

# Kernkraftwerkrückbau

---

Steven Becker

29. Dezember 2017

# Überblick

- Situation in Deutschland
- Weg zur Stilllegung
- Der Rückbau
- Kosten

## Situation in Deutschland

---

# Situation in Deutschland



Abbildung 1: Auflistung der Abschaltungsjahre von deutschen AKWs  
[karte\_abschaltungen ].

## Weg zur Stilllegung

---

# Weg zur Stilllegung

- Stilllegungen müssen beantragt werden
- Länder sind dafür zuständig
- Unterliegt dem Atomrecht

## Nachbetriebsphase

- Abschaltung des Kernreaktors
- Dauer von etwa 5 Jahren nach der Abschaltung
- Brennelemente müssen noch weiter gekühlt werden
- radioaktive Betriebsabfälle werden entfernt

Senkung der durchschnittlichen Aktivität

$$10 \times 10^{20} \text{ Bq} \rightarrow 10 \times 10^{16} \text{ Bq}$$

## Stillegungstrategien - Direkter Abbau

- Rückbau unmittelbar nach Abschaltung
- dauert mindestens 10 Jahre
- wird in Deutschland am häufigstens verwendet

## Stilllegungsstrategien - Sicherer Einschluss

- Nach der Abschaltung wird der Reaktor in eine wartungsarmen Zustand gebracht
- Dauer von etwa 30 Jahren

# Direkter Abbau - Sicherer Einschluss - Ein Vergleich

Direkter Rückbau	Sicherer Einschluss und späterer Rückbau
<b>Wesentliche Vorteile</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Verfügbarkeit von Personal, das mit der Anlage und der Betriebshistorie vertraut ist.</li><li>• Milderung sozialer Folgen für das Betriebspersonal sowie wirtschaftlicher Folgen für die Region.</li><li>• Gelände kann früher wieder einer anderweitigen Nutzung zugeführt werden.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Radioaktivität klingt mit der Zeit ab; das Volumen an radioaktivem Abfall nimmt ab.</li><li>• Abbauarbeit technisch einfacher durch geringere Strahlenbelastung.</li></ul>
<b>Wesentliche Nachteile</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Höhere noch vorhandene Radioaktivität.</li><li>• Abbauarbeit komplexer aufgrund höherer Strahlenbelastung.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Messtechnischer Aufwand für die radiologische Bewertung nimmt mit der Zeit zu.</li><li>• Für den Rückbau nach dem sicheren Einschluss muss neues qualifiziertes Personal gefunden werden.</li></ul>

Abbildung 2: Vor- und Nachteile von Direkter Abbau und Sicherem Einschluss [1].

# Weg zur Stilllegung - Direkter Abbau

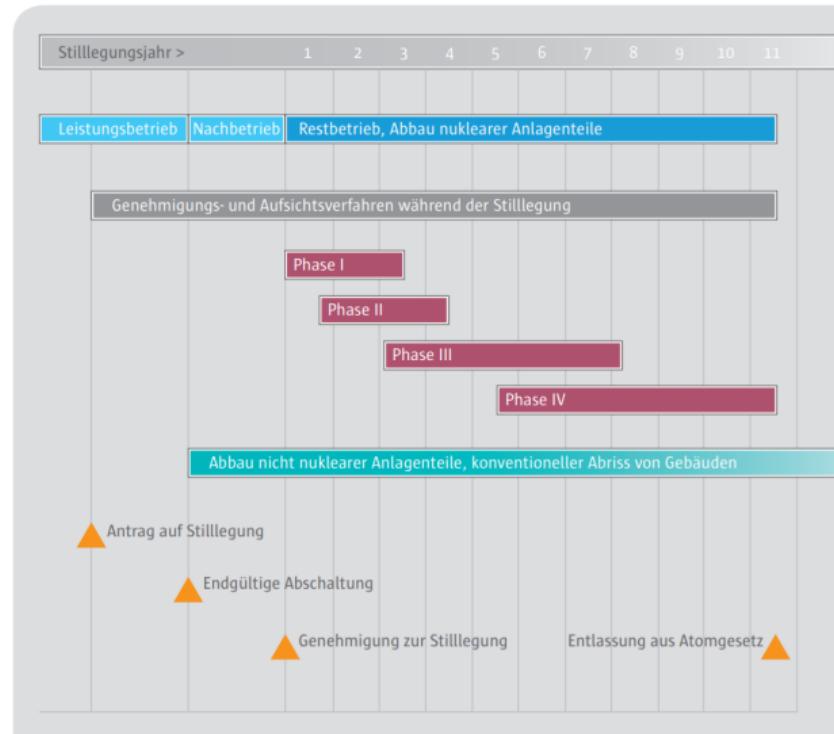


Abbildung 3: Zeitlicher Verlauf eines direkten Abbau[1].

## Phase 1

- Ausbau von nicht mehr benötigten Teilen z. B. Regelstabführungen
- Platz schaffen für spätere Rückbaumaßnahmen

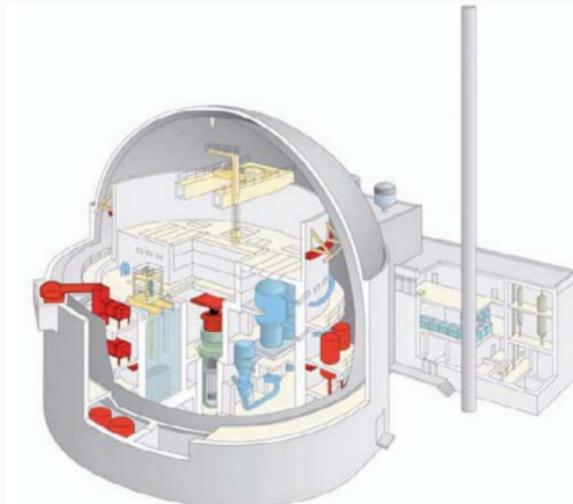
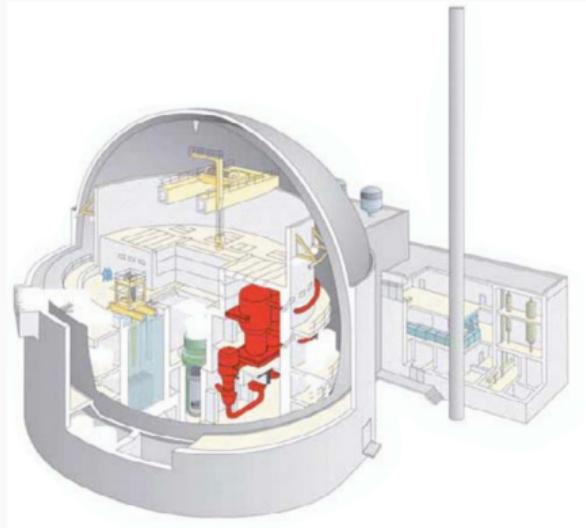


Abbildung 4: Schematische Darstellung der Bauteile die von der Rückbauphase 1 betroffen sind und ausgebaut werden, am Beispiel eines **Siedewasserreaktors** [1].

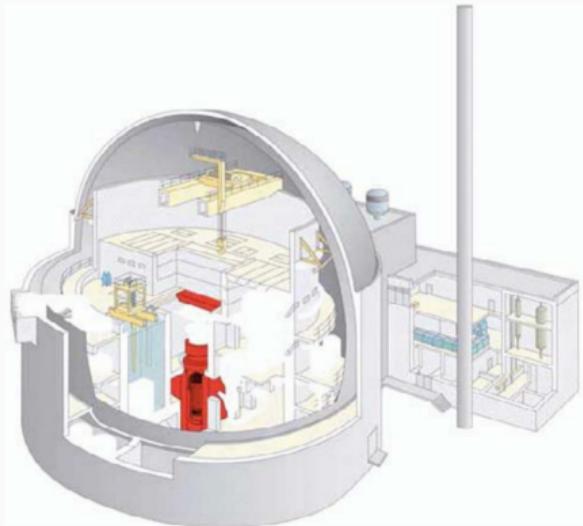
## Phase 2



- Entfernung des Primärkühlkreislaufs
- Abbau des Dampferzeugers

Abbildung 5: Schematische Darstellung der Bauteile die von der Rückbauphase 2 betroffen sind und ausgebaut werden, am Beispiel eines Siedewasserreaktors [1].

## Phase 3

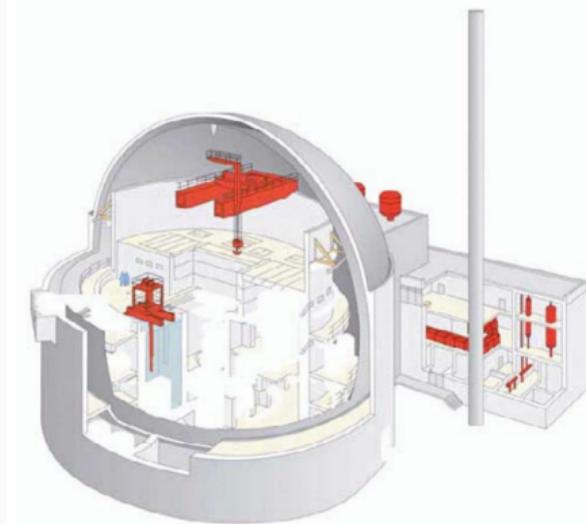


- Entfernung des Reaktordruckbehälters
- Rückbau des biologischen Schildes

Abbildung 6: Schematische Darstellung der Bauteile die von der Rückbauphase 3 betroffen sind und ausgebaut werden, am Beispiel eines Siedewasserreaktors [1].

## Phase 4

- Abbau verbleibender Systeme im Kontrollbereich
- Abwasseraufbereitung und Abluftanlage werden entfernt
- Beendigung der Gebäudekontamination



**Abbildung 7:** Schematische Darstellung der Bauteile die von der Rückbauphase 4 betroffen sind und ausgebaut werden, am Beispiel eines Siedewasserreaktors [1].

# Demontierungsverfahren

- Strahlenexpositionen für das Personal müssen möglichst gering sein
- räumliche Randbedingung
- mechanische und thermische Verfahren

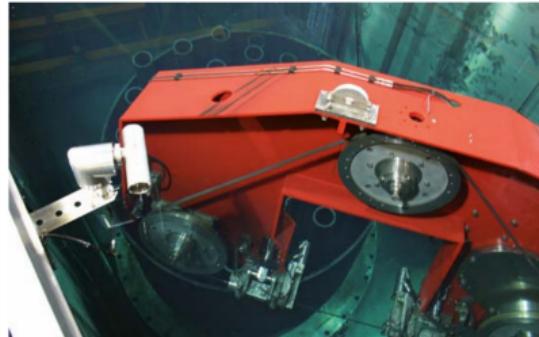


Abbildung 8: Zerlegung des Reaktordruckbehälters unter Wasser mit einer ferngesteuerten Bandsäge [1].

# Radioaktiver Abfall

- Brennelemente
- z. B. Kühlmittel, Beton und Stahl auf Grund von Neutroneneinfang

Stahl



Beton



# Radioaktiver Abfall

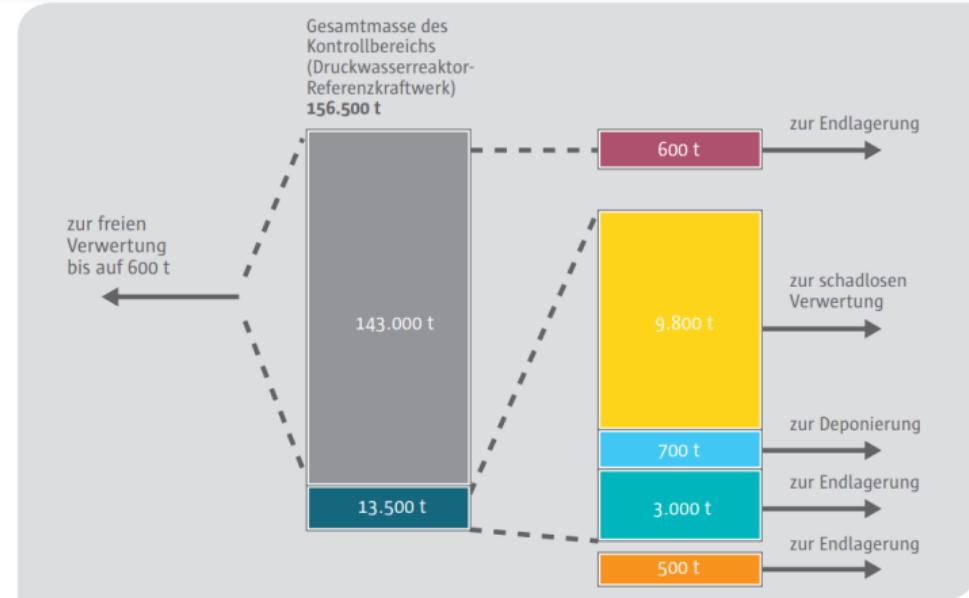


Abb. 07

Grobe Mengenbilanz des Kontrollbereichs eines Kernkraftwerks

- Beton und Armierung
- Anlagenteile
- Radioaktiver Abfall (Beton/Armierung)
- Material zur schadlosen Verwertung
- Abfall zur konventionellen Deponierung
- Radioaktiver Abfall (Anlagenteile)
- Radioaktiver Abfall (Sekundärabfall z.B. aus der Dekontamination)

Quelle: VGB

Abbildung 9: Gesamtmaterial im Kontrollbereiches [muell].

# Dekontamination

# Freigabe

# Kosten

# Zusammenfassung

## Literatur

---

-  Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit (GRS) mbH. "Stilllegung kerntechnischer Anlagen". Version 28.12.2017. In: (2012). URL:  
<https://www.grs.de/sites/default/files/pdf/GRS-S-50.pdf>.
-  Bau und Reaktorsicherheit Bundesministerium für Umwelt Naturschutz. *Atomkraftwerke in Deutschland*. Version 28.12.2017. 2017. URL:  
<http://www.bmub.bund.de/themen/atomenergie-strahlenschutz/nukleare-sicherheit/aufsicht-ueber-kernkraftwerke/kernkraftwerke-in-deutschland/>.

-  Bau und Reaktorsicherheit Bundesministerium für Umwelt Naturschutz.  
*Stilllegung kerntechnischer Anlagen*. Version 28.12.2017. 2017. URL:  
<http://www.bmub.bund.de/themen/atomenergie-strahlenschutz/nukleare-sicherheit/stilllegung/>.
-  Greenpeace. AKW-RÜCKBAU - DIE ALTLAST DES NUKLEAREN WAHNS.  
Version 28.12.2017. URL:  
<https://www.greenpeace.de/themen/energiewende-atomkraft/atomkraftwerke/akw-rueckbau-die-altlast-des-nuklearen-wahns>.