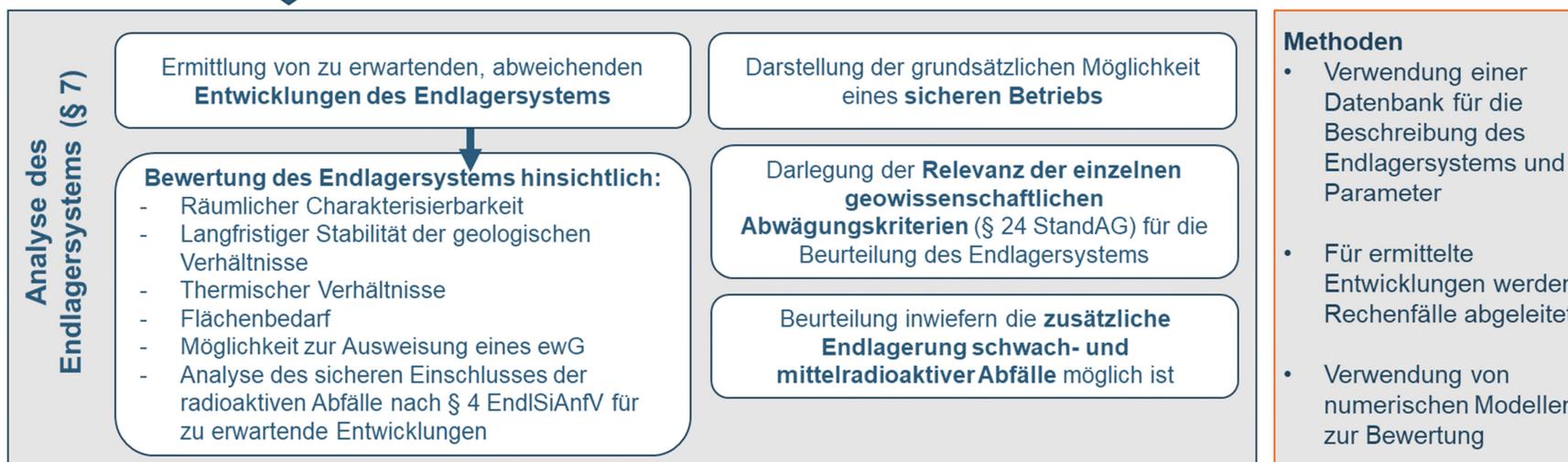


Inhalte der Analyse des Endlagersystems (§ 7 EndlSiUntV)

Kernbestandteile

- Auf Basis vorangegangener Arbeiten („Grundlagen“) sind in der Analyse des Endlagersystems eine Reihe verschiedener Aspekte zu betrachten (Abb. 3).
- In der EndlSiUntV gibt es für die rvSU spezifische Regelungen.
- In den rvSU sind keine umfassende betriebliche Sicherheitsanalyse und keine Langzeitsicherheitsanalyse durchzuführen.



Überlegungen zum Massen- und Stoffmengenausstrag

- Die Analyse des Endlagersystems umfasst auch die Bestimmung des Massen- und Stoffmengenausstrags aller ursprünglich eingelagerten Radionuklide für die zu erwartenden Entwicklungen für den Bereich der wesentlichen Barrieren (Abb. 4).
- Die EndlSiAnfV legt dazu Grenzwerte fest.
- Radioaktive Zerfallsprodukte sind zu berücksichtigen.

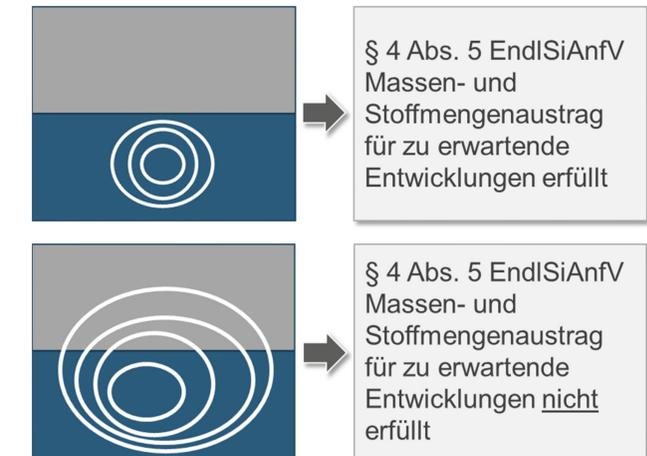


Abb. 4. Vereinfachte Darstellung der Bewertung des Massen- und Stoffmengenausstrags nach § 4 Abs. 5 Endlagersicherheitsanforderungsverordnung (EndlSiAnfV). Quelle: BGE.

Pilotanwendungen

- Beginn des Modellierungsprozesses anhand ausgewählter Teilgebiete.
- Weiterentwicklung und Präzisierung der generellen Vorgehensweise.
- Erste Anwendung und Optimierung von numerischen Modellen.

Radionuklidtransport: Wichtige physikalische Prozesse

- Ziel: Indikatoren für die Bewertung potenziell günstiger Bereiche
- Methoden: Numerische Modelle für den Transport von Radionukliden im Untergrund (Wirts- und Nebengestein)

Radionuklidquellen

- Anfangsinventar
- Zerfallsketten
- Freisetzungskurve
- Behälter

Transportprozesse

- **Diffusion:** Brownsche Molekularbewegung (random walk) im Porenraum
- **Advektion:** Transport durch Grundwasserströmung

Grundwasserströmung

- **Topografisch angetriebene Strömung:** Strömung durch Neubildung und Abfluss an der Erdoberfläche
- **Dichteabhängige Strömung:** Strömung verursacht durch Dichteunterschiede in Folge von Temperatur- und Salinitätsvariationen
- **Kompaktionsgetriebene Strömung:** Strömung durch Änderung der mechanischen Belastung (z. B. Hebung, Sedimentation) und Änderung des Porenvolumens

Weitere Prozesse

- **Sorption & Desorption:** Bindung von Radionukliden an die Gesteinsmatrix
- **Kolloidbindung:** Änderung des Transports durch Bindung von Radionukliden an Kolloiden
- **Chemische Reaktionen,** Fällung und Lösung
- Änderung der Transporteigenschaften durch **Temperaturänderungen**

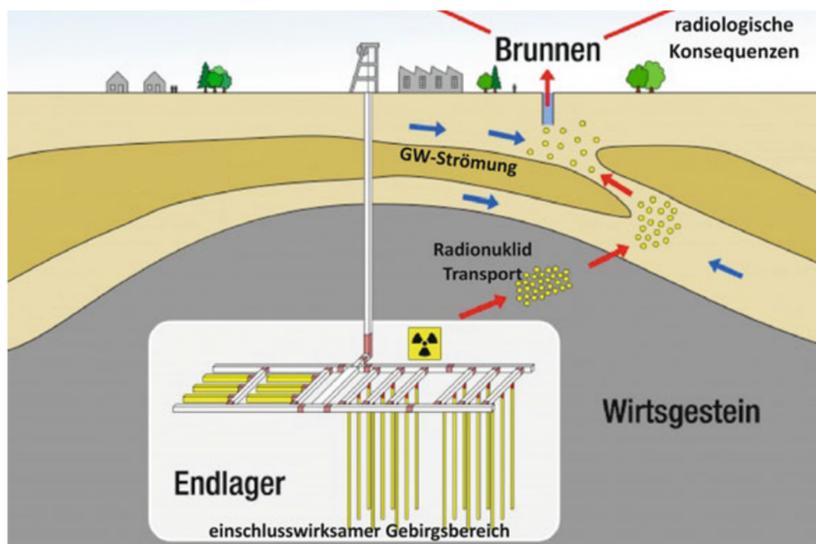


Abb. 5. Schematischer Überblick über den Radionuklidtransport im Untergrund, einschließlich des Transports durch Grundwasserströmung (Advektion).
Quelle: verändert nach Lersow, M. (2018).

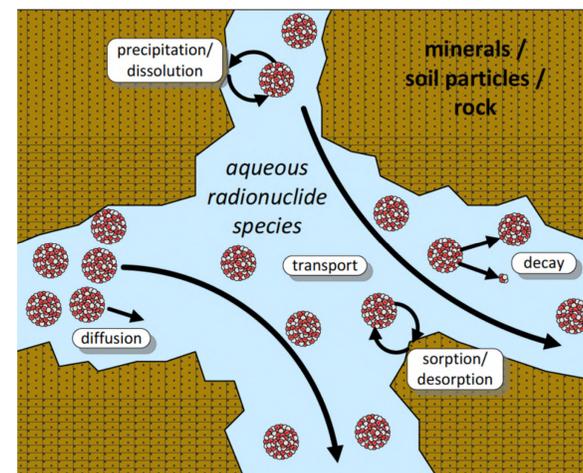


Abb. 6. Nahaufnahme von Radionuklidtransportprozessen im Porenraum des Untergrundes.
Quelle: Heuel-Fabianek, B. (2014).

Ziel: Bestimmung des Radionuklidaustrags

- Nötig für Prüfung des sicheren Einschlusses
- Ab Phase 2: Quellterm für die Dosisabschätzung mit Hilfe eines Biosphärenmodells

Sicherheitsbetrachtungen im Kontext der repräsentativen vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen nach § 14 StandAG

STA-SU.2

Pilotanwendungen

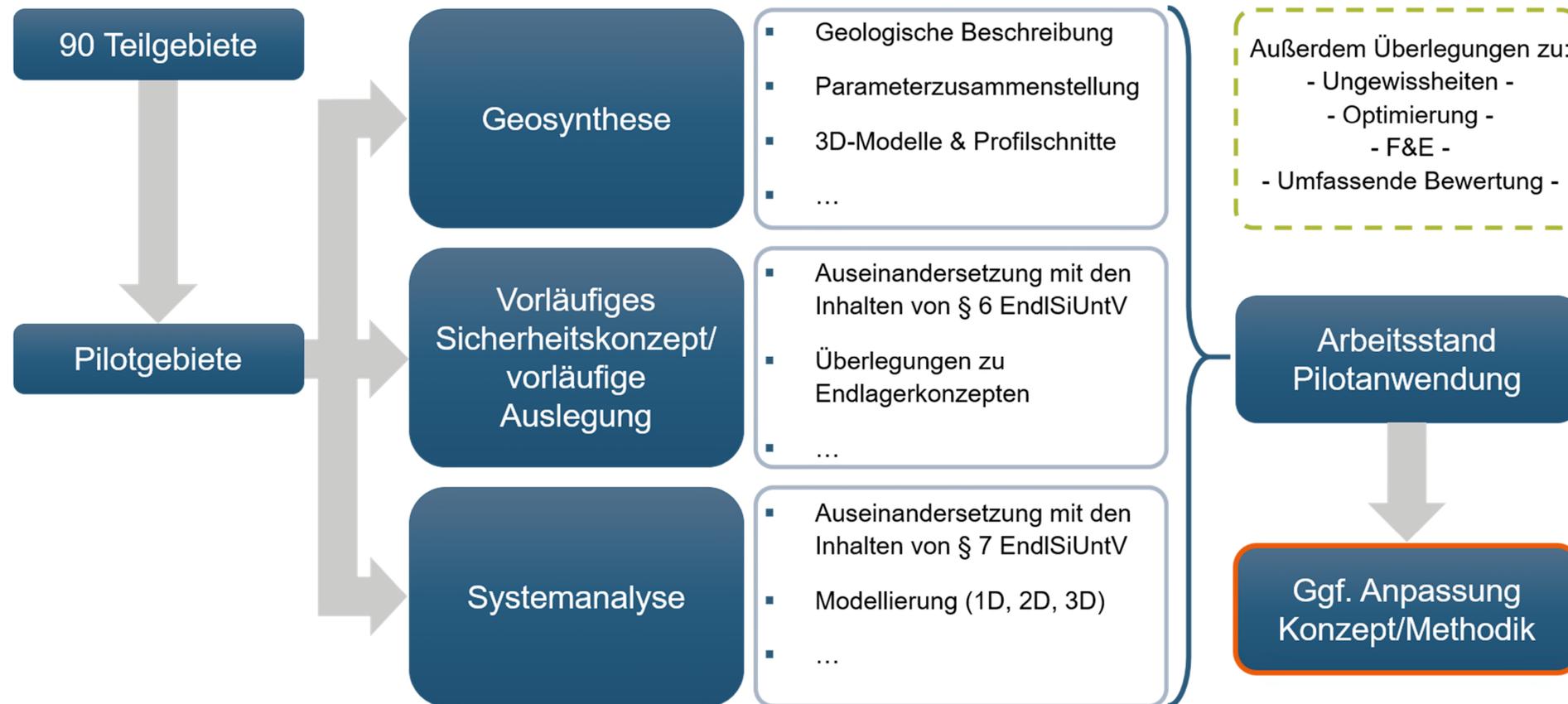


Abb. 7. Schematische Übersicht zum Ablauf der Pilotanwendungen. Quelle: BGE.

Vorgehen

- Zunächst: 2D-Modellierungen (vertikal)
- Wahl von Profillinien anhand hydrogeologischer Kriterien
- Extraktion geologischer Daten aus 3D-Modellen
- Ermittlung bekannter Parameter, Parametrisierung
- Implementierung des geologischen Modells in geeigneter Software (FEFLOW, später OpenSource-Lösung)
- Sukzessive Berücksichtigung aller relevanten physikalischen Prozesse im Modell

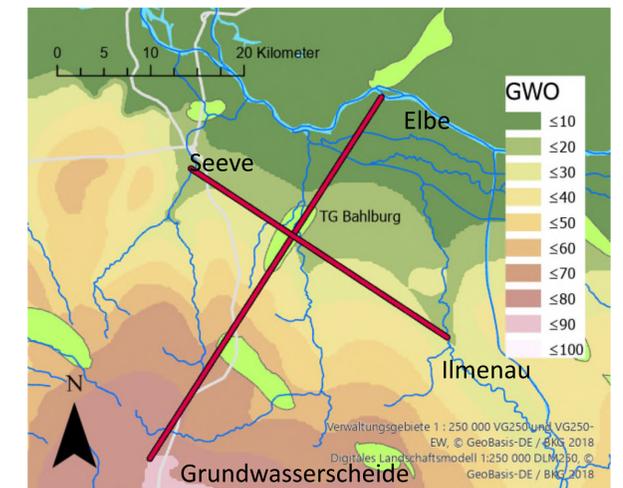


Abb. 8. Übersichtskarte mit Grundwasseroberfläche (GWO) für TG Bahlburg (035_00TG_057_00IG_S_s_z). Quelle: BGE.

Literatur

EndlSiAnfV: Endlagersicherheitsanforderungsverordnung vom 6. Oktober 2020 (BGBl. I S. 2094)
 EndlSiUntV: Endlagersicherheitsuntersuchungsverordnung vom 6. Oktober 2020 (BGBl. I S. 2094, 2103)
 Heuel-Fabianek, B. (2014): Partition Coefficients (K_d) for the Modelling of Transport Processes of Radionuclides in Groundwater. Division of Safety and Radiation Protection (S). Berichte des Forschungszentrums Jülich 4375. Forschungszentrum Jülich. Jülich
 Lersow, M. (2018): Endlagerung aller Arten von radioaktiven Abfällen und Rückständen: Langzeitstabile,, langzeitsichere Verwahrung in Geotechnischen Umweltbauwerken - Sachstand,, Diskussion und Ausblick Berlin / Breitenbrunn-Erzgeb.: Springer Spektrum. ISBN 978-3-662-57821-6.
 DOI:<https://doi.org/10.1007/978-3-662-57822-3>
 StandAG: Standortauswahlgesetz vom 5. Mai 2017 (BGBl. I S. 1074), das zuletzt durch Artikel 1 des Gesetzes vom 7. Dezember 2020 (BGBl. I S. 2760) geändert worden ist

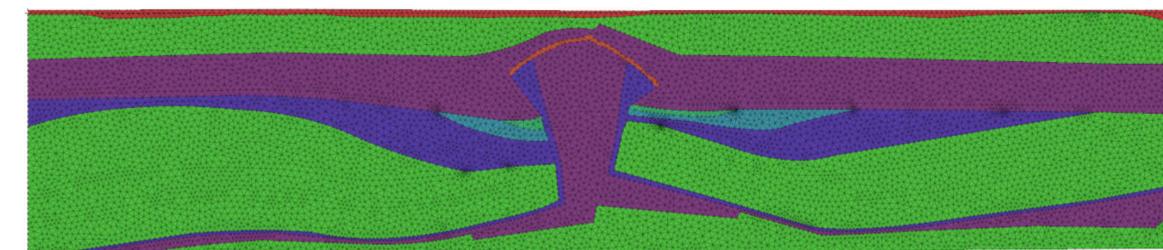
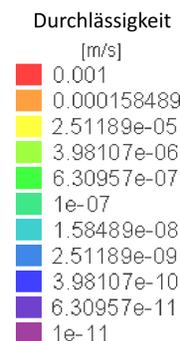


Abb. 9. Beispielhafte Parametrisierung der Durchlässigkeit entlang eines Profilschnitts durch das TG Bahlburg. Quelle: BGE.