

Was ist Erkundung?

Erkundung im Sinne des StandAG¹ ist die Untersuchung des geologischen Untergrundes mit verschiedenen Messmethoden, um herauszufinden, ob eine Region für die Errichtung eines Endlagers geeignet ist oder nicht. Durch die Kombination mehrerer Verfahren (Geophysik) werden die physikalischen Eigenschaften der Schichten und Strukturen der Erde ermittelt, um die Beschaffenheit des Untergrundes rekonstruieren und seine Eignung beurteilen zu können. Durch Bohrungen werden die Ergebnisse punktuell überprüft und verfeinert. Die Vorgehensweise ist vergleichbar beispielsweise mit der Erdöl- und Erdgaserkundung, wenn auch die Erkundungsziele sehr verschieden sind.

Erkundung im StandAG

Gemäß StandAG ist die Standortauswahl in mehrere, aufeinander aufbauende Phasen eingeteilt, in denen die im Auswahlverfahren verbleibenden Gebiete immer weiter eingegrenzt werden. Phase I endet mit der Ermittlung der Standortregionen auf Basis aller bereits verfügbaren und öffentlich zugänglichen geowissenschaftlichen Informationen. In Phase II beginnt die übertägige Erkundung.



Abb. 2. Vibro-Truck Quelle: BGE



Abb. 3. Aero-TEM Quelle: BGR.



Abb. 4. Bohrplatz Quelle: BGE.

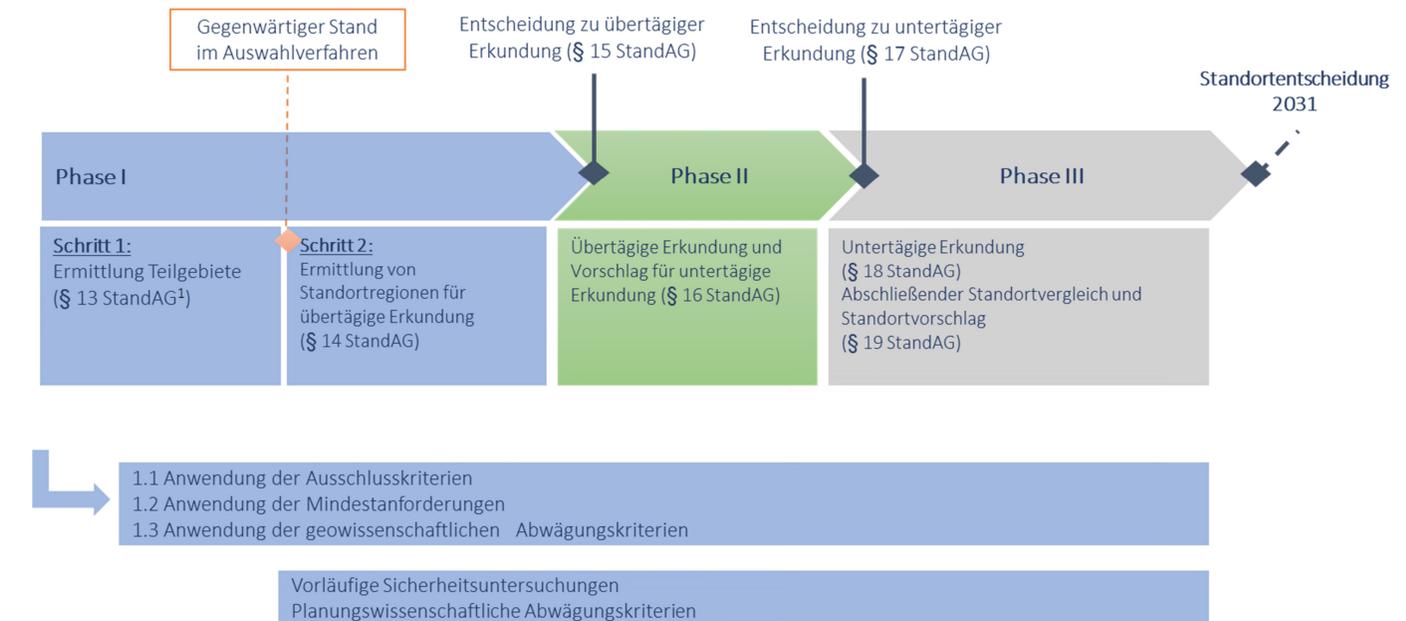


Abb. 1. Phasen des Standortauswahlverfahrens. Quelle: BGE.

Die übertägige Erkundung umfasst alle Messmethoden, die von der Erdoberfläche aus durchgeführt werden können. Dazu zählen auch Bohrungen und Bohrlochmessungen. In Phase II werden durch die übertägigen Erkundungen aus den Standortregionen die Standorte ermittelt, die untertägig erkundet werden sollen. In Phase III können durch untertägige Erkundung – also dem Auffahren von Bergwerken, aber auch weiteren Bohrungen und Geophysik – alle Informationen zusammengetragen werden, die letztlich im Vergleich der verbliebenen Standorte zum finalen Vorschlag für den Standort für ein Endlager führen.

¹StandAG: 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

Erkundungsmethoden

Die Gesteine und Sedimente der Erde unterscheiden sich in ihren spezifischen physikalischen Eigenschaften. Durch Messen dieser Eigenschaften, wie z. B. Dichte, elektrische Leitfähigkeit, magnetische Anziehungskraft oder die Ausbreitung elastischer Wellen kann man den Aufbau der Erde bis in große Tiefen rekonstruieren. So werden mit der Gravimetrie Dichteunterschiede erfasst, mit der Geoelektrik und Elektromagnetik die elektrischen Eigenschaften des Erdreichs oder mit der Geomagnetik die magnetischen Eigenschaften. Die Seismik nutzt die Ausbreitungscharakteristik elastischer Wellen. Mit ihr kann man relativ genau den Aufbau des Bodens bis in große Tiefen ermitteln.

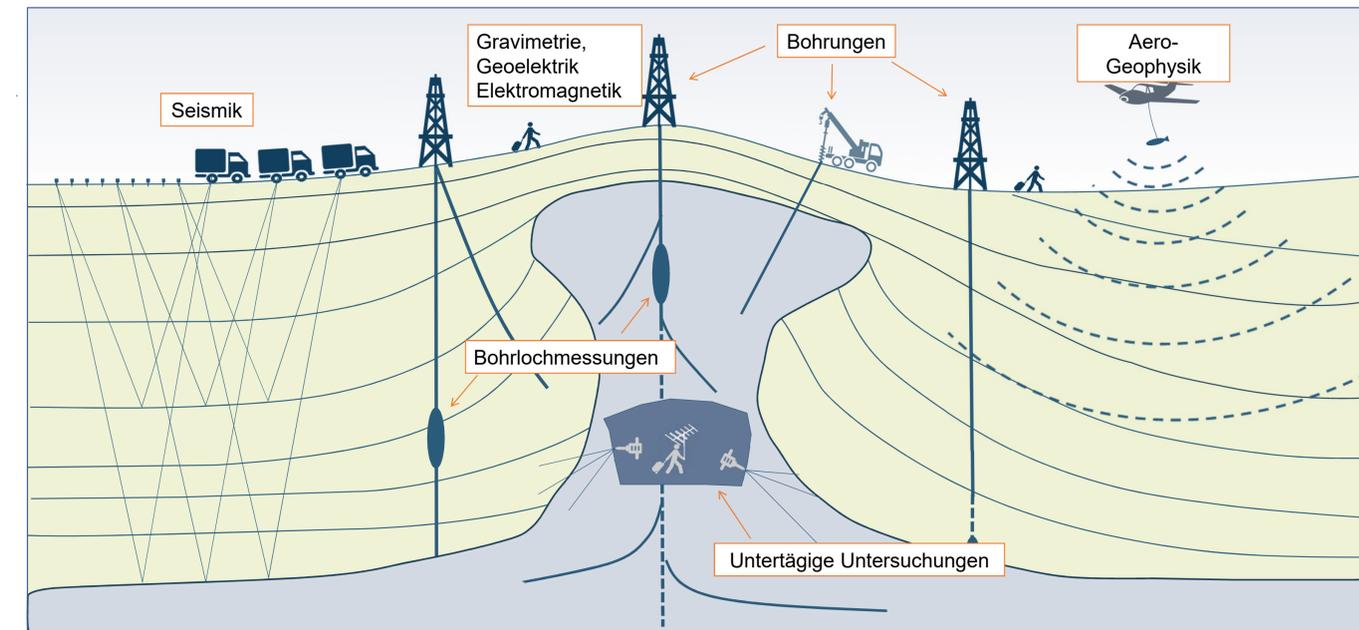


Abb. 5. Schematische Darstellung der Erkundungsverfahren. Quelle: BGE.

Oberflächengeophysik

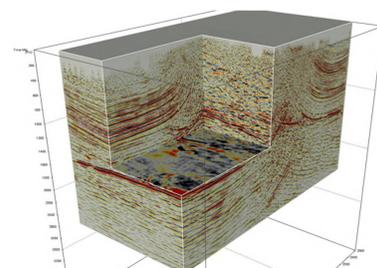


Abb. 6. 3D-Seismik-Quader. Quelle: BGE.

Die oberflächengeophysikalischen Verfahren werden in der Standortauswahl genutzt, um flächenhafte bzw. räumliche Informationen über die Standortregionen zu erhalten, wie beispielsweise die Homogenität des Wirtsgesteins und die Beschaffenheit des Deck- und Nebengebirges.

Aus der Kombination mehrerer Verfahren

lassen sich relevante Informationen über die geologischen Bedingungen in den Standortregionen ermitteln. So geben z. B. geoelektrische und elektromagnetische Verfahren Aufschluss über die hydrogeologischen Verhältnisse in einer Region bspw. die Klüftigkeit im Kristallin. Mit der Gravimetrie lassen sich verschiedene Gesteinskörper oder Salzstrukturen ausgrenzen. Die Seismik zielt auf die Strukturen im Untergrund ab. Sie gibt Aufschluss darüber, **wie** die unterschiedlichen Formationen lagern.

Bohren und Bohrlochmessungen

Bohrungen werden an Stellen abgeteuft, die aufgrund der Informationen aus der Oberflächengeophysik oder bereits vorher vorliegender Erkenntnisse von besonderem Interesse sind. Zum einen wird das erbohrte Material im Labor sehr detailliert untersucht, zum anderen werden im Bohrloch selbst umfangreiche Messungen und Tests zur Beschaffenheit des Erdreichs direkt vor Ort durchgeführt. So werden detaillierte Kenntnisse über die Eignung der Standortregionen gewonnen.

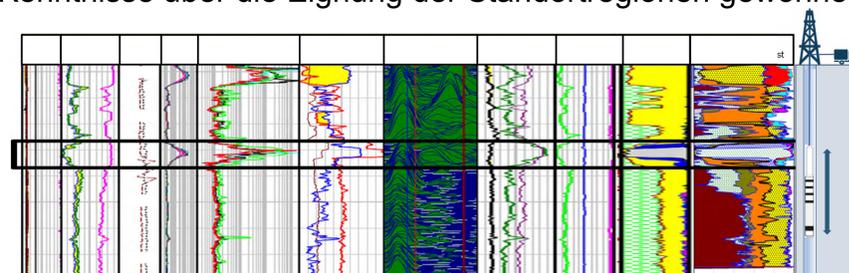


Abb. 7. Beispiel der Darstellung von Bohrlochmessungen. Quelle: BGE.

Untertägige Erkundung

Bei den untertägigen Erkundungen könnten Bergwerke aufgefahren werden um genaueste Informationen direkt vor Ort eines potenziellen Einlagerungsbereiches zu erhalten. Es werden ebenfalls Bohrungen abgeteuft. Fragen zur Stabilität des Gebirges, zur Barrierewirksamkeit, zum Rückhaltevermögen und zu allen anderen Kriterien und Anforderungen gem. StandAG können unmittelbar beantwortet werden. Die untertägige Erkundung kommt zum Einsatz, wenn die übertägigen Erkundungen Fragen offen lassen sowie bei den Untersuchung nach der Standortentscheidung.



Abb. 8a (oben). Untertage-Geophysik. Quelle: BGE.
Abb. 8b (unten). Untertage-Bohrung. Quelle: BGE.

Wissenschaft und Lernen in der Standortauswahl

Die BGE setzt bei der Umsetzung des transparenten, wissenschaftsbasierenden, lernenden und selbsthinterfragenden Verfahrens auf einen offenen, wissenschaftlichen Diskurs und ein hohes Maß an Fachkompetenz und wissenschaftlicher Urteilsfähigkeit. Durch eine ergebnisoffene und selbstreflektierende Arbeitsweise streben wir ein Höchstmaß an Objektivität an. Die Nachvollziehbarkeit unserer wissenschaftlichen Erkenntnisse ist uns sehr wichtig, daher dokumentieren wir Ergebniswege, relevante Zwischenergebnisse und die Grundlagen unserer Arbeit und machen sichtbar, wer an unserer Arbeit beteiligt ist. Die Belastbarkeit und Reproduzierbarkeit unserer Arbeiten ist uns genauso wichtig, wie die stetige Verbesserung unserer Arbeiten.

<https://www.bge.de/de/endlagersuche/forschung/>



Abb. 9. Transparenz und Öffentlichkeitsbeteiligung. Quelle: BGE.

Forschungsaufrufe

Um unsere wissenschaftlichen Fragestellungen einem großen Kreis von Wissenschaftlern zugänglich zu machen, stellen wir diese auf unserer Internetseite vor. Unter www.bge.de/de/aktuelles/forschungsaufrufe/ kann sich jede interessierte wissenschaftliche Institution und jedes interessierte Unternehmen mit innovativen Ideen an unseren Forschungsaufrufen beteiligen.

Auszug Forschungsvorhaben

Im Folgenden eine Auswahl von Forschungsvorhaben, die derzeit bei der BGE im Rahmen der Standortauswahl laufen bzw. als Projektidee in der Beantragung sind:

- Thermische Integrität von Ton und Tonsteinen - Experiment und gekoppelte THMC - Simulationen.
- MATURITY: Bewertung von unterschiedlich stark diagenetisch geprägten Tonsteinen hinsichtlich der Veränderung ihrer Eignung als Wirtsgestein.
- Berücksichtigung subglazialer Erosionsprozesse bei der Standortauswahl: Prognostische Untersuchung zu den Auswirkungen kommender Eiszeiten auf die Eignung von Standorten.
- Neotektonische Aktivität in Mittel- und Süddeutschland: Entwicklung einer Methodik zur Abschätzung von neotektonisch bedingter Gebirgsbeeinflussung im Nahbereich von Störungszonen.
- AMPEDEK: Erstellung eines „Atlas der Mineralogischen und Petrophysikalischen Eigenschaften Deutscher Kristalliner Wirtsgesteine“
- PRECODE: Beteiligung an einem Untertagelabor in der Schweiz mit dem Ziel des verbesserten Verständnisses von auffahrungsbedingten Auflockerungszonen, Kompensationsmethoden und der Bewertung der Langzeitsicherheit.



Abb. 10. Wissenschaftsbasiertes Verfahren. Quelle: BGE.