

Atomkraft – Vom Betrieb zum Rückbau

Dr. C. Pistner

Kashiwazaki, Juni 2016

Übersicht

- 1 Der Atomausstieg in Deutschland – (Hinter)gründe
- 2 Reaktorsicherheit in Deutschland – Schwere Unfälle und Notfallschutz
- 3 Vom Betrieb zum Rückbau – was kommt nach dem Atomausstieg

1

Der Atomausstieg in Deutschland – (Hinter)gründe

Kernenergie in Deutschland

- 1950-1960 Jahre starke Euphorie in Deutschland
 - Parteiübergreifender Konsens pro Kernenergie
 - Praktisch keine Opposition
 - Verpflichtung zu „friedlichen Nutzung der Kernenergie“
- Kommerzielle Verfügbarkeit des Leichtwasserreaktors und Ölkrise der 70er Jahre steigert Interesse der Wirtschaft
- 1970-1980 Hochzeit des Kraftwerksbaus in Deutschland, aber auch Verstärkung der sicherheitstechnischen Debatte in Deutschland
- 1979 TMI Unfall in USA

Kernenergie-debatte in Deutschland

- 1986 Tschernobyl in der Ukraine
- 1988 letzte Inbetriebnahme eines westdeutschen Kernkraftwerks
- 1990er Jahre: SPD und Grüne verfolgen Atomausstieg, drei zentrale Argumente
 - Reaktorsicherheit
 - Entsorgungsfragen
 - Nukleare Nichtverbreitung
- 1998: Koalition aus SPD und Grünen gewinnt Bundestagswahl
- 14.06.2000: Konsens-Vereinbarung SPD/Grüne mit Elektrizitätsunternehmen zum Atomausstieg

Kernenergie-debatte in Deutschland

- Christdemokraten und Liberale erklären ihren Widerstand

Zitate zum Atomausstieg vom 14. Juni 2000:

Bundeskanzler Gerhard Schröder (SPD):

*„Mit den soeben geleisteten Unterschriften haben wir uns abschließend darauf verständigt, die **Nutzung der Kernenergie geordnet und wirtschaftlich vernünftig** zu beenden.“*

Bundesumweltminister Jürgen Trittin (Die Grünen):

*„Die **Regellaufzeit wird auf 32 Jahre begrenzt**. Im Jahre 2020 wird aller Voraussicht nach das letzte AKW hier vom Netz gehen.“*

Klaus Lippold (CDU), Energiepolitischer Sprecher der Opposition:

*„Herr Trittin, Sie freuen sich zu früh, **wir werden das**, was Sie als Kernenergieausstieg bezeichnen, wieder rückgängig machen.“*

Kernenergie-debatte in Deutschland - AtG 2002

22.04.2002: Änderung §1 Atomgesetz (AtG)

- Bislang: Förderung der kommerziellen Nutzung der Kernenergie
- Ab nun: geordneter Ausstieg aus der kommerziellen Nutzung
- Verbot des Neubaus von Kernkraftwerken
- Ausstieg der Wiederaufarbeitung von Kernbrennstoffen
- Laufzeiten von rund 32 Jahre, ausgedrückt in zu produzierenden Strommengen

Gesetzesbegründung zum Atomausstieg 2002

*„Die weitere Nutzung der Kernenergie zur gewerblichen Elektrizitätserzeugung soll auf Grund der **mit ihr verbundenen Risiken** trotz des international gesehen hohen Sicherheitsniveaus der deutschen Anlagen nur noch für einen begrenzten Zeitraum hingenommen werden. Im Hinblick auf **das bei einem Unfall mögliche Schadensausmaß** hält die Bundesregierung das bisher vom Gesetzgeber als sozialadäquat hingenommene `Restrisiko´ der gewerblichen Nutzung der Kernenergie nur noch für einen begrenzten Zeitraum für tolerabel.“*

Gesetzesbegründung zum Atomausstieg 2002

„Auch die *Risiken der Entsorgung und der Wiederaufarbeitung bestrahlter Brennelemente* sowie des *Missbrauchs von Kernbrennstoffen* erfordern nach Auffassung der Bundesregierung eine baldige und endgültige Beendigung der Kernenergienutzung zur gewerblichen Elektrizitätserzeugung.“

Gesetzesbegründung zum Atomausstieg 2002

„Auch wenn gemäß dem deutschen Atomgesetz nach dem Stand von Wissenschaft und Technik Vorsorge gegen mögliche Schäden durch den Betrieb der Anlagen getroffen ist und auf dieser Grundlage in Deutschland ein, im internationalen Vergleich gesehen, hohes Schutzniveau gewährleistet ist, **lässt sich die Möglichkeit von Unfällen mit großen Freisetzungen nicht völlig ausschließen.**

Die bisherigen Erfahrungen zeigen auch, dass neue Risiken erkannt werden können. So wird menschliches Fehlverhalten im Zusammenhang mit komplexen Betriebsabläufen und auftretenden Fehlern der Anlage immer ein Risikofaktor bleiben.“

Entschließungsantrag zum Atomausstieg 2002

„Die jüngsten **terroristischen Anschläge** geben schließlich Anlass, die Nutzung der Atomenergie auch unter dem Gesichtspunkt der Gefahrenabwehr neu zu bewerten. Angriffe auf Atomkraftwerke lassen sich nicht ausschließen. Der Ausstieg aus der Atomenergie ist deshalb ein Beitrag dazu, die Bundesrepublik Deutschland gegen terroristische Angriffe besser zu schützen.“

Kernenergie-debatte in Deutschland – AtG 2002

22.04.2002: Änderung §1 Atomgesetz

- Bislang: Förderung der kommerziellen Nutzung der Kernenergie
- Ab nun: geordneter Ausstieg aus der kommerziellen Nutzung
- Verbot des Neubaus von Kernkraftwerken
- Ausstieg der Wiederaufarbeitung von Kernbrennstoffen
- Laufzeiten von rund 32 Jahre, ausgedrückt in zu produzierenden Strommengen

Kernenergie debate in Deutschland – AtG 2010

2009 neue Koalition aus CDU/FDP: erneute Änderung des Atomgesetzes Ende 2010:

- Laufzeiten werden um durchschnittlich 12 Jahre verlängert, ausgedrückt in zu produzierenden Strommengen

Aber:

- §1 verlangt unverändert geordneten Ausstieg aus der Kernenergie
- Verbot des Neubaus von Kernkraftwerken bleibt erhalten
- Ausstieg der Wiederaufarbeitung von Kernbrennstoffen bleibt erhalten

Kernenergie-debatte in Deutschland – AtG 2011

- 2011: Unfall in Fukushima
- 15.03.2011: 3 monatiges Moratorium für die ältesten sieben Kernkraftwerke
- erneute Änderung des Atomgesetzes im Konsens praktisch aller Parteien:
 - Laufzeiten werden wieder begrenzt
 - Abschalttermine für alle Anlagen werden festgelegt, letzter Termin 2022
 - 8 älteste Anlagen werden sofort stillgelegt

Kernkraftwerke in Deutschland

Anlagen in Betrieb, nach Fukushima abgeschaltet und in Stilllegung



Bruttoleistung in Megawatt elektrischer Leistung, MWe
 Darstellung ohne Forschungsreaktoren



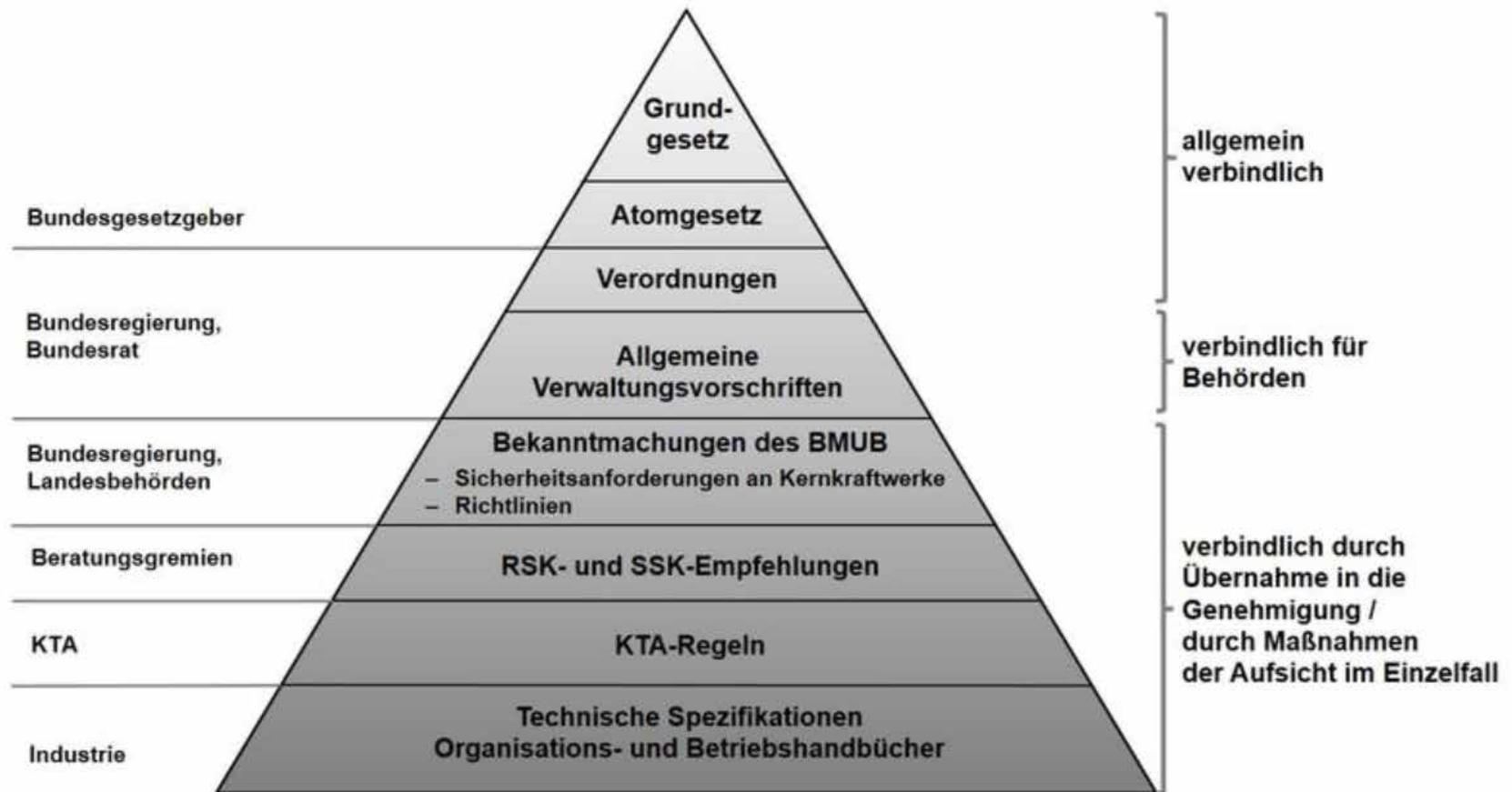
Fazit I

- Atomausstieg in Deutschland aufgrund von
 - Sicherheitsrisiken
 - Entsorgungsproblemen
 - Nukleare Nichtverbreitung & Terrorismusgefahren
- Ca. 32 Jahre Laufzeit als wirtschaftlich vernünftig festgelegt
- Neubau auch ökonomisch nicht attraktiv
- Letztes Kernkraftwerk geht 2022 vom Netz

2

Reaktorsicherheit in Deutschland – Schwere Unfälle und Notfallschutz

Kerntechnisches Regelwerk in Deutschland



Regulatorische Anforderungen zu Nachrüstungen

- Grundsätzlich: Erforderliche Schadensvorsorge nach dem Stand von Wissenschaft und Technik → kontinuierliche Weiterentwicklung, aber
- Regulatorische Umsetzung kann lange Zeiträume umfassen (10-15 Jahre)
- Die Umsetzung selbst kann ebenfalls viele Jahre erfordern
- In 2010: Neuer Paragraph §7d:
„...die Sicherheitsvorkehrungen verwirklicht werden, die jeweils entwickelt, geeignet und angemessen sind, um zusätzlich ... einen nicht nur geringfügigen Beitrag zur weiteren Vorsorge gegen Risiken für die Allgemeinheit zu leisten“

Anlageninterner Notfallschutz in Deutschland (vor Fukushima)

- Notfallhandbuch
- Elektrische Blockstützung (sofern Mehrblockanlage)
- Erhöhung der Batteriekapazitäten
- Maßnahmen zur Wiederherstellung des externen Netzes
- Dritter Netzanschluss (Erdverlegtes Kabel)
- Gesicherter Gebäudeabschluss
- Gefilterte Druckentlastung des Containments
- Gefilterte Wartenzuluft
- Probenahmesystem der Containment-Atmosphäre

Anlageninterner Notfallschutz in Deutschland (Druckwasserreaktoren)

- Einrichtungen zur sekundärseitigen und primärseitigen Druckentlastung und Bespeisung (Bleed and Feed) bei DWR
- Passive Autokatalytische Rekombinatoren zum Wasserstoffabbau bei schweren Unfällen bei DWR

Anlageninterner Notfallschutz in Deutschland (Siedewasserreaktoren)

- Unabhängige Einspeisemöglichkeiten in den Reaktordruckbehälter bei SWR (Eigenständiges, robustes Gebäude, eigene Notstromversorgung, eigene Leittechnik)
- Diversitäre Druckabsicherung des Reaktordruckbehälters
- Inertisierung des Containments bei SWR

Reaktionen in Deutschland auf Fukushima

- Sicherheitsüberprüfung der Reaktorsicherheitskommission (RSK)
- Expertenkommissionen Baden-Württemberg, Bayern
- Novellierung des Atomgesetzes:
 - Stilllegung von 8 Anlagen
 - Befristung der Laufzeit der verbleibenden Anlagen bis 2022
- Weiterleitungsnachricht der GRS
- Stellungnahmen/Empfehlungen der RSK
 - Robustheit
 - Diversitäre Wärmesenke
 - Extremwetter
 - Wasserstofffreisetzung ins Reaktorgebäude

Sicherheitsüberprüfung der RSK (31.03.2011)

- „umfassende Überprüfung der Sicherheitsbestimmungen für die deutschen Kernkraftwerke“
- Robustheit .. der sicherheitsrelevanten Einrichtungen, Komponenten, Gebäude und die Wirksamkeit des gestaffelten Sicherheitskonzepts ... beurteilen
- Postulate hinsichtlich der Nichtverfügbarkeit von Sicherheits- und Notstandssystemen
- anlageninterne Notfallmaßnahmen und deren Wirksamkeit
- Identifikation von „cliff edge“ Effekten

- Abschlussbericht 16.05.2011

Ergebnisse für Deutschland

- Sicherung DC (bis 10 Stunden) und AC (nach max. 10 Stunden)
 - Bereitstellung von mobilen Dieseln und festen Einspeisepunkten
- Unabhängige diversitäre Nebenkühlwasserversorgung (Alternative Kühlwasserentnahmestelle und verkürzte Nachkühlkette)
- Stärkung der gefilterten Druckentlastung (Durchführbarkeit auch bei SBO und Verlust DC)
- Zusätzliche BE-Becken Einspeisung mit fest installierten Leitungen
- Einführung Handbuch mitigative Notfallmaßnahmen
- Für SWR: Autokatalytische Rekombinatoren im Reaktorgebäude bei den Brennelement-Lagerbecken

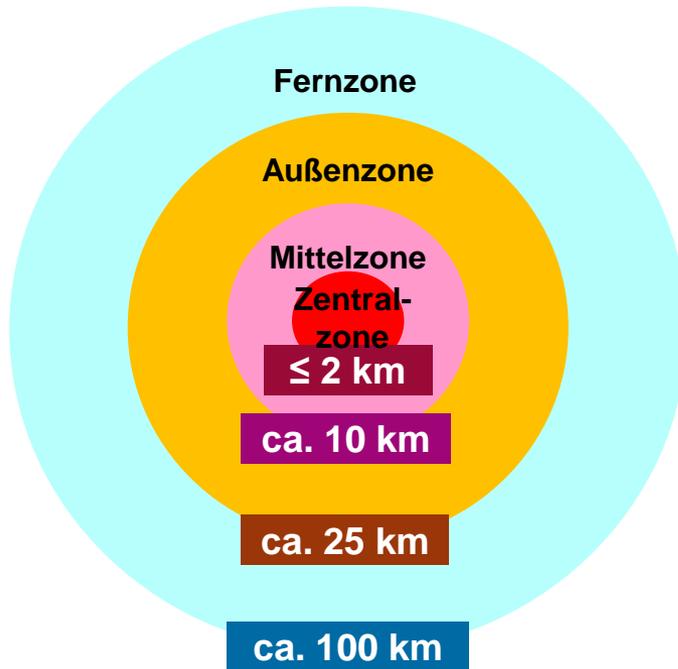
Ergebnisse für Deutschland

- Für DWR: Prüfung einer externen Einspeisung in den RDB
 - In Bearbeitung
- Durchführung von Robustheitsbetrachtungen
 - In Bearbeitung
- Bewertung der Abweichung bei Erdbebenauslegung $< 0,1g$ PGA
 - In Bearbeitung
- Bewertung von Reserven bei Extremwetterereignissen
 - In Bearbeitung

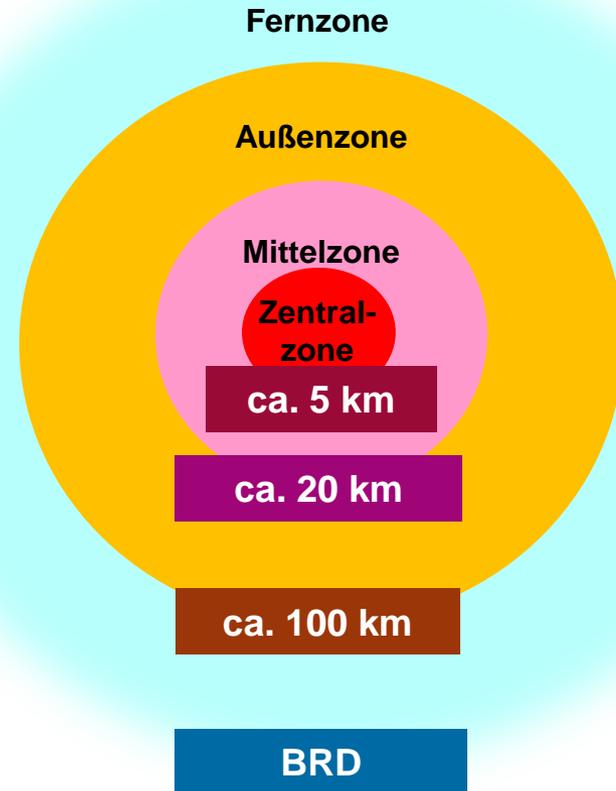
Notfallschutz – Anpassungen nach Fukushima

Ø Festlegungen insbes. in den „Rahmenempfehlungen für den Katastrophenschutz in der Umgebung kerntechnischer Anlagen“

bisher



neue SSK-Empfehlung



Planung – Planung für die einzelnen Zonen (1)

Stand der Rahmenempfehlungen

Zentral- und Mittelzone:

- Ø Messdienste, Messungen
- Ø Unterrichtung anderer Verwaltungseinheiten und Bevölkerung
- Ø Verkehrslenkung, -regelung, -einschränkung
- Ø Aufforderung zum Aufenthalt in Gebäuden
- Ø Iodtabletten (Ausgabe und Aufforderung zur Einnahme)
- Ø Evakuierung
- Ø Einrichtung / Betrieb von Notfallstationen
- Ø Dekontamination / ärztl. Versorgung der Einsatzkräfte
- Ø Warnung / Information Bevölkerung
- Ø Verkehrseinschränkungen Schienenverkehr, Schifffahrt, ggf. Luftverkehr
- Ø Sperrung kontaminierter Gebiete
- Ø Versorgung mit Nahrungsmitteln / Trinkwasser
- Ø Dekontamination ...

Außenzone:

- Ø Mess- und Probenahmeorte festlegen
- Ø Alarmierungen vorbereiten
- Ø Verteilung Iodtabletten an alle < 45 a vorbereiten

Fernzone:

- Ø Verteilung Iodtabletten an < 18 a und Schwangere vorbereiten

Planung – Planung für die einzelnen Zonen (2)

Was ändert sich mit der neuen SSK-Empfehlung?

Planung von

∅ Evakuierung

nun bis in 20 km Entfernung (statt 10 km)

Planung von

∅ Aufforderung zum Aufenthalt in Gebäuden

∅ Ausgabe und Aufforderung zur Einnahme von Iodtabletten für alle bis 45 Jahre

nun bis in 100 km Entfernung (statt 25 km)

Die Planung von

∅ Ausgabe und Aufforderung zur Einnahme von Iodtabletten für bis 18 Jahre und Schwangere

nun im gesamten Staatsgebiet (statt 100 km)

Voraussetzungen – Verbleiben im Haus

Information der Bevölkerung (Lautsprecherwagen, Rundfunk ...)

- Ø über die Notwendigkeit der Maßnahme und ihren Grund
- Ø über günstigen Aufenthaltsort im Haus und Verhalten
- Ø Personen „von der Straße“ aufnehmen

zu bedenken:

- Ø Kinder möglichst mit Eltern zusammenführen
- Ø Maßnahme kann in der Regel nur 1-2 Tage aufrecht erhalten werden

zu Inhalten:

Leitfaden für den Fachberater Strahlenschutz (SSK)

Leitfaden zur Information der Öffentlichkeit (SSK)

...

(bei schwerem KKW-Unfall in Deutschland wahrscheinlich zu wenig qualifizierte „Fachberater“)

Voraussetzungen – Iodtabletten

Frühere Vorverteilung im Umkreis um die KKW hat keinen ausreichenden Effekt gehabt

Notwendig ist

- Ø **Versorgung des betroffenen Gebiets aus den zentralen Lagern**
- Ø **direkte Versorgung der Haushalte etc. (?)**
- Ø **Information über Risiken einer Einnahme ohne Aufforderung**
- Ø **Information über Dosierung**
- Ø **Information über Einnahme (Lautsprecherwagen, Rundfunk ...)**

Für die Wirksamkeit und Minimierung von Nebenwirkungen zu beachten:

- Ø **Einnahme darf nicht erst einige Stunden nach dem Durchzug des Iods erfolgen, sondern besser zuvor**
- Ø **Mehrfacheinnahme möglichst verhindern**

Viele Empfehlungen der SSK, auch zu Infos für Bevölkerung und Ärzte

Voraussetzungen – Evakuierung

Notwendig:

- ∅ Information über sinnvolle Verkehrsrichtung und Ziele
 - ∅ Leitung der Verkehrsströme
 - ∅ Bereitstellung von Fahrzeugen und Fahrern
- innerhalb 6 Stunden in der Zentralzone
 - innerhalb 24 Stunden in der Mittelzone

Besonderheiten bei Kliniken (nicht transportfähigen Patienten) und Haftanstalten (*derzeit Schwachstelle*)

Schwierigkeit bei instabiler Wetterlage (Windrichtung nicht ausreichend lange vorhersagbar): Uneindeutigkeit optimaler Evakuierungswege

Voraussetzungen – Notfallstationen

Zweck:

- Ø Erfassung der Kontamination von Personen (ggf. Dekontamination)
- Ø Erfassung des gesundheitlichen Zustands (ggf. ärztliche Versorgung)
- Ø Erfassung von Dosisdaten (wer war wo in welchem Zeitraum?)

Dazu ist fachkundiges Personal erforderlich!

***(Nicht genügend für die speziellen Fragen ausgebildete Ärzte,
nicht genügend Kapazität in Krankenhäusern)***

Voraussetzungen – Kommunikation

Kommunikationwege

- Ø **Betreiber – Behörden**
- Ø **Katastrophenschutzbehörde – Bevölkerung und Einsatzkräfte**
- Ø **zwischen Landratsämtern**
- Ø **zwischen Bundesländern**
- Ø **zwischen Staaten**

...

Reicht die Kapazität von Mobilfunk (mobile Basisstationen)?

Reichen elektronische Datenübertragungswege (Internet ...)?

Übungen zeigen:

- Ø **Informationsfluss oft behindert**
- Ø **oft keine geeigneten Messdaten zur schnellen Lageeinschätzung**
(nicht vorhanden, Datentransfer träge, Daten nicht interpretierbar (ohne Einheiten, zu geringe Auflösung von Legenden))
- Ø **besondere Probleme bei länderübergreifender Abstimmung**

Fazit II

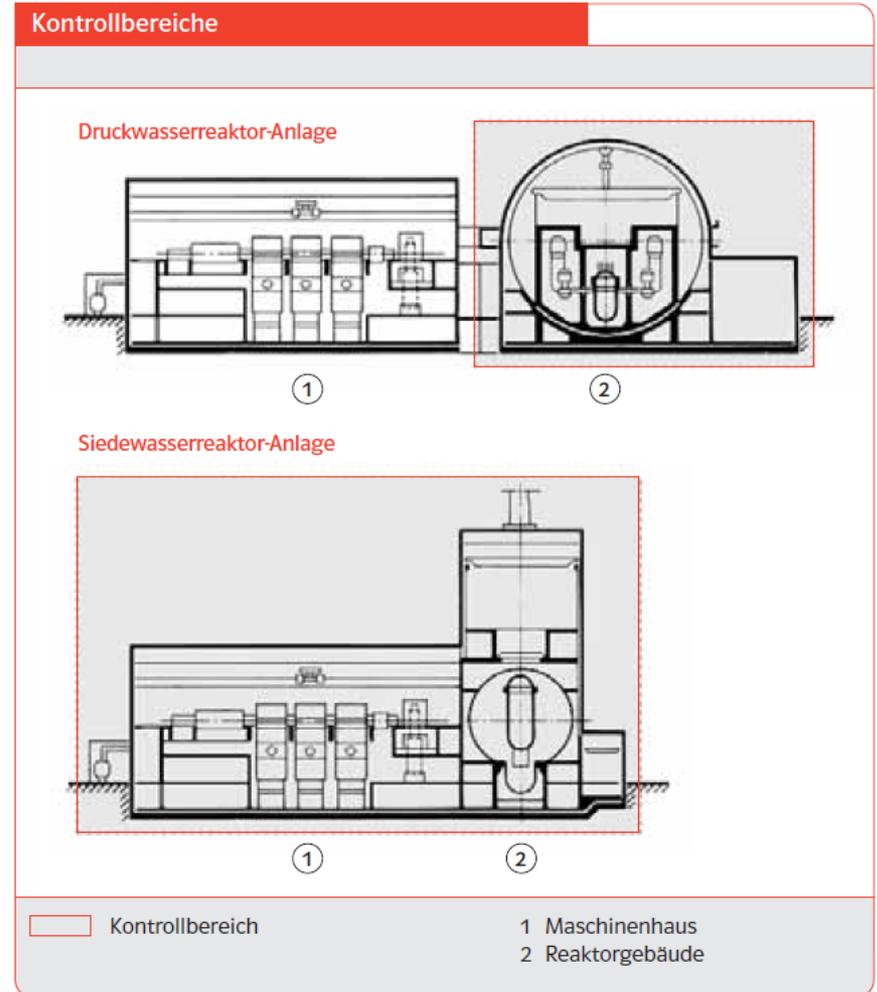
- Bereits vor Fukushima Stärkung des anlageninternen Nofallschutzes
- Auch nach Fukushima weitere Erhöhung der Robustheit
- Dennoch: Schwere Unfälle lassen sich nicht sicher ausschließen
- Darum: Atomausstieg
- Aber auch: Überarbeitung Notfallschutz
- Praktisch ganz Deutschland potenziell von Schwere Unfällen betroffen
- Große Herausforderungen für Notfallschutz, Planungen noch nicht abgeschlossen
- Üben zwingend notwendig, wenn Maßnahmen erfolgreich sein sollen

3

Vom Betrieb zum Rückbau – was kommt nach dem Atomausstieg

Was bedeutet Rückbau?

- Abgrenzung: Radiologischer Kontrollbereich
- Prinzip: Alles innerhalb ist - bis zum messtechnischen Erweis des Gegenteils - radioaktiv kontaminiert
- Alles was den Kontrollbereich verlässt wird vermessen und freigegeben – außer radioaktive Abfälle zur Zwischen- und Endlagerung
- Der Großteil der abgebauten Massen ist nicht kontaminiert oder aktiviert (>90%)



Bisherige Rückbauvorhaben in Deutschland – Wichtige Erkenntnisse

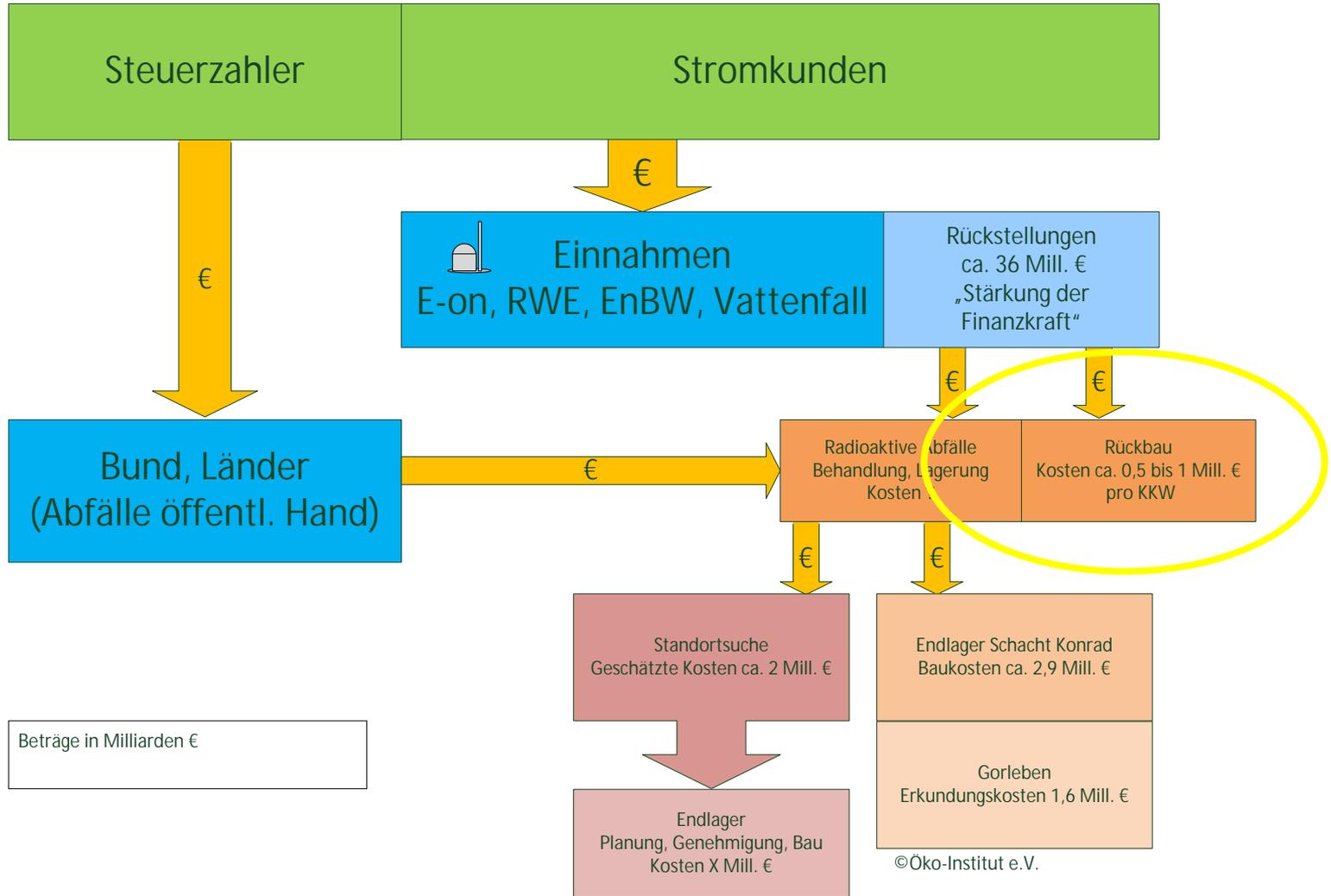
- Bis 2011 bereits 19 Anlagen stillgelegt und befanden/befinden sich im Rückbau
- Für die allermeisten Anlagen wurde der direkte Rückbau gewählt und realisiert
- Vorteile
 - Sicherheitstechnisch
 - Ökologisch
 - Ökonomischer
 - Gründe des Erfahrungserhalts
- „Sicheren Einschluss“, also verzögerter Rückbau, nur in Ausnahmefällen: erheblicher Extraaufwand, keine Kenntnis aus dem Betrieb mehr, keine Strahlenschützer mehr ...

Genehmigungsverfahren vor 2011- Zeiträume

- Beantragung der Genehmigung: 1,5 Jahre
- Genehmigung 2,2 Jahre
- Rückbau 11,6 bis 28,5 Jahre
- Bei guter Planung:
 - Nachbetrieb (Antragstellung und Genehmigungsverfahren): max. 5 Jahre
 - Nuklearer Rückbau: ca. 10 Jahre
 - Konventioneller Rückbau: ca. 2 Jahre

Jahre	Stilleg. bis Antrag	Antrag bis Genehmigung	Stilleg. bis Genehmigung	Stilleg. bis Rückbauende
Ø	1,5	2,2	4,5	23,1
Min.	-2,3	0,7	1,5	11,6
Max.	3,5	4,1	9,5	28,5

Kosten



Herausforderungen

- Umschalten der Anlage: Außerbetriebsetzung und Entfernung nicht mehr benötigter Systeme, Dekontamination, Messkataster
- Umbau der Mannschaft von Betrieb auf Rückbau:
 - neue Qualifikationen,
 - Jobs entfallen oder wandeln sich grundlegend, andere Jobs entstehen
 - neue Abläufe
- Organisationsstrukturen ähneln mehr der Errichtung/Bau als dem bisherigen Anlagenbetrieb: komplexes Projektmanagement statt Standardabläufen nach Handbuch
- Bei vielen Rückbauprojekten: fehlende Fachkräfte (StrlSch)

Einbindung der Öffentlichkeit

- Am 02.04.2014 beschließt der Hessische Landtag ein Informationsforum zum Abbau Biblis
 - <https://www.kreis-bergstrasse.de/staticsite/staticsite.php?menuid=230&topmenu=6>
 - Sitzungsunterlagen
 - Protokolle
 - Fragen und Antworten

Auswirkungen auf Standortgemeinden (Aussagen zweier Standortbürgermeister 2015)

„Es gab im Vorfeld der Abschaltung von Gemeindeseite aus natürlich Befürchtungen hinsichtlich des Gewerbesteuer einbruchs (90%) und wegfallender 400 Arbeitsplätze. Aber auch da hat sich der Betreiber in der moralischen Verpflichtung korrekt gezeigt und gegenüber der Gemeinde so gut wie möglich diese Aspekte aufgefangen. Einige Firmen des Betreibers wurden zum Standort verlegt, nahezu keine Einbußen in der Gewerbesteuer. Nur 200 Arbeitsplätze weniger, da hat die Gemeinde früh vorgesorgt und Arbeitsplätze geplant und geschaffen.“

„Der Betreiber hat Beschäftigungsgarantie ausgesprochen. Klar, die Gemeinde hat finanzielle Einbußen“

Fazit III

- Direkter Rückbau der Anlage sollte bevorzugte Option sein
- Rückbau nimmt 15-20 Jahre in Anspruch
- Rückbau kostet 0,5 – 1,5 Mrd. Euro pro Anlage
- Rückbau erfordert weiterhin Fachpersonal vor Ort
- Einbindung der Öffentlichkeit und der Standortgemeinden in das Rückbauvorhaben ist zentral
- Energieversorger und Politik haben Verantwortung zur sozialen und wirtschaftlichen Umstrukturierung der Standorte

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

Haben Sie noch Fragen?
Do you have any questions?

