

Der EU-Stresstest und die Sicherheit europäischer Kernkraftwerke

Dr. Christoph Pistner

Kerntechnisches Kolloquium

LRST, RWTH Aachen, 27.05.2014

Inhalt

1 Kernenergie in Europa

2 Kerntechnische Regelwerke

3 Der EU-Stresstest

4 Wichtige Erkenntnisse aus dem EU-Stresstest

5 Fazit

1

Kernenergie in Europa

Kernkraftwerke in Europa, Stand 25.05.2014

Anzahl Reaktoren in Betrieb:

- | | | |
|----------------------------|---------|-----------------------|
| • Europa (West): | 117 KKW | 113,5 GW el. Leistung |
| • Europa (Mittel und Ost): | 68 KKW | 48,6 GW el. Leistung |

In Bau:

- | | | |
|----------------------------|--------|----------------------|
| • Europa (West): | 2 KKW | 3,2 GW el. Leistung |
| • Europa (Mittel und Ost): | 15 KKW | 12,3 GW el. Leistung |

Stillgelegt:

- | | | |
|----------------------------|--------|----------------------|
| • Europa (West): | 80 KKW | 25,6 GW el. Leistung |
| • Europa (Mittel und Ost): | 20 KKW | 9,6 GW el. Leistung |

Kernkraftwerke in Europa, Stand 25.05.2014

Belgium: 7 (PWR)

Bulgaria: 2 (PWR)

Czech Republic: 6 (VVER)

Finland: 4 (VVER, BWR)

France: 58 (PWR)

Germany: 9 (PWR, BWR)

Hungary: 4 (VVER)

Netherlands: 1 (PWR)

Romania: 2 (CANDU)

Slovakia: 4 (VVER)

Slovenia: 1 (PWR)

Spain: 7 (PWR, BWR)

Sweden: 10 (PWR, BWR)

UK: 16 (GCR, PWR)

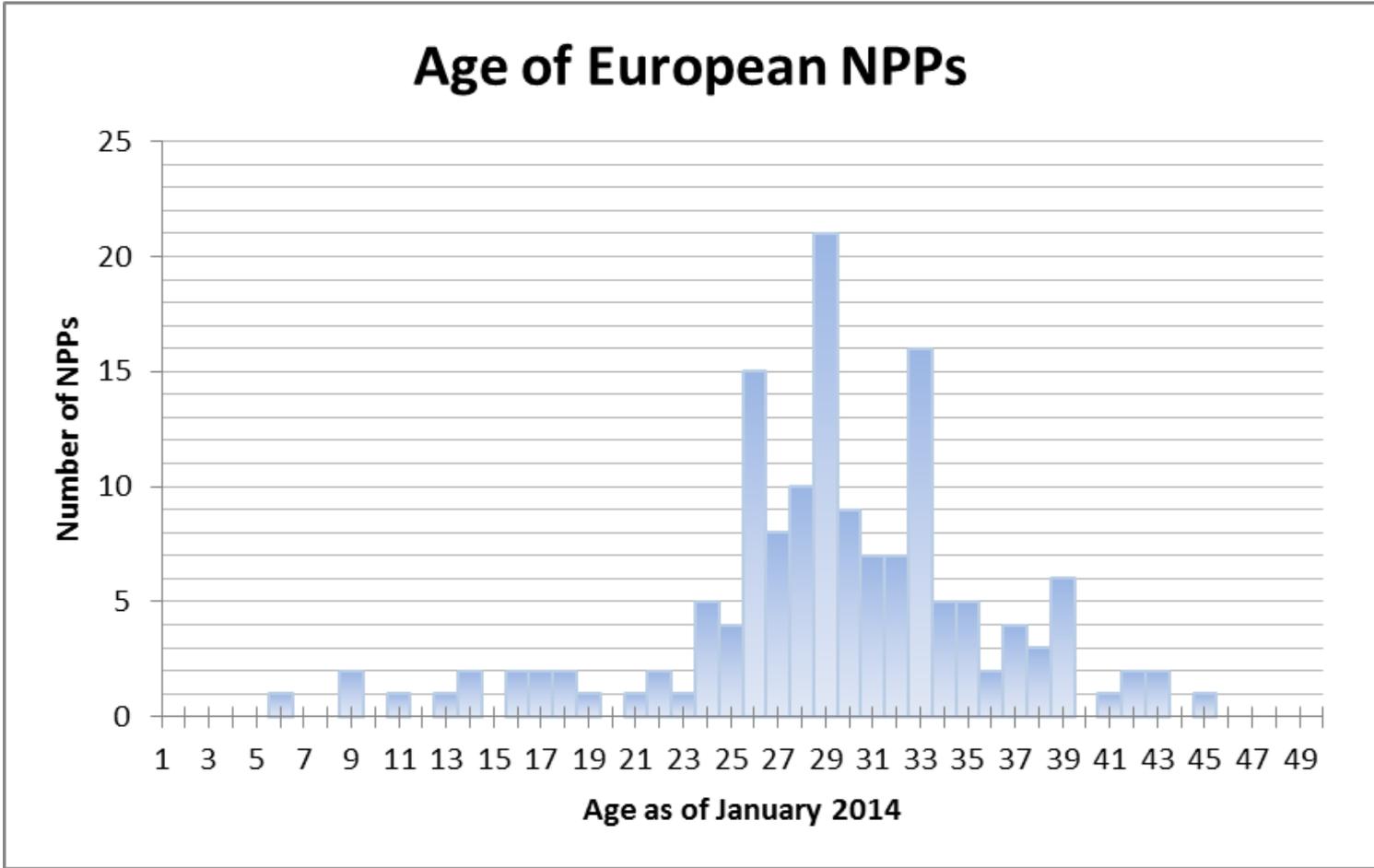
Armenia: 1 (PWR)

Russia: 33 (VVER, RBMK, FBR)

Switzerland: 5 (PWR, BWR)

Ukraine: 15 (VVER)

Altersverteilung der europäischen Reaktoren



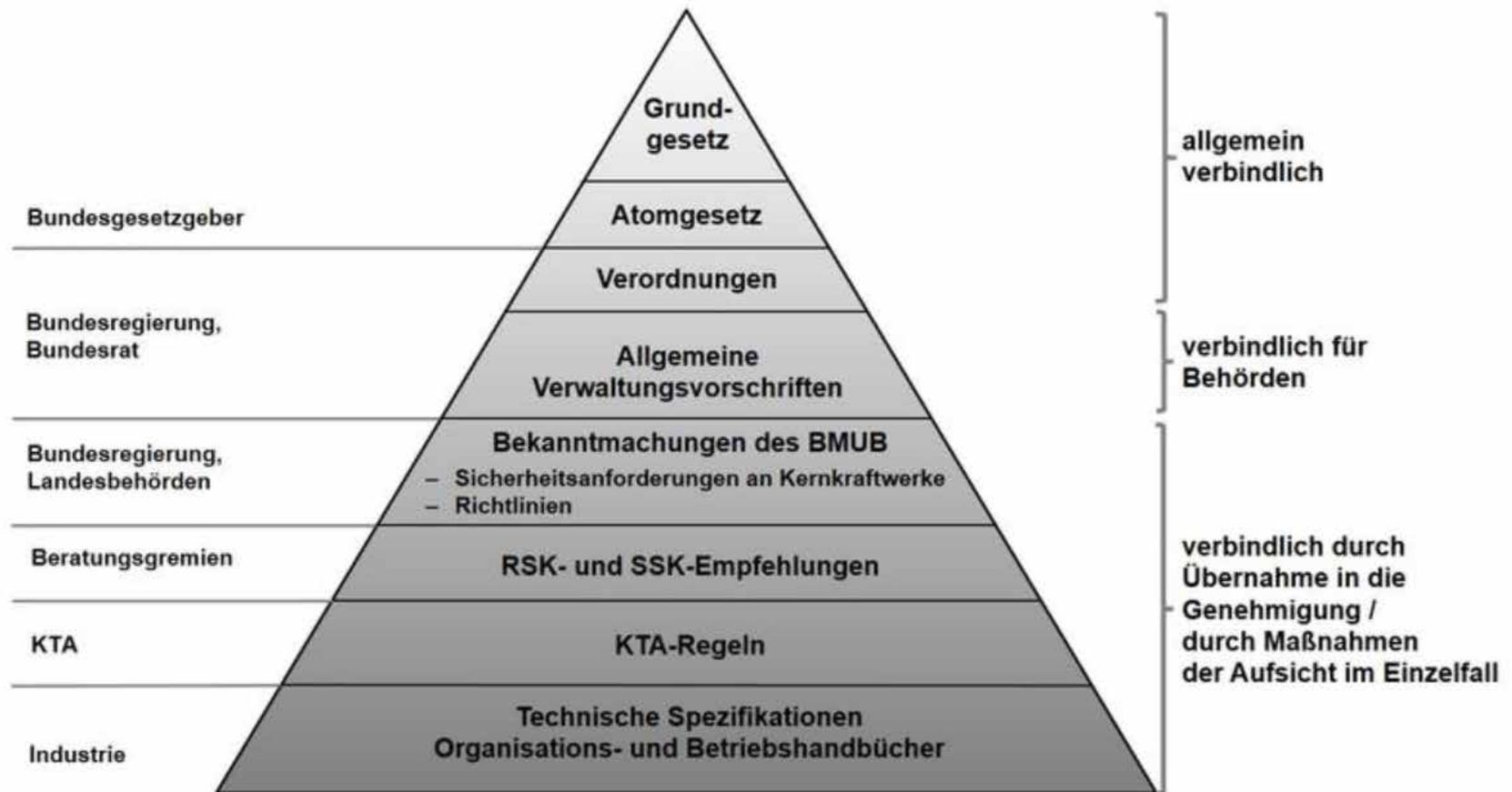
2

Kerntechnische Regelwerke

Internationale Anforderungen / Regelwerke

- Übereinkommen zur nuklearen Sicherheit
 - Berichtspflichten
- IAEA:
 - Safety Fundamentals
 - Safety Requirements (General, Specific)
 - Safety Guides (General, Specific)
- EU Richtlinie 2009/71/Euratom („Safety Directive“)
- WENRA
 - Reference Level for Existing Nuclear Power Plants
 - Safety of New Nuclear Power Plants

Kerntechnisches Regelwerk in Deutschland



3

Der EU-Stresstest

Reaktionen in Deutschland auf Fukushima

- RSK Sicherheitsüberprüfung
- Expertenkommissionen Baden-Württemberg, Bayern
- Novellierung des AtG:
 - Stilllegung von 8 Anlagen
 - Befristung der Laufzeit der verbleibenden Anlagen bis 2022
- Weiterleitungsnachricht der GRS
- Stellungnahmen/Empfehlungen der RSK
 - Extremwetter
 - Robustheit
 - Wärmesenke

Anlass des EU-Stresstests

24./25.03.2011: Forderung des Europäischen Rats:

„Die Sicherheit aller kerntechnischen Anlagen der EU sollte mittels einer umfassenden und transparenten Risiko- und Sicherheitsbewertung ("Stresstest") überprüft werden; ...“

Umsetzung des EU-Stresstests

European Nuclear Safety Regulators Group (ENSREG) erstellt Stresstestspezifikationen (31.05.2011):

- Methodik
- Umfang der Fragestellungen
- Zeitlicher Verlauf
- Berichte
- Peer Review System

Analyse von Sicherungsfragen durch Ad-Hoc Group Nuclear Security (AHGNS)

Methodik des EU-Stresstests

- Beschreibung des Auslegungsumfangs der KKW
- Analyse
 - wesentlicher naturbedingter Einwirkungen
 - von postulierten Ereignissen
- Prüfung von Auslegungsreserven und Cliff-Edge-Effekten
- Identifikation von Schwachstellen und Verbesserungspotenzial
- Betrachtung sowohl des Reaktorkerns wie der Brennelement-Lagerbecken
- Betrachtung sowohl im Leistungsbetrieb wie im Stillstand

Aber: Fokus auf den Bereich der „Robustheit“,
Auslegungsbereich wird nur mittelbar betrachtet

Umfang der Fragestellung des EU-Stresstests

- Naturbedingte Einwirkungen von außen
 - Erdbeben
 - Hochwasser
 - Extreme Wettersituationen
- Unterstellter Verlust von Sicherheitsfunktionen
 - Ausfall externe Stromversorgung, Station Blackout (SBO)
 - Ausfall Wärmesenke (letzte Wärmesenke) sowie Kombination mit SBO
- Vorgehen bei schweren Unfällen
 - Präventiver und mitigativer Notfallschutz

Aber: Keine umfassende Sicherheitsüberprüfung (Interne Ereignisse, Betriebsführung ...)

Zeitlicher Verlauf des EU-Stresstests

- 01.06.2011: Nationale Aufsichtsbehörden beauftragen Anlagenbetreiber mit Prüfung
- 31.10.2011: Betreiber legen Anlagenberichte vor
- Überprüfung der Betreiberberichte durch die nationalen Behörden
- 31.12.2011: Nationale Aufsichtsbehörden legen Berichte vor
- Gegenseitige Überprüfung, Peer Review
- 25.04.2012: Peer Review Berichte an ENSREG
- Oktober 2012: Joint ENSREG/EU-Statement

Aber: Sehr enger Zeitplan, Verwendung nicht qualifizierter Unterlagen erforderlich, vielfach „expert judgment“ notwendig

Peer Review

- Prüfung der nationalen Berichte auf Basis von Themenfeldern
 - Schriftliche Fragen (> 2000) an nationale Behörden
 - Workshop in Luxemburg im Februar 2012 (> 90 Experten)
- Länderbesuche
 - 4-5 Tage pro Land
 - Je ein Anlagenstandort (bis September 2012 noch 8 weitere)
- 3 Themenberichte
- 17 Länderberichte

Aber: Nur geringer Anteil von „vor Ort“ Analysen, jedoch begleitende nationale Überprüfungsprozesse

Beteiligung am EU-Stresstest

- Beteiligung aller EU-Staaten mit Kernkraftwerken (17)
- Nichtnukleare EU-Mitgliedstaaten (6)
 - Dänemark, Irland, Italien, Luxemburg, Österreich, Polen
- Nukleare Nicht-EU-Staaten (2)
 - Schweiz, Ukraine
- Beobachter
 - IAEA
 - USA, Japan, Kanada, Kroatien, Vereinigte Arabische Emirate

Transparenz

- Öffentliche Informationsveranstaltungen
- Veröffentlichung der Ergebnisse auf ENSREG-Webseite:
 - Viele (aber nicht alle) Betreiberberichte
 - Alle Nationalen Berichte
 - Alle Peer Review Berichte
 - ENSREG Schlussfolgerungen und Empfehlungen

4

Wichtige Erkenntnisse aus dem EU-Stresstest

Empfehlungen im Joint Statement

ENSREG und die EU-Kommission identifizieren vier wesentliche Bereiche für Sicherheitsverbesserungen

- Issuing WENRA guidance with the contribution of the best available EU expertise on assessment of natural hazards and margins taking account of the existing IAEA guidelines
- Underlining the importance of Periodic Safety Review
- Implementing the recognised measures to protect containment integrity
- Minimising accidents resulting from natural hazards and limiting their consequences

51 weitere Empfehlungen und Vorschläge

Naturbedingte Einwirkungen von außen I

- Mindestauslegung gegen 10.000 jährliches Ereignis (Erdbeben, Überflutung, Wetter)
 - Bsp.:
Frankreich: keine PSA-Werte für externe Ereignisse,
Rumänien 1.000 jährliches Erdbeben
 - Bsp.:
Belgien (Tihange) 400 jährliches Hochwasser,
Niederlande (Borselle) 4.000 jährliches Hochwasser für nationalen Hochwasserschutz
- Mindestauslegung gegen Erdbeben
 - IAEA Empfehlung 0,1g peak ground acceleration
 - Betrifft neben Deutschland nur Niederlande und Litauen

Naturbedingte Einwirkungen von außen II

- Berücksichtigung von Folgeeffekten bei Erdbeben
 - Überflutungen
 - Brände
- Seismische Instrumentierung
 - Bsp.: Tschechien, Deutschland, Niederlande, Schweden und Ukraine
- Geschützte Unterbringung von mobilen Einrichtungen

→ WENRA entwickelt Reference Level T „Natural Hazards“ (Entwurf November 2013) und zugehörige Guidances

Periodische Sicherheitsüberprüfung

Stärkung der PSÜ

- Periodische Überprüfung der Auslegung
- Mindestens alle 10 Jahre
- Gegebenenfalls anlassbezogen auch häufiger

Erhalt des Containments

- Gefilterte Druckentlastung für den Erhalt des Containments
 - Betrifft Belgien, Rumänien, Slowakai, Spanien, Tschechien, Ungarn, Ukraine, UK
 - Maßnahmen gegen Wasserstoffexplosionen
 - Inertisierung und Passive Autokatalytische Rekombinatoren (PAR)
 - PAR in Bulgarien, Tschechien, Slovenien, UK und Ukraine nur für DBA
 - PAR in Spanien nur in Trillo
 - Primärseitige Druckentlastung gegen Hochdruckversagen
- Notfallschutzmaßnahmen vielfach noch nicht (ausreichend) umgesetzt

Weitere Maßnahmen des präventiven und mitigativen Notfallschutzes

- Robustheit der Sicherheitssysteme (Gebunkerte Systeme)
 - Diversitäre ultimative Wärmesenke (Brunnen, See ...)
 - Notfallprozeduren, SAMGs
 - Mobile Notfalleinrichtungen und deren Lagerung
 - Notfallzentren (ausgelegt gegen Einwirkungen von außen und funktionsfähig auch bei radiologischen Freisetzungen)
 - Planungen für externe Unterstützung
 - Auswirkungen auf benachbarte Blöcke
- viele Maßnahmen als „Good Practice“ empfohlen, jedoch keine verbindlichen Vorgaben zur Umsetzung

Übersicht zu Empfehlungen und Good Practices

Für eine tabellarische Darstellung vgl.:

- Commission Staff Working Document: Technical summary on the implementation of comprehensive risk and safety assessments of nuclear power plants in the European Union, [COM\(2012\) 571 final](#), Annex 1

oder

- Holger Ludwig: Measures increasing Robustness in European NPPs, Folie 5. VdTÜV Forum Kerntechnik, Berlin, 18.04.2014

Bsp.: Deutschland

- Wichtige sicherheitstechnische Empfehlungen:
 - Bewertung der Abweichung bei Erdbebenauslegung $< 0,1g$ PGA
 - Bewertung von Reserven bei Extremwetterereignissen
 - Sicherung DC (bis 10 Stunden) und AC (nach max. 10 Stunden)
 - Unabhängige diversitäre Nebenkühlwasserversorgung (Alternative Kühlwasserentnahmestelle und verkürzte Nachkühlkette)
 - Für DWR: Prüfung einer externen Einspeisung in den RDB
 - Stärkung der gefilterten Druckentlastung (auch bei SBO)
 - Zusätzliche BE-Becken Einspeisung mit fest installierten Leitungen
 - Einführung Handbuch mitigative Notfallmaßnahmen

Bsp.: Frankreich

- „Hardened Safety Core“
 - Sicherstellung von Wärmeabfuhr und Unterkritikalität
 - Begrenzter Umfang von Einrichtungen mit Auslegung jenseits der ursprünglichen Anforderungen
 - ein zusätzlicher (mobiler) Dieselgenerator
 - eine autarke Pumpe mit alternativer Kühlmittelversorgung für Notbespeisung und Nachkühlsystem/BE-Beckenkühlung
- Gründung einer „FARN“ (Force d'Action Rapide du Nucléaire)
 - innerhalb von 24 Stunden nach Eintreten eines Ereignisses
 - jeden französischen Anlagenstandort erreichen
 - mit mobilen Einrichtungen und speziell ausgebildetes Personal unterstützen

Bsp.: Schweiz

- Externes Lager mit mobilen Einrichtungen und Anschlusspunkte in den KKW
- Einrichtungen zur externen Bespeisung der BE-Lagerbecken
- Nachweisführung für 10.000 jährliches Hochwasser mit neuen Gefährdungsannahmen
 - Verbesserungen im Bereich Überflutungsschutz und Ansaugstutzen Kühlsysteme
- Nachweisführung für 10.000 jährliches Erdbeben mit neuen Gefährdungsannahmen und Überlagerung mit Hochwasser
 - Nachrüstungen im Bereich der Kühlsysteme und seismischen Instrumentierung
 - Seismische Ertüchtigungen

Follow-Up

- Formales Ende des EU-Stresstests: April 2012
- 31.12.2012: Nationale Aktionspläne aller beteiligten Staaten
 - Summe der Schlussfolgerungen
 - Empfehlungen aus ENSREG
 - Empfehlungen der Sonderkonferenz der CNS 2012
- April 2013: Vorstellung der Nationalen Aktionspläne in Brüssel
- Kontinuierliche Fortschreibung und Veröffentlichung des Umsetzungsstands
- Ziel: Umsetzung bis 2020
- Juni 2013: Vorschlag der Europäischen Kommission zur Änderung der „Safety Directive“: Einführung eines Peer Review Systems

Erinnerung

(Beitragende) Ursachen zu Fukushima laut TEPCO:

- it was assumed, that severe accidents have a low chance of occurrence
- there were concerns about liability issues and public anxiety if severe accident measures were implemented and
- there was a fear of plant shut down for the time until measures are implemented

→ Verbindliche, zeitnahe und umfassende Umsetzung von erkannten Sicherheitsverbesserungen notwendig

5

Fazit

Fazit I

- EU-Stresstest war
 - Umfangreiche und neuartige Überprüfung der Sicherheit
 - Aber: nicht umfassend
- Relevante Unterschiede im Sicherheitsstatus der europäischen Anlagen wurden identifiziert
- Wichtige Sicherheitsverbesserungen wurden vorgeschlagen
 - Umsetzungszeitraum?
 - Verbindlichkeit?

Fazit II

- Wie geht es weiter mit der Harmonisierung in der EU?
 - Überarbeitung WENRA Reference Level
 - Einführung Peer Reviews
 - Anforderungen an neue Kernkraftwerke

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!
Thank you for your attention!

Haben Sie noch Fragen?
Do you have any questions?

