



PREDIS: innovative ways for predisposal treatment and monitoring of low and medium radioactive waste

Ernst Niederleithinger¹, Vera Lay¹, Christian Köpp¹, Erika Holt², and Maria Oksa²

¹Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM), 12205 Berlin, Germany

²Technical Research Centre of Finland (VTT), Espoo, Finland

Correspondence: Ernst Niederleithinger (ernst.niederleithinger@bam.de)

Published: 10 November 2021

Abstract. The EURATOM PREDIS project (<http://www.predis-h2020.eu>, last access: 25 October 2021) targets the development and implementation of activities for predisposal treatment of radioactive waste streams other than nuclear fuel and high-level radioactive waste. It started on 1 September 2020 with a 4 year duration. The consortium includes 47 partners from 17 member states. The overall budget of the project is EUR 23.7 million, with EC contribution of EUR 14 million. The PREDIS project develops and increases the technological readiness level (TRL) of treatment and conditioning methodologies for wastes for which no adequate or industrially mature solutions are currently available, including metallic materials, liquid organic waste and solid organic waste. The PREDIS project also develops innovations in cemented waste handling and predisposal storage by testing and evaluating. The technical work packages align with priorities formulated within the Roadmap Theme 2 of *EURAD* (https://www.ejp-eurad.eu/sites/default/files/2021-09/2_Predisposal_Theme_Overview.pdf, last access: 15 October 2021), Nugenia Global Vision (<https://snetp.eu/wp-content/uploads/2020/10/Global-vision-document-ves-1-april-2015-aa.pdf>, last access: 15 October 2021) and with those identified by the project's industrial end users group (EUG). The PREDIS will produce tools guiding decision making on the added value of the developed technologies and their impact on the design, safety and economics of waste management and disposal.

Four technical work packages are focusing on specific waste types: metallic, liquid organic, solid organic, and cemented wastes. For the first three, the main aim lies in processing, stabilizing, and packaging the different waste streams, e.g. by using novel geopolymers, to deliver items which are in line with national and international waste acceptance criteria. In contrast, the fourth technical work package has a different focus.

To provide better ways for a safe and effective monitoring of cemented waste packages including prediction tools to assess the future integrity development during predisposal activities, several digital tools are evaluated and improved. Safety enhancement (e.g. less exposure of testing personnel) and cost-effectiveness are part of the intended impact. The work includes but is not limited to inspection methods, such as muon imaging, wireless sensors integrated into waste packages as well as external package and facility monitoring, such as remote fiber optic sensors. The sensors applied will go beyond radiation monitoring and include proxy parameters important for long-term integrity assessment (e.g. internal pressure). Sensors will also be made cost-effective to allow the installation of many more sensors compared to current practice. The measured data will be used in digital twins of the waste packages for specific simulations (geochemical, integrity) providing a prediction of future behavior. Machine learning techniques trained by the characterization of older waste packages will help to connect the models to the current data. All data (measured and simulated) will be collected in a joint database and connected to a decision framework to be used at actual facilities.

The presentation includes detailed information about the various tools under consideration in the monitoring of cemented waste packages, their connection and first results of the research.

Kurzfassung. Das EURATOM-PREDIS-Projekt (<http://www.predis-h2020.eu>, letzter Zugriff: 25 Oktober 2021) zielt auf die Entwicklung und Umsetzung von Aktivitäten zur Behandlung von anderen radioaktiven

Abfallströmen als Kernbrennstoff und hochradioaktivem Abfall vor der Endlagerung. Es begann am 1. September 2020 mit einer Laufzeit von vier Jahren. Dem Konsortium gehören 47 Partner aus 17 Mitgliedstaaten an. Das Gesamtbudget des Projekts beträgt EUR 23,7 Mio., wobei die EU einen Beitrag von EUR 14 Mio. leistet. Das PREDIS-Projekt entwickelt und erhöht den „technological readiness level“ (TRL) von Behandlungs- und Konditionierungsmethoden für Abfälle, für die es derzeit keine adäquaten oder industriell ausgereiften Lösungen gibt, einschließlich metallischer Materialien, flüssiger organischer Abfälle und fester organischer Abfälle. Im Rahmen des PREDIS-Projekts werden auch Innovationen für die Handhabung von zementierten Abfällen und die Lagerung vor der Entsorgung durch Tests und Bewertungen entwickelt. Die technischen Arbeitspakete stimmen mit den Prioritäten überein, die in der Roadmap Theme 2 von EURAD (https://www.ejp-eurad.eu/sites/default/files/2021-09/2_Predisposal_Theme_Overview.pdf, letzter Zugriff: 15 Oktober 2021), Nugenia Global Vision (<https://snetp.eu/wp-content/uploads/2020/10/Global-vision-document-ves-1-april-2015-aa.pdf>, letzter Zugriff: 15 Oktober 2021) und den von der industriellen Endnutzergemeinschaft (EUG) des Projekts festgelegten Prioritäten formuliert wurden. PREDIS wird Instrumente zur Entscheidungsfindung hinsichtlich des Mehrwerts der entwickelten Technologien und deren Auswirkungen auf das Design, die Sicherheit und die Wirtschaftlichkeit der Abfallwirtschaft und -entsorgung entwickeln.

Vier technische Arbeitspakete konzentrieren sich auf bestimmte Abfallarten: metallische, flüssige organische, feste organische und zementierte Abfälle. Bei den ersten drei liegt das Hauptziel in der Verarbeitung, Stabilisierung und Verpackung der verschiedenen Abfallströme, z. B. durch den Einsatz neuartiger Geopolymere, um Produkte zu liefern, die den nationalen und internationalen Abfallannahmekriterien entsprechen. Im Gegensatz dazu hat das vierte technische Arbeitspaket einen anderen Schwerpunkt.

Um bessere Verfahren für eine sichere und wirksame Überwachung von zementierten Abfallgebänden bereitzustellen, einschließlich Prognosewerkzeugen zur Bewertung der künftigen Integritätsentwicklung während der Aktivitäten vor der Endlagerung, werden mehrere digitale Werkzeuge bewertet und verbessert. Die Verbesserung der Sicherheit (z. B. geringere Exposition des Prüfpersonals) und der Kosteneffizienz sind Teil der beabsichtigten Auswirkungen. Die Arbeiten umfassen u. a. Inspektionsmethoden wie die Bildgebung mit Myonen, drahtlose Sensoren, die in Abfallgebände integriert sind sowie die externe Überwachung von Gebänden und Anlagen, z. B. mit faseroptischen Fernsensoren. Die eingesetzten Sensoren gehen über die Strahlungsüberwachung hinaus und umfassen wichtige Proxy-Parameter auch für die Bewertung der langfristigen Integrität (z. B. Innendruck). Die Sensoren werden auch kostengünstig sein, so dass im Vergleich zur derzeitigen Praxis viel mehr Sensoren installiert werden können. Die gemessenen Daten werden in digitalen Zwillingen der Abfallgebände für spezifische Simulationen (geochemische Integrität) verwendet, die eine Vorhersage des zukünftigen Verhaltens ermöglichen. Techniken des maschinellen Lernens, die durch die Charakterisierung älterer Abfallgebände trainiert wurden, tragen dazu bei, die Modelle mit den tatsächlichen Daten zu verbinden. Alle Daten (gemessene und simulierte) werden in einer gemeinsamen Datenbank gesammelt und mit einem Entscheidungsrahmen verbunden, der in tatsächlichen Anlagen verwendet werden kann.

Die Präsentation enthält detaillierte Informationen über die verschiedenen Instrumente, die bei der Überwachung von zementierten Abfallgebänden in Betracht gezogen werden, ihre Verbindung und erste Ergebnisse unserer Forschung.

Financial support. This research has been supported by the H2020 Euratom (grant no. 945098).