

# **Aktuelle Situation und Probleme der Zwischenlagerung schwach- und mittelradioaktiver Abfälle**

*Unterschätzte Risiken – gefährliche Flickschusterei*

Fachtagung  
zu den Problemen schwach- und mittelradioaktiver Abfälle  
21. Februar 2020 in Hannover

Oda Becker

# Inhalt

---

- Bestand schwach und mittel radioaktiver Abfälle (SMA)
- Lagerorte und Prognose SMA
- Kavernenlager Brunsbüttel
- ESK Umfragen 2017
- Beispiele
- Zwischenlagerung der Stilllegungsabfälle
- ESK Stresstest
- Bereitstellungslager Konrad

# Bestand SMA (1)

---

- In Deutschland werden radioaktiven Abfälle, unter Beachtung endlagerrelevanter Gesichtspunkte, in zwei Kategorien unterschieden.
  - bestrahlte Brennelemente und Abfälle aus deren Wiederaufarbeitung sowie
  - radioaktive Abfälle mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung.
- Radioaktive Abfälle mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung entstehen hauptsächlich beim Betrieb und während des Rückbaus.
- In geringerem Umfang auch bei Anwendung von ionisierender Strahlung in Industrie, Forschung und Medizin.

# Bestand SMA (2)

---

- Abschätzung, nach IAE0 Klassifizierung sind 90% der nicht wärmentwickelnden Abfälle schwach-radioaktiv und 10% mittel-radioaktiv Abfälle.
- (Unter wärmentwickelnden Abfällen 2 % mittelradioaktiven Abfällen)
- In Deutschland lagerten zum Stichtag 31. Dezember 2017
  - 19.504 Mg Roh- und vorbehandelte Abfälle sowie
  - 17.378 m<sup>3</sup> konditionierte Abfälle und
  - 104.602 m<sup>3</sup> Endlagergebinde

# Lagerorte SMA

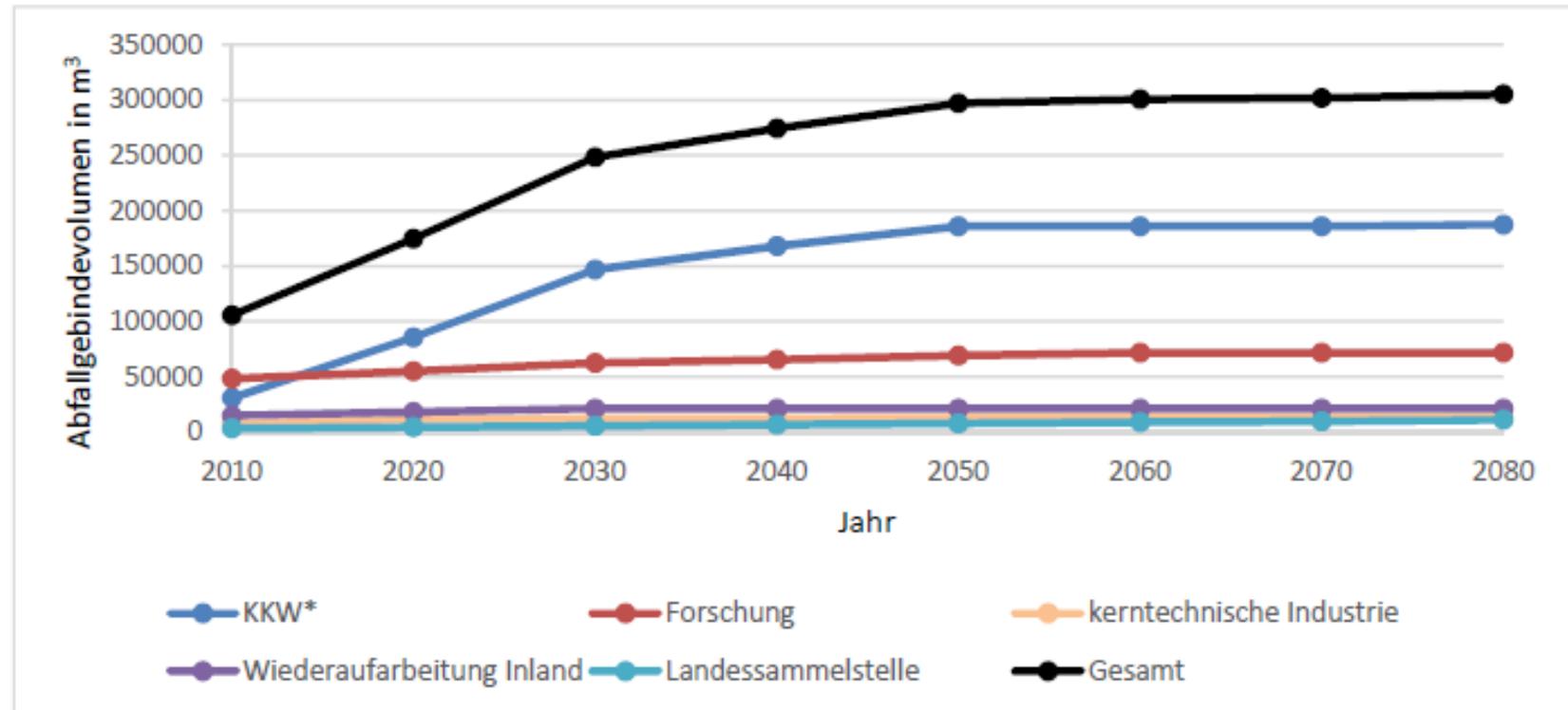
- Zentrale Zwischenlager für SMA in Ahaus, Gorleben, Mitterteich und Munster (Bundeswehr).
- Dezentral in Zwischenlager an AKWs, in Lagerbereichen in AKWs, in Forschungszentren, bei Konditionierungsfirmen
- Jedes Land ist verpflichtet, eine Landessammelstelle einzurichten. Dort lagert SMA aus Forschung, medizinischen Bereich oder nicht kerntechnischen Industrie.



# Prognose SMA

Zeitlicher Verlauf des kumulierten SMA zur Einlagerung in Konrad

**300.000 m<sup>3</sup>**



+175.000-220.000 m<sup>3</sup> aus der Asse  
+100.000 m<sup>3</sup> aus Urananreicherung

# Kavernenlage r Brunsbüttel

- 2012: im Kavernenlager im AKW Brunsbüttel über ein Viertel der Fässer stark verrostet, die Abfälle ausgetreten.
- Bildung von Rost dadurch „begünstigt“, dass Abfälle nur unzureichend konditioniert und noch feucht sind.
- Vorfall brachte Mängel in Kontrolle der Betreiber und Aufsichtsbehörden über zum Vorschein, die kein Einzelfall waren.



# Fragenkatalog der ESK

---

- 2014 Entsorgungskommission (ESK) Fragenkatalog zur Überprüfung der Umsetzung der ESK-Leitlinien vom 10.06.2013 entwickelt
- Veranlasst durch „Auffälligkeiten“ bei Lagerung von radioaktiven Abfällen
- Ergebnis:
  - ESK-Leitlinien bisher in sehr unterschiedlichem Maße umgesetzt
  - u. a. Fehlen systematische und einheitlicher Überwachungs- und Inspektionsprogramme,
  - insbesondere in Stau- und Lagerräumen, die unter dem Genehmigungsregime einer kerntechnischen Anlage betrieben werden.

# ESK-Länderumfrage 2017

- Insgesamt 52 Anlagen bzw. Einrichtungen mit 168 Lagerräumen, **150.631 Abfalleinheiten**

- **Ergebnis:**

- **7.608** Abfalleinheiten mit Befunden gemeldet. (5%)
- **2.909** Befunde auf Handhabungsursachen zurückzuführen (Größtenteils Lackschäden an Gebindeaußenseite)
- **4.699** Befunde nicht Handhabung vor allem Korrosion (weniger als 0,5 % auf den Herstellungszeitraum C ab 2002.)



- 64 % ab 2002 entstanden (Zeitraum C, Veröffentlichung Leitlinien),
- 23 % zwischen 1989 und 2001 (Zeitraum B, Etablierung umfassender Produktkontrollvorgaben durch BfS) und
- 13 % stammen aus der Zeit vor 1989 (Zeitraum A).

# Ergebnisse ESK-Umfrage (1)

Behandlungs-/ Verpackungszeitpunkt	RA	VA	P1	P2	G1	keine Angabe	Gesamtergebnis
<b>Korrosion</b>	<b>28</b>	<b>1.484</b>	<b>2.925</b>	<b>4</b>	<b>144</b>	<b>10</b>	<b>4.595</b>
A (vor 1989)	12	731	459		59	3	1.264
B (1989 – 2001)	5	753	2463	3	85	1	3.310
B/C	2		3				5
C (ab 2002)	9			1			10
k. A.						6	6

- Rohabfall (RA)
- Vorbehandelter Abfall (VA)
- Abfallprodukte in Innenbehältern (P1)
- Produktkontrollierte Abfallprodukte (P2)
- Konrad-Gebinde bzw. in Konradbehältern verpackte Abfallprodukte (G1)

Kategorien VA und P1 zwar getrennt dargestellt, eine genaue Differenzierung ist jedoch nicht möglich.

# Ergebnisse ESK-Umfrage (2)

Befundart	Abfallkategorien						
Behandlungs-/ Verpackungszeitpunkt	RA	VA	P1	P2	G1	keine Angabe	Gesamtergebnis
<b>Defekte Dichtung</b>		<b>1</b>	<b>1</b>			<b>1</b>	<b>3</b>
B (1989 – 2001)			1				1
C (ab 2002)		1					1
k. A.						1	1
<b>Lackschäden: Farbabhebungen, - ablösungen</b>			<b>3</b>		<b>75</b>		<b>78</b>
A (vor 1989)			1				1
A/B					75		75
B (1989 – 2001)			2				2
<b>Deckelwölbung durch Überdruck</b>	<b>1</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>1</b>	<b>1</b>		<b>18</b>
A (vor 1989)			4	1			5
B (1989 – 2001)			3				3
B/C		7					7
C (ab 2002)	1		1		1		3

# Ergebnisse ESK-Umfrage (3)

---

- Befunde vor allem durch Korrosion von innen in Verbindung mit Feuchtigkeit (nur 1,2 % (58) mit Korrosion durch äußere Einflüsse)
  - vor allem Fässer mit zementierten und betonierten Abfällen, z. B. in Zementmörtel eingerührte Aschen oder Verdampferkonzentrate; Beschädigungen durch Rührer.
  - teilweise auch bei verpressten Abfällen
  - Auch Container mit verfülltem Bauschutt.
- aus Altersklassen A (vor 1989) und B (1989 bis 2001).
- 19.231 von 44.167 gleichartigen Gebinde inspiziert (43 %)
  - Von inspizierten Gebinden wiesen fast 24 % einen Befund auf.
  - Davon auszugehen, bei noch nicht inspizierten Gebinden ähnliche Befunde.
  - Spezifische Aspekte längerfristigen Zwischenlagerung erst ab 2002 berücksichtigt.
- Laut ESK radiologischen Auswirkungen auf Umgebung vernachlässigbar.

# ESK-Empfehlungen aus Länderumfrage

---

- Aufsichtsbehörde sollte Qualifizierungskonzepte fordern.
- Für Qualifizierungskonzepte ist Abfalleigentümer verantwortlich (Planung vom Rohabfallanfall über Konditionierungs- und Zwischenlagerzeitraum bis Abrufs zur Einlagerung Konrad.)
- Betreiberseitige Regelungen und Maßnahmen zur Überwachung der Lagerräume entsprechend der ESK-Leitlinien gestalten.
- Aufsichtsbehörden sollten prüfen, ob für alle Lagerräume, ein angemessenes Überwachungskonzept vorliegt
- Aufsichtliche Kontrolle der Inspektionen von Abfallgebinden und Lagerräumen durch Überprüfungen vor Ort sowie durch Überprüfungen der vom Betreiber vorgelegten Inspektionsergebnisse

# Kerntechnische Entsorgung Karlsruhe (KTE)

- KTE in Karlsruhe betreibt größtes Zwischenlager in D
- Prüfer fanden mehr als 1.700 beschädigte Behälter.
- Dort mehr als Hälfte aller konditionierten



SMA	Rohabfälle, vorbehandelte Abfälle in Mg	Konditionierte Abfallprodukte in m <sup>3</sup>	Endlagergebäude In m <sup>3</sup>
Abfalllager Gorleben		218	6717
Daher Nuclear Technologies, Hanau	25	19	7658
EVU Lagerhalle, Mitterteich		3688	4894
Kernkraftwerk Stade	262,8	174	4425
<b>Kerntechnische Entsorgung Karlsruhe (KTE)</b>	<b>3413,6</b>	<b>2604</b>	<b>57.844</b>
TBL Ahaus			1687
Zwischenlager Nord, Rubenow	3966,8	3074	3810

# Abfalllager Gorleben

- Alle 1309 Fässer aus Lagergasse A sollen zur endlagerechten Konditionierung abtransportiert werden.
- Bei Konditionierung Restfeuchtigkeit geblieben, daher begann Fassboden zu rosten.
- Als Konsequenz hat damalige Umweltminister die Betreiberfirma Gesellschaft für Nuklear-Service (GNS) angewiesen, die klimatischen Bedingungen der Lagerung zu verbessern.
- GNS reichte Klage vor dem VGH Lüneburg ein.
- Die an 26 Fässern festgestellten Befunde sind ohne sicherheitstechnische Relevanz.
- Betreiber Mitte 2018 ein Überwachungskonzept vorgelegt.

Konzept sieht Einsatz eines fahrbaren Kamerasystems, qualifizierte Inspektion an sog. „Referenzgebinden“ und Klimatisierung.



# Zwischenlager Leese

---

- Landessammelstelle Nds lagert fertige Container im Zwischenlager Leese
- Dort auch bis zu 30 Jahre alten Steyerberg-Fässer mit vereinzelt Roststellen (*Konzept der Fasslagerung in Leese für derartig lange Zwischenlagerzeit nicht ausgelegt*)
- *„Niedersachsen muss vorbeugen und kann sich nicht auf das angekündigte Fertigstellungsdatum für Konrad verlassen. Eine für die Bevölkerung und das Betriebspersonal sichere Zwischenlagerung steht im Vordergrund und muss bis zur tatsächlichen Abgabe an das Endlager gewährleistet sein.“*

# Zwischenlagerung der Stilllegungsabfälle

---

- Nutzung vorhandener Einrichtungen bzw. einer Umwidmung von Räumen und Anlagenbereichen innerhalb des AKWs
- Errichtung neuer Behandlungszentren bzw. Zwischenlager (Neckarwestheim, Philippsburg, Grafenrheinfeld, Biblis, Unterweser und Brunsbüttel)
- Zwischenlager Biblis:
  - 109 m lang, 28 m breit und 17 m hoch
  - Wandstärke 0,85 Meter, die Dach 0,5 Meter.



# Schachtanlage Asse II und Zwischenlager

---

- Zwischen 1967 und 1978 rund 47.000 m<sup>3</sup> schwach- und mittelradioaktive Abfälle in Schachtanlage Asse II eingelagert
- Seit 1988 dringt kontinuierlich Grundwasser in Bergwerk ein.
- Zugleich verschlechterte sich die Standsicherheit
- Schachtanlage Asse II ist gemäß § 57b des AtG unverzüglich stillzulegen
- Stilllegung soll nach Rückholung der radioaktiven Abfälle erfolgen
- Konzept der Rückholung sieht vor, die radioaktiven Abfälle zu bergen, zu konditionieren und bis zur endgültigen Endlagerung zwischenzulagern.
- Derzeitige Schätzungen gehen von Abfallvolumen der konditionierten Abfälle von ca. 175.000 bis 220.000 m<sup>3</sup> für spätere Endlagerung aus.

# ESK-Stresstest in 2013

---

- Als auslegungsüberschreitende Ereignisse die nachfolgenden typisierten Schadensbilder unabhängig Eintrittswahrscheinlichkeit angenommen:
  - thermische Einwirkung (Modellannahme: Brand von 5000 kg Kerosin),
  - punktförmige mechanische Einwirkung (Modellannahme: Treffer einer Triebwerkswelle von 1,7 Mg mit einer Geschwindigkeit von 215 m/s),
  - großflächige mechanische Einwirkung (Modellannahme: Absturz eines Dachbinders von 20 Mg aus 10 m Höhe),
  - länger dauerndes Hochwasser (Modellannahme: Überflutung der Einrichtung bis zu 2 m Höhe für zehn Tage) und
  - Flutwelle (Modellannahme: Austragung von Gebinden aus Einrichtungen in Umgebung).
- Für einzelnen typisierten Schadensbilder die mögliche Anzahl der betroffenen Gebinde in jeweiligen Anlage oder Einrichtung ermittelt.

# Ergebnisse ESK-Stresstest 2013

- Bei thermischen Einwirkungen Eingreifrichtwert für die Evakuierung ab einer Distanz von 100 m unterschritten.
- Bei punktförmigen mechanischen Einwirkungen Eingreifrichtwert bei Anlagen und Einrichtungen der Gruppe II bis einer Distanz von 350 m überschritten
- Bei großflächigen mechanischen Einwirkungen Eingreifrichtwert von 20 m unterschritten.
- Bei Überflutungen die effektive Dosis gering  
 Anlagen und Einrichtungen der Gruppe I (Zwischenlager und Konditionierungseinrichtungen mit Abfällen aus AKWs,  
 Anlagen und Einrichtungen der Gruppe II (Zwischenlager und Konditionierungseinrichtungen mit Abfällen aus Forschungsanrichtungen und der kerntechnischen Industrie umgegraben

Abstand	Anlagen und Einrichtungen der Gruppe I	Anlagen und Einrichtungen der Gruppe II
Thermische Einwirkung (Modellstandort I)		
20 m	170	100
100 m	49	59
350 m	21	52
500 m	16	42
1.000 m	9	21
2.000 m	5	10
Punktförmige mechanische Einwirkung (Modellstandort II)		
20 m	244	870
100 m	68	320
350 m	14	100
500 m	8	66
1.000 m	3	27
2.000 m	1	11
Großflächige mechanische Einwirkung (Modellstandort II)		
20 m	40,7	58,0
100 m	11,3	21,3
350 m	2,3	6,7
500 m	1,3	4,4
1.000 m	0,4	1,8
2.000 m	0,1	0,7
Überflutung für 10 Tage (Modellstandort III)		
Nahbereich	< 1	< 1
Fernbereich	< 1	< 1

# Keine Zeitpläne im NaPro

---

- Laut RL 2011/70/Euratom, Art. 12 lit. Abs. 1 lit. b) soll das nationale Entsorgungsprogramm maßgebliche Zwischenetappen und klare Zeitpläne für die Erreichung dieser Zwischenetappen im Licht der übergreifenden Ziele der nationalen Programme enthalten.
- Aber: Für Zwischenlagerung von schwach- und mittelradioaktiven Abfällen im nationalen Entsorgungsplan (NaPro) keine detaillierten Zeitpläne.

# Bereitstellungslager KONRAD

---

- Nach bisheriger Planung im Ein-Schicht-Betrieb jährlich ca. 10.000 m<sup>3</sup> SMA Einlagerung dauert 30 - 40 Jahre
- BGE soll über Zwei-Schicht-Betrieb Gesamtbetriebszeit zu verkürzen
- Seit 2018 plant Bundesregierung, ein „Bereitstellungslager KONRAD“ in Umkreis von 150 - 200 Kilometer um KONRAD
- Laut Genehmigung die Anlieferung der Abfälle Just-in-time, d.h. oberirdisches Pufferlager nicht erforderlich
  - Abfallgebinde noch lange in Zwischenlagern verbleiben müssen.
  - Deshalb für Zwischenlagerung schwach- und mittelradioaktiver Abfälle höchste Sicherheitsanforderungen
- Inbetriebnahme von Schacht KONRAD 2027 nicht sicher

# Probleme mit Zwischenlagern

---

- In vielen alten Zwischenlagern sind Abfallgebinde eng eingelagert
  - keine Überprüfung möglich.
- Nur knapp zwei Drittel der Lagerräume verfügen über gerichtete Luftführung.
  - Korrosion an Behältern begünstigt.
- Etwa Hälfte der Räume über Mess- und Filtereinrichtung entlüftet
  - Potenzielle Freisetzung nicht umgehend registriert bzw. verhindert
- Teilweise radioaktive Abfälle über lange Zeiträume draußen gelagert.
  - Ungeschützt
- **Lagerzeit unbestimmt**
  - .....