

**Optionen  
zu  
Freigabe und Herausgabe  
von Stoffen aus nach AtG  
genehmigten Atomanlagen**

# Vortragsinhalt

- 1. Grundsätzliches zur AKW-Stillegung**
- 2. Entwicklung der Freigaberegelung**
- 3. Freigaberegelung in der StrISchV**
  - uneingeschränkte Freigabe
  - eingeschränkte Freigabe
- 4. Herausgabe**
- 5. Optionen zur Freigabe**
- 6. Studie für IPPNW**

## Randedingungen

Folgende Ausführungen sind unabhängig von der Frage „Direkter Abbau“ oder „Sicherer Einschluss“ im Sinne AtG.

Wie kann mit den bereits existierenden radioaktiven Reststoffen oder Abfällen unter Strahlenschutzaspekten am besten umgegangen werden?

## Begriffe

### „Direkter Abbau“ (AtG)

Beginn des Abbaus unmittelbar nach Erteilung der Genehmigung ohne vorgesehene Haltepunkte. Dauer 10 – 15 a.

### „Sicherer Einschluss“ (AtG)

Verschließen des Reaktorgebäudes und weiterer, bevor der „heiße“ Abbau beginnt. Dauer ca. 30 a + 10 a

### Radioaktive Reststoffe

Anfallende Stoffe über deren Verbleib noch nicht entschieden ist.

### Radioaktive Abfälle

Anfallende Stoffe, die endgelagert werden sollen.



# Abbaureststoffe und -abfälle

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

# **Beispiel: AKW Neckarwestheim 1 (Reststoffe/Abfälle)**

Insges. ca. 330.900 Mg Material

davon ca. 128.900 Mg Freigabe

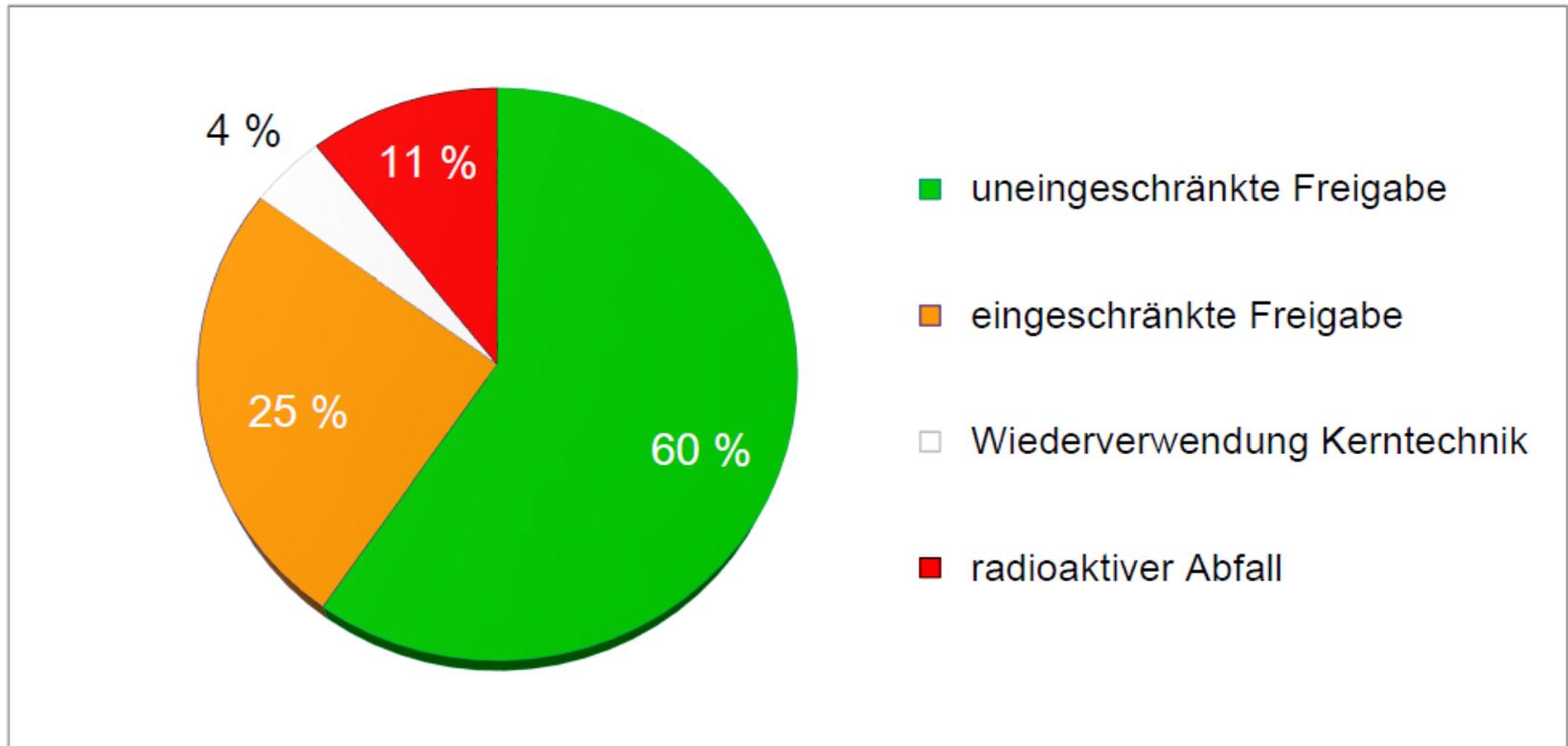
186.300 Mg Herausgabe/Freigabe

13.300 Mg Herausgabe

300 Mg Kerntechnik

2.800 Mg radioaktive Abfälle

# Radioaktiv belastete Materialien aus dem Kontrollbereich. [ESK 2013]



# Vortragsinhalt

1. Grundsätzliches zur AKW-Stillegung
- 2. Entwicklung der Freigaberegelung**
3. Freigaberegelung in der StrISchV
  - uneingeschränkte Freigabe
  - eingeschränkte Freigabe
4. Herausgabe
5. Optionen zur Freigabe
6. Studie für IPPNW

## Freigabehistorie

1985-1988 ICRP und IAEA: Freigabevorschlag auf Grundlage De-minimis-Konzept mit der “trivialen” Dosis von 10  $\mu\text{Sv/a}$ .

1980er-2001 Behördenentscheidungen zur Freigabe von Stoffen mit Inventaren von Bruchteilen der Freigrenzen.

1987-1998 Behördenentscheidungen auf Grundlage separater Freigabeempfehlungen der SSK.

1996 Strahlenschutzgrundnorm der EU mit Möglichkeit für Freigaberegulung.

## Freigabehistorie

1997 -2002 Intensive kritische Diskussion der beabsichtigten Freigaberegulierung

- in den Stilllegungsverfahren zu den Brennelementfabriken in Hanau.
- mit und in der Strahlenschutzkommission.

2001 Novellierung der Strahlenschutzverordnung unter Minister Trittin mit Einführung einer Freigaberegulierung  
→ eröffnet Rechtsanspruch auf Freigabe.

# Vortragsinhalt

1. Grundsätzliches zur AKW-Stillegung
2. Entwicklung der Freigaberegelung
- 3. Freigaberegelung in der StrISchV**
  - uneingeschränkte Freigabe
  - eingeschränkte Freigabe
4. Herausgabe
5. Optionen zur Freigabe
6. Studie für IPPNW

## Freigabe § 29 StrISchV

Freigabe von radioaktiven Stoffen ist zulässig,

“wenn für Einzelpersonen der Bevölkerung nur eine effektive Dosis im Bereich von  $10 \mu\text{Sv}$  im Kalenderjahr auftreten kann”.

“Die zuständige Behörde kann davon ausgehen, dass dies erfüllt ist, wenn” die Werte der Tabelle 1 bzw. 3 in Anlage III unterschritten werden.

oder

Im Einzelfall nachgewiesen ist, dass das Schutzziel eingehalten ist.



## Freigabe § 29 StrISchV

### Uneingeschränkte Freigabe von flüssigen und festen Stoffen

Wiederverwendung

Werkzeuge, Gebäude

Wiederverwertung

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

Beseitigung

Deponie, Metallschmelze,  
Verbrennungsanlage

Berücksichtigung  
konv. Abfallrecht

## Freigabe § 29 StrISchV

### Eingeschränkte Freigabe von flüssigen und festen Stoffen (Beseitigung)

unter Berücksichtigung des konventionellen Abfallrechts

- Deponierung von festen Stoffen aller Art (z.B. Betonschutt, Kunststoffe, Glas, Metalle)
- Verbrennung (z.B. Öle, Schmiermittel)
- Gebäude zum Abriss
- Einschmelzen von Metallen

## Freigabe § 29 StrISchV

### Grundsätzliche Kritik

- 10  $\mu\text{Sv/a}$ -Konzept und seine Umsetzung.
- Uneingeschränkte Freigabe ist unkontrollierbar und erhöht Hintergrundstrahlung.
- Modellierung für Pfade der eingeschränkten Freigabe unzureichend/fragwürdig.

# ~~Freigabe § 29 StrISchV~~

**Stattdessen alles radioaktiver Abfall?**

## Problem !

alle Abbauabfälle des Kontrollbereichs 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

# Vortragsinhalt

1. Grundsätzliches zur AKW-Stillegung
2. Entwicklung der Freigaberegelung
3. Freigaberegelung in der StrISchV
  - uneingeschränkte Freigabe
  - eingeschränkte Freigabe
- 4. Herausgabe**
5. Optionen zur Freigabe
6. Studie für IPPNW

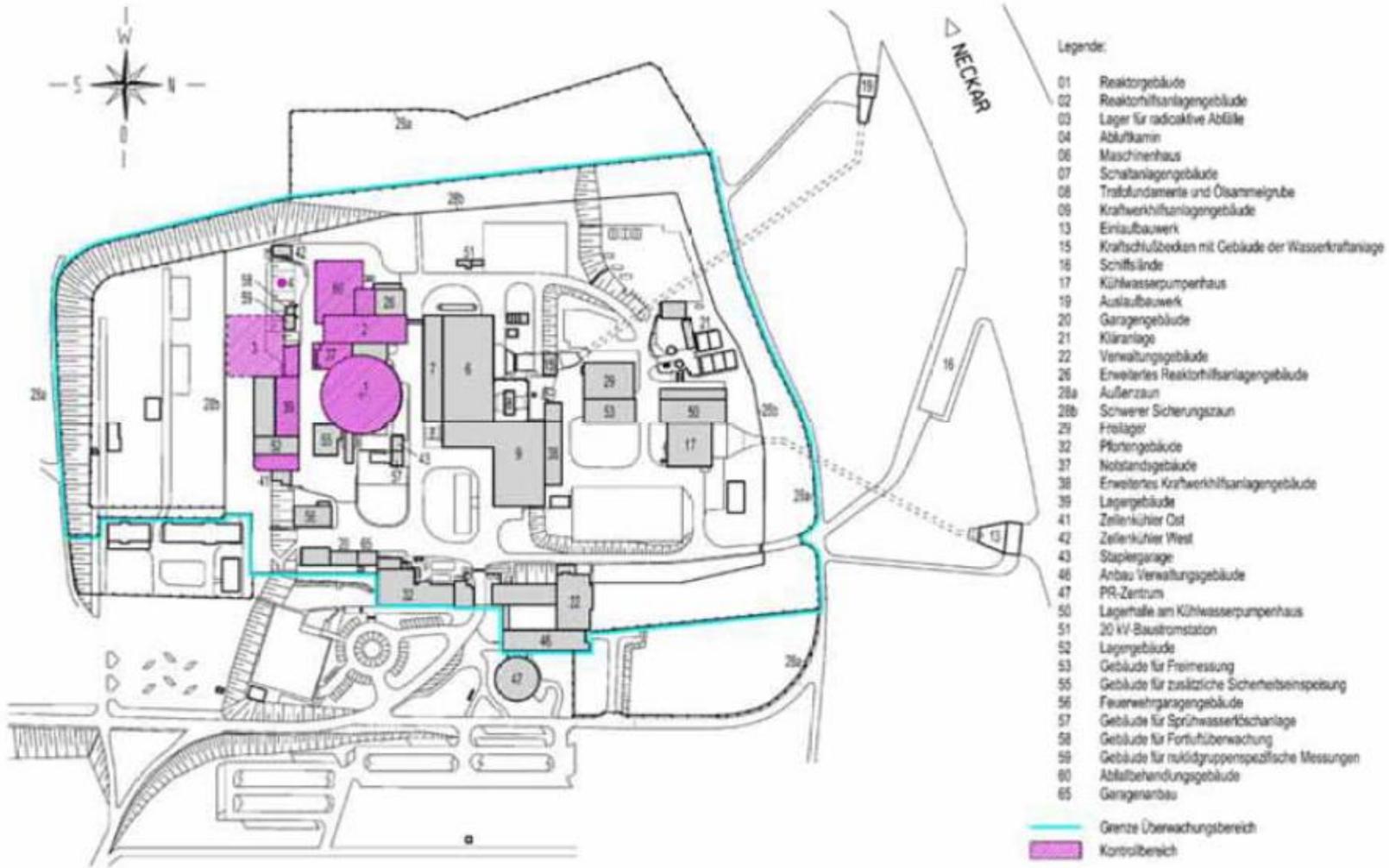
## Herausgabe

Nicht in Gesetz oder Verordnung geregelt.

Stoffe dürfen herausgegeben werden, wenn sie nicht aus dem Kontrollbereich sind und davon ausgegangen werden kann, dass sie

- nicht radioaktiv sind (BMU-Stillegungsleitfaden).
- 10% der uneingeschränkten Freigabewerte nicht überschreiten (Entsorgungskommission).

Konkretere Regelung in Stillegungsgenehmigungen



Quelle:  
EnBW

## Herausgabe

### **Empfehlung:**

**Alle Stoffe aus dem Überwachungsbereich, die nicht radioaktiv sind, sollten nach § 29 StrISchV freigegeben werden.**

**Die Kontaminationsfreiheit ist messtechnisch nachzuweisen**

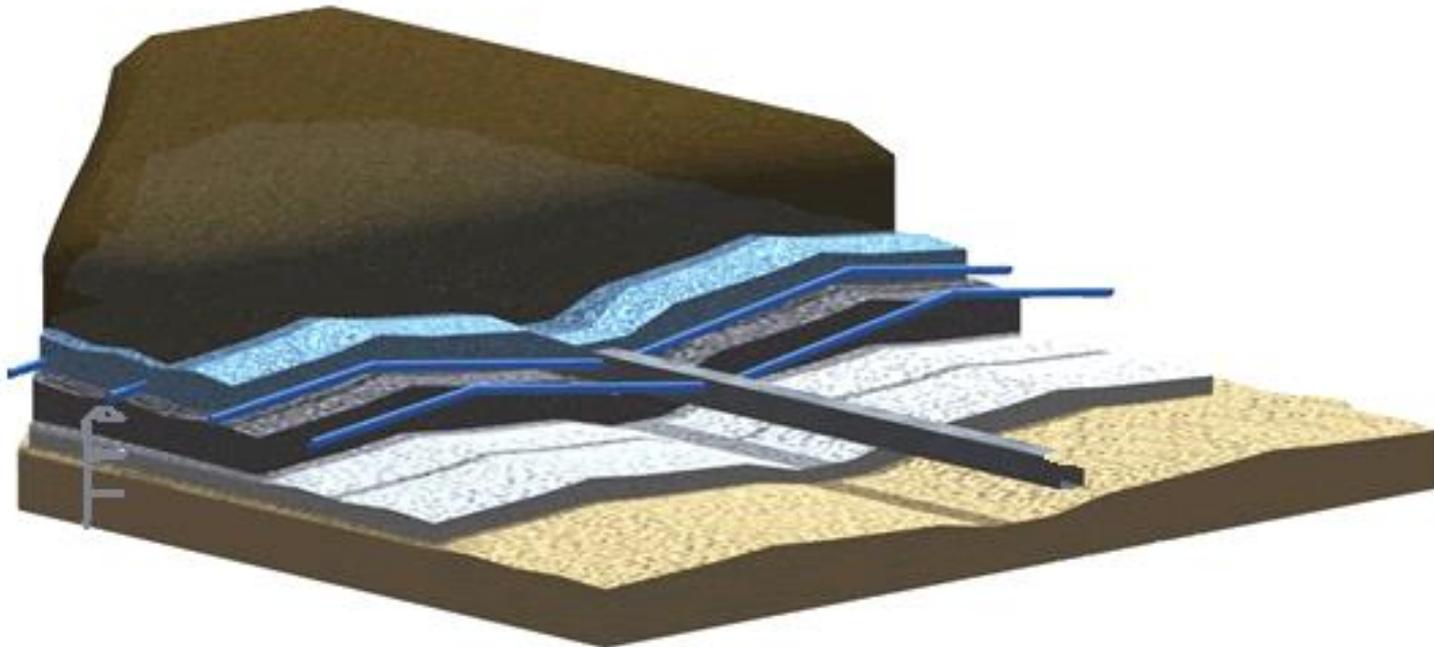
# Vortragsinhalt

1. Grundsätzliches zur AKW-Stillegung
2. Entwicklung der Freigaberegelung
3. Freigaberegelung in der StrISchV
  - uneingeschränkte Freigabe
  - eingeschränkte Freigabe
4. Herausgabe
5. **Optionen zur Freigabe**
6. Studie für IPPNW

## Grundsätzliche Alternativen (1)

Alternative für freigegebene radioaktive Abfälle:  
Deponieklasse 3

- Drainageüberwachung
- Randbedingungen bei Einlagerung
- mit Einzelfallnachweis



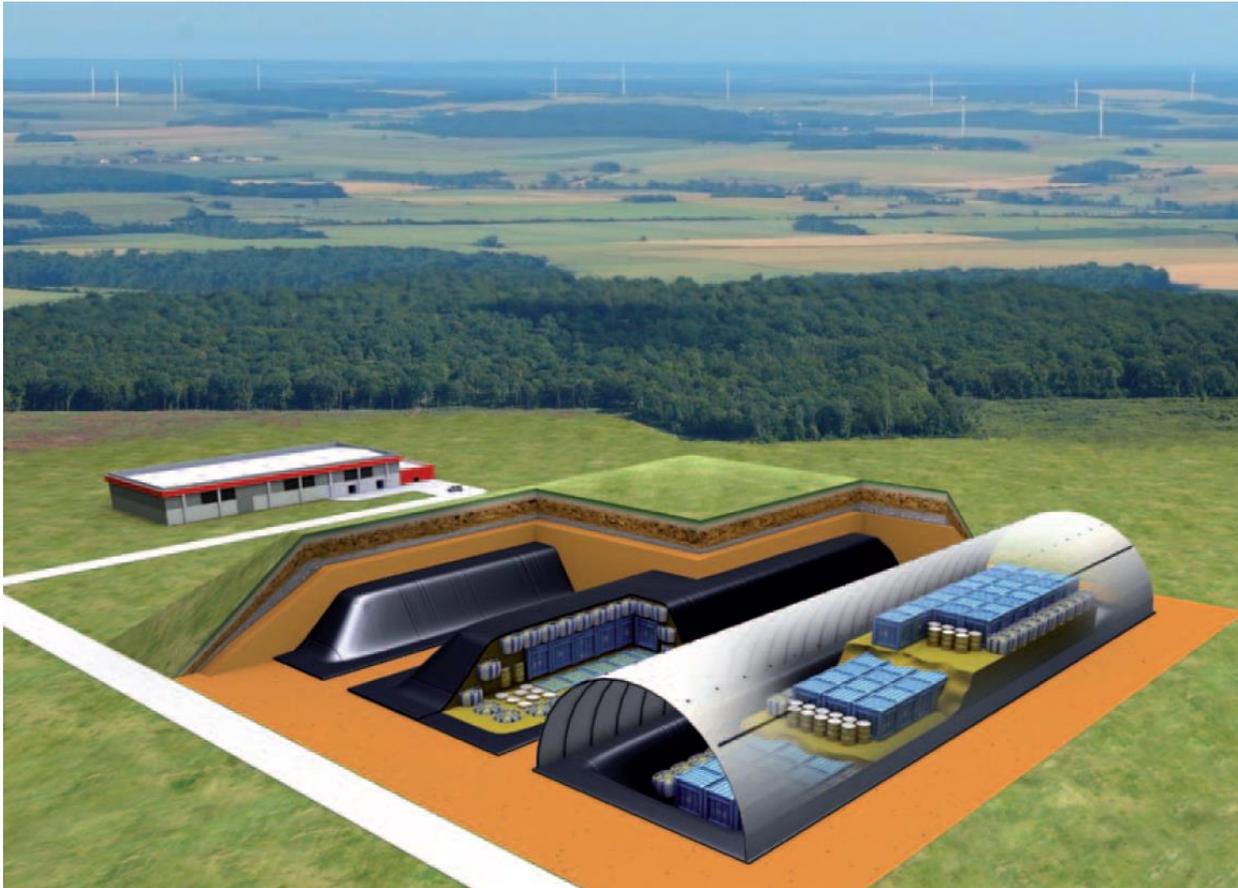
## **Deponie Klasse 3 mit Drainagesystem**

Quelle: sat.Kerntechnik GmbH

## **Grundsätzliche Alternativen (2)**

Eigenes Endlagerkonzept für alle bisher freigabefähigen Reststoffe und Abfälle.

Beispiel Frankreich (mit Erweiterung)



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

## **Grundsätzliche Alternativen (3)**

Für IPPNW untersuchte Optionen.

# Vortragsinhalt

1. Grundsätzliches zur AKW-Stillegung
2. Entwicklung der Freigaberegelung
3. Freigaberegelung in der StrISchV
  - uneingeschränkte Freigabe
  - eingeschränkte Freigabe
4. Herausgabe
5. Optionen zur Freigabe
6. Studie für IPPNW

# **Stellungnahme**

## **zu einem Verbleib von gering Radioaktiven Materialien aus der Stilllegung von Atomkraftwerken an deren Standorten**

Auftraggeber:

IPPNW - Deutsche Sektion der Internationalen Ärzte  
für die Verhütung des Atomkrieges, Ärzte in sozialer Verantwortung

## **Auftrag:**

**Kursorische Prüfung der grundsätzlichen Machbarkeit und der Vor- und Nachteile von Optionen zum Verbleib der gering radioaktiven Stoffe am AKW-Standort**

## **Nicht Auftrag:**

- Ermittlung der sicherheitstechnisch besten Option.
- Detailliertere Umsetzungsvorschläge

## Betrachtete Optionen

- **„Dauerhaft sicherer Einschluss“**
- **„Entombment“**
- **„Stehenlassen nach Entkernung“  
(IPPNW-Option)**
- **„Vollständiger Rückbau mit Bunker“**

## Voraussetzungen und Rahmenbedingungen

- **Intakte Gebäudestrukturen**
- **Hydrologisch unbedenklich**
- **Keine Beeinträchtigung von Oberflächen- und Grundwasser gegeben**
- **Keine Gefahr für Erdfall o.ä.**
- **Primärkreis- und sonstige Dekontaminationen**
- **Detaillierte radiologische Charakterisierung**
- **Freigabe aller nichtradioaktiven Stoffe**

## Vorgehensweise

Prüfung der **Umsetzbarkeit** durch Heranziehung bisheriger Praxis bei der Stilllegung und von Studien zu Planungen sowie eignen plausiblen Überlegungen.

Die **Vor- und Nachteile** der Optionen beziehen sich auf einen Vergleich mit den Gegebenheiten bei „Direkten Abbau“ bzw. „Sicheren Einschluss“.

Bei einer detaillierten Bewertung im Rahmen eines Vergleiches von Stilllegungsstrategien, müssen die Vor- und Nachteile gegeneinander abgewogen werden. Das heißt, entscheidend ist nicht unbedingt die Anzahl von Vor- und Nachteilen.

## „Dauerhaft sicherer Einschluss“, Umsetzbarkeit

Hohes Radioaktivitätsinventar (ca.  $10^{17}$  Bq), teilweise langlebig.

Standssicherheit und Integrität von Reaktor- und anderen Gebäuden ist zeitlich begrenzt.

Auch mit Kontrolle und Instandhaltung ist die Rückhaltung der Radionuklide vor der Umwelt jenseits von 100-150 Jahren nicht in erforderlichen Maße sichergestellt und ist für einen unbegrenzten Zeitraum auch nicht nachweisbar.

**Option wird als nicht umsetzbar eingeschätzt.**

## „Entombment“, Umsetzbarkeit

Hohes Radioaktivitätsinventar (ca.  $10^{17}$  Bq), teilweise langlebig.

Standicherheit und Integrität von Reaktor- und anderen Gebäuden ist zeitlich begrenzt. Das gilt für einen längeren Zeitraum auch für die Entombmentstruktur.

Es ist fraglich, ob eine Überbauung der Reaktorgebäude bei Erfüllung der notwendigen Anforderungen überhaupt möglich ist.

**Option wird als nicht umsetzbar eingeschätzt.**

## „Dauerhaft sicherer Einschluss“ und „Entombment“

Vorteile	Nachteile
Keine Strahlenbelastung für Bevölkerung durch Freigabe	Rückhalteverlust in Zeiträumen > 100 Jahre
Geringere Gesamtstrahlenbelastung für Bevölkerung	Größeres Störfallrisiko
Geringere Gesamtstrahlenbelastung des Personals	Belastung späterer Generationen
Weniger radioaktive Abfälle für Endlager	Zusätzliche Quasi-Endlager ohne Standortauswahl, Langzeitsicherheitsnachweis

## **„Stehenlassen nach Entkernung“ (IPPNW-Option) zwei Varianten**

- Abbau aller höher radioaktiv belasteten Systeme, Komponenten und Anlagenteile.
- Abbau aller höher, mittel und schwach radioaktiv belasteten Systeme, Komponenten und Anlagenteile.

## „Stehenlassen nach Entkernung“ (IPPNW-Option)

### Empfehlung:

- Abbau und Entfernung aller Systeme, Komponenten und Anlagenteile mit Belastungen oberhalb der Freigabewerte,
- Dekontamination von Gebäudestrukturen bis zu den Werten der uneingeschränkten Freigabe,
- Bautechnisches Verschließen aller Gebäudedurchführungen außer einem Zugang,
- Aufbewahrung aller angefallenen gering radioaktiven Materialien im Gebäude,
- Weiterführg. der Anlage mit Genehmigung nach StrlSchV,
- Instandhaltung Gebäude, Überwachung Umgebung.

## „Stehenlassen nach Entkernung“ (IPPNW-Option)

- Radioaktivitätsinventar von ca.  $2 \cdot 10^{17}$  Bq auf  $1 \cdot 10^9$  Bq.
- Die Störfallgefahren und Freisetzungspotenzial sind geringer.
- Die Strahlenbelastung für das Personal ist geringer.
- Die Ableitungen radioaktiver Stoffe im „Normalbetrieb“ sind geringer.
- Zum Ausbau der höher belasteten Komponenten müssen für die Zugänglichkeit ohnehin mittel und schwach belastete Systeme, Komponenten und Gebäudestrukturen abgebaut werden.
- ...

## „**Stehenlassen nach Entkernung**“, Umsetzbarkeit

Radioaktivitätsinventar ist stark reduziert und auf eher kurz- bzw. relativ kurzlebige Radionuklide beschränkt.

Dichter Abschluss nach außen für 100 Jahre möglich.

Danach durch fortgeschrittenen Zerfall Anforderungen geringer.

**IPPNW-Option ist umsetzbar**

# „Stehenlassen nach Entkernung“, Vor-/Nachteile

Vorteile	Nachteile
Tendenziell etwas geringere Strahlenbelastung für Personal	Zwang für wenige Generationen, sich mit der Hinterlassenschaft eines – wenn auch geringen – Radioaktivitätsinventar zu befassen
Geringere potenzielle Strahlenbelastung für Personen aus der Bevölkerung	Akzeptanz der Gesellschaft für eine zusätzliche Anlage mit – wenn auch geringem – Radioaktivitätsinventar für einen längeren Zeitraum
Etwas geringeres Störfallrisiko	
Keine unkontrollierte Verteilung von künstlich erzeugten Radionukliden in der Umwelt	

## „Vollständiger Rückbau mit Bunker“

Anlage wird vollständig abgebaut.

Auf dem Anlagengelände wird ein hermetisch abschließbares, gegen Einwirkungen von außen ausgelegtes Bauwerk errichtet.

Angefallene Abbaumaterialien

- radioaktive Abfälle ins Zwischenlager,
- gering radioaktive Materialien in das neue Bauwerk,
- nicht radioaktive Materialien werden uneingeschränkt freigegeben.

## „Vollständiger Rückbau mit Bunker“, Umsetzbarkeit

Radioaktivitätsinventar ist stark reduziert und auf eher kurz- bzw. relativ kurzlebige Radionuklide beschränkt.

Dichter Abschluss nach außen für ca. 300 Jahre möglich.

Danach durch fortgeschrittenen Zerfall Anforderungen geringer.

Option wird als umsetzbar eingeschätzt

## „Vollständiger Rückbau mit Bunker“, Vor-/Nachteile

Vorteile	Nachteile
Keine unkontrollierte Verteilung von künstlich erzeugten Radionukliden in der näheren und weiter entfernten Umwelt	Zwang für wenige Generationen, sich mit der Hinterlassenschaft eines – wenn auch geringen – Radioaktivitätsinventar zu befassen
Etwas geringere Strahlenbelastung für Personal	Akzeptanz der Gesellschaft für eine zusätzliche Anlage mit – wenn auch geringem – Radioaktivitätsinventar für einen längeren Zeitraum
Geringere potenzielle Strahlenbelastung für Personen aus der Bevölkerung	
Etwas geringeres Störfallrisiko	



# Freimessung

Voraussetzung für die Freigabe ist der Nachweis der Einhaltung der Freigabewerte.

## 1. Ermittlung Nuklidvektor

- Hist. Erkundung und Abgrenzung von Bereichen
- Auswahl der zu untersuchenden Nuklide
- Durchführung erkundender Messungen vor Ort
- Probenahme und Analyse
- Berechnung der Nuklidvektoren

## 2. Freigabemessung

- vor Abbau
- am zerlegten Material

# Freimessung

## Grundsätzliche Kritik

- Aufwand (z.B. Messumfang) wird unter Berücksichtigung der Wirtschaftlichkeit begrenzt
- Bestimmung abdeckender/repräsentativer Nuklidvektoren schwierig
- Erfassung von hot spots