



Michigan International Copper Analogue (MICA) project – current status

Axel Liebscher¹, Heini Reijonen², Ismo Aaltonen², Christina Lilja³, Simon Norris⁴, Lindsay Waffle⁵,
and Nikitas Diomidis⁶

¹Federal Company for Radioactive Waste Disposal (BGE), Peine, 31224, Germany

²Geological Survey of Finland (GTK), Vuorimiehentie 5, 02151, Finland

³Swedish Nuclear Fuel and Waste Management Co. (SKB), P.O. Box 3091, Solna, 169 03, Sweden

⁴Radioactive Waste Management (RWM), Building 329 West Thomson Avenue,
Harwell Oxford, Didcot, OX11 0GD, England

⁵Nuclear Waste Management Organization (NWMO),
22 St. Clair Avenue East, 4 floor, Toronto, ON, M4T 2S3, Canada

⁶National Cooperative for the Disposal of Radioactive Waste (Nagra),
Hardstrasse 73, Wettingen, 5430, Switzerland

Correspondence: Axel Liebscher (axel.liebscher@bge.de)

Published: 10 November 2021

Abstract. One of the key requirements for the deep geological disposal of high-level nuclear waste is the assessment of its long-term performance and safety (up to 1 Ma). Regarding engineered barrier system materials, such as copper, much of the data available comes from short-term investigations, such as laboratory experiments at different scales. Copper is an important part of many waste packaging and disposal concepts, e.g. KBS-3 developed in Sweden and Finland and Mark II developed in Canada.

Natural analogues provide another important way of obtaining understanding on potential repository system behavior. Observations made from the geological systems can be utilized in the safety case, providing information on the assessment time scale. Copper analogue studies (both natural analogues and archaeological analogues) have been reported in the literature and they have been extensively reviewed by various authors (e.g. Miller et al., 2000) and by safety case projects (e.g. Reijonen et al., 2015) within waste management organizations. So far, only a few studies have focussed on the general stability of native copper within its natural media (e.g. Milodowski et al., 2000; Marcos, 2002).

Keweenaw native copper occurrences (Lake Superior, USA) have been mentioned as a qualitative source of information (e.g. in Miller et al., 2000); however, data to be used in process-based safety assessments for geological disposal are lacking. These deposits have been mined for a long time and there is a great deal of knowledge related to them as well as samples collected, but no formal review has been made from the geological disposal point of view. The native copper at the Keweenaw area reflects various geological environments from bedrock to sediment and even anthropogenic mine site remnants and geochemical environments (e.g., anoxic vs. oxic, sulphur-free vs. sulphur-bearing). It thus provides a unique complementary data source that will be useful for estimating processes governing behavior of metallic copper. The MICA project phase I systematically collects and reviews the existing literature and data on the Michigan copper analogue sites and available sampling potential. Here, we present the current status of the project.

Kurzfassung. Eine der wichtigsten Voraussetzungen für die Endlagerung hochradioaktiver Abfälle in tiefen geologischen Formationen ist die Bewertung ihrer langfristigen Leistungsfähigkeit und Sicherheit (bis zu 1 Mio. Jahre). Viele der verfügbaren Daten zu Materialien für technische Barriersysteme, wie beispielsweise Kupfer, stammen aus Kurzzeituntersuchungen, z. B. Laborexperimenten in verschiedenen Größenordnungen. Kupfer ist ein wichtiger Bestandteil vieler Abfallverpackungs- und Entsorgungskonzepte, z. B. des in Schweden und Finnland entwickelten KBS-3 und des in Kanada entwickelten Mark II.

Natürliche Analoga bieten eine weitere wichtige Möglichkeit, das Verhalten potenzieller Endlagersysteme zu verstehen. Beobachtungen aus den geologischen Systemen können für den Sicherheitsnachweis herangezogen werden und geben Aufschluss über den Bewertungszeitraum. Studien zu Kupferanaloga (sowohl natürliche als auch archäologische Analoga) wurden in der Literatur beschrieben und von verschiedenen Autoren (z. B. Miller et al., 2000) und im Rahmen von Sicherheitsprojekten (z. B. Reijonen et al., 2015) innerhalb von Abfallentsorgungsorganisationen eingehend untersucht. Bisher lag der Fokus nur weniger Studien auf der allgemeinen Stabilität von metallischem Kupfer in seiner natürlichen Umgebung (z. B. Milodowski et al., 2000; Marcos, 2002).

Kupfervorkommen in Keweenaw (Lake Superior, USA) wurden als qualitative Informationsquelle erwähnt (z. B. in Miller et al., 2000); es fehlen jedoch Daten, die für prozessbasierte Sicherheitsbewertungen für die geologische Endlagerung verwendet werden können. Diese Lagerstätten werden schon seit langem abgebaut, und es sind umfangreiche Kenntnisse über sie sowie entnommene Proben vorhanden, aber es wurde noch keine formelle Überprüfung unter dem Gesichtspunkt der geologischen Entsorgung durchgeführt. Das Kupfervorkommen im Keweenaw-Gebiet spiegelt verschiedene geologische Umgebungen wider, vom Grundgebirge über Sedimente bis hin zu anthropogenen Überresten von Minenstandorten und geochemischen Umgebungen (z. B. anoxisch vs. oxisch, schwefelfrei vs. schwefelhaltig). Es stellt somit eine einzigartige ergänzende Datenquelle dar, die für Simulationsprozesse zum Verhalten metallischen Kupfers hilfreich sein wird. In Phase I des MICA-Projekts (MICA: „Michigan international copper analogue project“) werden systematisch die vorhandene Literatur und die Daten zu den Kupferanalogstandorten in Michigan sowie das Potenzial der verfügbaren Proben gesammelt und überprüft. Hier stellen wir den aktuellen Stand des Projekts vor.

References

- Milodowski, A. E., Styles, M. T., and Hards, V. L.: A natural analogue for copper waste canisters: The copper-uranium mineralised concretions in the Permian mudrocks of south Devon, United Kingdom, Technical Report TR-00-11, Swedish Nuclear Fuel and Waste Management Co. (SKB), Stockholm, Sweden, 84 pp., 2000.
- Marcos, N.: Lessons from nature. The behaviour of technical and natural barriers in the geological disposal of spent nuclear fuel, Acta Polytechnica Scandinavica, Civil Engineering and Building Construction Series No. 124, Finnish Academy of Technology, Espoo, Finland, 2002.
- Miller, W. M., Alexander, W. R., Chapman, N. A., McKinley, I. G., and Smellie, J. A. T.: The geological disposal of radioactive wastes and natural analogues: lessons from nature and archaeology, Waste management series Vol. 2, Elsevier Science Ltd. Pergamon, Oxford, UK, 332 pp., 2000.
- Reijonen, H., Alexander, W. R., Marcos, N., and Lehtinen, A.: Complementary considerations in the safety case for the deep repository at Olkiluoto, Finland: support from natural analogues, Swiss J. Geosci. 108, 111–120, 2015.