

Das Risiko alternder/alter Kernkraftwerke in Europa

Projektüberblick und Schlussfolgerungen

INRAG, präsentiert von Oda Becker und Klaus Gufler

Die Gruppe INRAG

- INRAG: International Nuclear Risk Assessment Group
- Interdisziplinär
- Mitglieder: (universitäre) ForscherInnen, (frühere) Angehörige von Aufsichtsbehörden und deren Organisationen zur technischen Unterstützung, teilweise als Leiter der Behörde, unabhängige WissenschaftlerInnen
- Mitglieder kommen (aktuell) aus den Ländern Österreich, Bulgarien, Frankreich, Deutschland, Schweden, UK, USA

- Bündeln und vernetzen der unabhängigen, internationalen Expertise im Bereich Sicherheit/Risiko von kerntechnischen Anlagen
- Fundierte Analysen nach Stand von Wissenschaft und Technik durch das INRAG Netzwerk zu aktuellen Themen zur Sicherheit kerntechnischer Anlagen
- Ergebnisse und Informationen an die interessierte Öffentlichkeit und Entscheidungsträger bringen

Zielsetzung und Methoden der Studie

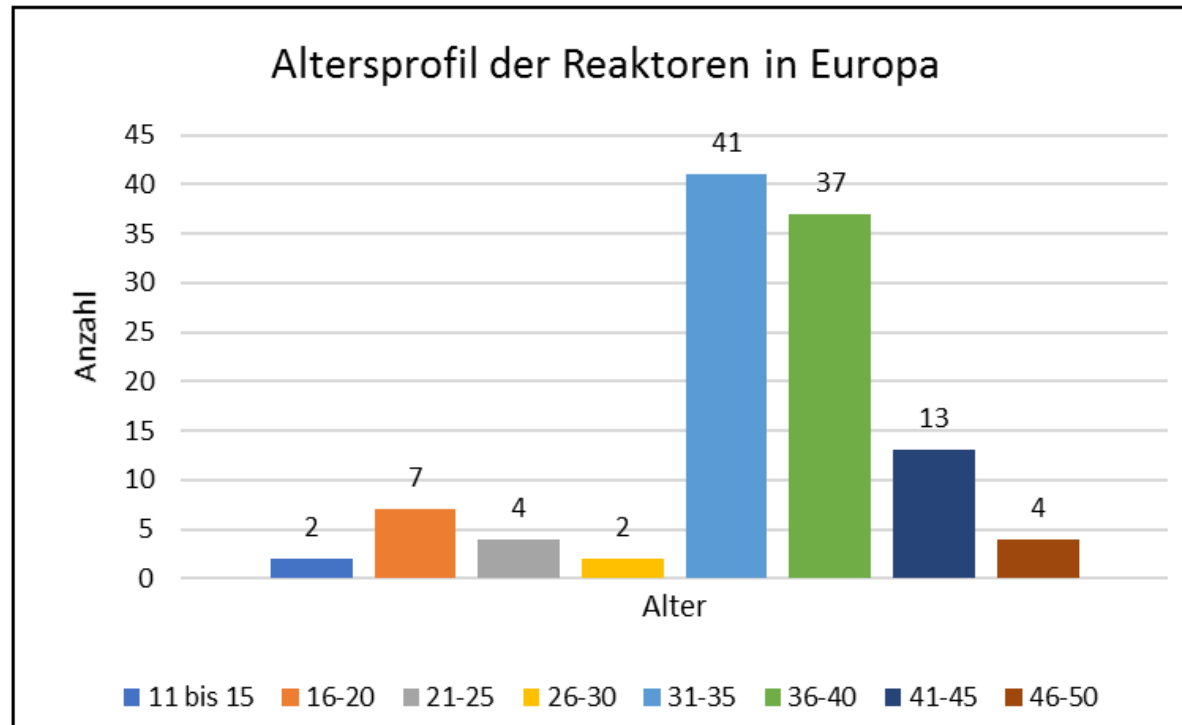
- Ziel – Charakterisieren der Risiken, die sich durch Laufzeitverlängerungen, bez. Langzeitbetrieb der vorhandenen Flotte von Kernkraftwerken ergeben
- Methode – Erheben von Stand von Wissenschaft und Technik im Bereich Alterung / Altersmanagement
- Betrachtung einer Vielzahl von Beispielen (aus der Erfahrung der INRAG-Mitglieder)
- Ableiten von Schlussfolgerungen für das Risiko

Wieso ist das Thema wichtig

- Aktuell ist kein Reaktor in Europa weniger als zehn Jahre in Betrieb
- Fast 90% der Reaktoren werden bereits 30 Jahre betrieben
- Nur wenige (7) neue Reaktoren sind in Bau und diese wenigen weisen massive Budget- und Zeitüberschreitungen auf. Noch weniger (4) Neubauten sind konkret geplant.
- Weitere Neubauprojekte bleiben wegen hoher Kosten und finanzieller Schwierigkeiten erfolglos.
- Zum Ersatz der Kapazitäten verstärkt Laufzeitverlängerung (LTE) und Langzeitbetrieb (LTO) geplant oder bereits umgesetzt.
- Nach **aktuellen** Plänen soll in Europa auf lange Zeit eine Flotte sehr alter Reaktoren betrieben werden

Wieso ist das Thema wichtig

- Altersprofil der Reaktoren in Europa zeigt Großteil der Reaktoren zwischen 30 und 40 Jahre alt



- Physische Alterung der Strukturen, Systemen oder Komponenten wird im Laufe der Zeit und durch die Nutzung z. B. durch ionisierenden Strahlen, thermische und mechanische Beanspruchungen, Korrosion bewirkt.
- Folgen der Alterung sind vielfältig: z. B. Auftreten von Versprödung, Wandschwächungen, Rissbildung
- Insgesamt ist mit zunehmender Betriebsdauer eine Qualitätsminderung von Werkstoffeigenschaften und damit eine abnehmende Funktionsfähigkeit und Zuverlässigkeit von Strukturen, Systemen und Komponenten zu beobachten
- Gegenmaßnahmen sind begrenzt

- Alterungs-Management funktioniert gut bei Komponenten, bei denen die Alterungsprozesse bekannt sind, die gut zugänglich sind, überwacht und ausgetauscht werden können
- Einige Komponenten, bauliche Strukturen können nicht ausgewechselt werden –wichtigstes Beispiel Reaktordruckbehälter, Alterung reduziert kontinuierlich die vorhandenen Sicherheitsreserven.
- Andere Komponenten sind für Inspektionen schwer zugänglich, etwa Rohrleitungen eingeschlossen in Beton.
- Es wurden bisher immer wieder neue, unerwartete Alterungsprozesse entdeckt, und es kann davon ausgegangen werden, dass auch heute noch nicht alle Alterungsprozesse bekannt sind
- Es kann davon ausgegangen werden, dass unentdeckte alterungsbedingte Schäden vorhanden sind

Veralten der Technologie und der Konzepte (Obsolescence)

- Die Technologie der verwendeten Strukturen, Systeme, Komponenten kann im Vergleich zum Stand von Wissenschaft und Technik veralten (z. B. Einsatz von nicht langzeitbeständigen Werkstoffen)
- Die Auslegung (das Sicherheitskonzept) ist im Vergleich zu heutigen Anforderungen veraltet
- Dies kann passieren, wenn sich der Wissensstand weiterentwickelt
- Jeder große Reaktorunfall (Three Mile Island, Tschernobyl, Fukushima) in der Folge zu einem großen Wissensgewinn geführt
- Allerdings sind die resultierenden Konzepte oft so verschieden, dass Nachrüstung nicht möglich ist (Core catcher, Redundanz, Diversität, bauliche Trennung verschiedener Stränge von Sicherheitssystemen, Schutz gegen externe Einwirkungen, etc.)

Schlussfolgerungen

Erhöhtes Risiko

- Der Langzeitbetrieb der Flotte alternder Reaktoren erhöht signifikant das Risiko für radioaktive Freisetzungen in Europa.
- Schwere Unfälle sind bei den in Betrieb befindlichen Reaktoren möglich
- Der Alterungsprozess erhöht das Risiko schwerer Unfälle
- Nachrüstungen können das Problem lindern, aber nicht völlig lösen

Schlussfolgerungen

Doppelstandards

- Ein Großteil der derzeitigen Reaktorflotte wurde in den 1970/1980 errichtet. Die Auslegung ist veraltet und würde nach heutigen Standards nicht akzeptiert werden.
- Ein Großteil der EU Mitgliedstaaten akzeptieren Doppelstandards, niedrigere Standards für bestehende KKWs, und höhere Standards für KKWs, die nach einem Stichtag um eine Baubewilligung ansuchen (Die EC Richtlinie 2014/87/Euratom zur nuklearen Sicherheit unterscheidet Reaktoren mit einer Baubewilligung vor und nach dem 14 August 2014)
- Viele der sich heute in Betrieb befindenden Reaktoren würde keine Baugenehmigung erhalten, würden sie heute um eine ansuchen. Das Risiko wäre nach heutigen Standards zu hoch.

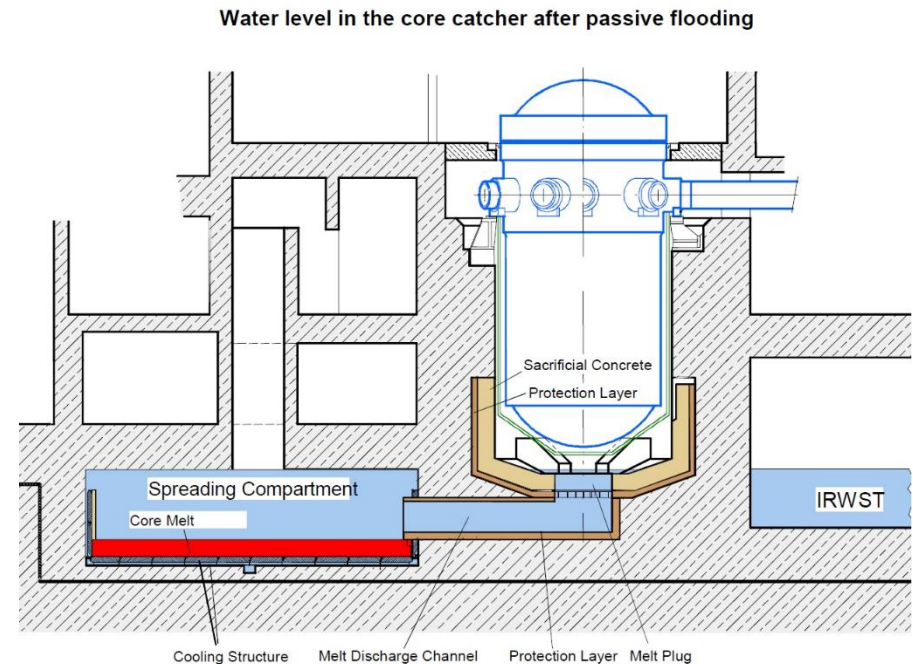
Schlussfolgerungen

Alte (veraltete) Auslegung der KKWs

- Viele der europäischen Reaktoren sind bereits über ihre geplante Lebensdauer von 30 oder 40 Jahren in Betrieb
- In vielen Fällen sind vollständige Nachrüstung auf den aktuellen Stand von Wissenschaft und Technik nicht möglich
- Zusätzlich gibt es noch verzögerte Reaktorprojekte, “delayed projects”, wo die Errichtung vor Jahrzehnten begonnen wurde, aus verschiedenen Gründen gestoppt wurde, und die nun mit Jahrzehnten Verzögerung fertiggestellt und in Betrieb genommen werden. Rechnet man bei solchen Projekten Beginn der Planung bis geplantes Betriebsende, kommt man auf über 100 Jahre

Schlussfolgerungen Grenzen der Nachrüstung

- Höhere Anforderungen an Redundanz (e.g. n+2 Konzept statt n+1)
- Höhere Anforderungen an Diversität
- Räumliche bauliche Trennung von Sicherheitssystemen
- Sicherheitsrelevante Systeme zur Beherrschung von schweren Unfällen mit Kernschaden (core catcher, in-vessel retention)



EPR - Corecatcher

Schlussfolgerungen

Nachrüstungen sind nicht immer Verbesserungen

- Nachrüstungen zielen nicht immer darauf ab, den Zustand der Anlage im Vergleich zur Genehmigung zu verbessern
- Oft sind Schwächen in Materialien oder in der Auslegung bei der Inbetriebnahme unbekannt und werden erst Jahre oder Jahrzehnte später entdeckt
- Nachrüstungen zielen in einem solchen Fall darauf ab, den Zustand der Anlage an den Zustand heranzuführen, der bei der Genehmigung angenommen wurde. Man kann daher nicht von einer Verbesserung sprechen (z.B. „Sumpfsiebproblematik“)

Schlussfolgerungen

Informationen zu den Risiken

- Mit dem Betrieb eines Kernkraftwerks akzeptiert man ein Restrisiko, dass es zu einem katastrophalen Unfall kommen kann
- Um eine Entscheidung treffen zu können, ob das Restrisiko als vertretbar gesehen wird, sollte es genau bekannt sein und transparent kommuniziert werden
- Nun kann das Restrisiko niemals völlig bekannt sein, da der Zustand der Anlage, der verwendeten Materialien, der Sicherheitssysteme nicht vollständig bekannt ist
- Auch das bekannte Risiko wird nicht transparent kommuniziert. Statt über das Risiko der Anlage zu informieren, wird über den Sicherheitszustand der Anlage informiert, wobei mit „sicher“ gemeint ist, dass die Anlage den behördlichen Anforderungen entspricht.

Schlussfolgerungen

Teilnahmemöglichkeiten für die betroffene Öffentlichkeit

- Bei Neuerrichtungen von KKWs ermöglichen die Mitgliedstaaten der EU öffentliche Teilnahme am Verfahren, z.B. im Rahmen der Umweltverträglichkeitsprüfung
- Lebensdauererlängerungen, die u.U. ein größeres Risiko bergen, bedürfen nicht unbedingt einer Öffentlichkeitsbeteiligung
- In manchen Ländern wird das Genehmigungsverfahren geändert, von einer befristeten Laufzeit zu unbefristeter Laufzeit mit Sicherheitsüberprüfung alle zehn Jahre, ansonsten Betrieb solange „der Reaktor sicher“ ist. Auch hier sollte öffentliche Teilnahme möglich sein.

Schlussfolgerungen

Grenzüberschreitende

Verfahren

- Die Genehmigung und Entscheidung über den Betrieb von Kernkraftwerken ist rein nationale Verantwortung
- Das Risiko ist allerdings nicht auf die Grenzen des Betreiberstaats begrenzt. Auch Bürger in Nachbarstaaten können betroffen sein.
- Nur wenige EU weite Richtlinien widmen sich der nuklearen Sicherheit, und internationale Standards wie die Sicherheitsstands der IAEA oder die WENRA Reference Levels sind nur verbindlich, wenn sie freiwillig in nationales Recht übernommen wurden
- Es gibt aktuell keine Richtlinien, die es einen Nachbarstaat erlauben würden, ein als nicht sicher gesehenes KKW übergeordnet zu beeinspruchen

Schlussfolgerungen

- Kernkraftwerke sind hochkomplexe Maschinen, Alterung dieser Maschinen ist ein komplexer Prozess, dessen Verständnis eine Vielzahl an wissenschaftlichen Disziplinen erfordert
- Prinzipiell kann man mit Altersmanagement der physischen Alterung begegnen (Überwachung und rechtzeitiger Ersatz), aber das ist nicht immer möglich.
- Ein technologisches und konzeptionelles Veralten kann oft nicht vermieden werden. Nachrüstungen sind oft nicht möglich.
- Die Verbindung von Alterung und Veralten zu einem signifikant erhöhten Risiko der Anlagen. Nach momentanem Planungsstand wird dieses Risiko in Europa für lange Zeit bestehen.