

Entsorgung von Brennelementen im CASTOR[®] V/52

Wolfgang Reuter

Fokustag im Kernkraftwerk Gundremmingen
20.07.2016, Gundremmingen

Inhalt

- Die Rolle der GNS in der nuklearen Entsorgung
- Tätigkeitsfelder der GNS
- Anteilseigner und Beteiligungen der GNS
- Fakten
- Die Rechtslage
- Behälterfertigung
- Versuchsprogramme
- Der Behälter
- Abfertigung des Behälters
- Perspektiven

Die Rolle der GNS in der nuklearen Entsorgung

KKW-Betreiber



Bestrahlte Brennelemente und Wiederaufarbeitungsabfälle

Verpackung, Transport, Zwischenlagerung, Konditionierung, Vorbereitung zur Endlagerung



Endlager
HAW / BE

DIE ENTSORGER

Aufgabe, Kompetenz und Verantwortung der GNS

Konditionierung, Verpackung, Transport, Zwischenlagerung, Anlieferung zur Endlagerung

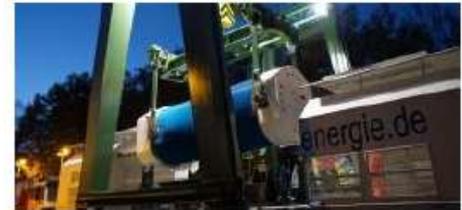
Betriebs-, Stilllegungs- und Rückbauabfälle

Endlager
LAW / MAW

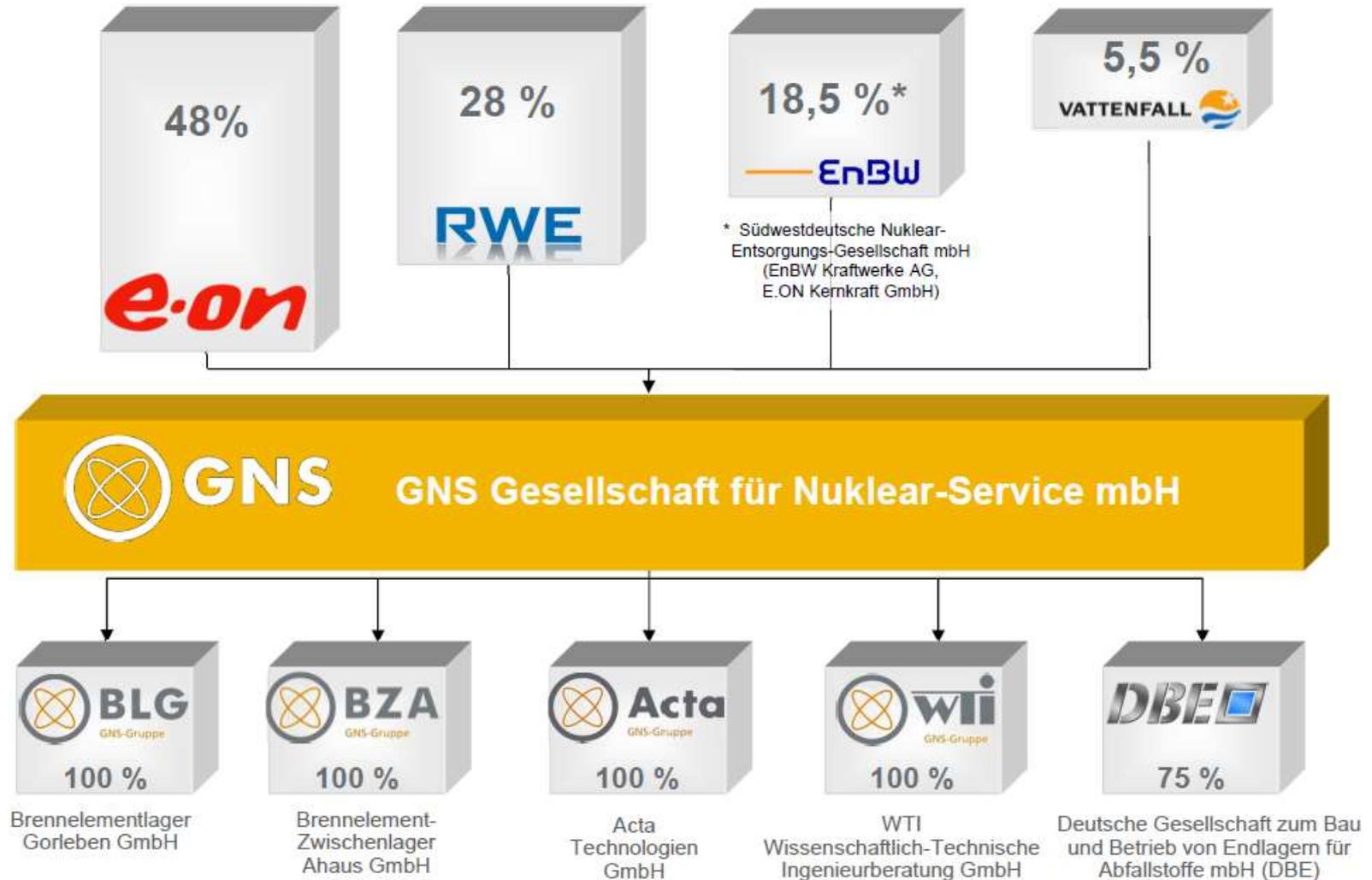


Tätigkeitsfelder der GNS

- Entsorgung von **Betriebs- und Stilllegungsabfällen**
- Entsorgung von **Brennelementen**
- Rückführung der **Wiederaufarbeitungsabfälle** aus Frankreich und England
- Planung, Errichtung und Betrieb von **Zwischenlagern**
- **Behälter für Transport und Lagerung** bestrahlter Brennelemente sowie von HAW/MAW/LAW-Abfällen
- Engineering und Herstellung von **Anlagentechnik und Equipment**
- **Consulting**
- Vorbereitung zur **Endlagerung**



Anteilseigner und Beteiligungen der GNS



Fakten

Politische Rahmenbedingungen:

- 18 Kernkraftwerke (KKW) an 13 Standorten müssen z. Zt. Kernbrennstoff entsorgen
- Seit 01.07.2005 ist die Wiederaufarbeitung (La Hague, Sellafield) gemäß Atomgesetz nicht mehr erlaubt
- Einziger Entsorgungsweg ist die direkte Endlagerung
- Interimslösung: **trockene Zwischenlagerung** am Standort des KKW (CASTOR® V)
- Am **10.12.2002 wurde im KLE** das erste Standort-Zwischenlager (SZL) für einen CASTOR® V-Behälter in Betrieb genommen.
- Am **18.06.2007 wurde im KKW** das bisher letzte SZL in Betrieb genommen.
- Die Brennelemente des KWO sollen in Behältern vom Typ CASTOR® 440/84 mvK) im Standort-Zwischenlager GKN gelagert werden.



Fakten

- **Zahlen:**
- **1996** wurden die ersten drei CASTOR[®] V-Behälter im GKN beladen und zusammen mit einem CASTOR[®] Ic und zwei HAW-Behältern nach Gorleben transportiert.
- Insgesamt wurden seitdem **422** CASTOR[®] V-Behälter abgefertigt und eingelagert (inklusive 1 Stck. CASTOR[®] Ic und 1 Stck. CASTOR[®] IIa, Stand: 30.06.2016).
- GNS-EBS hat die Kapazität (Personal und Equipment), um bis zu **100 Beladungen pro Jahr** durchzuführen.
- Basis: **Behälterservicevertrag** mit allen KKW

Die Rechtslage

- **CASTOR® V-Behälter** sind Transport- UND Lagerbehälter
- Verkehrsrecht und Atomrecht
- **Verkehrsrecht** (ADR, RID...):
 - GNS: Zulassungsinhaber
 - Bauartzulassung als Typ B(U)F-Verpackung durch das Bundesamt für Strahlenschutz
 - Bundesanstalt für Materialforschung und –prüfung als Gutachter
 - Zulassungsschein
- **Atomrecht** (Atomgesetz):
 - KKW/SZL: Genehmigungsinhaber
 - Genehmigungsbehörde Bundesamt für Strahlenschutz
 - Diverse Gutachter
 - Aufbewahrungsgenehmigung §6 AtG

Abguss

**Etwa 165 Tonnen
Grauguß werden in ca.
drei Minuten vergossen**



Abguss

**Etwa 165 Tonnen
Grauguß werden in ca.
drei Minuten vergossen
(stehend, Boden oben)**



Behälterfertigung

**Mechanische
Bearbeitung**



Fallversuch

Randbedingungen:

Fallhöhe 9 m auf ein
unnachgiebiges
Fundament



Brandversuch oder Störfallfeuer

Randbedingungen:

30 min mind. 800°C bei
“idealem Feuer”



**Explosion eines
Flüssiggastank-
wagens neben einem
CASTOR®- Behälter**

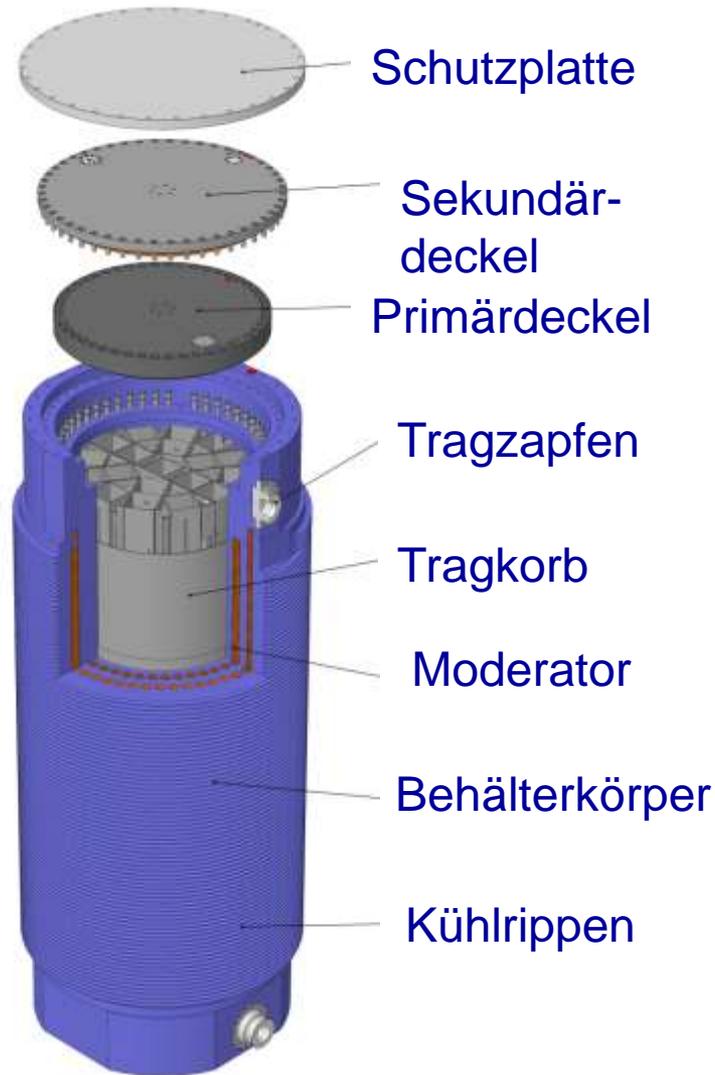
**(Kein “ideales
Feuer”)**



**Explosion eines
Flüssiggastank-
wagens neben
einem CASTOR®-
Behälter**

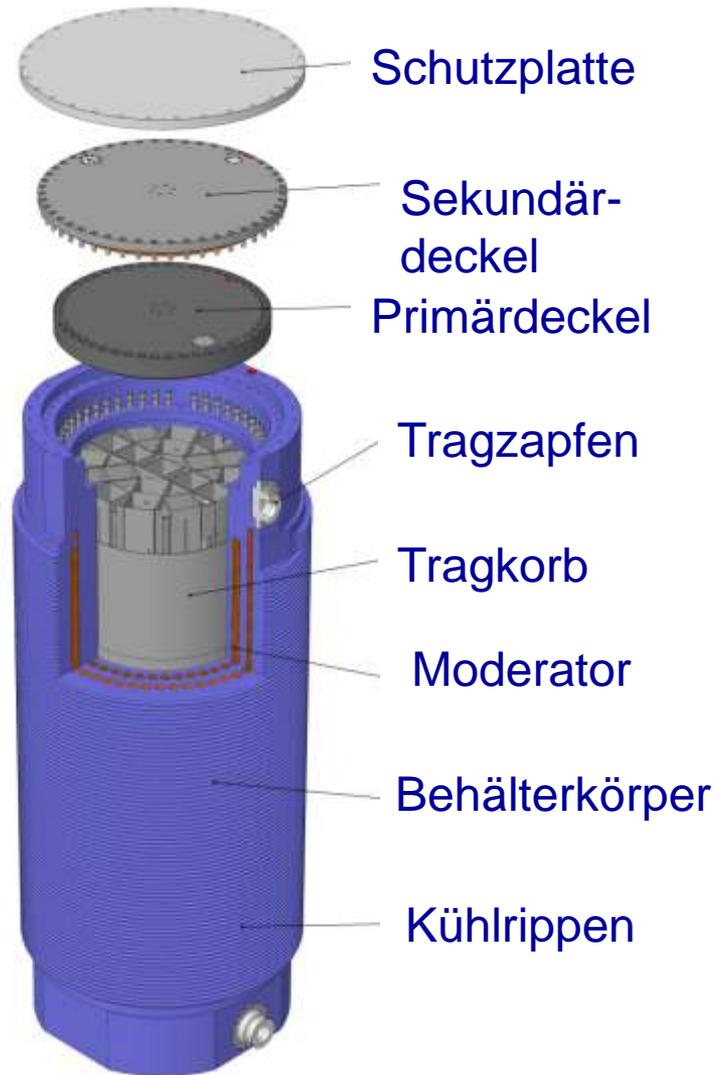


Der Behälter



- Weltweit sind z. Zt. mehr als 1350 CASTOR[®]-Behälter im Einsatz.
- Der Behälter besitzt zwei Dichtbarrieren, mit denen die Dichtheit über mind. 40 Jahre gesichert ist.
- Die Dichtbarrieren (Primär- und Sekundärdeckel) besitzen insgesamt 3 Kleindeckel, die als Prüf- und Befüllöffnungen dienen.

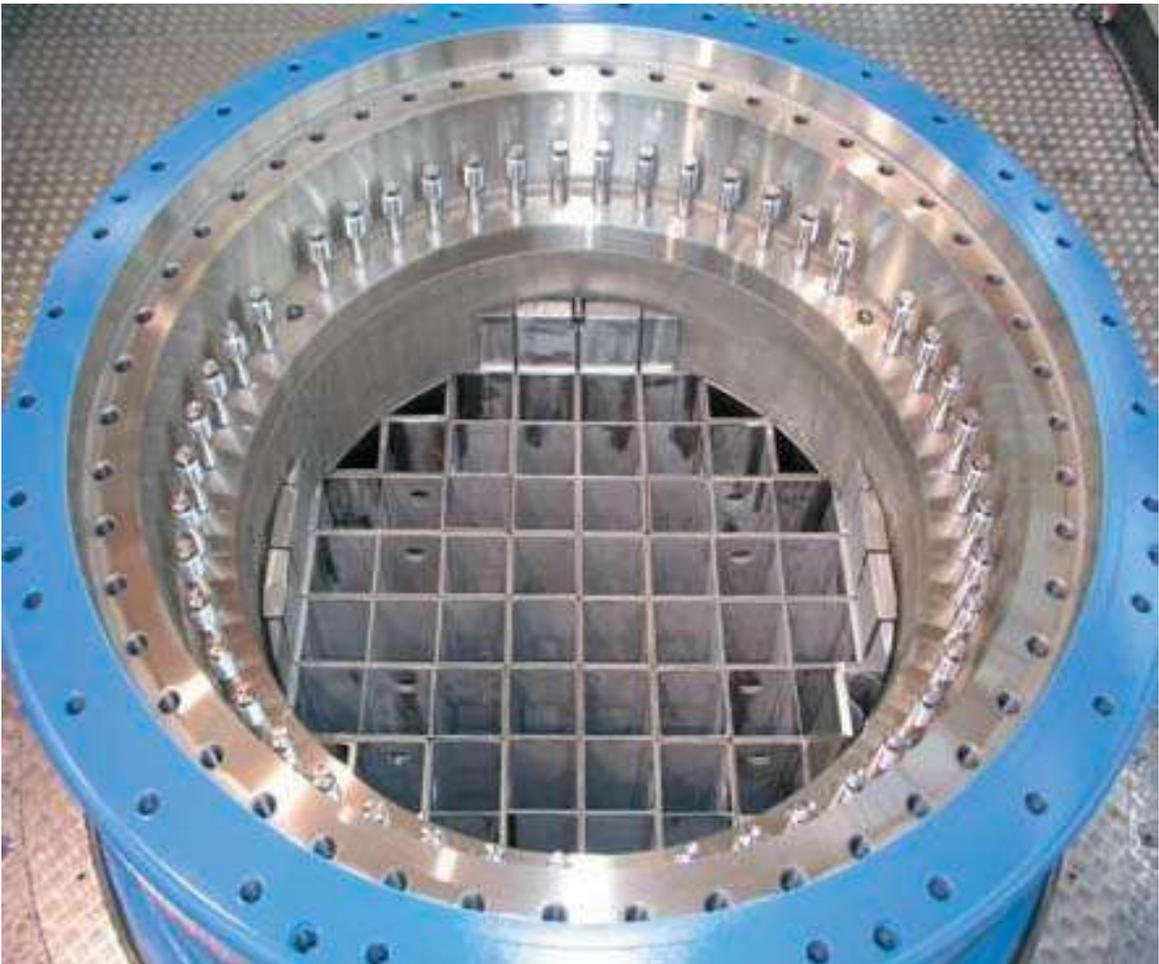
Der Behälter – die Anforderungen



■ Anforderungen gemäß Technischer Annahmebedingungen (Auszug V/52)

1. Max. Restfeuchte im Behälterinnenraum: $3,4 \text{ g/m}^3$
2. Standard-Helium-Leckagerate PD: $\leq 1\text{E}-08 \text{ Pa}\cdot\text{m}^3\cdot\text{s}^{-1}$
3. Max. Wärmeleistung: 40 kW
4. Max. Chloridionenkonzentration bei Verwendung aluminiumummantelter Dichtungen: 10 ppm
5. Max. Kupferionenkonzentration bei Verwendung aluminiumummantelter Dichtungen: 50 ppm

Der Behälter – Tragkorb



Anlieferung eines leeren fabrikneuen Behälters

- Per Schiene oder Straße (einige KKW haben keinen Gleisanschluss)
- Transportgestell oder Transporthilfsgestell
- In der Regel unproblematisch, da „nur“ Schwertransport → daher auch kein öffentliches Interesse
- Bei Anlieferung über Straße wird der Transportweg überprüft hinsichtlich Einschränkungen aufgrund von lichter Weite oder Gewichtsbeschränkungen.
- In der Regel wird der Leerbehälter nach Anlieferung im SZL abgestellt, bis er zur Beladung benötigt wird.



Grundlagen der Behälterabfertigung

- Ablaufplan (§6 AtG-Genehmigungsunterlage)
- Behälterspezifischer Ablaufplan (ca. 400 Arbeitsschritte)
- Vorbeladedokumentation zur Erfüllung der Nebenbestimmung der §6 AtG-Aufbewahrungsgenehmigung
- Zur Anwendung freigegebene Vorschriften aus
 - dem Teil III-Verzeichnis zum verkehrsrechtlichen Zulassungsschein
 - dem Vorschriftenbericht für das §6 AtG-Verfahren



Die Aufsichtsbehörde des SZL erteilt auf Basis dieser Unterlagen kampagnenspezifisch die Zustimmung zur Durchführung einer Behälterbeladung bzw. einer Abfertigungskampagne.

Einschleusen des Behälters



Vorbereitung zur Beladung

- Demontage Schutzplatte
- Demontage Sekundärdeckel und Primärdeckel



Vorbereitung zur Beladung

- Montage Plastikkontaminationsschutzhemd (PKS)



Vorbereitung zur Beladung

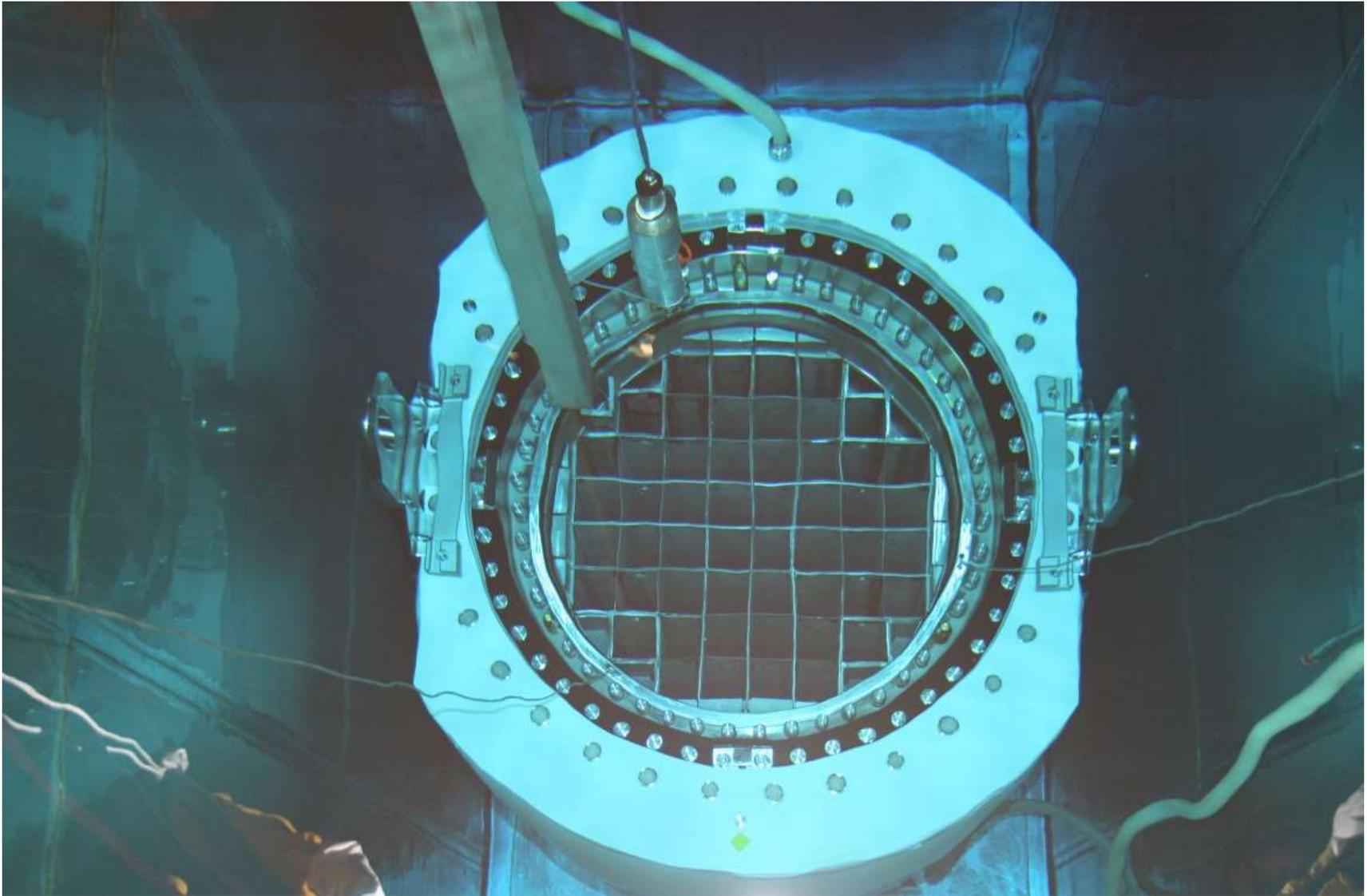
- Kaliberprüfung
- Visuelle Kontrolle und Einbau Dichtungen



Transfer ins Beladebecken

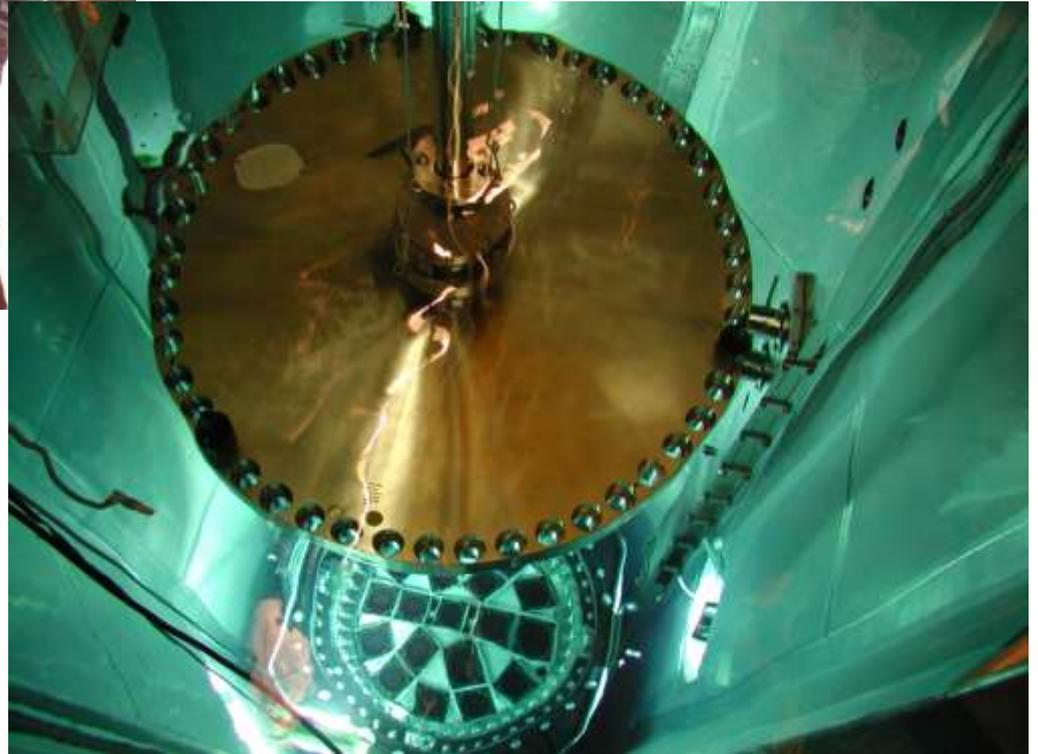


Beladung



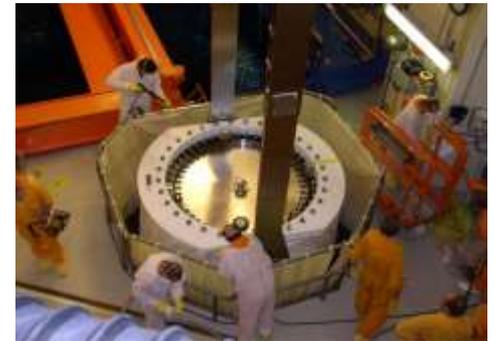
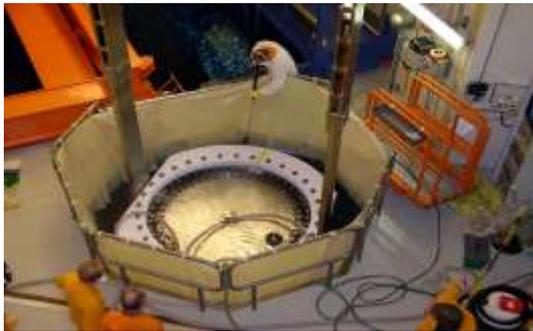
Primärdeckel setzen

- Vorlaufend: visuelle Kontrolle der Dichtflächen mit Unterwasserkamera



Transfer zur Handhabungsstation

- Primärdeckel absaugen und abspülen
- Teilentwässerung
- Dekontamination PKS



Demontage PKS



Trocknung, Restfeuchtebestimmung, Dichtheitsprüfung

- 2 Abfertigungsverfahren zur Trocknung und Feuchtemessung:
 - PV 170: Druckanstiegsmessung
 - AA 93, AA 94 und PV 102: Taupunktspiegelmessung
- Nachteil PV 170: **zur Zeit limitiert** auf (pro Behälter):
 - V/19: 10 kW... 25 kW NZL
 - V/52: 10 kW... 40 kW NZL
 - Mit Einführung der PV 170 „groß“: nur Limitierung auf NZL ≥ 10 kW
- Nachteil PV 102: **zeitlich nicht kalkulierbar** durch Verschmutzungen des Taupunktspiegels
- Kriterien für beide Verfahren:

Raum	Druckanstiegskriterium [hPa/15 min]	Zulässige Restfeuchte [g H ₂ O/m ³]
DZR	≤ 9 (≤ 3 hPa/ 5 min in den folgenden 45 min)	$\leq 9,4$
BIR	$\leq 0,13$	$\leq 3,4$ (CASTOR® V/19) $\leq 4,5$ (CASTOR® V/52)
SR	≤ 3 (≤ 1 hPa/ 5 min in den folgenden 45 min)	$\leq 9,4$

→ Weniger als ein Schnapsgläschen

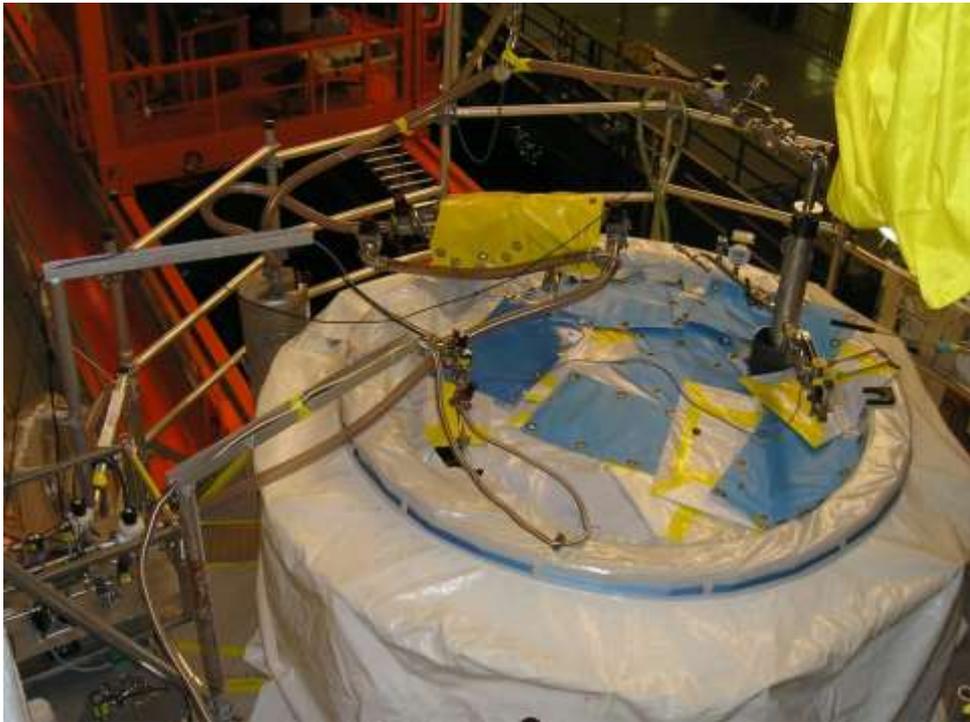
Trocknung, Restfeuchtebestimmung, Dichtheitsprüfung

- Primärdeckel (PD) auf Block ziehen
- Trocknung und Restfeuchtebestimmung Dichtungszwischenraum
(= Volumen zwischen Elastomerdichtung und Metaldichtung im Primärdeckel)



Trocknung, Restfeuchtebestimmung, Dichtheitsprüfung

- Entwässerung und Trocknung Behälterinnenraum (BIR)
- Parallel dazu: Montage Druckschalter im Sekundärdeckel (SD)



Trocknung, Restfeuchtebestimmung, Dichtheitsprüfung

- Helium-Dichtheitsprüfung Pos. 46 (große Metaldichtung PD)
 - Kriterium für die gesamte Dichtbarriere: $Q_{zul} \leq 1,0 \text{ E-08 Pa m}^3 \text{ s}^{-1}$
- Evakuierung und Heliumbefüllung BIR
- Einbau und Helium-Dichtheitsprüfung Verschlussdeckel in PD



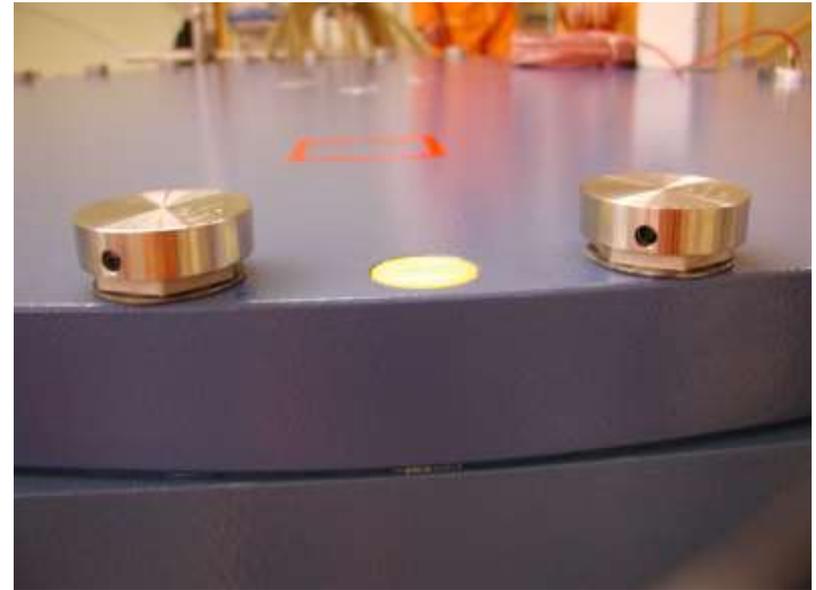
Trocknung, Restfeuchtebestimmung, Dichtheitsprüfung

- Montage SD
- Helium-Dichtheitsprüfung Pos. 70 (große Metaldichtung SD)
 - Kriterium für die gesamte Dichtbarriere: $Q_{zul} \leq 1,0 \text{ E-08 Pa m}^3 \text{ s}^{-1}$



Trocknung, Restfeuchtebestimmung, Dichtheitsprüfung

- Trocknung und Restfeuchtemessung Sperrraum (= Volumen zwischen PD und SD)
- Funktionsprüfung und Helium-Dichtheitsprüfung Druckschalter
- Montage Schutzplatte
- Befüllung des Sperrraumes mit Helium
- Helium-Dichtheitsprüfung Schutzkappe
- Plombierung/Versiegelung der Schutzplatte durch IAEA/EURATOM



Vorbereitung zur Einlagerung

- Montage der Kabeldurchführung
- Konservierung von Schutzplatte und Behälteroberfläche
- Demontage untere Tragzapfenabdichtungen und PKS-Bodenhalterung
- Behälter ausschleusen



Ausschleusen des Behälters



Transfer ins Standort-Zwischenlager



Einlagerung im Standort-Zwischenlager

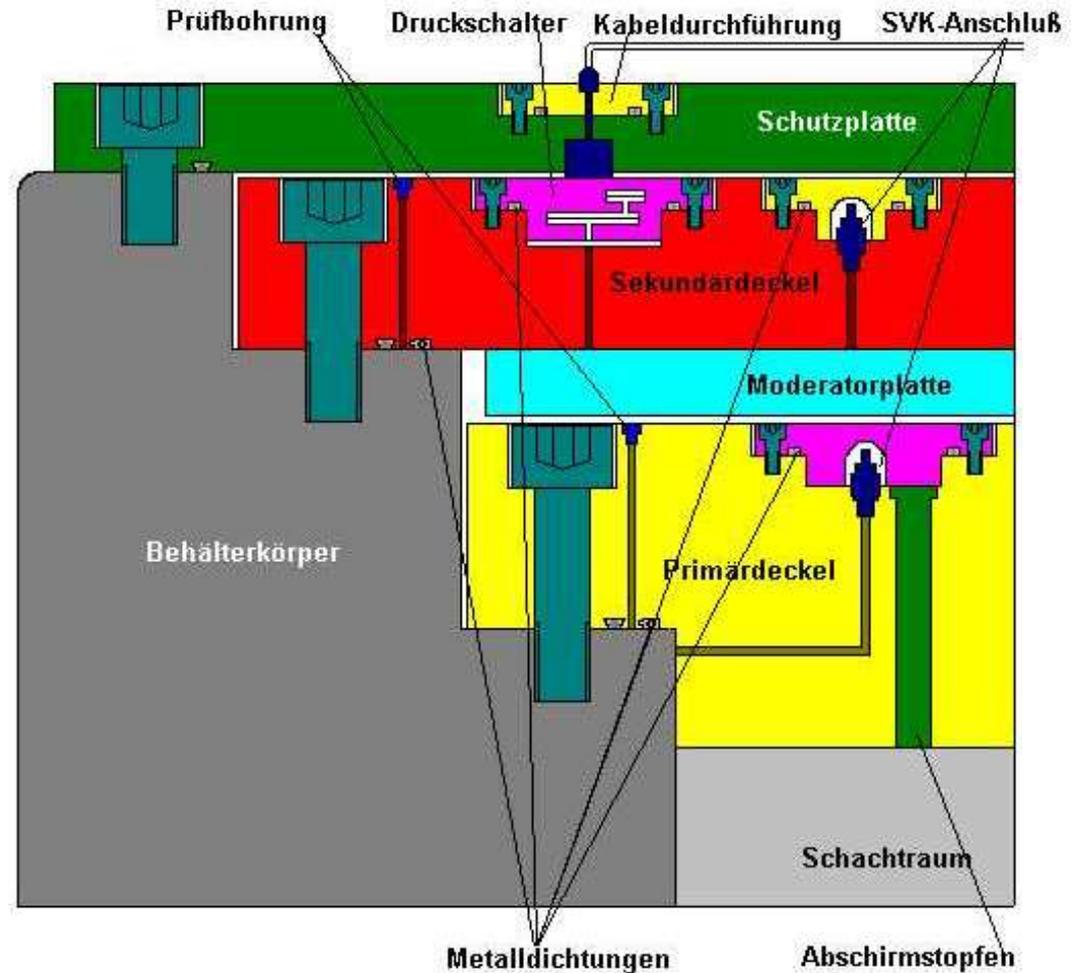


Druckschalter

Transport- und
Lagerbehälter

CASTOR® V/52

Deckel- und
Dichtsystem



Und nach der Zwischenlagerung



In Deutschland hat der Gesetzgeber im Atomgesetz geregelt, dass Endlager für radioaktive Abfälle durch den Bund einzurichten und zu betreiben sind.