

# Vorläufige Sicherheitskonzepte für die repräsentativen vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen (rvSU)

Dr. Marc Wengler, Bernadette Mensching, Eva-Maria Gottron / Bereich Standortauswahl  
Dr. Lars Baumgarten, Dr. Lars Wundram / Bereich Technik

## 1. Einleitung

Das vorläufige Sicherheitskonzept enthält die **Strategie**, mit der der **sichere Einschluss** der hochradioaktiven Abfälle gewährleistet werden soll (§ 6 EndlSiUntV, § 10 EndlSiAnV).

Der sichere Einschluss wird gemäß § 4 Abs. 3 EndlSiAnV erreicht durch:

- Einen **einschlusswirksamen Gebirgsbereich** (ewG)
- Durch **technische** und **geotechnische Barrieren** (im Fall von Kristallin, sofern kein ewG ausgewiesen werden kann)

Erstellung **wirtsgesteinsspezifischer Sicherheitskonzepte** für die rvSU mit Fokus auf der Darstellung (§ 10 Abs. 5 EndlSiAnV):

- Der Barrieren des Endlagersystems
- Deren Sicherheitsfunktionen
- Das Zusammenwirken der Barrieren im Bewertungszeitraum.

## 2. Struktur der vorläufigen Sicherheitskonzepte

Es gibt zwei **Hauptsicherheitsfunktionen**, die jeder Barriere zugeordnet werden:

- **Erste Hauptsicherheitsfunktion: Einschluss der radioaktiven Abfälle.**

Funktionen, die gewährleisten sollen, dass das Barriersystem vor schädlichen Einflüssen geschützt wird, so dass die Integrität des gesamten Barriersystems, insbesondere aber die Integrität der wesentlichen Barrieren, über den gesamten Bewertungszeitraum aufrechterhalten bleibt.

- **Zweite Hauptsicherheitsfunktion: Rückhaltung von Radionukliden.**

Funktionen, die dazu beitragen, dass im Bewertungszeitraum unter Berücksichtigung der zu erwartenden Entwicklungen gemäß § 4 Abs. 5 EndlSiAnV insgesamt höchstens ein Anteil von  $10^{-4}$  und jährlich höchstens ein Anteil von  $10^{-9}$  sowohl der Masse als auch der Anzahl der Atome aller ursprünglich eingelagerten Radionuklide aus dem Bereich der wesentlichen Barrieren ausgetragen werden. Voraussetzung ist ein Barriersystem, das vor schädlichen Einflüssen geschützt wird.

Jeder Barriere werden die folgenden **komponentenspezifischen Sicherheitsfunktionen\*** zugeordnet:

- Geometrie
- Fluidbewegungen
- Mechanische Stabilität
- Temperaturstabilität
- Chemische Zusammensetzung
- Kernphysikalische Eigenschaften

Die **Komponentenspezifischen Sicherheitsfunktionen** beschreiben, mit welcher **Eigenschaft** oder **Prozess**, die **Anforderungen an die Sicherheit** erreicht werden sollen.

**Sicherheitsaussagen** beschreiben, wie die jeweiligen **komponentenspezifischen Sicherheitsfunktionen eingehalten** werden sollen.

Tab. 1: Beispielhafte Darstellung der Hauptsicherheitsfunktionen, komponentenspezifischer Sicherheitsfunktionen und dazugehöriger Sicherheitsaussagen. Für jede Barriere (Deckgebirge, ewG, Versatz, Verschlussbauwerke, Endlagerbehälter, Abfallform) werden komponentenspezifische Sicherheitsfunktionen und Sicherheitsaussagen erarbeitet.

Hauptsicherheitsfunktion	Komponentenspez. Sicherheitsfunktion	Sicherheitsaussage
Einschluss der radioaktiven Abfälle	Fluidbewegungen	Die Gebirgsdurchlässigkeit muss so gering wie möglich sein, um den Fluidtransport zum Versatz so gering wie möglich zu halten.
Rückhaltung von Radionukliden	Chemische Zusammensetzung	Der ewG soll ausgeprägte Sorptionseigenschaften besitzen, um Radionuklide zu binden**.

\*Die komponentenspezifischen Sicherheitsfunktionen entsprechen der Definition einer Sicherheitsfunktion gemäß § 2 Nr. 8 EndlSiAnV.  
\*\*Diese Eigenschaft bezieht sich nur auf Tongestein als Wirtsgestein.

Literatur  
EndlSiAnV: Endlagersicherheitsanforderungsverordnung vom 6. Oktober 2020 (BGBl. I S. 2094)  
EndlSiUntV: Endlagersicherheitsuntersuchungsverordnung vom 6. Oktober 2020 (BGBl. I S. 2094, 2103)

## 3. Das vorläufige Sicherheitskonzept am Beispiel Tongestein

Der **sichere Einschluss** der radioaktiven Abfälle wird gemäß § 4 Abs. 3 Nr. 1 EndlSiAnV durch einen **ewG**, der die **wesentliche Barriere** bildet, im Zusammenwirken mit den weiteren Barrieren gewährleistet (Abb.1).

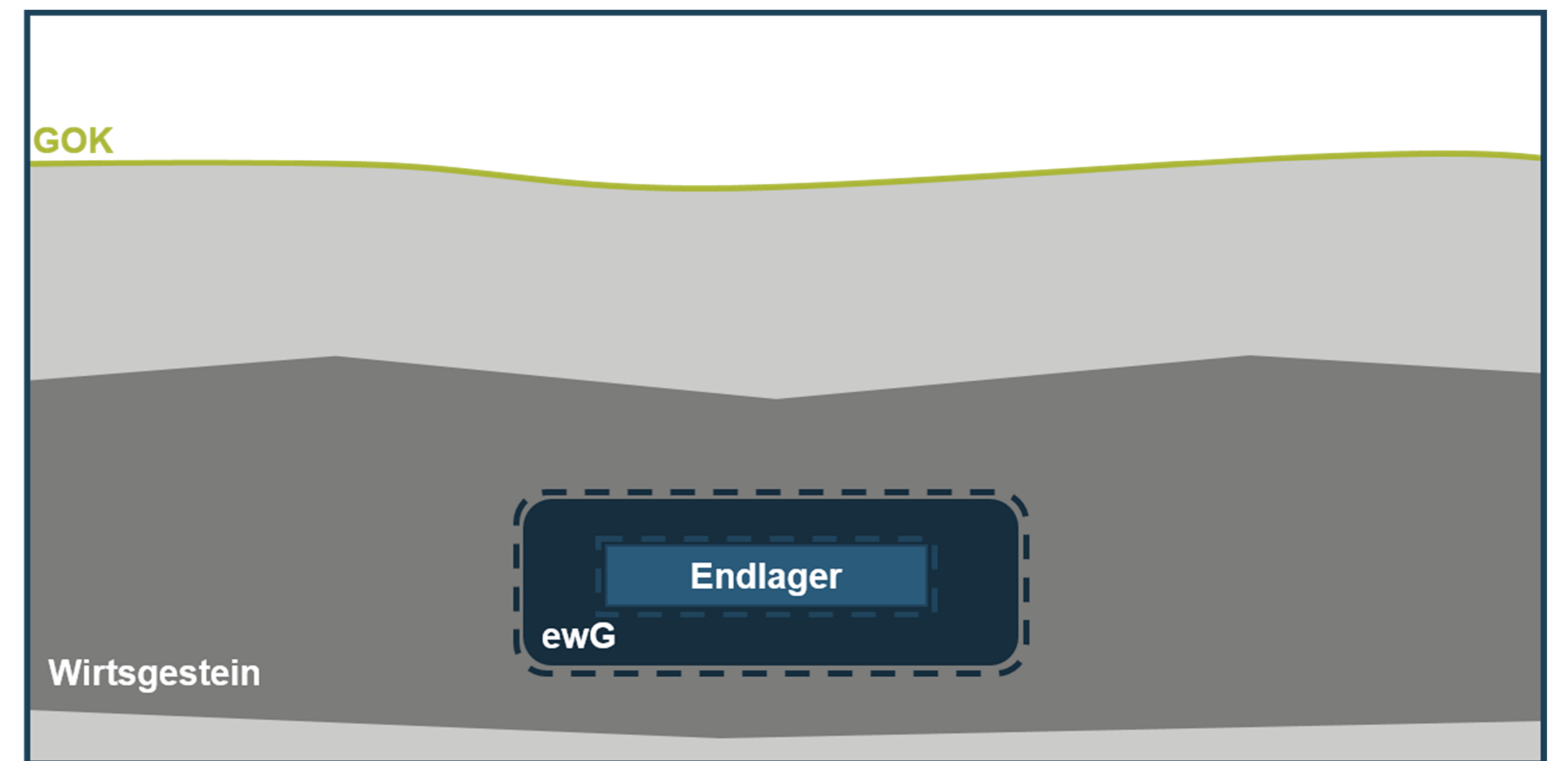


Abb. 1: Vereinfachte graphische Darstellung, der gemäß § 4 Abs. 3 EndlSiAnV genannten Möglichkeiten zum Erreichen des sicheren Einschlusses der radioaktiven Abfälle im Bewertungszeitraum für ein Endlagersystem im Tongestein. Quelle BGE

Die folgenden Barrieren bilden ein **robustes, gestaffeltes Barriersystem** (siehe Abb. 2).

- Geologischen Barrieren (Deckgebirge, ewG)
- Geotechnischen Barrieren (Verschlussbauwerke, Versatz)
- Technischen Barrieren (Endlagerbehälter, Abfallform)

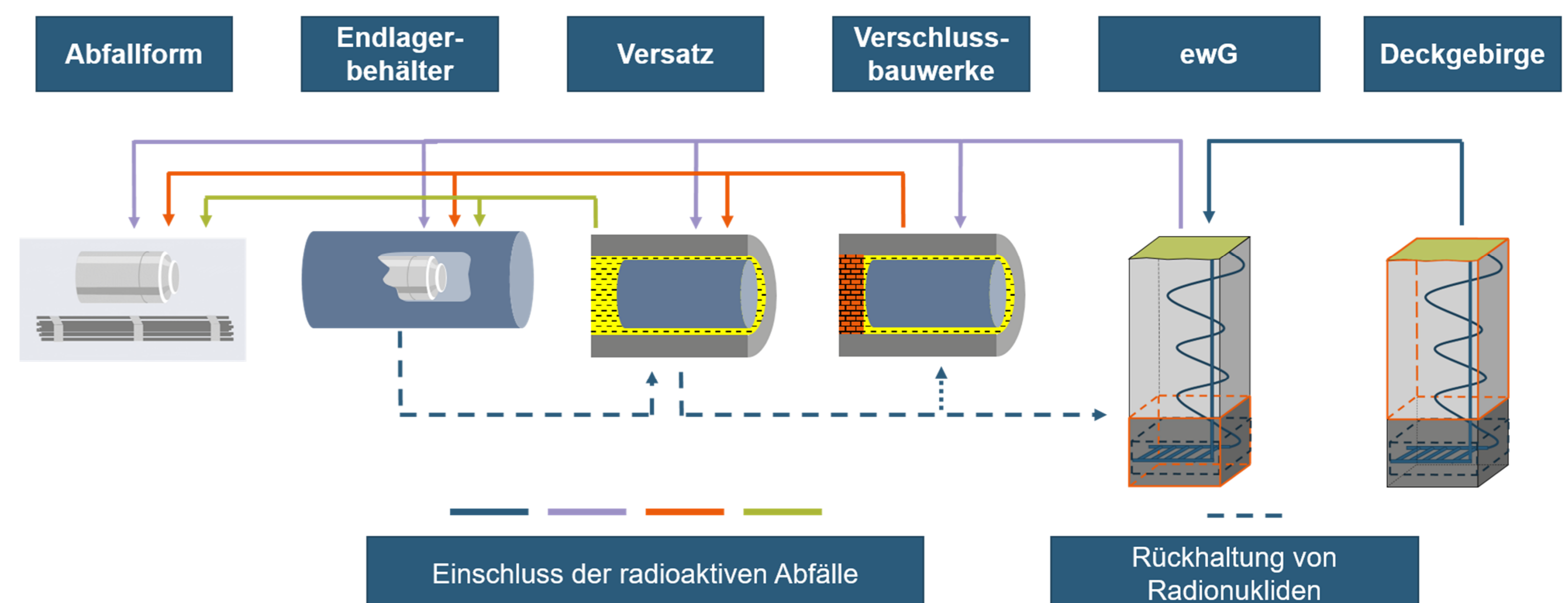


Abb. 2: Funktionsweise des robusten, gestaffelten Barriersystems für ein Endlagersystem mit ewG. Alle Elemente des Barriersystems haben komponentenspezifische Sicherheitsfunktionen, die einerseits zum Einschluss der radioaktiven Abfälle (durchgehende Pfeile, eine Farbe pro Barriere) und andererseits zur Rückhaltung von Radionukliden (gestrichelte Pfeile) beitragen. Quelle BGE

- Der ewG als wesentliche Barriere muss seine Barrierewirkung über den gesamten Bewertungszeitraum aufrechterhalten (Abb. 3).
- Die geotechnischen Barrieren (Versatz und Verschlussbauwerke) müssen ihre Wirkung teilweise bis zum Ende des Bewertungszeitraumes aufrechterhalten (Abb. 3).
- In einem Endlagersystem im Tongestein ist davon auszugehen, dass die technischen Barrieren (Endlagerbehälter, Abfallform) über den Bewertungszeitraum ihre Barrierewirkung verlieren werden (Abb. 3).

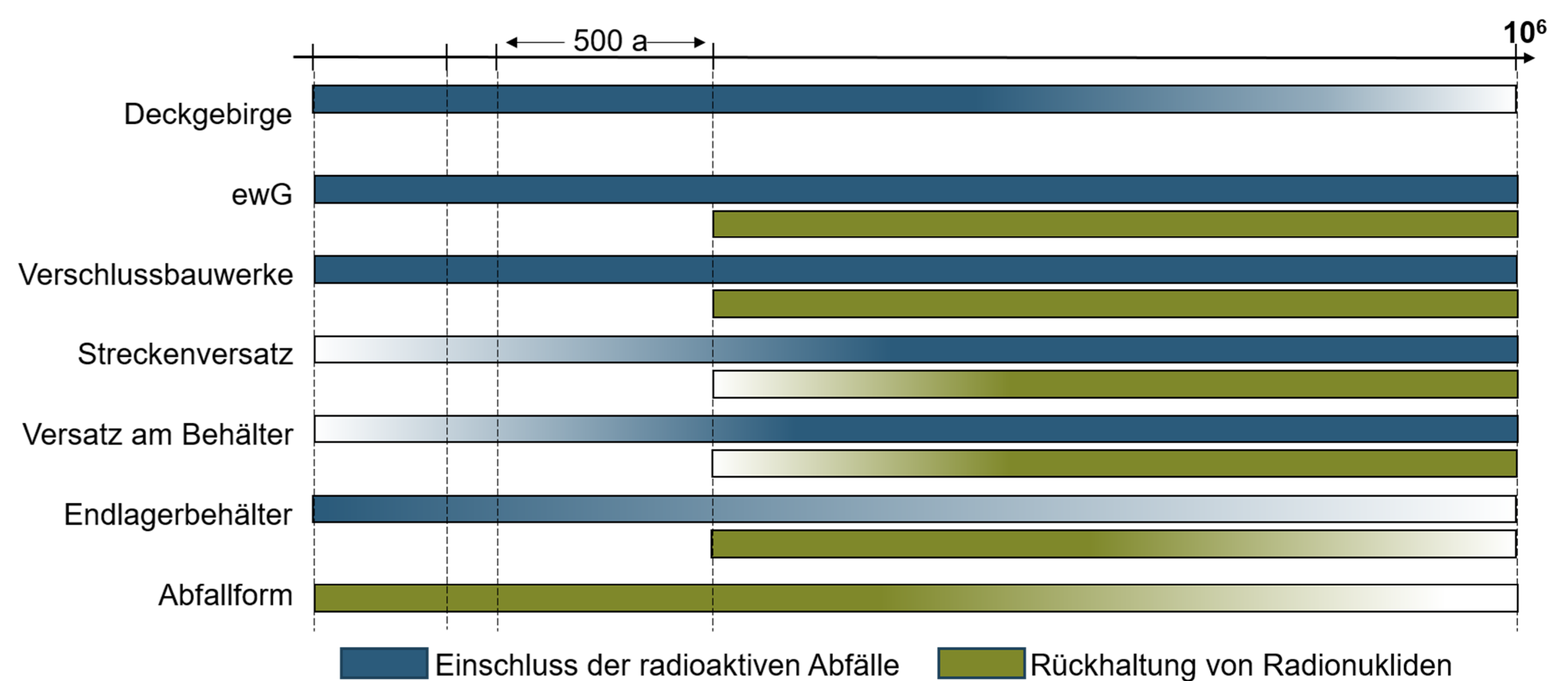


Abb. 3: Zeitliches Zusammenwirken des Barriersystems in einem Endlagersystem im Tongestein. Die dunkelblauen Balken repräsentieren die Hauptsicherheitsfunktion Einschluss der radioaktiven Abfälle (erste Hauptsicherheitsfunktion), wohingegen die grauen Balken die Hauptsicherheitsfunktion Rückhaltung von Radionukliden (zweite Hauptsicherheitsfunktion) darstellen. Quelle BGE

Ein Ansatz bzgl. der Einschätzung sicherheitsrelevanter Auswirkungen auf die Sicherheitsfunktionen durch zukünftige geogene Prozesse wird auf dem Poster „FEP Kataloge und Entwicklungen in den repräsentativen vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen“ gezeigt.