

Stilllegung und Abbau von Atomkraftwerken

**Gefahr erkannt
Gefahr gebannt?**

Atomkongress
Bündnis 90 / Die Grünen
im Landtag Bayern
Augsburg, 16.04.2016

Inhaltsübersicht

1. **Einleitung**
2. Abbau trotz Brennelementlagerung
3. Aktuelle Probleme bei der Stilllegung
4. Stilllegungsabfälle
5. Freigabe radioaktiver Reststoffe
6. Alternativen zur gegenwärtigen Freigabe-Praxis

Einleitung

Gegenwärtig befinden sich in der Bundesrepublik Deutschland **23 Atomkraftwerke in Stilllegung** oder im entsprechenden Genehmigungsverfahren.

Für Stilllegung und Abbau sind eine oder mehrere Genehmigungen nach § 7 Abs. 3 AtG erforderlich.

Stilllegungsgenehmigung KRB A 26.05.1983

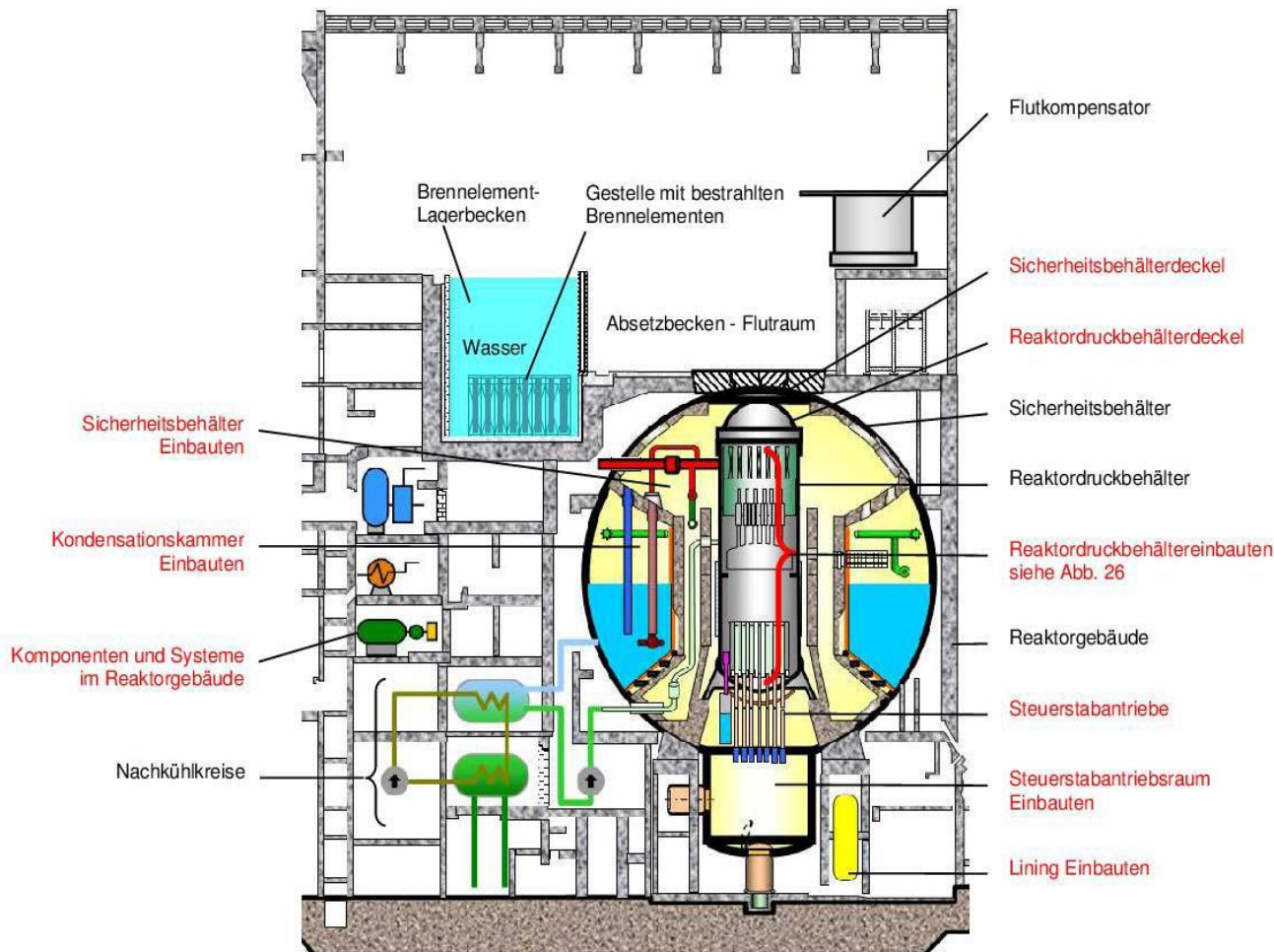
Gen.antrag Stilllegung	KKI I	12.05.2012
	KKG	28.03.2014

Gen.antrag Abbau	KRB B	11.12.2014
------------------	-------	------------

Inhaltsübersicht

1. Einleitung
- 2. Abbau trotz Brennelementlagerung**
3. Aktuelle Probleme bei der Stilllegung
4. Stilllegungsabfälle
5. Freigabe radioaktiver Reststoffe
6. Alternativen zur gegenwärtigen Freigabe-Praxis

Abbau trotz Brennelementlagerung (1)



Abbauarbeiten
Öffnung SB
Zerlegearbeiten

Abbau trotz Brennelementlagerung (2)

Beim Abbau zusätzliche Störfallgefahren:

- Direkte Einwirkung durch Abbau-, Zerlege-, Transport-, Lagermaßnahmen auf versch. Ebenen des Reaktorgebäudes, wo sich auch Komponenten von Beckenkühlsystem und Nachkühlsystem befinden.
- Direkte Einwirkung durch Abbau-, Transport-, Lagermaßnahmen in Bereichen von Zwischenkühlkreisen und Nebenkühlwassersystem.
- Absturz von Lasten (Kran).
- Einschränkungen Notstromsystem.

Abbau trotz Brennelementlagerung (3)

- Größeres Störfallpotenzial durch komplexeren Anlagenbetrieb
- Höhere Strahlenbelastung Personal
- Schlechtere Planungsmöglichkeiten (wg. Dekontamination, radiologische Charakterisierung)
- Beschränktere Möglichkeit für räumliche Infrastruktur
- Behinderung durch höhere Sicherheitskategorie

Abbau trotz Brennelementlagerung (Beispiel Isar I)

Behauptung E.ON: Rückwirkungsfreiheit bei Abbau

Verknüpfungen von Lagerbeckenkreisläufen:

- Beckenkühlsystem mit zwei Strängen Reaktor-Nachkühlsystem
- Nachkühlsystem mit Frischdampfleitungen, Kondensationskammer, SHB Sumpf, Flutraum im Sicherheitsbehälter
- Wasserreinigungskreislauf Becken mit Abwasseraufbereitungssystem

Garantie für Rückwirkungsfreiheit???

Beispiel: Ereignis 2013 in KKP 1

Abbau trotz Brennelementlagerung (5)

Genehmigungsaufgaben:

Vor Entfernung der Brennelemente aus dem Lagerbecken
(Kernbrennstofffreiheit):

- Kein Abbau von Komponenten im Kontrollbereich.
- Kein Abbau von Systemen und Komponenten, die die Infrastruktur für die Funktion der Kühlkreisläufe und anderer wichtiger Systeme des Brennelementlagerbeckens betreffen.
- Keine Zerlegearbeiten in der Umgebung des Brennelementlagerbeckens, insbesondere nicht in Flutraum und Absetzbecken.

Inhaltsübersicht

1. Einleitung
2. Abbau trotz Brennelementlagerung
- 3. Aktuelle Probleme bei der Stilllegung**
4. Stilllegungsabfälle
5. Freigabe radioaktiver Reststoffe
6. Alternativen zur gegenwärtigen Freigabe-Praxis

Probleme bei Stilllegung und Abbau (1)

Detaillierte Radiologische Charakterisierung

Wichtig für:

- Stilllegungsplanung
- Freisetzungsquellterme für Genehmigungsverfahren (Normalbetrieb und Störfälle)
- Minimierung Strahlenbelastung
- Bestimmung Abfallkategorien und Mengen

=> vor Abbaubeginn !!!

Probleme bei Stilllegung und Abbau (2)

Sofortiger Abbau oder Sicherer Einschluss

Sorgfältige Prüfung von Vor- und Nachteilen

Konditionierung der Abfälle intern/extern

Vermeidung von Handhabungen und Transporten

Abklinglagerung von Komponenten

höhere Ausschöpfung der Freigabewerte, Verlagerung
von Verantwortlichkeit, Transporte (?)

Getrenntes Verfahren, Zwischenlager n. StrISchV

Geringere Anforderungen

Mögliche Probleme bei Stilllegung und Abbau (3)

Öffentlichkeitsbeteiligung

Zwei oder mehr Genehmigungsstufen mit großen Zeitabständen. =>

- Verbindlicher Stand der Vorgehensweise
- Mögliche Änderung Stand von Wissenschaft und Technik
- Unterschiedliche Radioaktivitätsinventare
- Rechtsschutz für zugezogene
- Klagerisiko

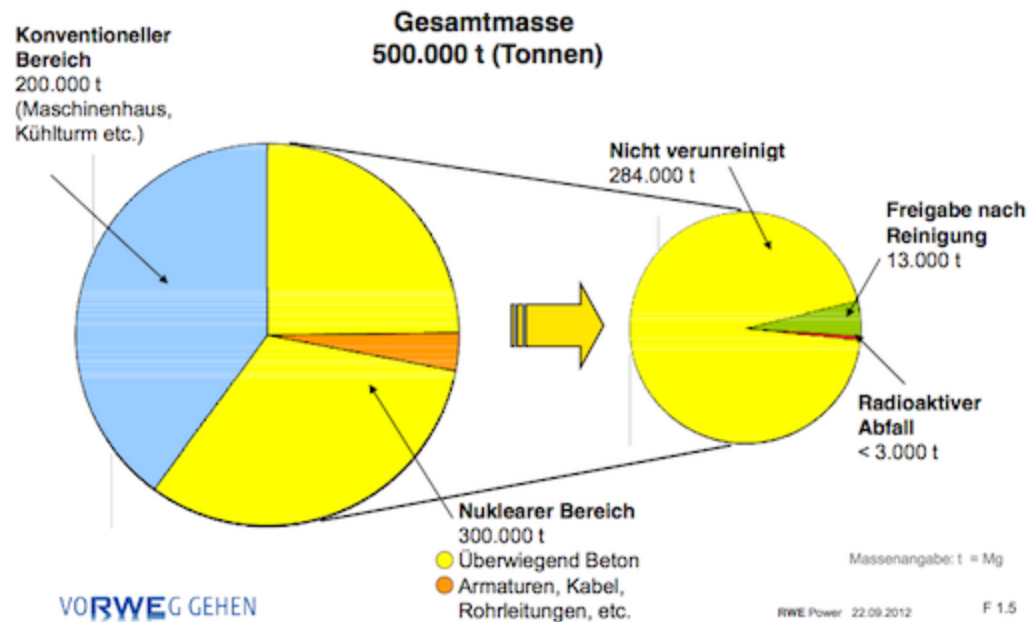
Forderung: **Öffentlichkeitsbeteiligung bei jedem wesentlichen Genehmigungsinhalt**

Inhaltsübersicht

1. Einleitung
2. Abbau trotz Brennelementlagerung
3. Aktuelle Probleme bei der Stilllegung
4. **Stilllegungsabfälle**
5. Freigabe radioaktiver Reststoffe
6. Alternativen zur gegenwärtigen Freigabe-Praxis

Stilllegungs- und Abbauabfälle (1)

Anlagensituation



Beispiel AKW Mülheim-Kärlich

Stilllegungs- und Abbauabfälle (2)

„Entsorgungspfade“:

- Herausgabe
- Uneingeschränkte Freigabe
- Eingeschränkte Freigabe
- Abklinglagerung mit Ziel Freigabe
- Radioaktive Abfälle
- Wiederverwendung Kerntechnik

Inhaltsübersicht

1. Einleitung
2. Abbau trotz Brennelementlagerung
3. Aktuelle Probleme bei der Stilllegung
4. Stilllegungsabfälle
- 5. Freigabe radioaktiver Reststoffe**
6. Alternativen zur gegenwärtigen Freigabe-Praxis

Hintergrund der Diskussion über Freigabe

Wie verläuft die
Dosis-Wirkungs-Beziehung
bei kleinen Dosiswerten?

Bandbreite der vertretenen
Meinungen.

Aus Tier- und Zellkulturver-
suchen Ergebnisse mit
stärkeren und schwächeren
Effekten

**Etablierte Meinung:
lineare Beziehung ohne
Schwellenwert**

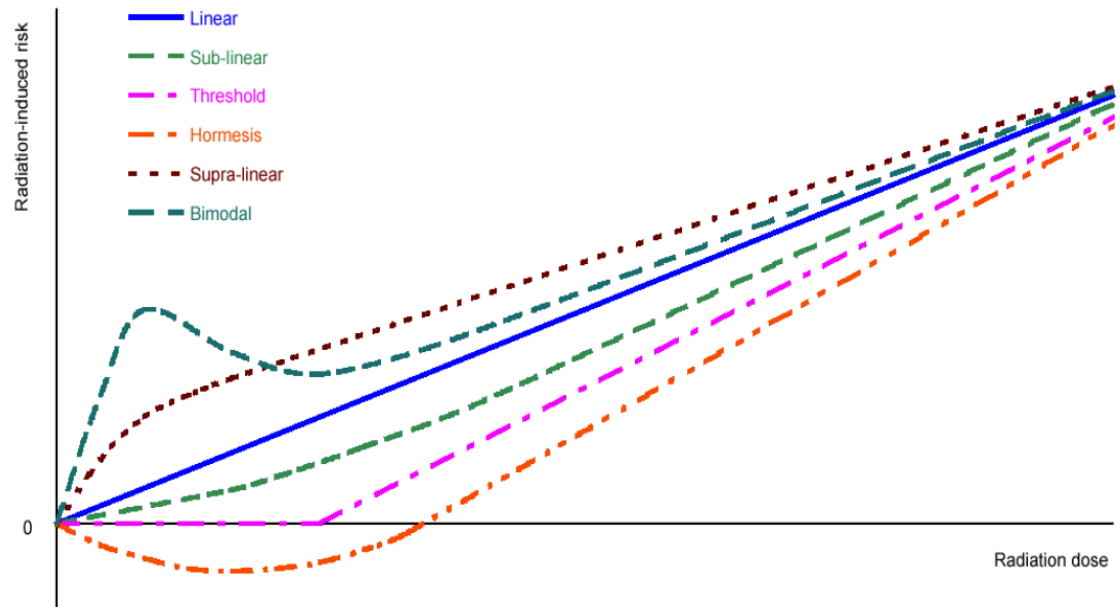


Figure 2.1 Possible dose-response curves describing the excess risk of stochastic health effects at low doses of radiation

Schäden durch natürliche Strahlenbelastung

Körblein: Krebsrate und Säuglingssterblichkeit in Bayern in Abhängigkeit von der natürlichen Hintergrundstrahlung, Umweltinstitut München 2002(?)

Erhöhung der Kinderkrebsrate um 10% pro mSv

Krevski et al.: Residential Radon and Risk of Lung Cancer, American Journal of Epidemiology, 2005

Erhöhung Lungenkrebs um 11% pro 100 Bq/m³

Darby et al.: Radon in homes and risk of lung cancer – collaborative analysis of individual data from 13 European case control studies, British Med. Journal 2005

Erhöhung Lungenkrebs um 16% pro 100 Bq/m³

Radon ist Ursache für 9% aller Lungenkrebsfälle in der EU

Little et al.: Updated estimates of the proportion of childhood leukaemia incidence in Great Britain that may be caused by natural background ionising radiation, Journal of Radiological Protection 2009

Hintergrundstrahlung ist Ursache für 15%- 20% der Leukämien bei Kindern

Schäden durch natürliche Strahlenbelastung

Kendall et al.: A record-based case-control study of natural background radiation and the incidence of childhood leukaemia and other cancers in Great Britain during 1986-2006, *Leukemia* 2013

Erhöhung Leukämie bei Kindern um 12% pro mSv

Spycher et al.: Background ionizing radiation and the risk of childhood cancer, *Environmental Health Perspectives* 123, Febr. 2015

Risikozunahme für Kinder unter 16 Jahren 4% pro mSv

Schäden durch medizinische Strahlenbelastung

Mathews et al.: Cancer risk in 680.000 people exposed to computed tomography scans in childhood or adolescence, *British Medical Journal* 2013

Krebsrisiko steigt um 24% bei 4,5 mSv

Wiesel et al.: Maternal occupational exposure to ionizing radiation and birth defects, *Radiation and Environmental Biophysics* 2011

Erhöhung kindliche Fehlbildungen bei strahlenexponierten Müttern

Schäden durch Strahlenbelastungen im $\mu\text{Sv/a}$ -Bereich (?)

Umweltforschungsplan des Bundesumweltministeriums (UFOPLAN)

Reaktorsicherheit und Strahlenschutz

Vorhaben StSch 4334:

Epidemiologische Studie zu Kinderkrebs in der
Umgebung von Kernkraftwerken (KiKK-Studie)

Zusammenfassung/Summary

Peter Kaatsch
Claudia Spix
Sven Schmiedel
Renate Schulze-Rath
Andreas Mergenthaler
Maria Blettner

Im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und
Reaktorsicherheit und des Bundesamtes für Strahlenschutz

Für alle deutschen
AKW-Standorte
Untersuchungszeitraum
1980-2003
Ergebnisse:
Zunahme von Krebser-
krankungen bei Kindern
($< 5a$) mit Nähe zum
Standort
121-275 zusätzliche Er-
krankungen in 50km -
Umkreis (8-18%)

Freigabe § 29 StrISchV

Stoffe, die radioaktiv sind, aber eine bestimmte Radioaktivität nicht überschreiten, dürfen freigegeben werden.

Dieser Zustand des Materials kann

- bei Abbaubeginn gegeben sein
- nach Dekontamination vor oder nach Abbau erreicht werden
- nach Abklinglagerung erreicht werden

Freigabe § 29 StrISchV

Die Freigabe von radioaktiven Stoffen ist zulässig,

“wenn für Einzelpersonen der Bevölkerung nur eine effektive Dosis im Bereich von **10 μ Sv** im Kalenderjahr auftreten kann”.

Hinweis:

10- μ Sv-Konzept wurde 1988 abgeleitet.
Seitdem Risikobewertung verschärft.

Freigabepfade nach § 29 StrISchV

Uneingeschränkte Freigabe von flüssigen und festen Reststoffen aller Art

Wiederverwendung Werkzeuge, Gebäude

Wiederverwertung - Beton (Straßen- und Hausbau)
- Metall (Schrotthändler)
- Flüssigkeiten (Öle)

Beseitigung Deponie, Verbrennungsanlage,
Metallschmelze

Berücksichtigung
konv. Abfallrecht

Probleme bei uneingeschränkter Freigabe

- Betrachtete Belastungsszenarien nicht abdeckend
- Keine Kontrolle des Verbleibs der gering radioaktiven Reststoffe
- Mögliche Ansammlung von Radionukliden jeder Art in beliebigen Objekten (auch in Dingen des täglichen Umgangs)
- Zu hohe Freigabewerte bei Oberflächenkontaminationen für Gebäude (β -Strahler)
- Ableitung auch großer Mengen kontaminierter Wässer in den Vorfluter
- Erhöhung der Hintergrundstrahlung

Forderung zu uneingeschränkter Freigabe:

Bisherige Praxis aufgeben.

Nur Materialien aus einer nach Atomgesetz oder Strahlenschutzverordnung genehmigten Anlage uneingeschränkt freigeben, die

- nach Dokumentation und Erfahrung nicht mit Radionukliden aus dem Anlagenbetrieb in Kontakt gekommen sind
- bei messtechnischer Kontrolle unter Berücksichtigung der erreichbaren Nachweisgrenze keine entsprechende Radioaktivität zeigen.

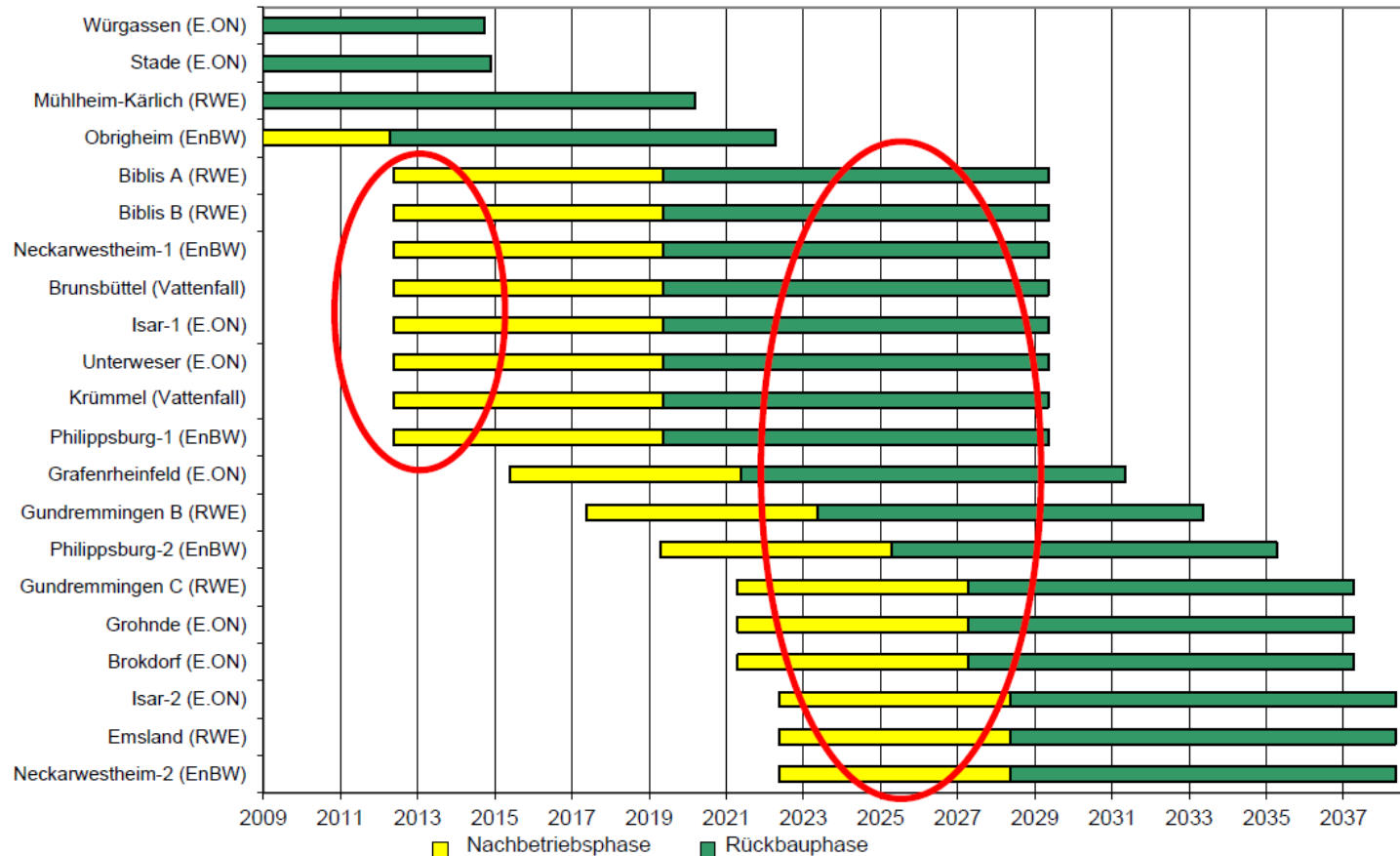
Freigabepfade nach § 29 StrISchV

Eingeschränkte Freigabe von flüssigen und festen Stoffen aller Art (Beseitigung)

- Deponierung von festen Abfällen aller Art (z.B. Betonschutt, Kunststoffe, Glas, Metalle) unter Berücksichtigung des konventionellen Abfallrechts
- Verbrennung (z.B. Öle, Schmiermittel)
- Gebäude zum Abriss
- Einschmelzen von Metallen

Probleme Deponierung

- keine Bilanzierung des Eingangs von Radioaktivität auf der Deponie
- keine Vorschrift zum unmittelbaren Einbau in den Deponiekörper
- Modellierung mit 1.000 Mg/a pro Deponie
- Deponieklasse I (nur eine Basisabdichtkomponente)
- Modellierung mit vollständiger Integrität von Oberflächen- und Basisabdichtung über 100 Jahre
- Modellierung mit mittleren K_D -Werten aus der Literatur (Bewegungsgeschwindigkeit)
- hydraulische Verhältnisse?
- Verdünnungsfaktor 200.000 (Sickerwasser/Grundwasser)?



Zeitlicher Ablauf der Stilllegungen der Atomkraftwerke in der Bundesrepublik Deutschland [BRÖSKAMP 2012]

Bei der Modellierung für die Freigabewerte nicht berücksichtigt:

- Ausweitung der Abklinglagerung (Erhöhung der Massen und Ausschöpfung der Freigabewerte)
 - Großkomponenten
 - Gebäude
 - Liegenlassen von Fundamenten und Boden
- Entwicklung von neuen Dekontaminationsmethoden
- Entwicklung von neuen Abfallbehandlungsmethoden [ATW 2015] (Erhöhung der Massen und Ausschöpfung der Freigabewerte)
- Einfuhr von in anderen Staaten freigegebenen Reststoffen

Problem !

alle radioaktiven Abbauabfälle eines
Atomkraftwerkes als radioaktive Abfälle deklariert

=>

> Verzehnfachung der Menge radioaktiver Abfälle

=>

Verlängerung der Betriebszeit von Endlagern
bzw. mehrere Endlager

=>

Deutlich höhere Strahlenbelastungen als $10 \mu\text{Sv/a}$
für Endlagerpersonal und Bevölkerung

Inhaltsübersicht

1. Einleitung
2. Abbau trotz Brennelementlagerung
3. Aktuelle Probleme bei der Stilllegung
4. Stilllegungsabfälle
5. Freigabe radioaktiver Reststoffe
6. **Alternativen zur gegenwärtigen Freigabe-Praxis**

Alternative Möglichkeiten zum Verbleib der eingeschränkt freigegebenen Abbauabfälle

- a) Lagerung in einem „leeren“ Gebäude der Anlage
- b) Ablagerung auf Deponie der Klasse III
- c) Eigenes Endlagerkonzept

Alternative a)

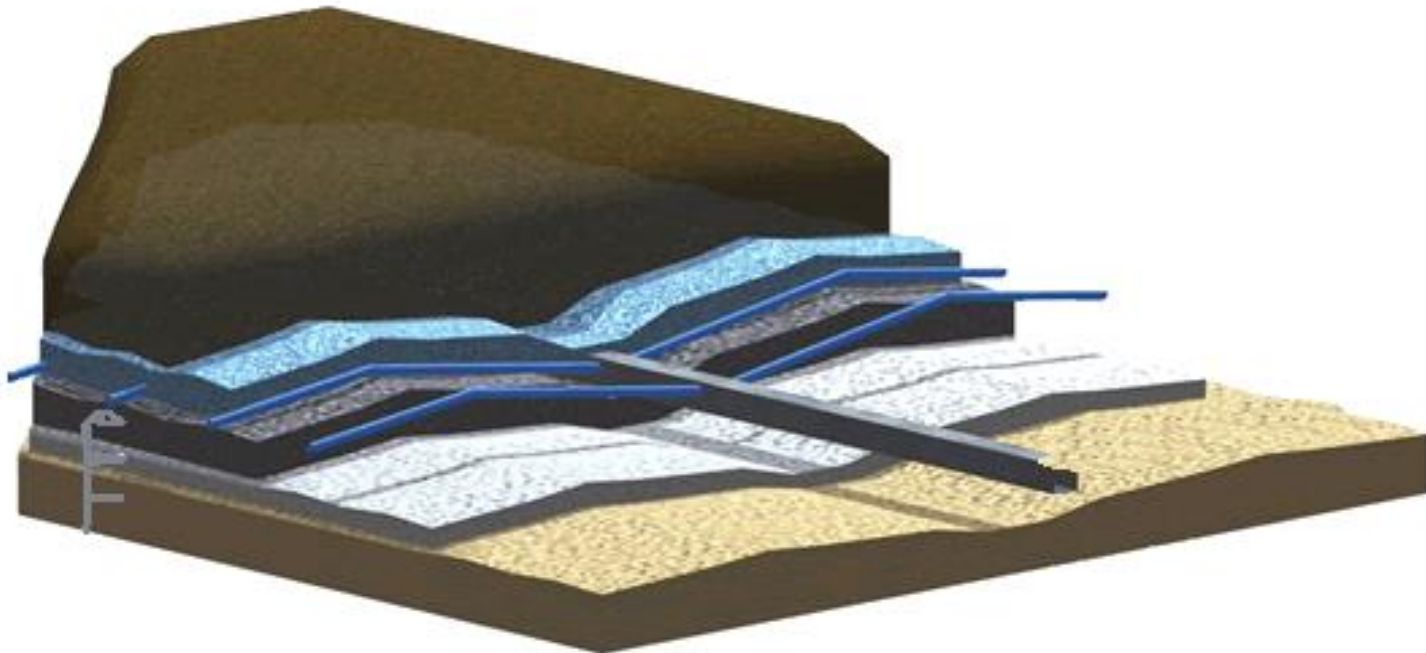
- Lagerung in einem „leeren“ Gebäude der Anlage

Voraussetzung:

- Gebäude standsicher
- wasserdichte Bodenplatte
- Dokumentation der Abfälle

Alternative b)

- Ablagerung auf Deponie der Klasse III
- Vorteile:
- geologische Barriere mächtiger
 - redundante Basisabdichtung
 - zweifache Oberflächenabdichtung
 - Dichtungskontrollsystem

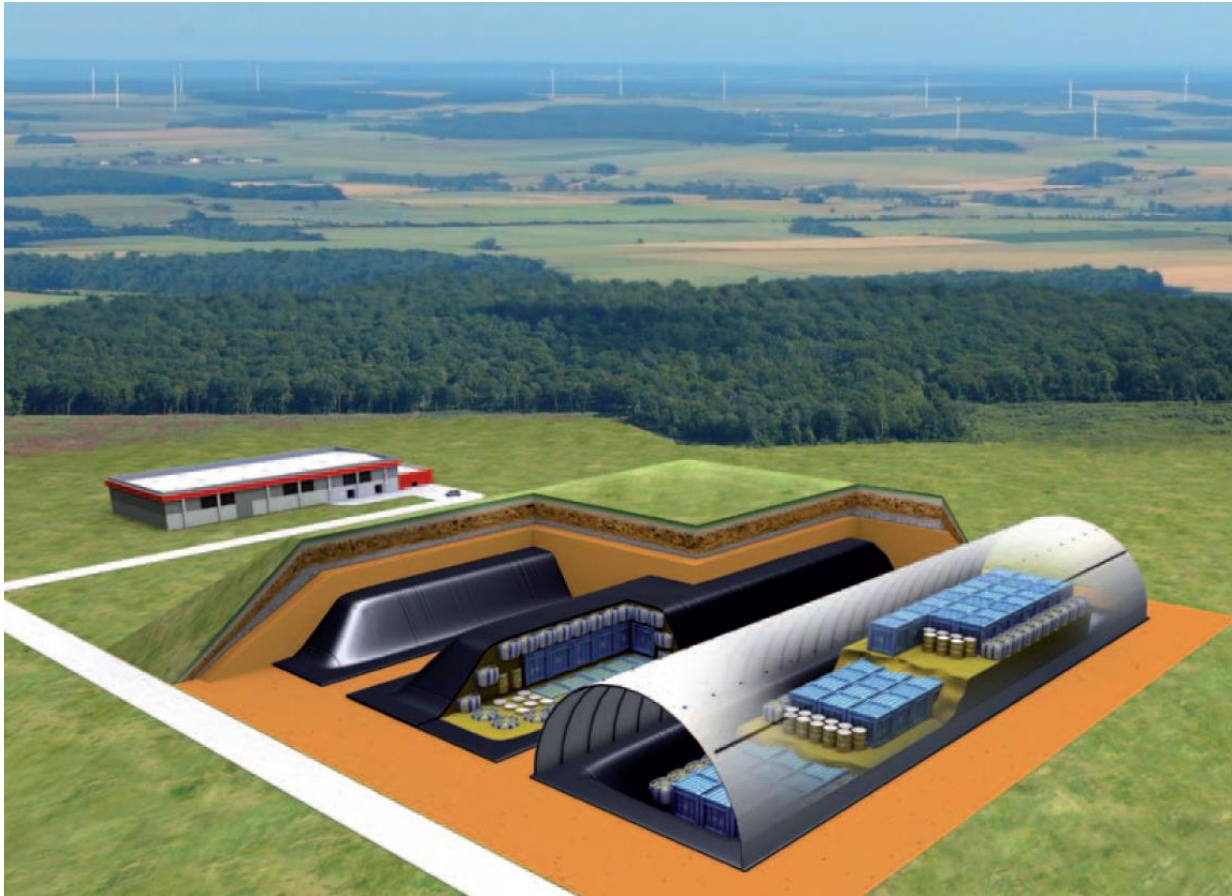


Deponie Klasse 3 mit Drainagesystem

Quelle: sat.Kerntechnik GmbH

Alternative c)

- Eigenes Endlagerkonzept
Beispiel Frankreich



Konzeptdarstellung eines oberflächennahen Endlagers für sehr gering radioaktive Abfälle in Frankreich [ANDRA 2013]