



A systematic approach for surface exploration of sites – a database to research and evaluate suitable methods

Raphael Dlugosch, Thies Beilecke, Tilo Kneuker, Lukas Pollok, Lisa Richter,
Nicole Schubarth-Engelschall, and Ralf Semroch

Federal Institute for Geosciences and Natural Resources (BGR), Hannover, 30655, Germany

Correspondence: Raphael Dlugosch (raphael.dlugosch@bgr.de)

Published: 10 November 2021

Abstract. The site selection procedure for a high-level radioactive waste repository in Germany is based on the Repository Site Selection Act (StandAG, 2017), which comprises three phases. In phase 2, the Federal Company for Radioactive Waste Disposal (BGE) will conduct surface exploration. Based on the exploratory findings, the further developed preliminary safety analyses, the common requirements and criteria, and socioeconomic potential analyses will be applied feeding into proposed sites for underground exploration.

Commissioned by the BGE, the Federal Institute for Geosciences and Natural Resources (BGR) contributes to this procedure with the projects “GeoMePS” and “ZuBeMERk”, which compile and assess geoscientific and geophysical methods and programs for surface exploration. Their common goal is to develop recommendations for surface exploration of siting regions. For this purpose, the BGR has developed a systematic approach that includes (1) deducing 186 exploration targets (Kneuker, 2020) based on the requirements defined by StandAG, (2) compilation of geoscientific and geophysical exploration methods in a database structure, and (3) analysis of case studies of national and international exploration programs for high-level radioactive waste disposal.

During step (2) the BGR developed the database “GeM-DB” which utilizes MS SQL Server 2017 and PHP scripts for a browser-based interface (Beilecke, 2021). Both lead to a highly customizable, user-friendly database enabling further adaptations, expansions and analyses of the contents. Merging the knowledge of about 100 BGR experts, the database currently comprises approx. 140 geoscientific and geophysical exploration methods, including basic information and essential metadata to evaluate the general applicability of the methods for surface exploration of the three defined host rocks (crystalline rock, claystone, rock salt). Additionally, the methods are rated according to their suitability for the previously defined exploration targets. An example for a method selection, which is suitable to target fault zones (exclusion criterion 2, StandAG) is given in Fig. 1.

In step (3) the BGR screens national and international waste disposal programs exploring for crystalline rock, claystone, and rock salt and feeds the obtained information back into “GeM-DB”. The entire systematic approach of the projects “GeoMePS” and “ZuBeMERk” aims to develop recommendations for a non-destructive and minimally invasive surface exploration program of siting regions in Germany, regarding the lithological, structural, mechanical, and hydrogeological characterization of the different host rock formations.

Kurzfassung. Das Standortauswahlverfahren für ein Endlager für hochradioaktive Abfälle in Deutschland basiert auf dem Standortauswahlgesetz (StandAG, 2017), das drei Phasen umfasst. In Phase 2 wird die Bundesgesellschaft für Endlagerung (BGE) mit der übertägigen Erkundung beginnen. Auf der Grundlage der Untersuchungsergebnisse werden die weiterentwickelten vorläufigen Sicherheitsanalysen, die allgemeinen Anforderungen und Kriterien sowie sozioökonomische Potenzialanalysen angewandt, die in die Vorschläge von Standorten einfließen werden, die für die untertägige Erkundung geeignet sind.

Im Auftrag der BGE trägt die Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR) zu diesem Verfahren mit den Projekten „GeoMePS“ und „ZuBeMERk“ bei, in denen geowissenschaftliche und geophysikalische Methoden und Programme zur übertägigen Erkundung zusammengetragen und bewertet werden. Ihr gemeinsames Ziel besteht in der Entwicklung von Empfehlungen für die übertägige Erkundung von Stand-

ortregionen. Zu diesem Zweck wurde von der BGR ein systematischer Ansatz entwickelt, der Folgendes umfasst: (1) die Ermittlung von 186 Erkundungszielen (Kneucker, 2020) auf der Grundlage der vom StandAG definierten Anforderungen, (2) Zusammenstellung geowissenschaftlicher und geophysikalischer Untersuchungsmethoden in einer Datenbankstruktur und (3) Analyse von Fallstudien aus nationalen und internationalen Untersuchungsprogrammen für die Endlagerung hochradioaktiver Abfälle.

Während der Stufe (2) entwickelte die BGR die Datenbank „GeM-DB“, in der Microsoft SQL Server 2017 und PHP-Skripte für eine browserbasierte Schnittstelle genutzt werden (Beilecke, 2021). Beide führen zu einer in hohem Maße anpassungsfähigen, nutzerfreundlichen Datenbank, mit der weitere Adaptionen, Erweiterungen und Analysen ihres Inhalts möglich sind. Durch die Zusammenführung des Wissens von ungefähr 100 BGR-Experten enthält die Datenbank derzeit annähernd 140 geowissenschaftliche und geophysikalische Untersuchungsmethoden, einschließlich grundlegender Informationen und essenzieller Metadaten zur Beurteilung der generellen Anwendbarkeit der Methoden für die übertägige Erkundung der drei definierten Wirtsgesteine (kristallines Gestein, Tongestein, Steinsalz). Darüber hinaus werden die Methoden nach ihrer Eignung für die zuvor definierten Untersuchungsziele bewertet. Ein Beispiel für die Methodenauswahl, die für die Anwendung bei Störungszonen geeignet ist (Ausschlusskriterium 2, StandAG), ist in Abb. 1 dargestellt.

In Stufe (3) werden von der BGR nationale und internationale Programme zur Lagerung von Abfällen durchsucht, die sich mit der Untersuchung von kristallinem Gestein, Tongestein und Steinsalz befassen, und die so gewonnenen Informationen wiederum in die Datenbank „GeM-DB“ eingegeben. Der ganze systematische Ansatz der Projekt „GeoMePS“ und „ZuBeMerk“ zielt darauf ab, Empfehlungen für ein zerstörungsfreies und minimalinvasives Programm für die übertägige Erkundung von Standortregionen in Deutschland zu geben, in dem die lithologische, strukturelle, mechanische und hydrogeologische Charakterisierung der unterschiedlichen Wirtsgesteinsformationen berücksichtigt wird.

The screenshot displays the GeM-DB web interface. At the top, there are logos for GeM-DB and BGR. Below the logos, navigation links include 'Startseite', 'Lesebereich auswählen', 'Erkundungsziele (gruppiert nach StandAG)', and 'Lesen'. The main heading is 'LESEN'. The content is titled 'Räumliche Lage, Geometrie und Ausdehnung einer Störung/Störungszone' and references 'basierend auf § 22 Abs. 2 Nr. 2 StandAG bzw. AK-2 des BGR-Berichts vom 17.04.2020'. A sub-heading indicates '(Kriterium: Aktive Störungszonen)' and 'u. a. auch von der die Störung umgebenden Zerrüttungszonenbreite'. The interface lists 29 methods, categorized into two groups:

- Sehr gut geeignet sind die folgenden sieben Methoden:**
 - Bohrloch: Dipmeter (S/T/D)
 - Geologische Kartierung (K/T/D)
 - Hyperspektrale Verfahren (Fernbereich) (K/S/T/D)
 - Light Detection and Ranging (LIDAR) (K/S/T/D)
 - Multispektrale Verfahren (K/S/T/D)
 - Synthetic Aperture Radar (SAR) (K/S/T/D)
- Gut geeignet sind die folgenden 22 Methoden:**
 - Aeroelektromagnetik (K/S/T/D)
 - Aerogravimetrie (K/S/T/D)
 - Aeromagnetik (K/S/T/D)
 - Aeroradiometrie (K/S/T/D)
 - Bohrloch: Akustische Eigenschaften (K/S/T/D)
 - Bohrloch: Akustisches Bohrlochfernsehen (K/S/T/D)

Figure 1. An example for a selection of methods suitable to target fault zone (exclusion criterion 2).

References

Beilecke, T.: Zusammenstellung und Bewertung von geophysikalischen Methoden zur übertägigen Erkundung (ZuBeMErk), Geschäftszeichen B3.2/B50161-16/2021-0002/001, BGR – Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe, Hannover, 2021.

Kneuker, T.: Zusammenstellung von Erkundungszielen für die übertägige Erkundung gemäß §16 Stand AG, Zwischenbericht, Geschäftszeichen B3.2/B50161-17/2020-0001/001, BGR – Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe, Hannover, 2020.

StandAG: Gesetz zur Aufsuchung und Auswahl eines Standortes für ein Endlager für hochradioaktive Abfälle, Standortauswahlgesetz vom 5. Mai 2017 (BGBl. S. 1074) das zuletzt durch Artikel 12 Absatz 16 des Gesetzes vom 20. Juli 2017 (BGBl. S. 2808) geändert worden ist (Standortauswahlgesetz – StandAG), 2017.