

# Fachworkshop Asse: Strahlenschutz und Notfallvorsorge

20./21.11.2012, Landesmusikakademie Niedersachsen, Wolfenbüttel

Impulsvortrag im Arbeitskreis N AK 6

Arbeitskreise im Workshop Strahlenschutz	
S AK 1	Langzeitsicherheit
S AK 2	Strahlenschutz bei der Rückholung
S AK 3/4	Rechtfertigung der Rückholung
Arbeitskreise im Workshop Notfallvorsorge	
N AK 5	Ziele der Notfallplanung und vorgesehene Maßnahmen
<b>N AK 6</b>	<b>Wirksamkeit der Maßnahmen</b>
N AK 7	Zusammenwirken der Notfallplanung mit Faktenerhebung und Rückholung

# Wirksamkeit von Einzelmaßnahmen der Notfallplanung

Bundesamt für Strahlenschutz  
Dr. Jonathan Kindlein

Fachworkshop „Notfallplanung Asse“  
- Arbeitskreis N AK 6 „Wirksamkeit der Maßnahmen“ -  
am 20./21.11.2012 in Wolfenbüttel



# Überblick

## — Grundlagen

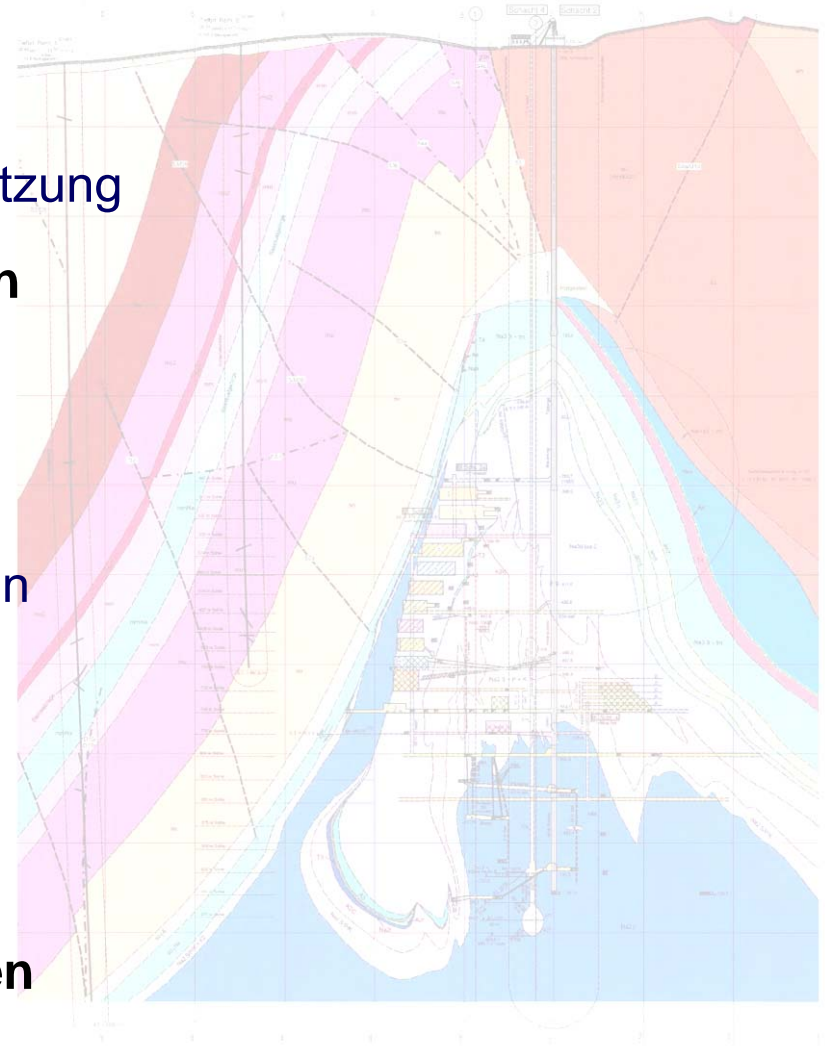
- Vorsorge- und Notfallplanung
- Berichte zur Konsequenzenabschätzung

## — Abschätzung der rad. Konsequenzen (ohne Maßnahmen)

## — Abschätzung der Wirksamkeit der geplanten Maßnahmen

- Vorgehensweise, Randbedingungen
- Untersuchte Szenarien
- Zugrundeliegendes Modell
- Einzelergebnisse
- Ergebniszusammenstellung

## — Schlussfolgerungen, Fragestellungen



# Grundlagen der Notfallplanung

## — Notwendigkeit (rechtliche Vorgaben)

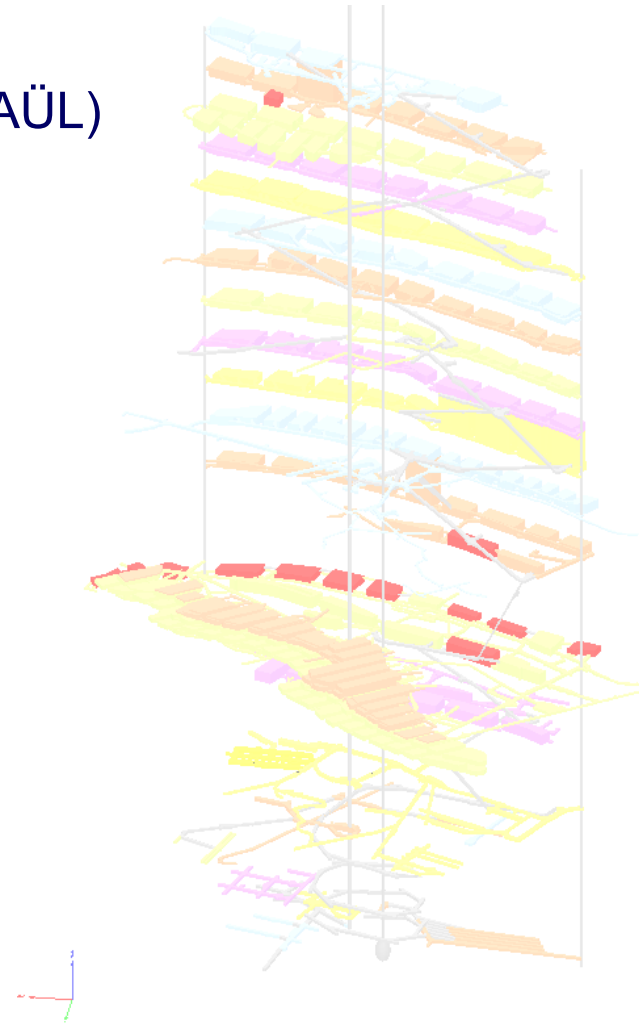
- Auslegungsüberschreitender Lösungszutritt (AÜL)
  - kann nicht ausgeschlossen und
  - nicht prognostiziert werden.
- Schadensvorsorge
  - nach dem Stand von W&T erforderlich.

## — Ziele

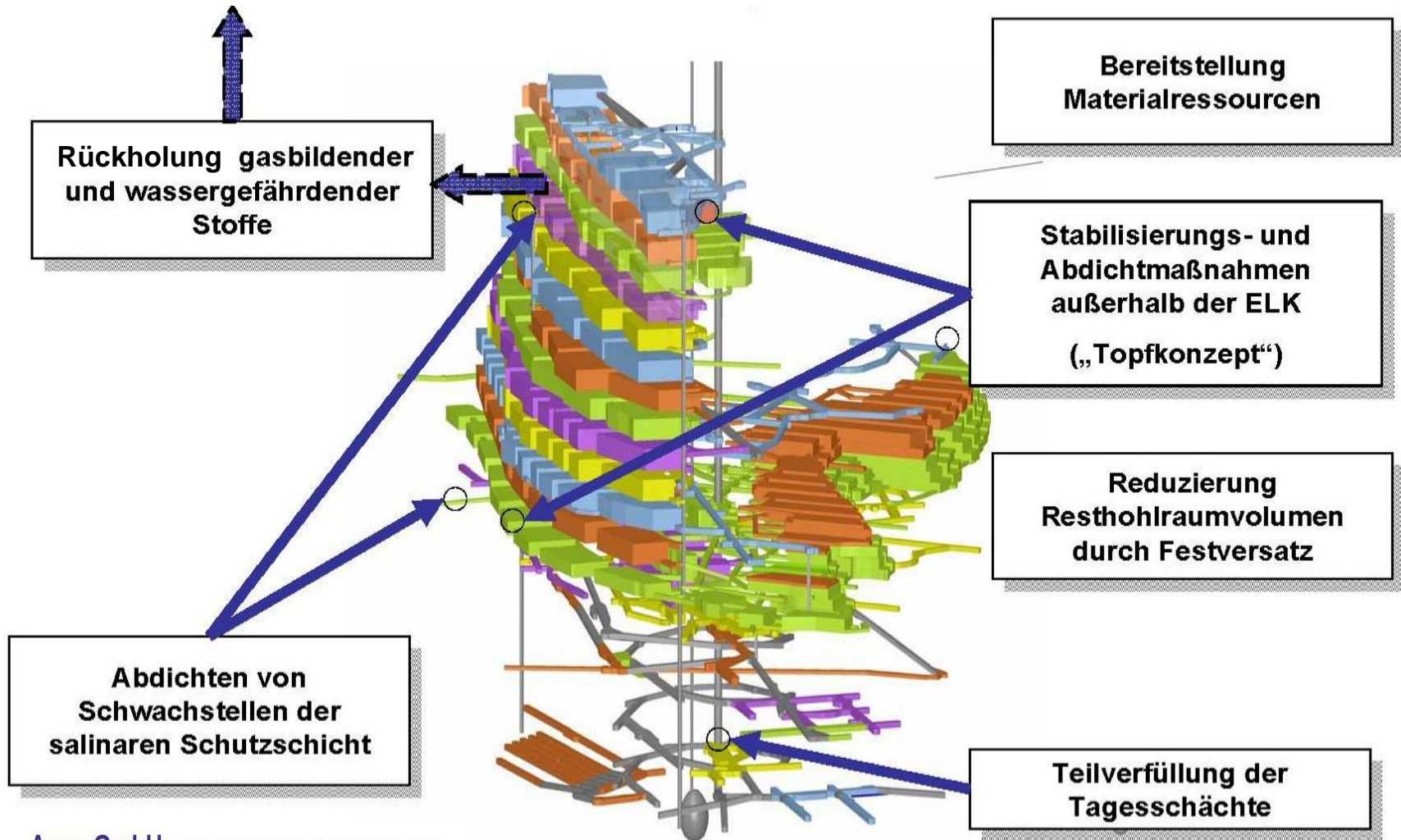
- Verringerung der Eintrittswahrscheinlichkeit
- Minimierung der Konsequenzen

## — Maßnahmen

- Maßnahmen zur Notfallvorsorge
- Maßnahmen im Eintrittsfall



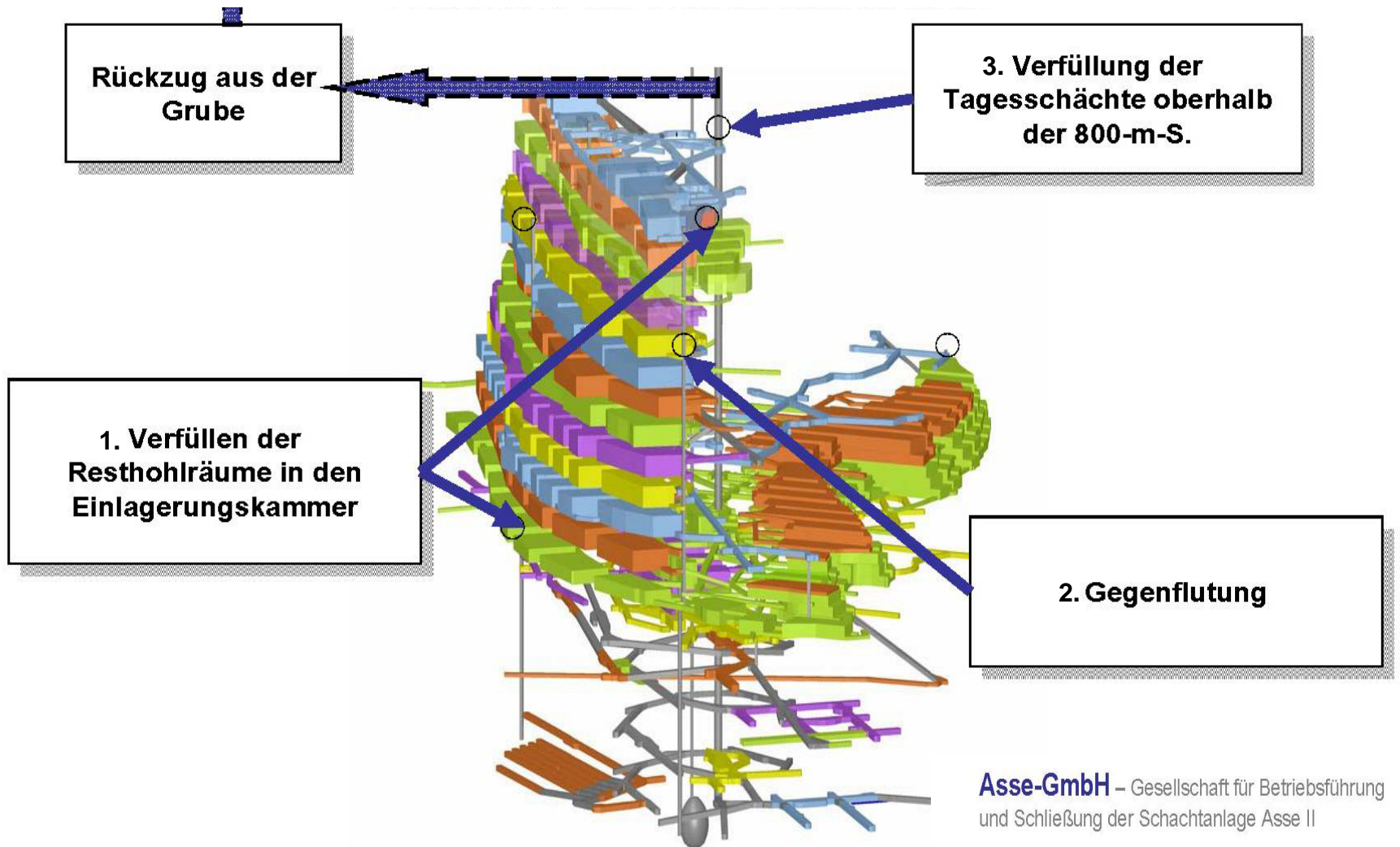
# Vorsorgemaßnahmen



Asse-GmbH – Gesellschaft für Betriebsführung  
und Schließung der Schachtanlage Asse II



# Notfallmaßnahmen



# Berichte zur Konsequenzenabschätzung

- /1/ AF-Colenco 2009:** Schachtanlage Asse II – Abschätzung der Trinkwasserdosis bei einem unterstellten Absaufen des Grubengebäudes. AF-Colenco AG, 08.05.2009.
- /2/ GRS 2009:** Abschätzung potenzieller Strahlenexpositionen in der Umgebung der Schachtanlage Asse II infolge auslegungsüberschreitender Zutrittsraten der Deckgebirgslösung während der Betriebsphase. Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit (GRS) mbH, Braunschweig, 21.04.2009.
- /3/ GRS 2010:** Schachtanlage Asse: Stellungnahme zur Wirksamkeit von Einzelmaßnahmen der Notfallplanung. Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit (GRS) mbH, Braunschweig, 26.04.2010
- /4/ Öko-Institut 2011:** Neuberechnungen zu den Auswirkungen eines auslegungsüberschreitenden Lösungszutritts in der Schachtanlage Asse II, ENTWURF. Öko-Institut e.V. im Auftrag des BMU, 24.05.2011

# Abschätzung der Konsequenzen ohne Maßnahmen

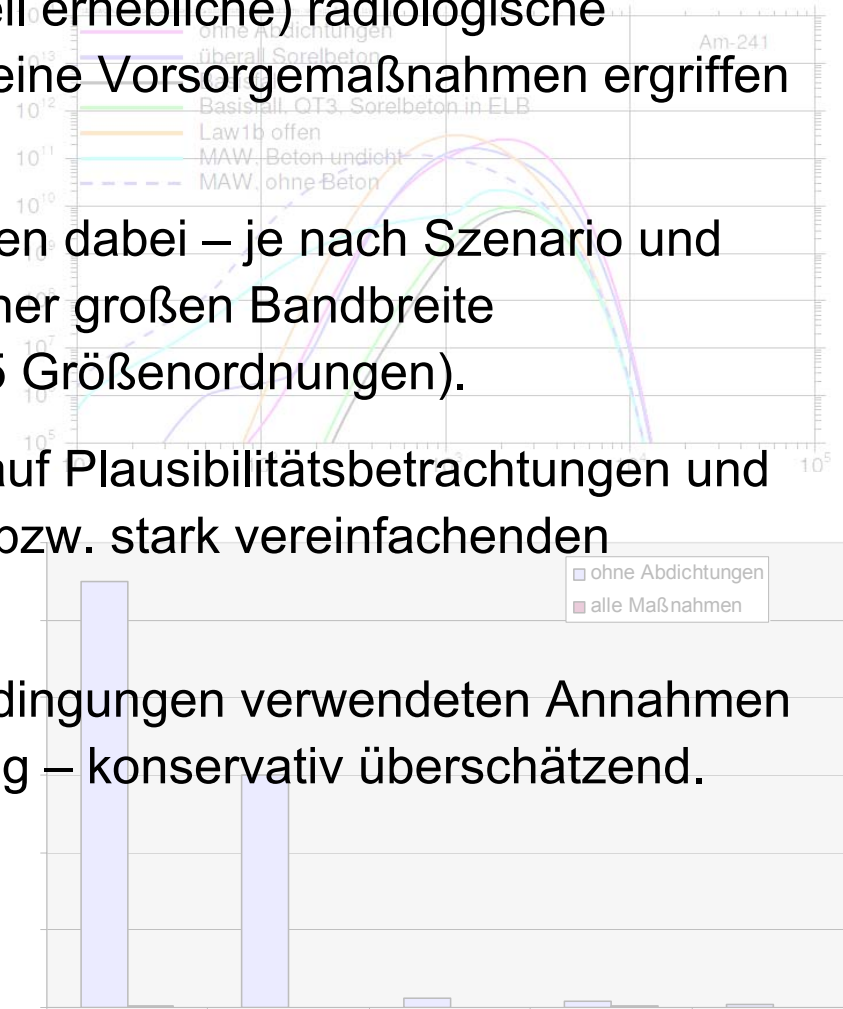
	ANNAHMEN	DOSIS ca.
AF-Colenco (2009)	<ul style="list-style-type: none"> <li>-verzögerte Mobilisierung</li> <li>-keine Sorption im Deckgebirge</li> <li>-geringe Transportverzögerung im Grubengebäude/Deckgebirge</li> <li>-Verdünnung auf Trinkwasserqualität</li> <li>-Dosiskonversionsfaktoren (DKF) nur für den Trinkwasserpfad nach AVV</li> </ul>	1 ... 13 mSv/a
GRS (2009)	<ul style="list-style-type: none"> <li>-instantane Mobilisierung</li> <li>-keine Sorption im Deckgebirge</li> <li>-keine Transportverzögerung im Deckgebirge</li> <li>-Verdünnung auf Trinkwasserqualität</li> <li>-DKF nach AVV (konservativ)</li> <li>-keine Löslichkeitsbegrenzung (konservativ)</li> <li>-versch. „Worst-case“-Szenarien (u. a. Kanalisierung)</li> </ul>	500 ... 2.000 mSv/a
Öko-Institut (2011)	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Szenario I: analog zu GRS (2009), jedoch teilweise korrigiert (Inventar, radioökol. Modell statt DKF)</li> <li>-Szenario II: eigene Annahmen, Löslichkeitsgrenzen, Deckgebirgsmodellierung, Sorption im Deckgebirge</li> </ul>	(I) 10 ... 500 mSv/a (II) 0,01 ... 0,1 mSv/a





# Zusammenfassung der Ergebnisse

- Die Abschätzungen ermitteln (zum Teil erhebliche) radiologische Konsequenzen für den AÜL, sofern keine Vorsorgemaßnahmen ergriffen werden.
- Die abgeschätzten Dosiswerte variieren dabei – je nach Szenario und zugrunde gelegten Annahmen – in einer großen Bandbreite von ca. 0,01 bis zu 2.000 mSv/Jahr (5 Größenordnungen).
- Die Ergebnisse stützen vornehmlich auf Plausibilitätsbetrachtungen und verbalargumentativen Überlegungen bzw. stark vereinfachenden Modellen ab.
- Die aufgrund der unsicheren Randbedingungen verwendeten Annahmen sind – in unterschiedlicher Ausprägung – konservativ überschätzend.



# Wirksamkeit der geplanten Maßnahmen

## GRS-Bericht zur Wirksamkeit von Einzelmaßnahmen der Notfallplanung

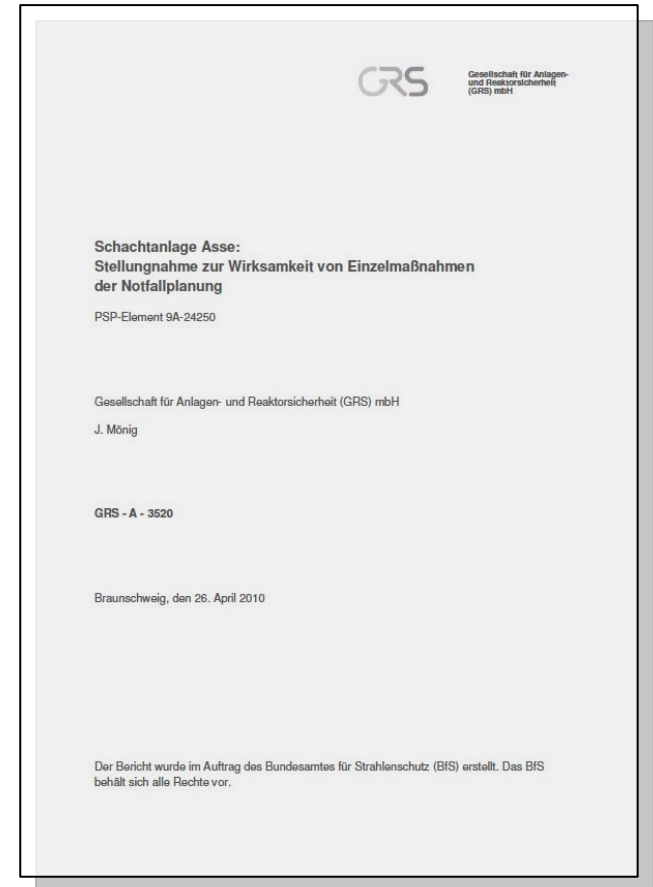
Stand: 26.04.2010

### Allgemeine Zielstellung:

- Untersuchung der Auswirkungen von Vorsorge- und Notfallmaßnahmen auf die Rückhaltung von Radionukliden

### Inhalt des Berichtes

- Teil 1: Darstellung von Quelltermen für verschiedene Szenarien (Entwicklung des Milieus in den ELK)
- Teil 2: vergleichende Modellrechnungen zur Wirksamkeit von Einzelmaßnahmen

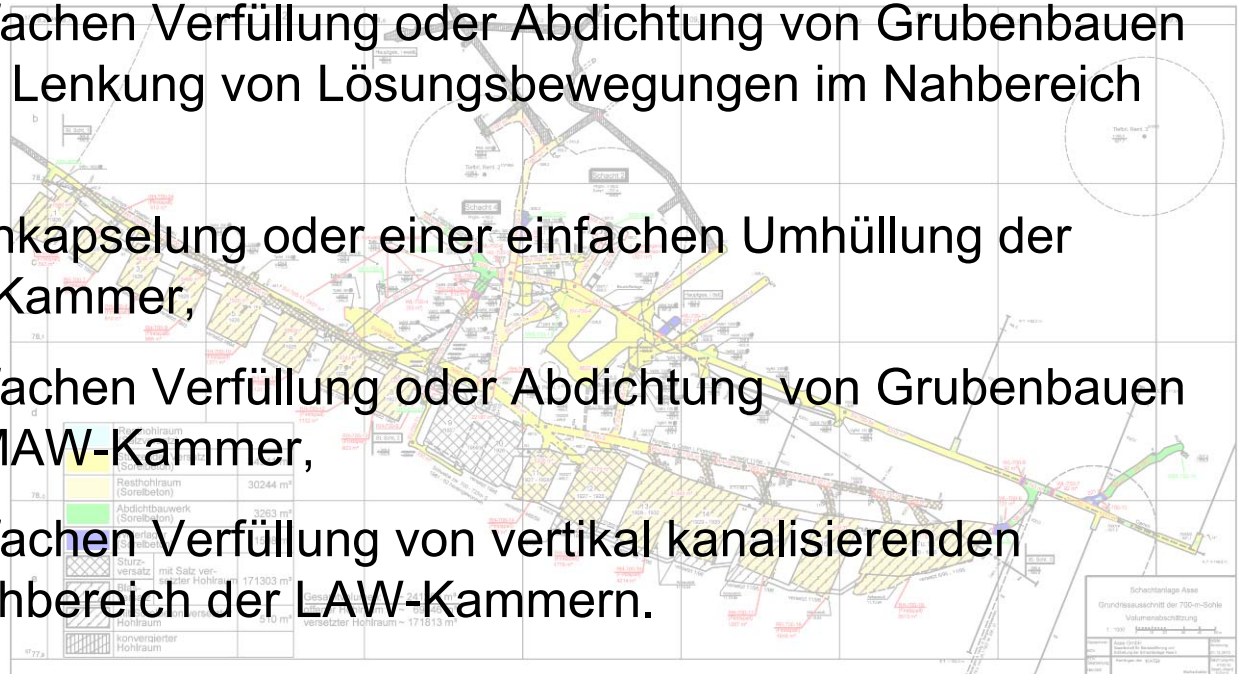


# Zielstellung / Untersuchungsziele

## Nachweis der Wirksamkeit von Einzelmaßnahmen der Notfallplanung

konkret:

- Wirksamkeit der Verfüllung von LAW-Kammern, d. h. die Beeinflussung des geochemischen Milieus mit Versatzstoffen von unterschiedlichem Puffervermögen,
- Wirksamkeit der einfachen Verfüllung oder Abdichtung von Grubenbauen zur Begrenzung und Lenkung von Lösungsbewegungen im Nahbereich der LAW-Kammern,
- Auswirkung einer Einkapselung oder einer einfachen Umhüllung der Abfälle in der MAW-Kammer,
- Wirksamkeit der einfachen Verfüllung oder Abdichtung von Grubenbauen im Nahbereich der MAW-Kammer,
- Wirksamkeit der einfachen Verfüllung von vertikal kanalisierenden Grubenbauen im Nahbereich der LAW-Kammern.



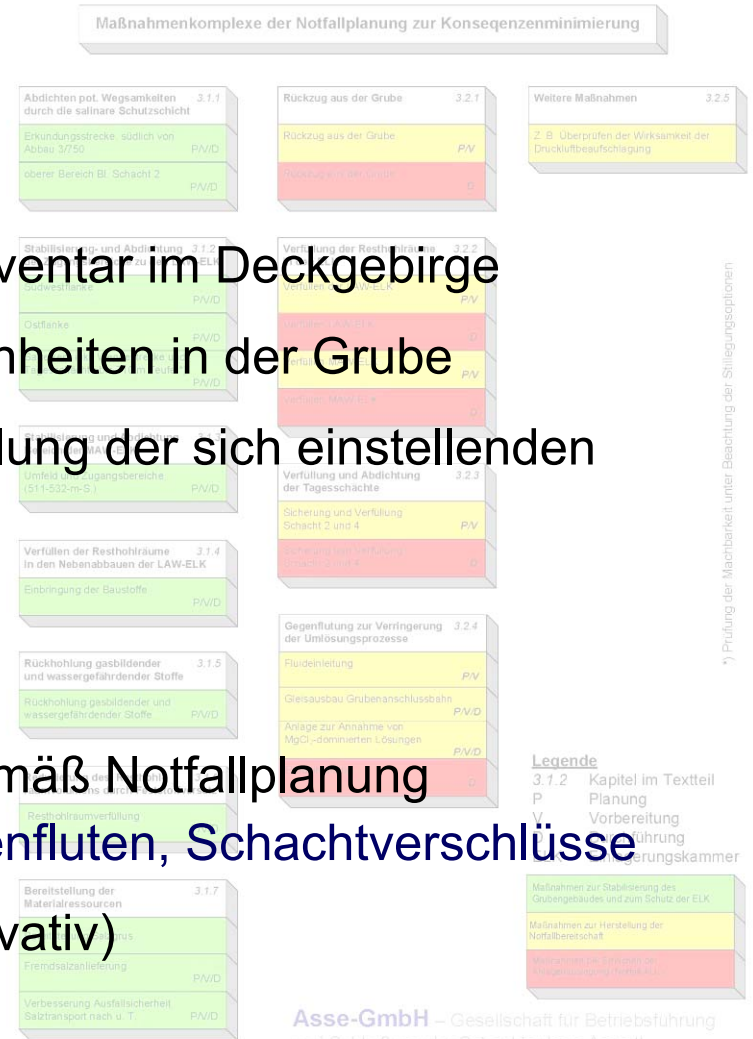
# Vorgehensweise

## Methodik

- keine Deckgebirgsmodellierung
- Bewertungsgröße: kumuliertes Nuklidinventar im Deckgebirge
- differenzierte Modellierung der Gegebenheiten in der Grube
- Einsatz bestehender Modelle zur Ermittlung der sich einstellenden Systemzustände

## Annahmen/Randbedingungen

- Umsetzung aller Notfallmaßnahmen gemäß Notfallplanung
  - Verfüllung abgedichteter ELK, Gegenfluten, Schachtverschlüsse
- Vernachlässigung von Sorption (konservativ)



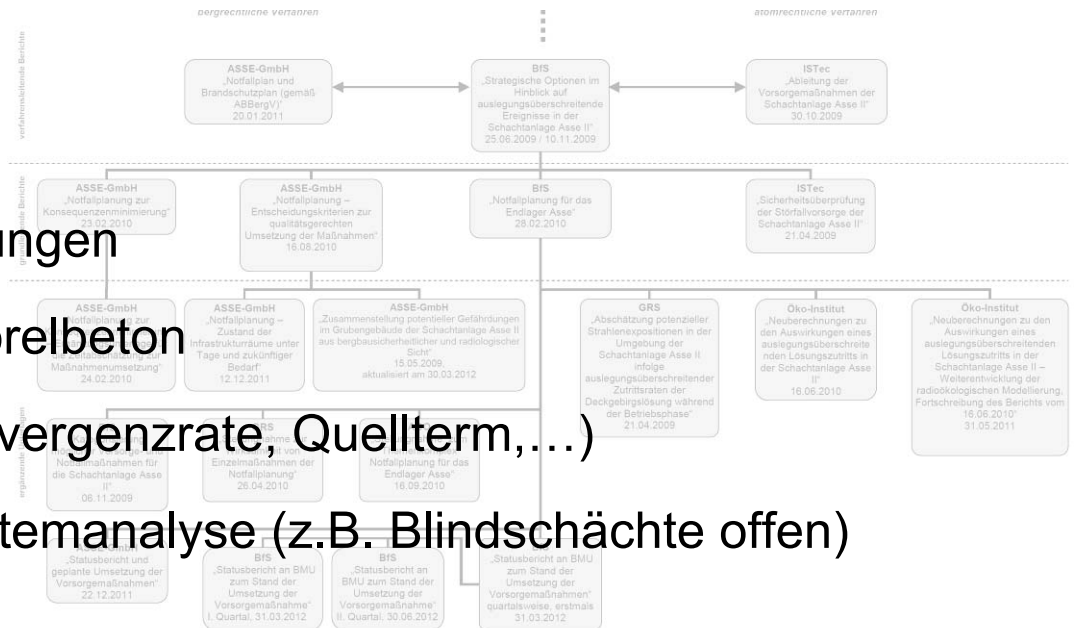
# Modellrechnungen – Szenarien

## Grenzfall-Szenarien

- „Ohne Abdichtungen“: nur Realisierung der Notfallmaßnahmen
- Basisfall: Umsetzung aller Vorsorge- und Notfallmaßnahmen

## Vergleichende Rechenfälle

- Sukzessiv weitere Abdichtungen
- Alternativer Versatzstoff Sorelbeton
- Parametervariationen (Konvergenzrate, Quellterm,...)
- *What-if*-Fälle (fiktiv) für Systemanalyse (z.B. Blindschächte offen)







# Modellrechnungen – Überblick

## — Grenzfall-Szenarien

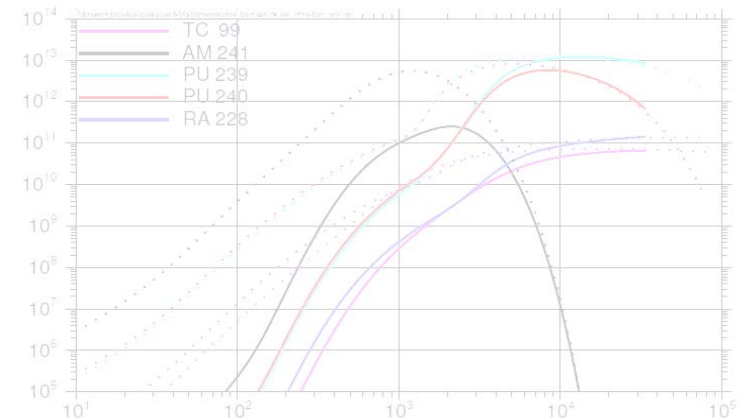
- „Ohne Abdichtungen“
- Basisfall

## — Vergleichende Rechenfälle

- Variante: nur Sorelbeton
- Szenario: ohne Abdichtung der Blindschächte
- Szenario: ohne Verfüllung der Einlagerungskammern

## — Nuklidspezifisch

- Pu-239
- Am-241



# Einzelerggebnis – „ohne Abdichtungen“

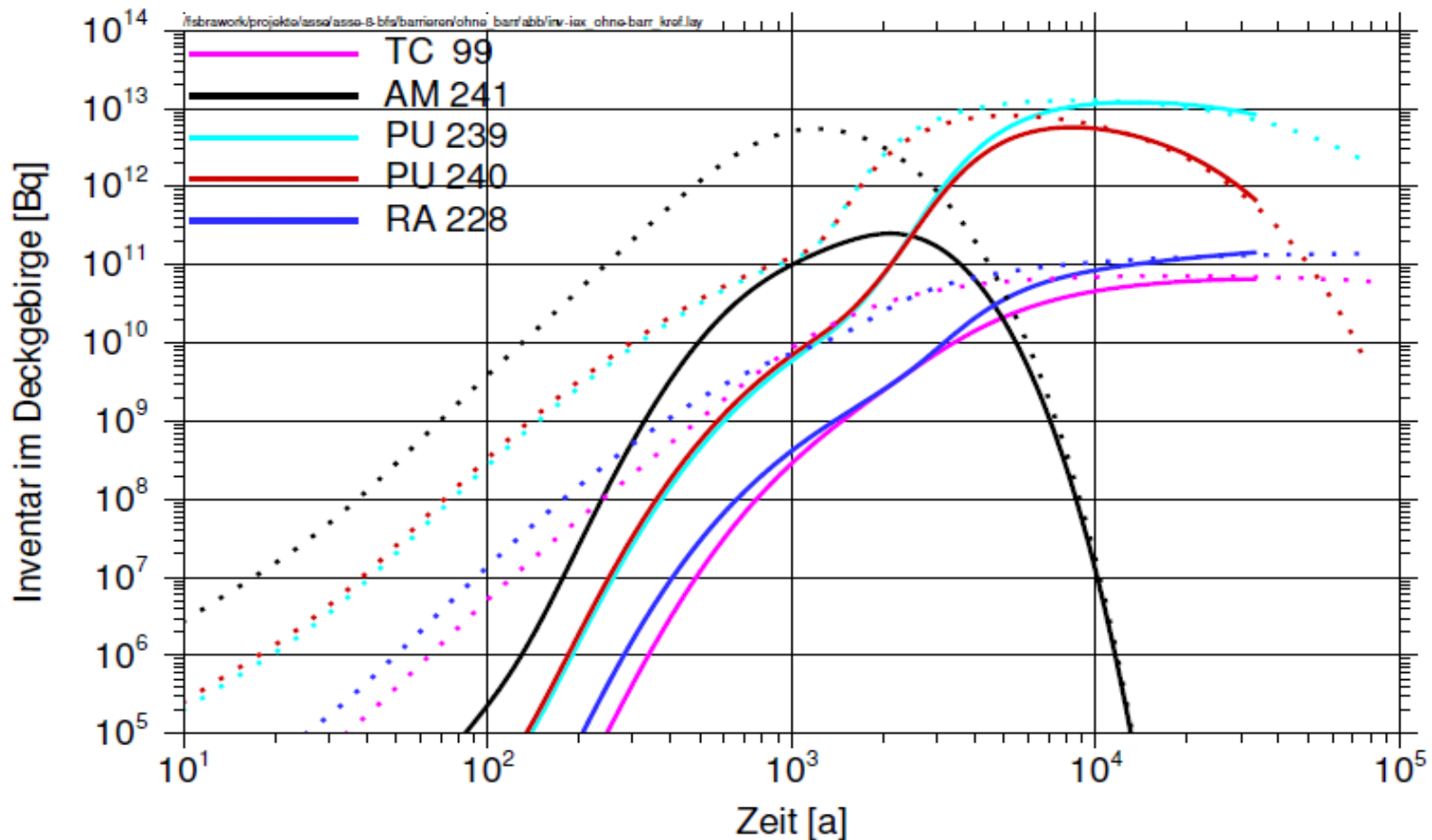


Abb. 2: Radionuklidinventare im Deckgebirge für den Rechenfall „ohne Abdichtungen“; *gepunktet*: mit um Faktor 10 erhöhter Konvergenzrate

# Einzelerggebnis – Basisfall

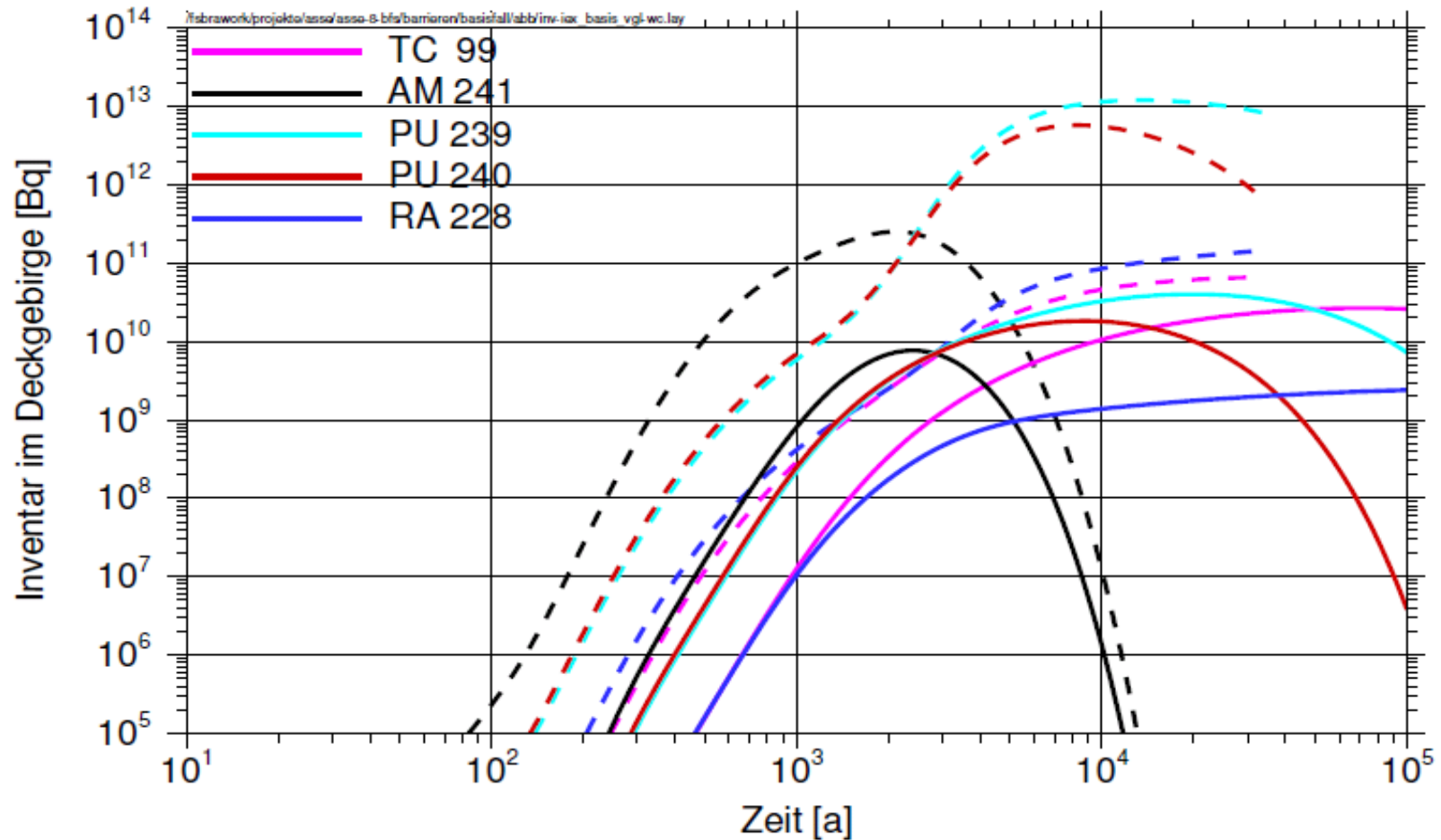


Abb. 12: Radionuklidinventare im Deckgebirge im Basisfall im Vergleich zum Rechenfall „ohne Abdichtungen“ (gestrichelt)

# Einzelerggebnis – nur Sorelbeton

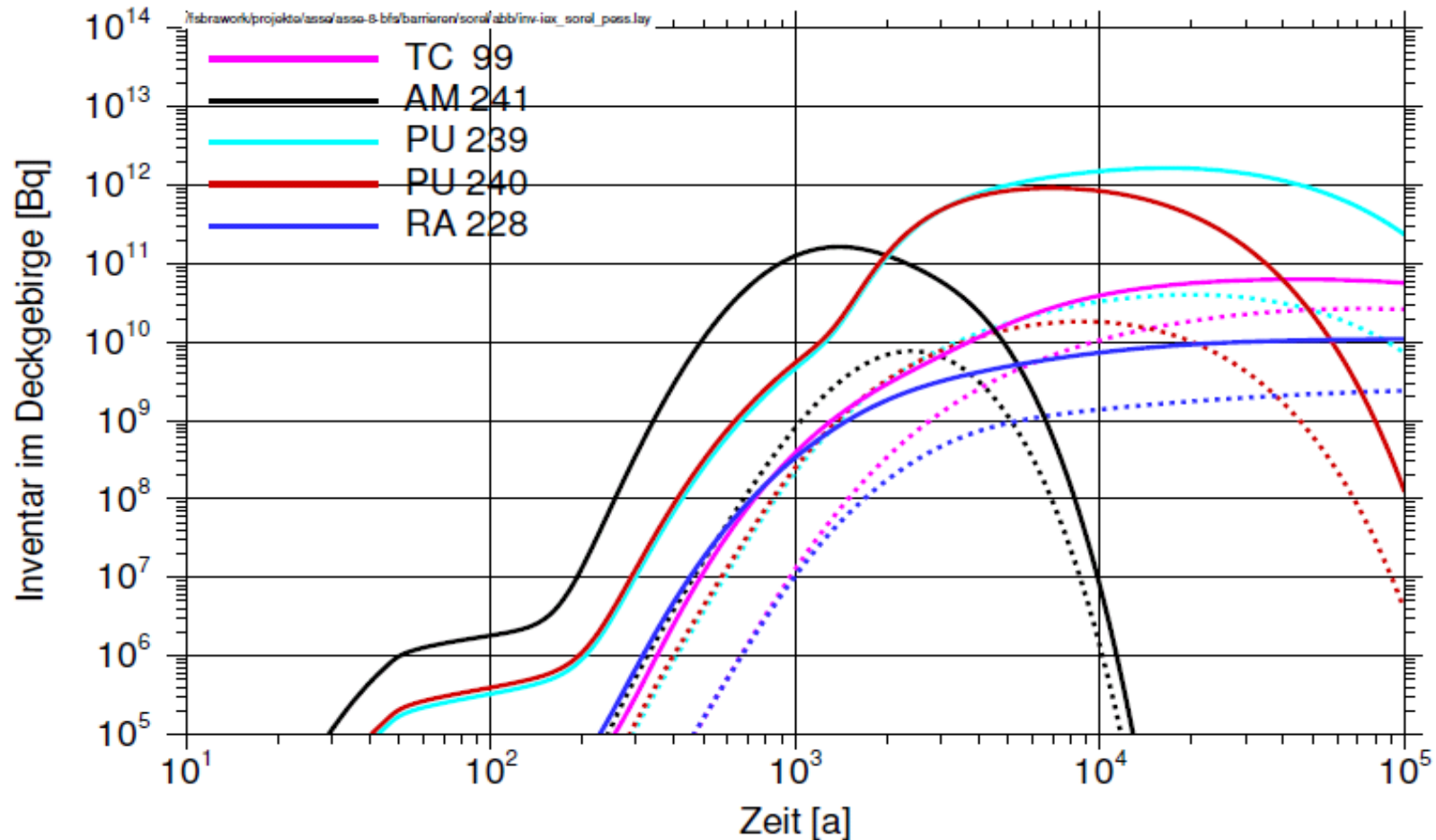


Abb. 10: Radionuklidinventare im Deckgebirge bei einer Verfüllung der Resthohlräume im Nahbereich der LAW-Kammern mit Sorelbeton im Vergleich zum Basisfall (gepunktet) (Anm.: unqualifizierte Verfüllung, d.h. keine „Strömungsbarrieren“)

# Einzelerggebnis – ex. Abdichtung Blindschächte

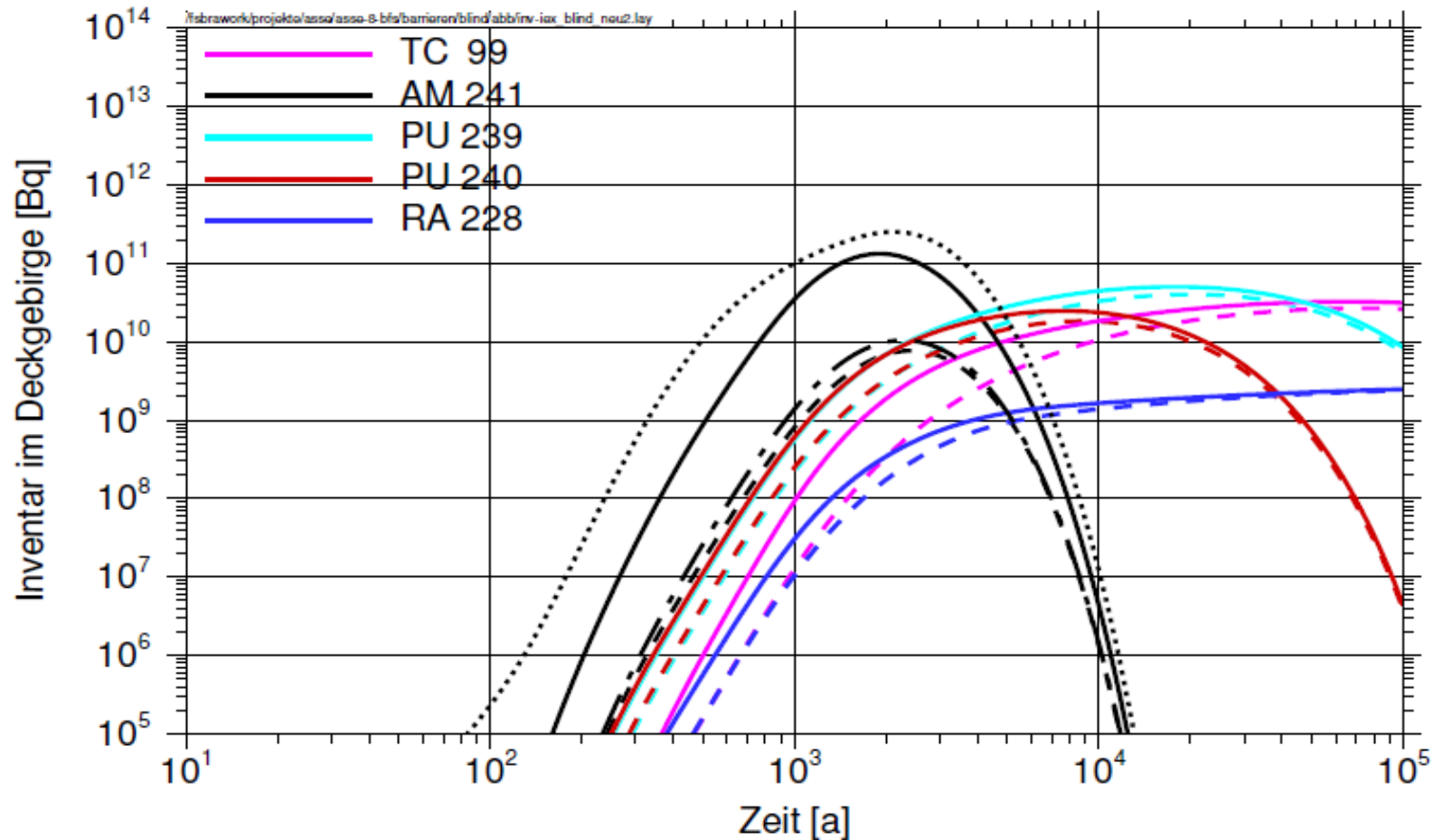


Abb. 14: Radionuklidinventare im Deckgebirge ohne Abdichtung der Blindschächte. gestrichelt: Basisfall. gepunktet: Am-241 im Rechenfall „ohne Abdichtungen“, strichpunktierter: Rechenfall mit gering durchlässiger Verbindung H-3.4 (siehe Text)

# Einzelerggebnis – ex. Verfüllung LAW-Kammern

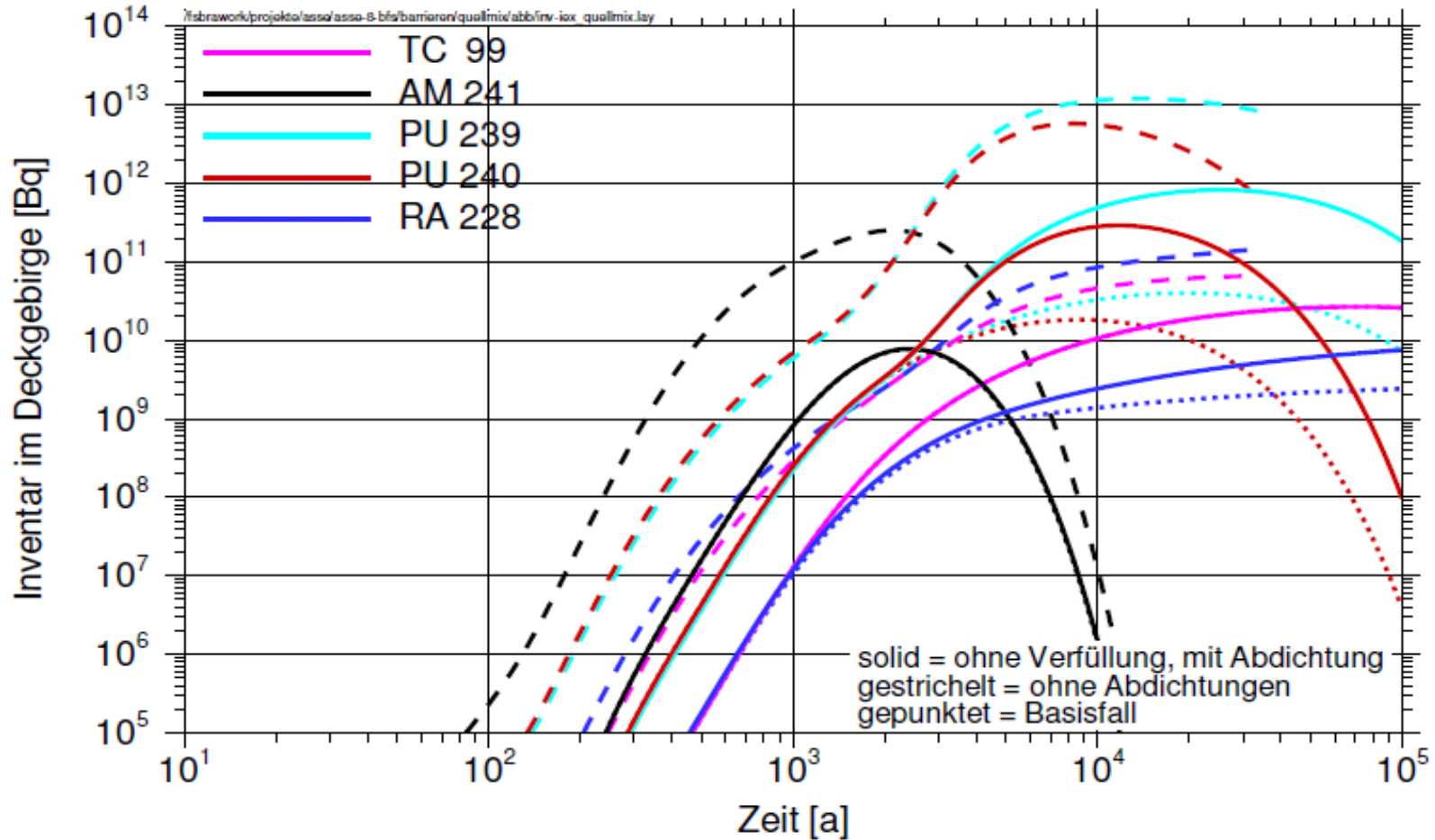
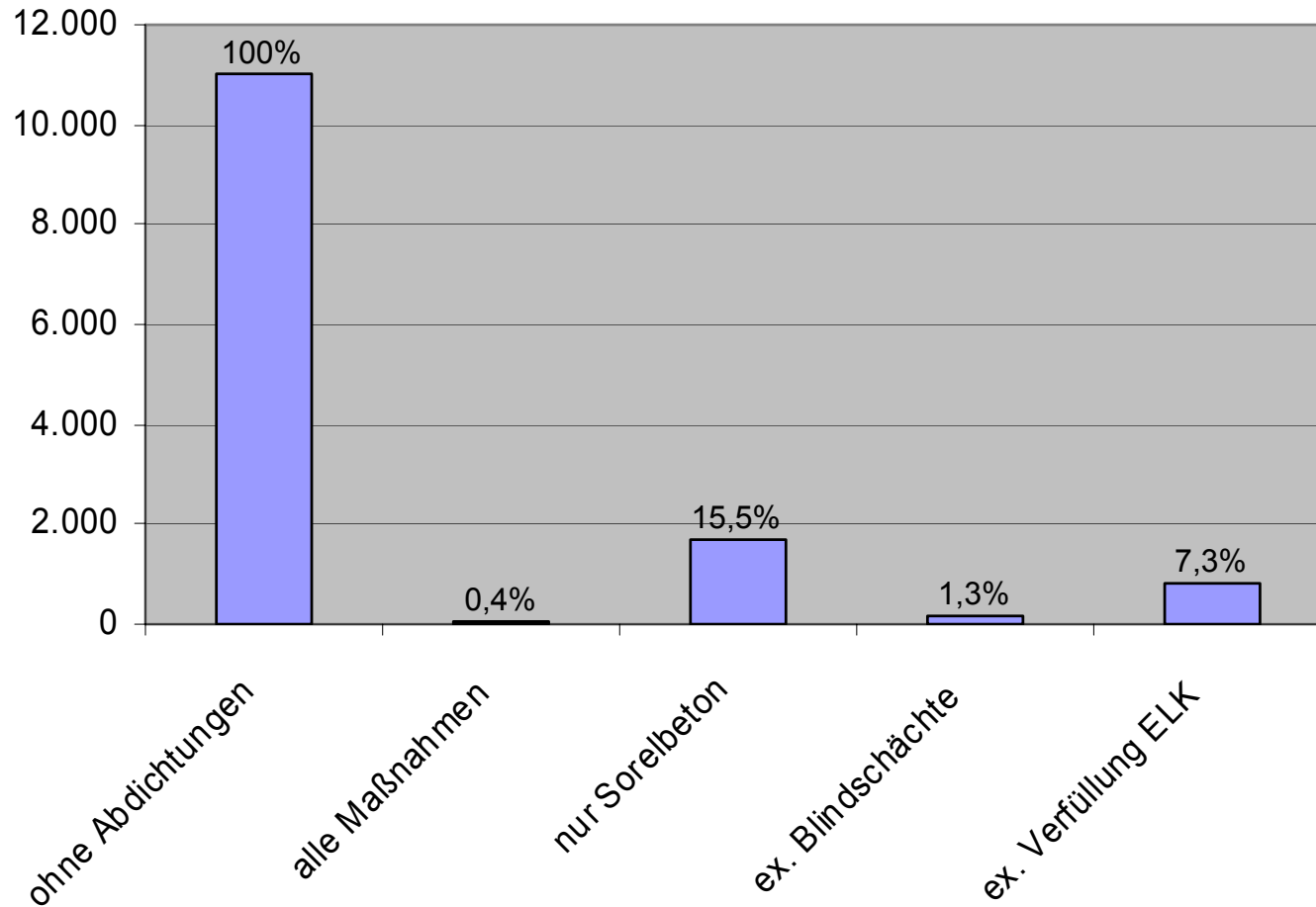


Abb. 17: Radionuklidinventare im Deckgebirge ohne Verfüllung der Resthohlräume in den Einlagerungskammern (Basisfall mit Quellterm QT5 bei pessimistischen Annahmen) im Vergleich zum Basisfall und zum Rechenfall „ohne Abdichtungen“



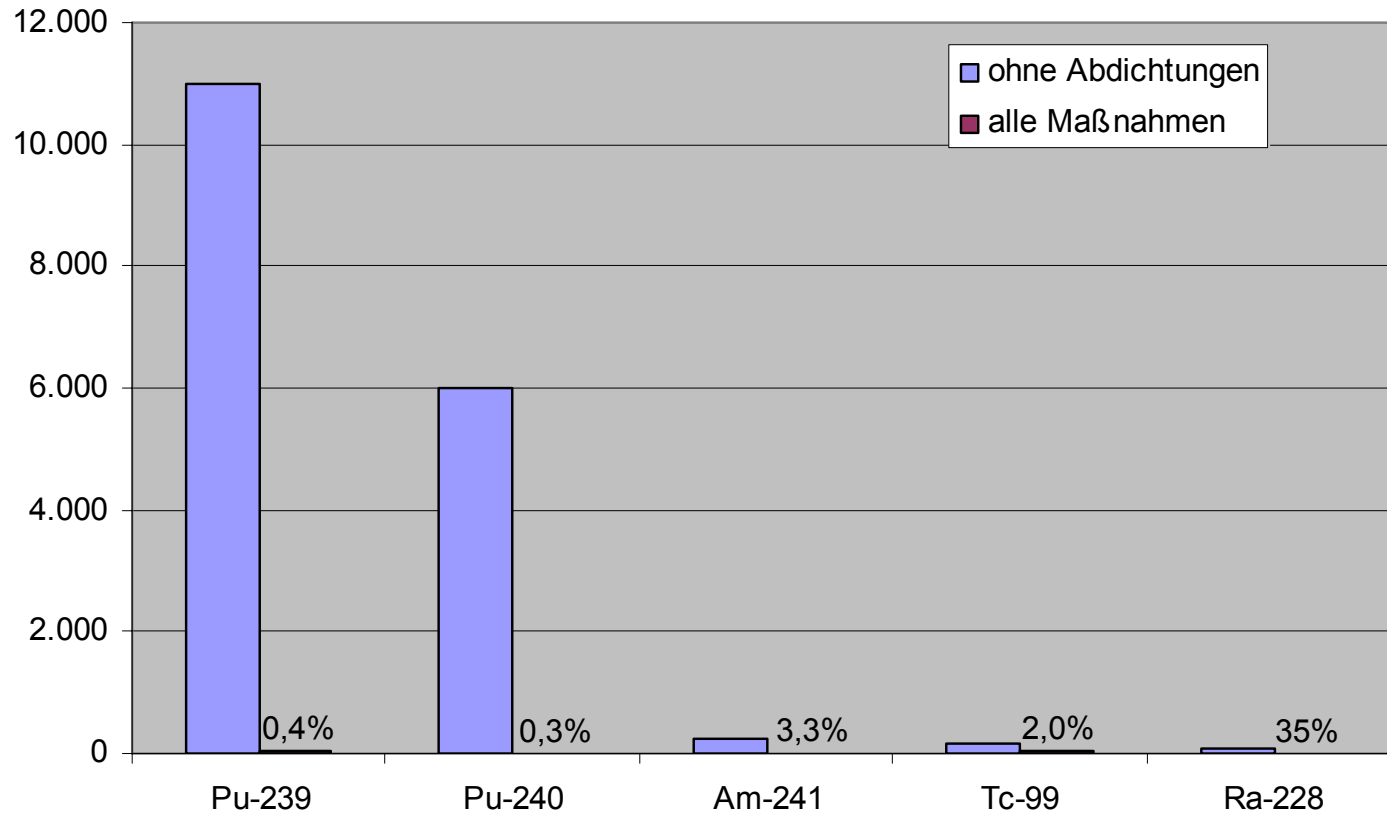
# Gesamtdarstellung

## Belastung im Deckgebirge [GBq] (Leitnuklid)



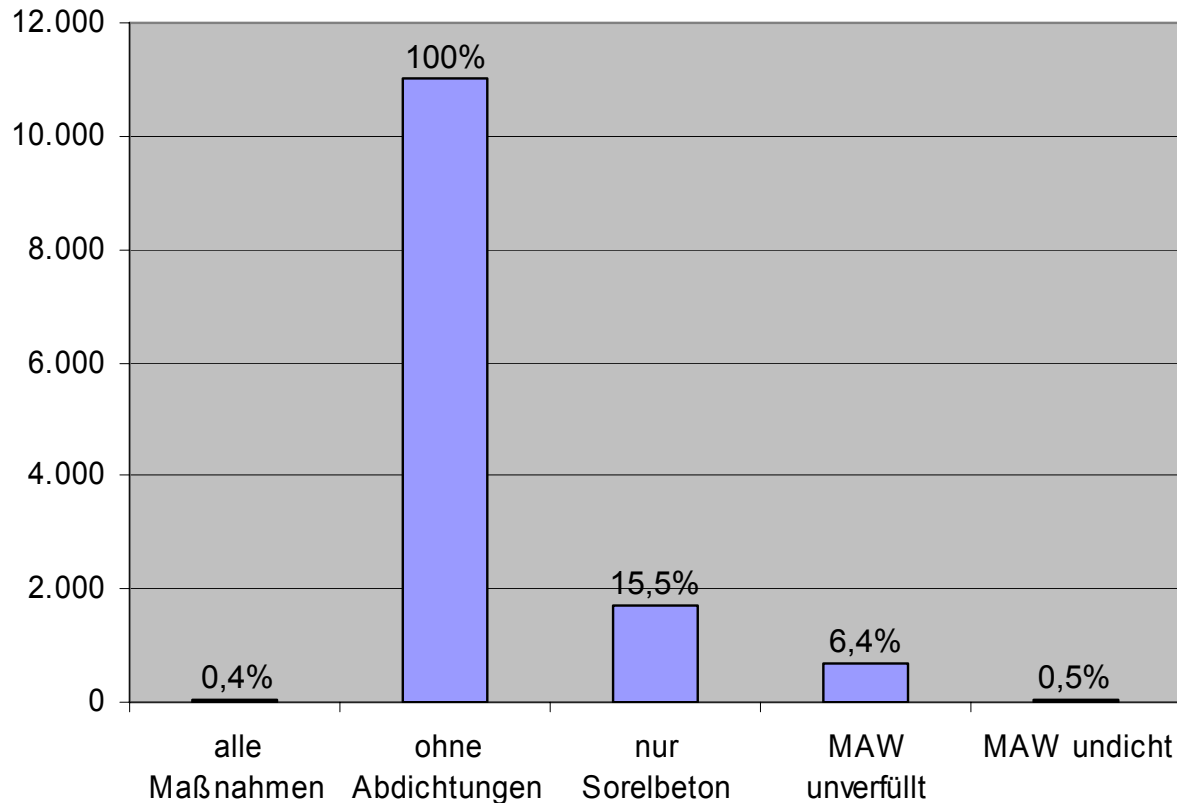
# Gesamtdarstellung nuklidspezifisch

Belastung im Deckgebirge [GBq] (nuklidspezifisch)



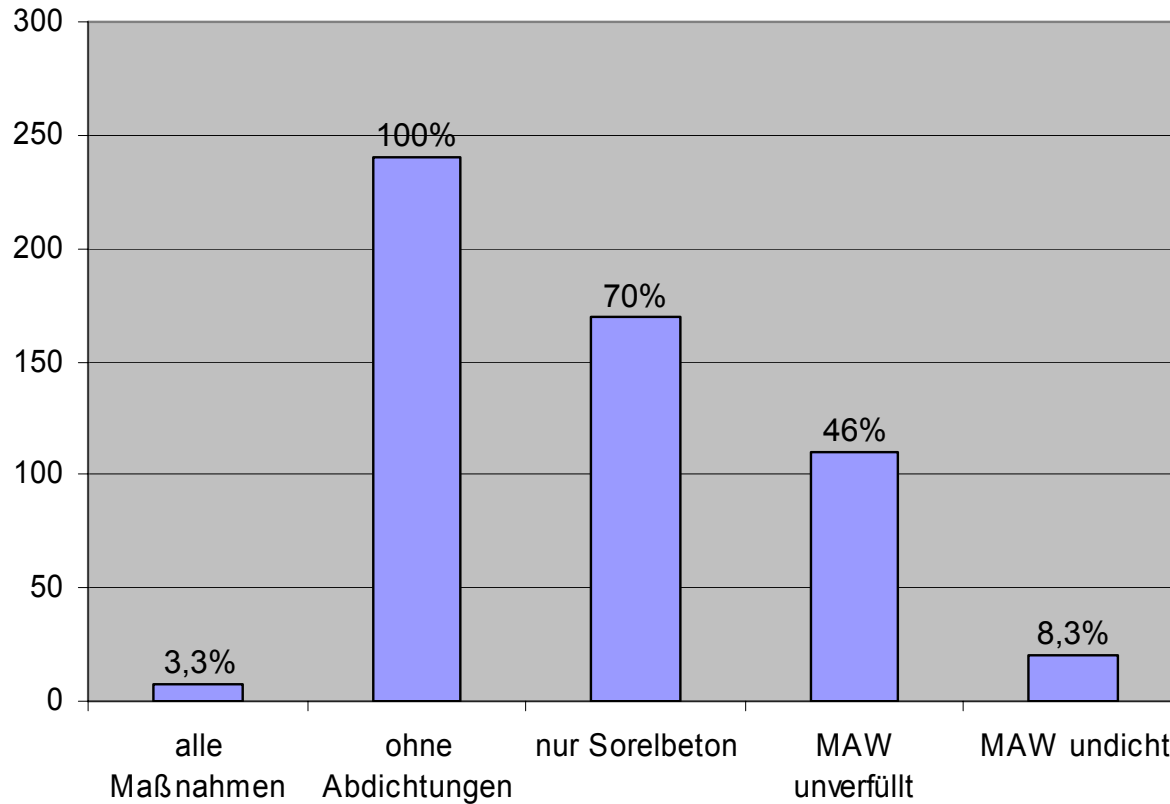
# Gesamtdarstellung der Maßnahmen für Pu-239

Pu-239 im Deckgebirge [GBq]



# Gesamtdarstellung der Maßnahmen für Am-241

Am-241 im Deckgebirge [GBq]



# Ergebniszusammenstellung

- Die alleinige Abdichtung/Verfüllung von LAW2 + LAW3 ist nahezu wirkungslos.
- Die Abdichtung aller Einlagerungsbereiche auf der 750-m-Sohle verringert das Nuklidinventar im DG um eine Größenordnung.
- Bei Umsetzung aller Vorsorgemaßnahmen beträgt die Reduktion der maximal freigesetzten Inventare bis zu drei Größenordnungen.
- Von besonderer Bedeutung sind die Abdichtungen um den LAW1B, speziell die vertikalen Abdichtungen zur 700-m-Sohle, sowie die Abdichtung des Blindschachtes 3 im Bereich LAW3/LAW4.
- Die Verfüllung der LAW-Kammern mit Brucitmörtel ist in jedem Falle deutlich sicherheitsgerichtet (eine Größenordnung bei Fehlen).
- Bei Abdichtung der MAW-Kammer (intakte Sorelbetonglocke) ist deren Anteil am freigesetzten Inventar vernachlässigbar gering.

# Schlussfolgerungen

- Die Berechnungen **belegen die Wirksamkeit** der geplanten Vorsorge- und Notfallmaßnahmen, insbesondere die hohe Bedeutung der Maßnahmen im **Bereich der LAW**.
- Die **vollständige** und noch **rechtzeitige Umsetzung** aller Notfallmaßnahmen ist erforderlich um prognostizierbaren Zustand zu erreichen und die Wirksamkeit der Vorsorgemaßnahmen (im Notfall) zu erhalten.
- Herstellung der „**Notfallbereitschaft**“ ist dringendes Betriebsziel, um das bestmögliche Sicherheitsniveau zu erreichen.
- Eine Ergänzung der **Modelle** und Aktualisierung der **Berechnungen** ermöglicht eine noch höhere Beurteilungssicherheit für die Steuerung der Maßnahmen der Notfallvorsorge.
- Eine jeweils **angepasste Notfallplanung** für die geplante Rückholung ist erforderlich. Für die konkrete Ausgestaltung sind angepasste Berechnungen notwendig.
- Realisierung der Vorsorgemaßnahmen und Herstellung der Notfallbereitschaft sind notwendige **Grundlage für geordnete Stilllegung**.



# Fragestellungen

- Sind die bisherigen Betrachtungen zum Notfallszenario ausreichend?  
Welche weiteren Untersuchungen sind ggf. erforderlich?
- Ist die Wirksamkeit der Einzelmaßnahmen hinreichend belegt? Für welche Maßnahmen bestehen ggf. Zweifel an ihrer Wirksamkeit?
- Kann die Wirksamkeit der Vorsorge- und Notfallmaßnahmen noch verbessert werden?
- Gibt es wirksamere Alternativen? Wie können die Einzelmaßnahmen im Hinblick auf ihre Wirksamkeit ggf. weiter optimiert werden?
- Ist die Einstufung der Einzelmaßnahmen (Kategorie Vorsorge- oder Notfallmaßnahmen) nachvollziehbar und angemessen?