

Gedanken zur BGZ-Fachtagung 2025

24.2.2026, Dannenberg

Oda Becker

Umfang Forschungsprogramm

- Anders als im letzten BGZ-Fachworkshop 2023, wurde nicht immer wieder betont, dass die Zeitänderung in Standortauswahl keine Auswirkungen auf Forschungsstrategie habe und CASTOR in jedem Fall für verlängerte ZL sicher sei.
- **Das BGZ-Forschungsprogramm wurde erheblich erweitert.**
- BGZ betonte die vielen Veröffentlichungen sowie nationalen und internationalen Kooperationen mit Universitäten, Forschungsinstituten und Unternehmen.
- *Ob der Umfang des Forschungsprogramms ausreichend ist, bzw. welche Forschungsvorhaben fehlen, kann zum jetzigen Zeitpunkt nicht bewertet werden.*
- Es wurden vor allem Aufbauten von Experimenten und Modellbildung für Simulationen vorgestellt.
Resultate liegen nicht vor bzw. wurden nicht vorgestellt.
- Forschung hinsichtlich der Sicherheit der hochradioaktiven Materialien für die Endlagerung ist zum Beispiel nicht Teil des Programms.

<https://bgz.de/forschungsprogramm/>

Forschung zu Behältern

- Schneider-Eickhoff (BGZ) erklärte, dass die Anforderungen an die Nachweisführung zur verlängerten Zwischenlagerung anders sind, da sich der Betrachtungszeitraum erheblich verlängert hat.
- **BGZ-eigene Forschung ist wichtig.**
- Forschungsvorhaben im Bereich Behälter sind
 - OBSERVE (Dosisleistungs- und Temperaturmessprogramm zur Zustandsüberwachung beladener Behälter),
 - DPOPT (Optimierung des Druckschalters zur Erhöhung seiner Zuverlässigkeit) sowie
 - MSTORE (Langzeitverhalten von Metalledichtungen).

Forschung zu Metalldichtungen

- Das Forschungsprogramm zur Alterung der Metalldichtungen (MSTOR - Metal Seals long-term STORrage) ist noch immer am Anfang.
 - Bisheriges Ergebnis: Nach 100 Jahren noch 40 % der Rückstellkraft vorhanden.
 - Eine Einordnung wieviel Prozent für eine ausreichende Dichtwirkung erforderlich sind und nach wie vielen Jahren diese erreicht wird, wurde nicht präsentiert.
 - (Aussagen wesentlich zurückhaltender)
- BGZ hat mit Bewertung der gealterten Metalldichtungen bei Unfall- und Störfallbedingungen begonnen. Vorgealterte Dichtungen werden für Projekte **MShft** und **MLift** verwendet.
- Zusätzlich ist das Programm MSim gestartet, um ein Prognosemodell für die Alterung der Dichtungen zu etablieren.

Gamma- und Neutronenradiographie

- Gamma- und Neutronenradiographie wurde als nicht invasives Monitoringsystem im Vorhaben **DCS-Monitor II** entwickelt.
- Es sind aber weitere Entwicklungsschritte nötig, um das Verfahren zu etablieren: Ziel ist die Fertigstellung bis 2028.
- Eine Wiederholung der Messung auf einem separaten Inspektionsplatz war notwendig (sonst Effekt anderer Behälter).
- ZL Nord:

Forschungsprogramm Observe

- Mit OBSERVE soll eine Zustandsbewertung beladener Transport- und Lagerbehälter (TLB) erfolgen.
- Im Einlagerungsbetrieb werden für jeden TLB **Dosisleistungs-Messwerte** ermittelt.
- Gemessene Dosisleistungen können bei Wiederholungsmessung Hinweise auf signifikante Veränderung von Inventar und Behälter liefern.
- Stand: Berechnungsmethode für die rechnerische Dosis-Leistungsvorhersage ist prinzipiell geeignet, benötigt aber genauere Charakterisierung und Quantifizierung der Messunsicherheit.
- In OBSERVE Phase II soll die messtechnische Umsetzung des Konzepts aus OBSERVE Phase I erfolgen.
- Machbarkeitsstudie in Phase 1 konzentrierte sich auf große hypothetische Veränderungen (Brennstoffaustritt von 50 kg oder Moderatorsplatt von 100 mm). Diese Veränderungen konnten durch Neutronen- und Gammadosisleistungs-Messungen (NDL/GDL) festgestellt werden.
- Plan: Es sollen nicht alle Behälter gemessen werden, sondern eine *repräsentative* Auswahl. Über Umfang dieser repräsentativen Auswahl wurde nichts gesagt.
- Die Erstmessung ist für 2028 geplant. Es wird voraussichtlich im Empfangsbereich gemessen.
- **Ziel: Alterungseffekte auszuschließen.**

Projekt DPOPT

- Der Druckschalter bzw. seine Komponenten fehleranfällig für lange Lagerzeit.
- Der Prototyp für den Druckschalter ist entwickelt und die Belastungstests sind erfolgreich abgeschlossen (Projekt DPOPT).
- Es ist eine Qualifikation der Glasdurchführung bei der BAM vorgesehen, um die Schalter serienreif herstellen zu können.
- Es gibt noch ausreichend alte Schalter, die für einen ggf. erforderlichen Austausch verwendet werden können.
- Ein präventiver Austausch scheint nicht geplant zu sein, es ist nicht ganz klar, wann und wie die neu entwickelten Druckschalter eingesetzt werden.

Projekt Myonenradiographie

- J. Niedermeier (TU München) erstellte ihre Doktorarbeit zur Myonenradiographie von TLB. Messungen fanden im ZL Grafenrheinfeld statt.
- Ziel war Unterscheidung zwischen Brennelementen und Dummy Elementen (2 von 3 fehlenden BE wurden gesehen, dies wird als gut bewertet.)
- Messungen mit Myonenradiographie sind nicht so einfach. Messzeit ist zu lang, und die Randbedingungen im ZL sind schwierig. Die Doktorarbeit ist beendet. Fazit: Es wird schwierig sein, Einzelstäbe aufzulösen.
- Es ist nicht abzusehen, wie lange es noch dauert, bis Brennelementschäden mithilfe von Myonen detektiert werden können und ob dies jemals gelingt.
- Zwischenlager Grafenrheinfeld

Forschungsprojekte zu Brennelementen

- 9 Forschungsprojekte zu Brennelementen (BE) werden zurzeit durchgeführt.
- Erste Projekte sind abgeschlossen, Ergebnisse wurden nicht geteilt.
- BGZ sieht bei BE von Forschungs- und Versuchsreaktoren und HAW-Kokillen keinen Forschungsbedarf, beobachtet Forschung in anderen Ländern.
- Projekt **LEDA** bei Studsvik (Schweden) generiert riesige Datenmengen zum Verhalten von Brennstäben unter Zwischenlagerbedingungen.
- Für 1. Kampagne wurden 6 bestrahlte Brennstäbe aus Bestand von Studsvik Diese wird 2026 abgeschlossen. 2 weitere Kampagnen werden folgen. Ergebnisse 2032 erwartet.

Forschungsprojekte zu Brennelementen

- Die aktuelle Phase des Projekts **SCIP-V (Studsvik Cladding Integrity Project)** mit einer Laufzeit von Juli 2024 bis Juni 2029 umfasst als intern. 44 Organisationen aus 15 Ländern. Kriechverhalten der Hüllrohre unter Zwischenlagerungsbedingungen.
- Im Projekt **HYDAX**, untersuchen BGZ und Paul Scherrer Institut (PSI), ob das Hüllrohr während der Zwischenlagerung beständig ist. Ergebnisse werden Ende 2026 vorliegen.
- Im Projekt **Bend & Break** im JRC Karlsruhe wird die Freisetzung in potentiellen Unfallsituationen untersucht, dabei wird mit Hammer auf Brennelemente geschlagen.
 - Bei Hochabbrand BE wird deutlich mehr freigesetzt.
 - Welche unfallbedingten Belastungen damit repräsentiert werden, konnte nicht erklärt werden.
- Für Brennelemente mit geringem Abbrand sind weitere Untersuchungen notwendig, um die Effekte besser zu verstehen. (Projekt **LAGER**)
- Das neue Forschungsprojekt **SKELETON** bewertet die mechanische Integrität von Strukturteilen bestrahlter Leichtwasser-BE. Dies ist eine gute Erweiterung des bisherigen Forschungsprogramms. Quantitative Ergebnisse wurden nicht mitgeteilt.

Fazit

- Insgesamt geht die Forschung immer noch zu stark von der Prämisse aus, dass keine schädlichen Alterungsprozesse auftreten werden.
- Fachworkshop war wieder eher eine Lobbyveranstaltung der BGZ als ein Fachworkshop, in dem kritische Fragen mit einer Fachöffentlichkeit diskutiert wurden.
- Das Forschungsprogramm ist noch im Aufbau, und insbesondere LEDA hat bisher noch kaum Ergebnisse geliefert.
- Es ist zu befürchten, dass es bis zum Start der Genehmigungsverfahren in Gorleben und Ahaus, nicht ausreichend Ergebnisse gibt, um die Sicherheit in Nachweisen zu gewährleisten.
- Entscheidende Fragestellung ist, wie Experimente in Modellbildung für Nachweisführung übertragen werden sollen. Das scheint noch ein weiter Weg zu sein. (Für die Genehmigungen der Standortzwischenlager in den 2040er Jahren könnte es ausreichend sein.)
- Mitglieder der BASE waren nicht unter den Vortragenden oder Teilnehmenden. Bunzmann erklärte, sie hatten eine andere Veranstaltung, für ihn sei (ebenso) die Fragestellung relevant, wie aus den Experimenten eine Nachweisführung erfolgen soll.