Spannung im Werkstoff \Rightarrow beschleunigten Risswachstum (10 mm pro Jahr)
- Bisher traten schnellwachsende Risse nicht in Atomkraftwerken, sondern nur im Labor auf
- Eine Vermutung des BfS ist, dass die langandauernde Phase der Rissinitierung im AKW noch nicht abgeschlossen ist.

Erhöhtes Risiko durch Alterung

Risse im AKW Isar 1

- 2001 erhielt der TÜV anonym Emails von Mitarbeitern des AKW Isar 1
- Darin hies es: Die „Leck-vor-Bruch“- Nachweise von nachgerüsteten austenitischen Rohrleitungen stünde „auf sehr schwachen Beinen“....
- „Bei der Abstimmung mit dem TÜV müssen wir mit verdeckten Karten spielen.“ Zurzeit habe man den TÜV aber „noch fest im Griff“.

Erhöhtes Risiko durch Alterung

Risse im AKW Isar 1

- Der TÜV leitete die Schriftstücke an das Bayerische Umweltministerium weiter
- Gespräche zwischen Behörde, Betreiber, Gutachter und BMU folgten
- Das BMU kam zu dem Schluss, dass die vorliegenden Sicherheitsnachweise dennoch soweit belastbar seien, dass Isar-1 weiter betrieben werden könne
- Laut BMU zeigte der Vorfall jedoch Schwächen in der bayerischen Atomaufsicht sowie beim TÜV Süd, denen sei nachzugehen

Erhöhtes Risiko durch Veralten

- AKW altern nicht nur physisch, sie veralten auch in ihrer Auslegung
- Zwischen Auslegung und neuesten Sicherheitsanforderungen öffnet sich mit der Zeit ein immer größerer Graben, der mit Nachrüstungsmaßnahmen nur teilweise überbrückt werden kann.
- Das betrifft insbesondere die Auslegung gegen potenzielle Terrorangriffe und gegen Brandereignisse

Erhöhtes Risiko durch Veralten

Probleme durch Veralten

- In neueren Anlage wird Brandschutz durch die Auslegung gewährleistet, Redundanzen (mehrfach vorhandene Sicherheitssysteme) werden räumlich getrennt
- Altanlagen wie Isar 1 haben keine räumliche Trennung, diese ist nicht nachrüstbar
- Stattdessen „Brandschutz“ durch Brandmelder und Löschanlagen

Auslegungsdefizite

SWR 69 weisen gegenüber neueren SWR z. B. folgende Schwachstellen auf:

- Eingeschränkte Prüffähigkeit des Kühlkreislaufes auf Risse
- *Bruchausschlusskonzept* erst durch „Nachqualifizierung“ (z. T. mit Austausch von Rohrleitungen) umgesetzt
- Geringe Wandstärke des Reaktorgebäudes
- Schnelles Durchschmelzen des Sicherheitsbehälters

Auslegungsdefizit Sicherheitsbehälter

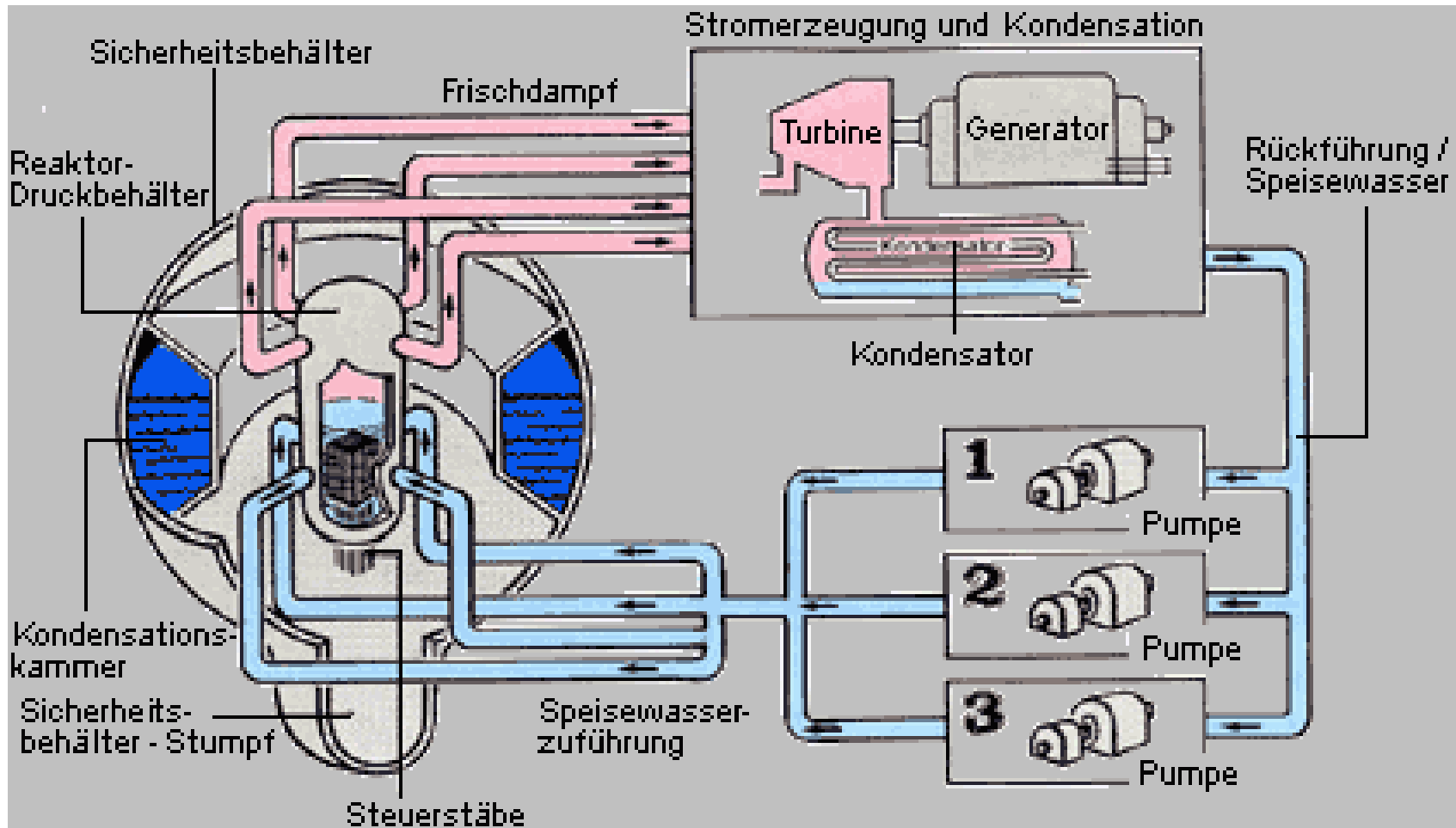
PSA 2 Studie zu Unfallabläufen und -folgen in SWR 69

- Kommt es zur Kernschmelze dringt der geschmolzene Reaktorkern innerhalb weniger Stunden durch den Reaktordruckbehälter und fällt in den unteren Teil des Sicherheitsbehälters
- Dieser schmilzt in Minuten durch
- ⇒ Radioaktive Freisetzungen sind besonders hoch (bis zu 90 %) und schnell (1,5 Stunden)
- Wenig Zeit für die Evakuierung der Bevölkerung

Risiko

- Risiko errechnet sich aus der Multiplikation von Eintrittswahrscheinlichkeit und Schadensausmaß.

Auslegungsdefizit Sicherheitsbehälter



Risiko durch Terrorangriffe

Atomkraftwerk ist als Angriffsziel „attraktiv“:

- Wegen des Symbolcharakters
- Wegen der langfristigen Wirkung
- Wegen der unmittelbaren Wirkung auf die Elektrizitätserzeugung
- Wegen der weltweiten Aufmerksamkeit

Risiko durch Terrorangriffe

Isar 1 weist hinsichtlich Terrorangriffen folgenschwere auslegungsbedingte Schwachstellen auf:

- Geringe Wand- und Dachstärke des Reaktorgebäudes (teilweise nur 35 cm)
- Exponierte Lage des Brennelement-Lagerbeckens
- Auslegungsdefizit Sicherheitsbehälter

Risiko durch Terrorangriffe

Ergebnis der GRS Studie für Isar 1:

Airbus 320 mit 100 m/s (360 km/h)

- großflächige Zerstörung Reaktorgebäude, frühe Aktivitätsfreisetzung

-> “Beherrschung fraglich”

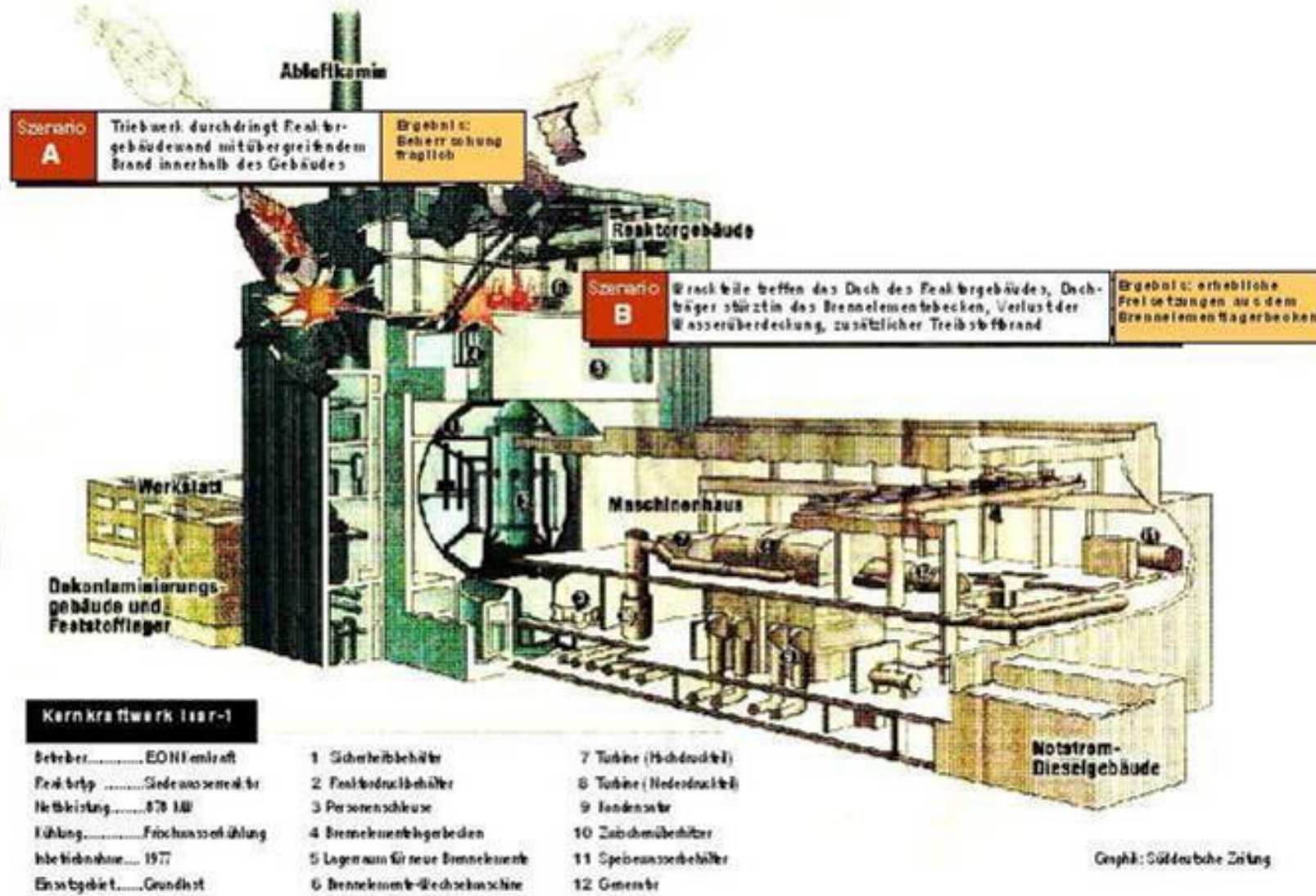
- Triebwerkdurchdringung Reaktorgebäude und Brand im Gebäude

-> “Beherrschung fraglich”

- Wrackteiltreffer des Reaktorgebäudedaches

-> “Erhebliche Freisetzungen”

Risiko durch Terrorangriffe



Risiko durch Terrorangriffe

Hohes radioaktives Inventar im Reaktorgebäude

- Im Reaktorkern befinden sich rund 100 t Schwermetall
- Im Brennelementlagerbecken etwa 300 t Schwermetall



Risiko durch Terrorangriffe

Schutzkonzept gegen einen gezielten
Flugzeugabsturz

Ausgangslage

- GRS-Studie im Auftrag des BMU nach 11.09.2001
- Ergebnis: Flugzeugabsturz kann zu einem Kernschmelzunfall führen
- Insbesondere Altanlagen bedroht

Risiko durch Terrorangriffe

Idee der Betreiber

- Verneblung der AKW

Bewertung des Vernebelungskonzepts

- Potenzielle Terroristen sind auch bei Vernebelung in der Lage mit einem Verkehrsflugzeug ein AKW zu treffen
- BMU sieht Konzept als nicht ausreichend an und verlangt Nachbesserungen

Risiko durch Terrorangriffe

Geplante Nachbesserungen:

- Mehrfachauslösung der Verneblung und Abschuss des Flugzeugs
- GPS-Störsender

Realisierte Nachbesserungen:

- Mehrfachauslösung der Verneblung

Risiko durch Terrorangriffe

Fazit:

- Kein ausreichender Schutz vor einem Flugzeugabsturz vorhanden
- Zudem sind weitere Terrorangriffe denkbar

Risiko durch Terrorangriffe

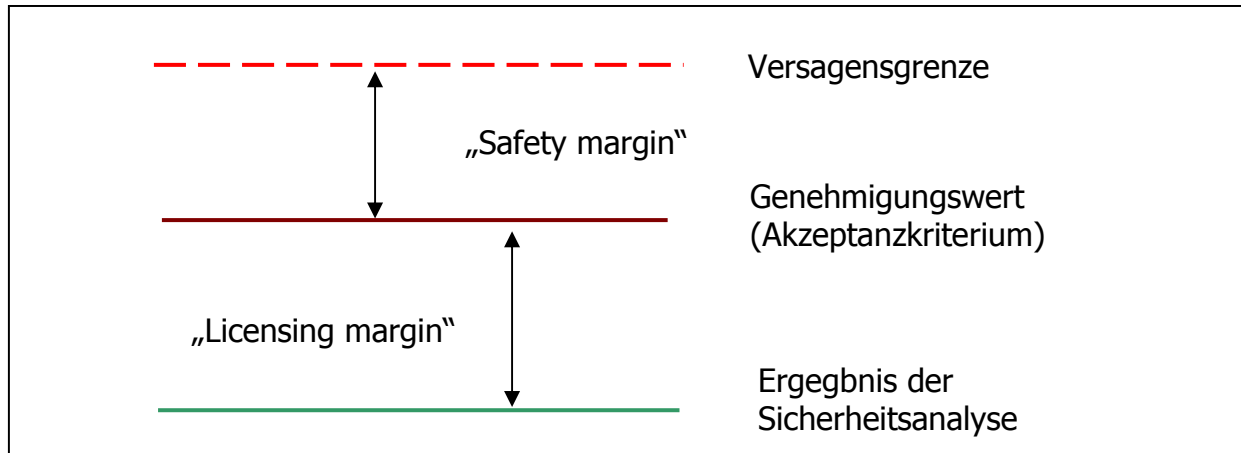
Potenzielle Terrorangriffe:

- Sprengstoffbeladenen Flugobjekten
- Bomben aus Hubschraubern
- Artilleriebeschuss
- Sprengladungen durch Innentäter

Steigerung der Wirtschaftlichkeit

Trends :

- Laufzeitverlängerung
- Leistungssteigerung (beantragt)
- Einsatz von Hochabbrandelementen
- Abbau bei Prüfungen



Fazit

- Von der Altanlage Isar 1 geht aufgrund der Auslegungsdefizite ein großes Risiko aus.
- Dieses steigt durch Alterungseffekte stark an.
- Die zu erwartenden Trends der Betreiber zur Steigerung der Wirtschaftlichkeit verschärfen die Problematik.

Fehler in der Sicherheitsleittechnik

- Im Sommer 2002 wurden in Brunsbüttel Verdrahtungsfehler bei der Steuerung
 - der Notstromversorgung und
 - der Not- und Nachkühlsysteme entdeckt.
- Bei einem bestimmten Störfall wären Sicherheitssysteme teilweise oder total ausgefallen.
- Die fehlerhafte Verdrahtung beruhte
 - zum Teil auf Planungsfehlern und bestanden seit der Inbetriebnahme der Anlage

Gefahr der Wasserstoffexplosion

- Während des Betriebes entstehen in einem Reaktor laufend Wasserstoff und Sauerstoff durch Radiolyse
- Z. B. an kühleren Anschlussleitungen kann es zu einer Ansammlung von Knallgas und zu einer Explosion kommen
- Temperaturfühler und katalytische Rekombinatoren sollen Schutz bieten
- Dennoch traten Probleme auf:

Gefahr einer Wasserstoffexplosion

Vorfälle:

1988 Isar 1: Entzündung von Knallgas, das sich in Ventilen angesammelt hatte

2001 Brunsbüttel: Bersten einer Rohrleitung am Reaktordruckbehälterdeckel durch Knallgasreaktion



Durch ein 4,4 kg schweren Bruchstückes der nur 5 mm dicken Leitung wurde ein massiver 200 Tonnen schwerer Doppel-T-Träger verbogen.