

Die vergleichende Sicherheitsanalyse

Dr. Ulrich Kleemann

Bundesamt für Strahlenschutz

Fachbereichsleiter „Sicherheit der nuklearen Entsorgung“

Endlagersymposium 2008

„Anforderungen an eine sichere Endlagerung“

Berlin, den 01.11.2008



Definitionen

**Sicherheitstechnischer Vergleich von Standorten =
Vergleich von Sicherheitsanalysen**

Sicherheitsanalyse=

**nachvollziehbarer Nachweis der
Einhaltung der Sicherheitsanforderungen**

Projekt VerSi=

**Durchführung vergleichender
Sicherheitsanalysen für Endlagersysteme zur
Bewertung der Methoden und Instrumentarien**

Ziele des Vorhabens

- Entwicklung einer Methode zum Vergleich von Sicherheitsanalysen
- Entwicklung eines Bewertungssystems
 - Herleitung geeigneter sicherheitstechnischer Bewertungsgrößen
 - Definition von Bewertungsmaßstäben
- Stärken und Schwächen der eingesetzten Methoden und Instrumentarien



Exkurs: Welches Auto ist sicherer?

Kleinwagen

Komfort-Geländewagen

Abbildung nicht zugänglich

PH für das Programmkomitee

Peugeot 1007

Leergewicht: 1.185 kg

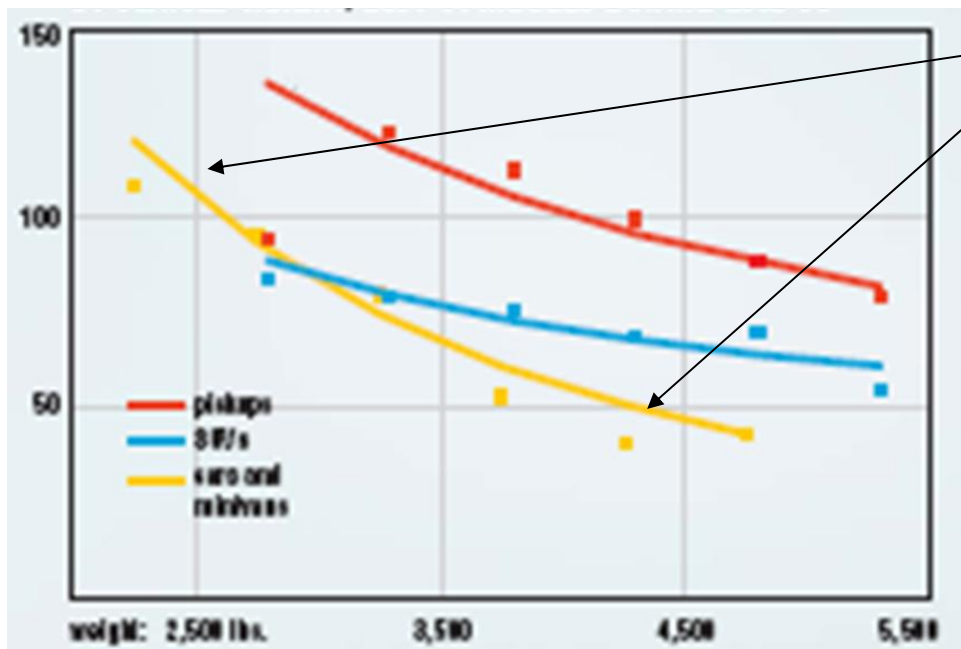
Audi Q7

Leergewicht: 2.195 kg



1. Ansatz: Statistik der Todesfälle

Todesfälle

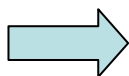


Risiko sinkt mit
Fahrzeuggewicht

Aber:
Um 25 % höheres Risiko in
Geländewagen

Erheblich höheres Risiko in
Pick-Ups

Gewicht



2. Ansatz: Crashtests

Kleinwagen

Komfort-Geländewagen

Abbildung nicht zugänglich

PH für das Programmkomitee

Peugeot 1007
Höchste bisher erzielte
Punktzahl
Sicherstes Fahrzeug
aller Zeiten

Audi Q7
Versagen passiver Sicherheit
bei Frontalzusammenstoß
Gewicht allein reicht nicht



Was lernen wir aus diesem Beispiel?

Sicherheitsvergleiche hängen von einer Vielzahl von Faktoren und Kriterien ab:

Aktive Sicherheit

Passive Sicherheit

Sozioökonomische Faktoren

Komplexe Aufgabe – aber lösbar!

**Kriterienauswahl und –einzelbewertung
entscheidend**

Abwägungsentscheidung

Synthesebericht „Wirtsgesteine im Vergleich“ (BfS 2005)

- Kein Wirtsgestein gewährleistet grundsätzlich immer eine größte Sicherheit
- Kein Wirtsgestein in Deutschland ist grundsätzlich den anderen vorzuziehen
- Vergleich von Wirtsgesteinen immer nur standortspezifisch möglich auf Basis von vergleichenden Sicherheitsanalysen; ein Standortvergleich ist daher notwendig
- **Es besteht bei einigen Fragestellungen Bedarf an regulatorischen Festlegungen**



Vergleich von Sicherheitsanalysen für Endlager

Der Einsatz von Sicherheitsanalysen für den Vergleich von Endlagerstandorten ist bislang in Deutschland nicht und international nur in wenigen Fällen durchgeführt worden.

Die durchgeführten Fälle betrafen ähnliche geologische Gesamtsituationen (z. B. Schweden: Kristallin).

VerSi betrachtet unterschiedliche geologische Gesamtsituationen (Salz und Ton).

Projektstruktur

VerSi Einzelvorhaben:

(Beteiligte: GRS Köln; GRS Braunschweig, AF-Colenco, PanGeo, intac)

- **Planerische Grundsatzfragen**
- **Szenarientwicklung**
- **Evaluierung der Vorgehensweise**
Einschließlich internes Review
- **Langzeitsicherheitsanalysen**

Laufzeit: 2. Quartal 2007 – 2. Quartal 2010

Randbedingungen

Vollständige Sicherheitsanalyse ist sehr komplex

=> daher **Einschränkungen für Methodenentwicklung**

- **Unterschiedliche geologische Formationen**
- **reale / realitätsnahe Beispiele**
- **Salz: sicherer Einschluss für zu erwartende Entwicklungen; für außergewöhnliche Einwirkungen ggf. Freisetzung**
- **Ton: möglichst langfristiger Einschluss im einschlusswirksamen Gebirgsbereich**

Randbedingungen

- **Nur Wärme entwickelnde Abfälle**
- **Betrachtung nur der Nachbetriebsphase**
- **Keine Rückholbarkeit**
- **Nachweiszeitraum 1 Mio. Jahre**
- **Menschliche Einwirkungen nicht unterstellt**

Vorgehensweise (Planerische Grundsatzfragen):

- **Sicherheitstechnische Anforderungen an Endlagerkonzepte (z. B. Parameter zu Abfalldaten, Endlagerkonzept, Nahfeld, Geodaten etc...)**
- **Auswertung internationaler Endlagerkonzepte in Tonstein**
- **Anpassung von Endlagerkonzepten für Salz und Tonstein**
- **Erarbeitung eines hydrogeologischen Modells für einen Tonsteinstandort**

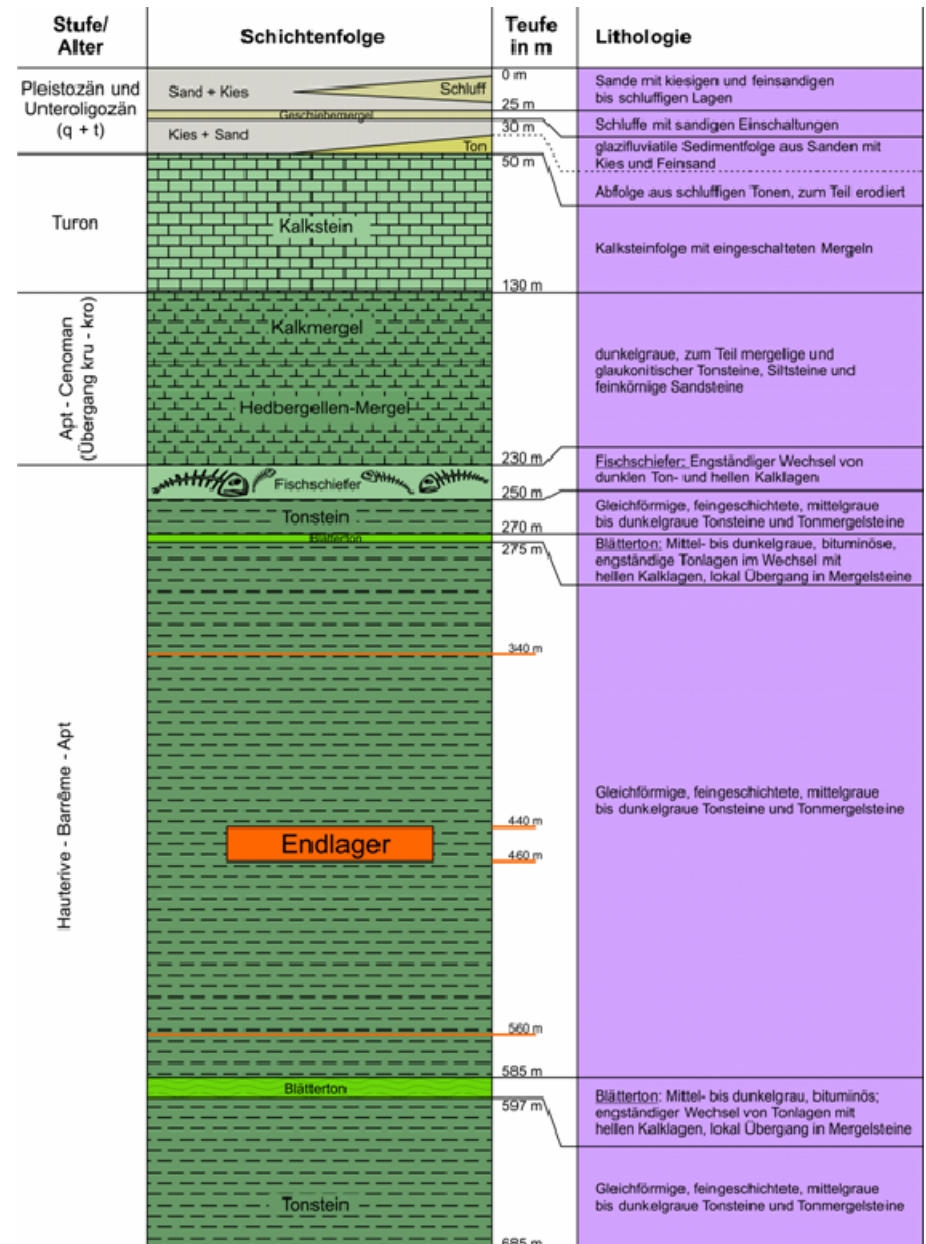


Planerische Grundsatzfragen

Endlagerkonzept Ton:
synthetischer Tonsteinstandort

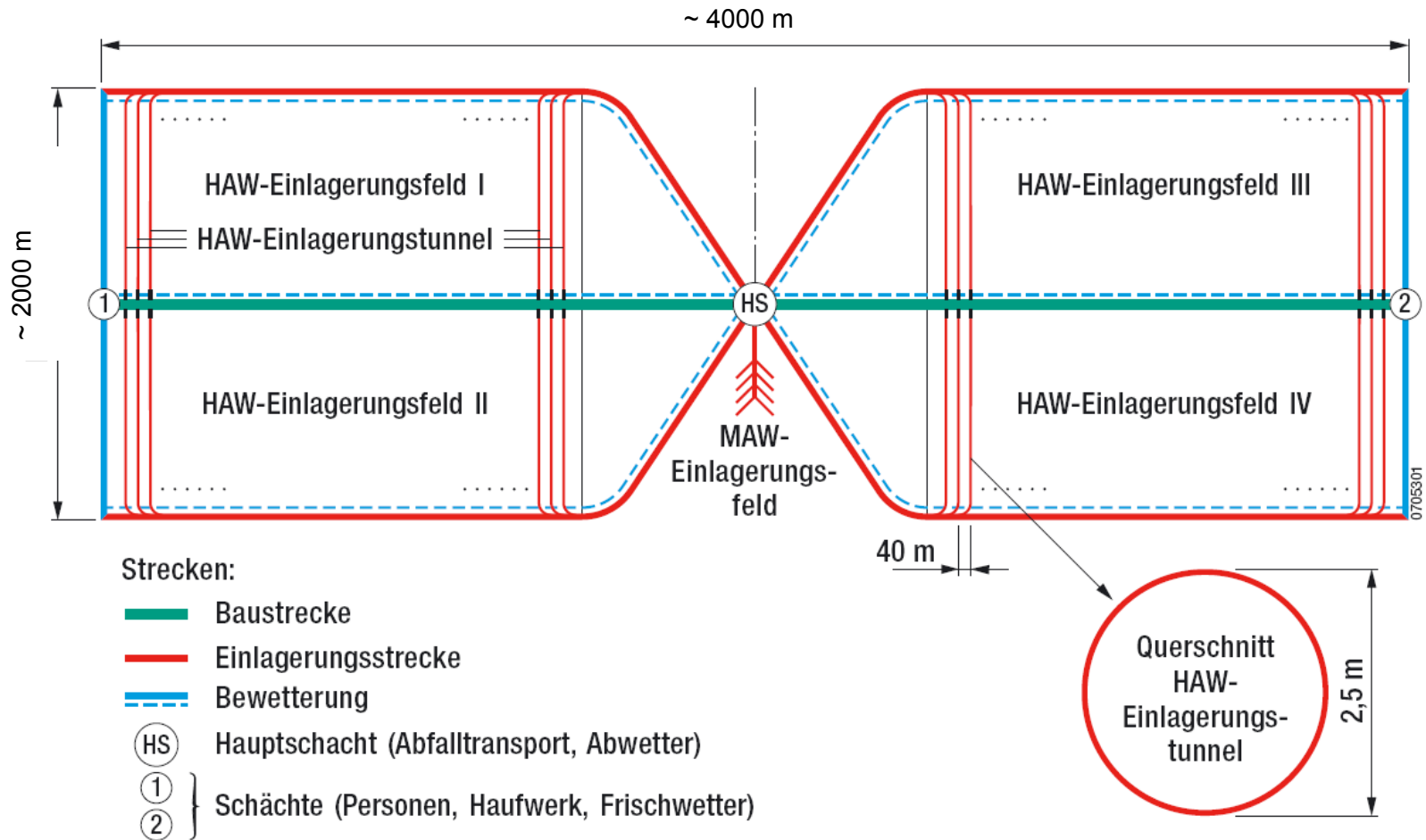
Einlagerungsbereich:
- 440 bis - 460 m

Unterkreidetonsteine

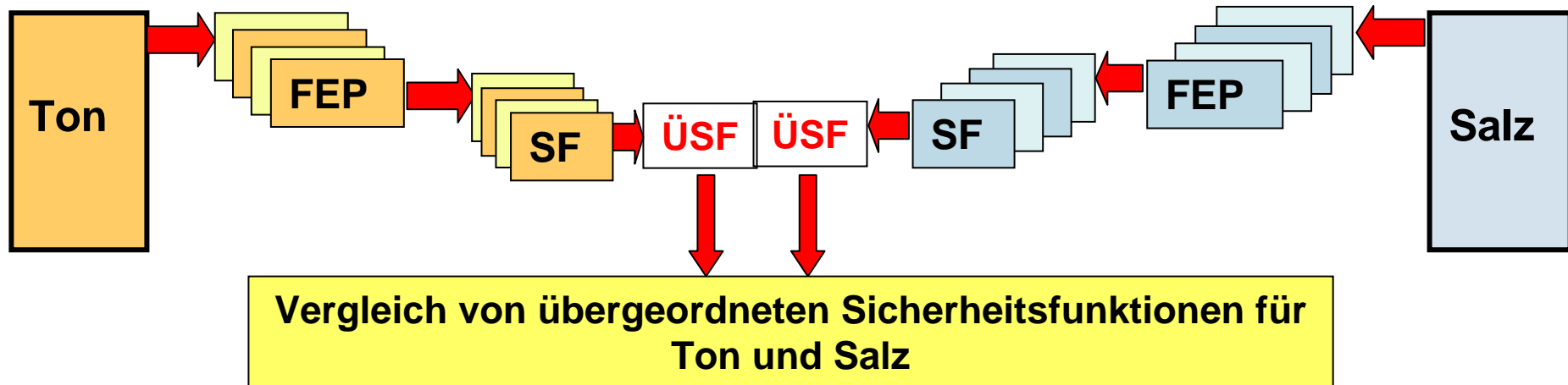


Internationale Erfahrungen

Skizze des Endlagerkonzeptes Ton (Basis: Schweizer Konzept)



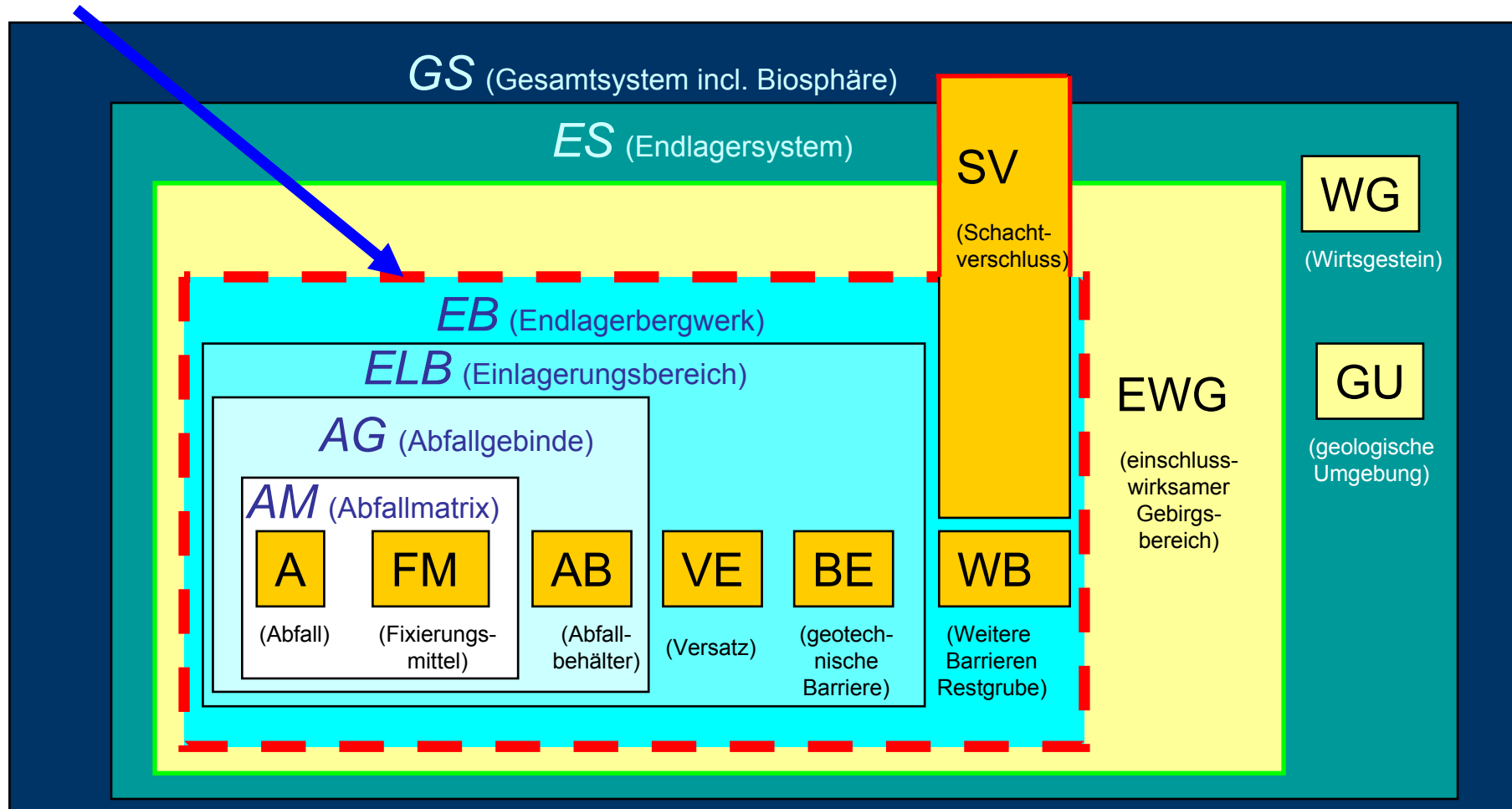
Evaluierung der Vorgehensweise



- **Screening von ca. 2000 FEPs**
- **Auswahl ca. 130 relevante FEPs**
- **Ableitung von ca. 130 Sicherheitsfunktionen und deren Zuordnung zu Systemkomponenten**

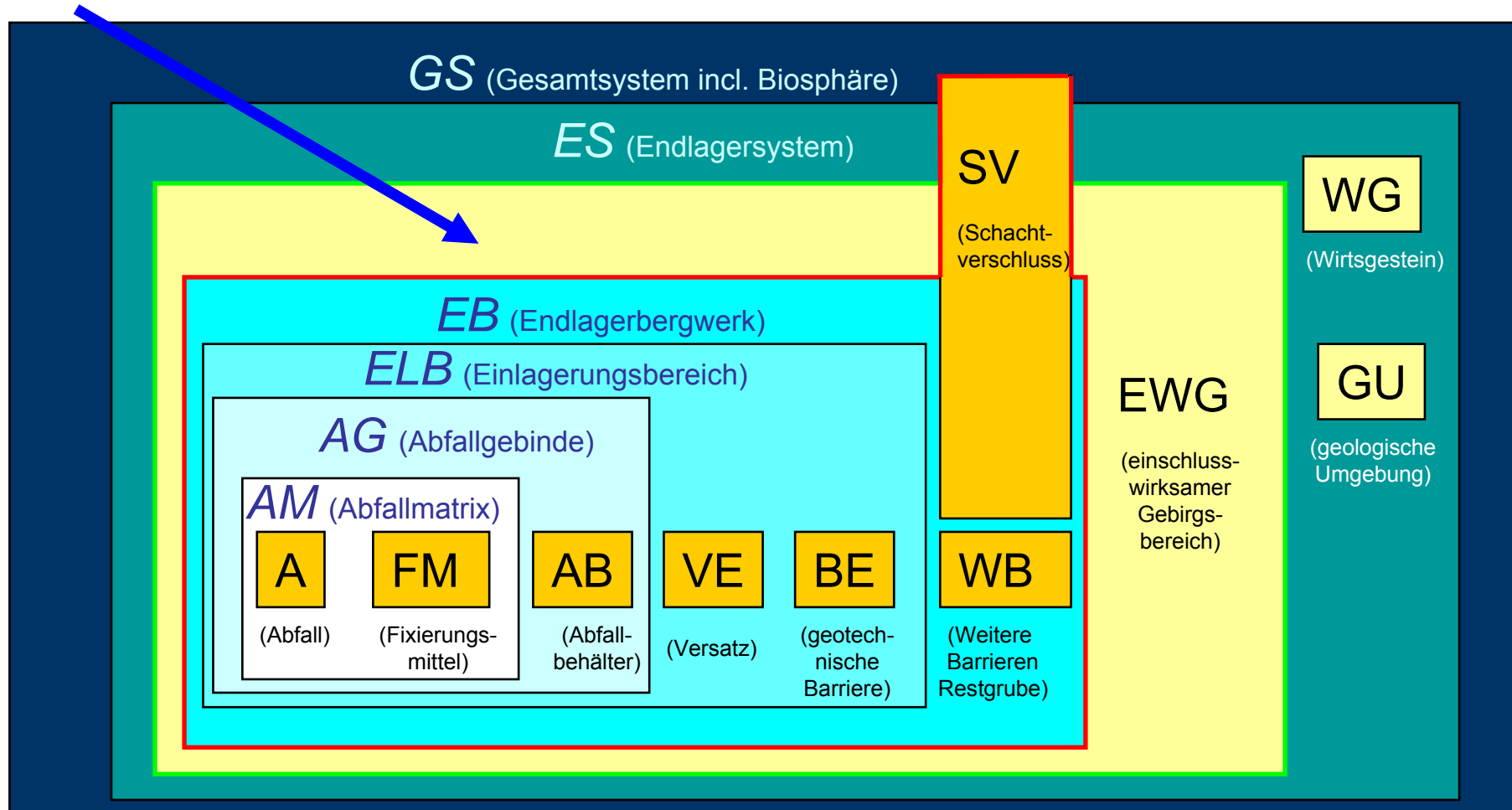
Szenariomentwicklung (Beispiel)

FEP: Generierung von Auflockerungszonen



Szenarientwicklung (Beispiel)

Sicherheitsfunktion im EWG: extrem geringer advektiver Transport



Schlussfolgerungen

Für den Vergleich von Sicherheitsanalysen sind Abwägungskriterien zu finden, die auf Eigenschaften wie

- **Robustheit**
- **Relevanz**
- **Unsicherheiten und**
- **Sicherheitsreserven**

der betrachteten Endlagersysteme abzielen.

Ausblick

Ein Vergleich von Endlagerstandorten auf Basis von Sicherheitsanalysen ist machbar

Durchführung des Vergleichs:

Paarvergleich verschiedener Abwägungskriterien

Abwägungsmatrix führt zum bestmöglichen Standort