

DIREKTE ENDLAGERUNG VON TRANSPORT- UND LAGERBEHÄLTERN

– ein umsetzbares technisches Konzept–

Reinhold Graf, Dr. Klaus-Jürgen Brammer
GNS Gesellschaft für Nuklear-Service mbH,
Wolfgang Filbert
DBE TECHNOLOGY GmbH

Entwicklungsziele

GNS und DBE TEC entwickeln als mögliche Alternative bzw. Ergänzung zum bestehenden Referenzkonzept POLLUX und zum Konzept der Bohrlochlagerung BSK3 gemeinsam das Konzept der direkten Endlagerung von Transport- und Lagerbehältern (Vorhaben DIREGT) /1/. Als Referenz dienen die Brennelementbehälter vom Typ CASTOR® V (rd. 120 Mg Leermasse, rd. 10 MgSM). Wesentliche Ziele dieses Ansatzes sind:

- Vermeidung der in den Konzepten POLLUX und BSK3 notwendigen, zeitlich, handhabungs- und strahlenschutztechnisch aufwändigen Zerlegung der Brennelemente in Brennstäbe und Strukturteile,
- Verringerung der Anzahl der Transfers von Abfallgebinden in ein Endlager und der Handhabungsvorgänge im Endlager, und
- Zurverfügungstellung einer für die Abfälle aus der Wiederaufarbeitung und für die direkte Einlagerung von bestrahlten Brennelementen einheitlichen Betriebstechnik im Endlager.

Hieraus leiteten sich für die weitere Entwicklung des Konzeptes folgende Fragestellungen ab:

- Anpassung der Schachtförderung an die hohe Nutzlast
- Anpassung der Streckenförderung an die hohen Nutzlasten und Entwicklung einer geeigneten Einlagerungstechnik
- Überlegungen zur Kritikalitätssicherheit zur Vorklärung für den Nachweis der Langzeitsicherheit

Eine erste Vorstudie aus dem Jahr 2004 bestätigte die grundsätzliche Machbarkeit der Schachtförderung. In zwei Phasen wurde anschließend das Konzept DIREGT soweit entwickelt, dass mit dem Nachweis der Genehmigungsfähigkeit begonnen werden kann und dazu die Erkenntnisse der zurzeit von BMU beauftragten vorläufigen Sicherheitsanalyse Gorleben (VSG) einfließen können. Da der Zeitplan des BMU von März 2010 den Abschluss der abschließenden Sicherheitsanalyse Gorleben etwa bis zum Jahr 2020 avisierte, bietet der jetzt erreichte Entwicklungsstand ein noch ausreichendes Zeitfenster bis zum angestrebten Nachweis der Genehmigungsfähigkeit des Konzeptes (Bild 1). Die Inbetriebnahme eines Endlagers wird für das Jahr 2035 angestrebt. Unter Berücksichtigung des für die abschließende Erkundung, für das erforderliche Planfeststellungsverfahren sowie

für den Bau des Endlagers notwendigen Zeitbedarfs sind alle Schritte der Konzeptentwicklung bzw. -absicherung jetzt einzuleiten.

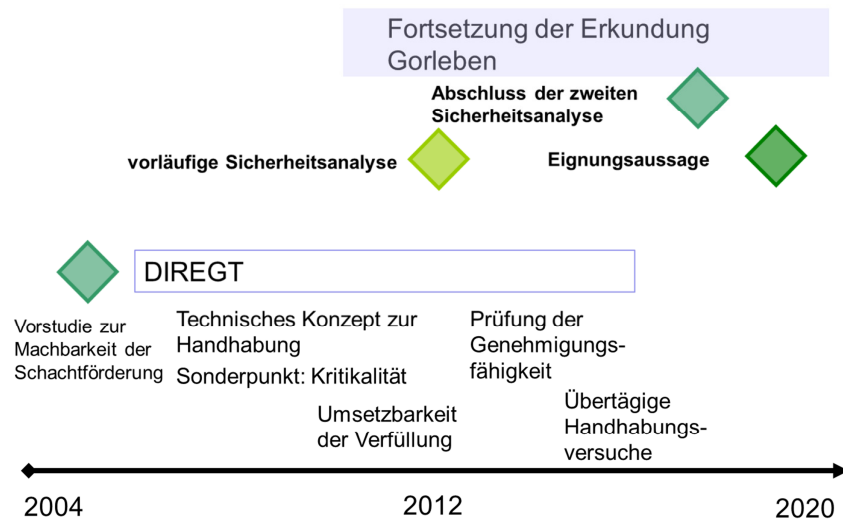


Bild 1: DIREGT – Zeitliche Entwicklung

Anpassung der Schachtförderung an die hohe Nutzlast

Für die direkte Endlagerung von CASTOR®V-Behältern ist eine Nutzlast von bis zu 160 Mg für den Behälter und zusätzlich eines ggf. erforderlichen Plateauwagens zu berücksichtigen. Aus einer Reihe von Alternativen der Schachtförderung /1/ fiel die Entscheidung für die Förderung eines horizontal auf einem Plateauwagen liegenden Behälters in einem „konventionellen“ Förderkorb, weil dieser Ansatz die größte Flexibilität für den Schachttransport anderer Behälter, Ausrüstungen, etc. sowohl nach Unter- wie nach Übertage bietet, bei den anderen Konzepten keine evidente Massenreduzierung zu erwarten ist, keine Neuentwicklung von Komponenten notwendig wird und an die Handhabung des Behälters keine besonderen Anforderungen gestellt werden.

Zur maschinentechnischen Ausstattung aller Komponenten des Schachtsystems kann auf übliche und marktgängige Komponenten zurückgegriffen werden. Bild 2 illustriert das derzeit vorgesehene Schachtfördersystem, den Bereich des untertägigen Füllortes und den Bereich der Rasenhängebank. Für den Plateauwagen wird eine gewichtsoptimierte Lösung angestrebt, die sich funktional eng an den Erfordernissen der Schachtbe- und -entladung orientiert. Eine Ablage des Behälters auf den Tragzapfen wird für den Schachttransport nicht angestrebt. Die Konzeptauslegung für die Schachtförderung wurde durch Deilmann Haniel Shaft Sinking geleistet.

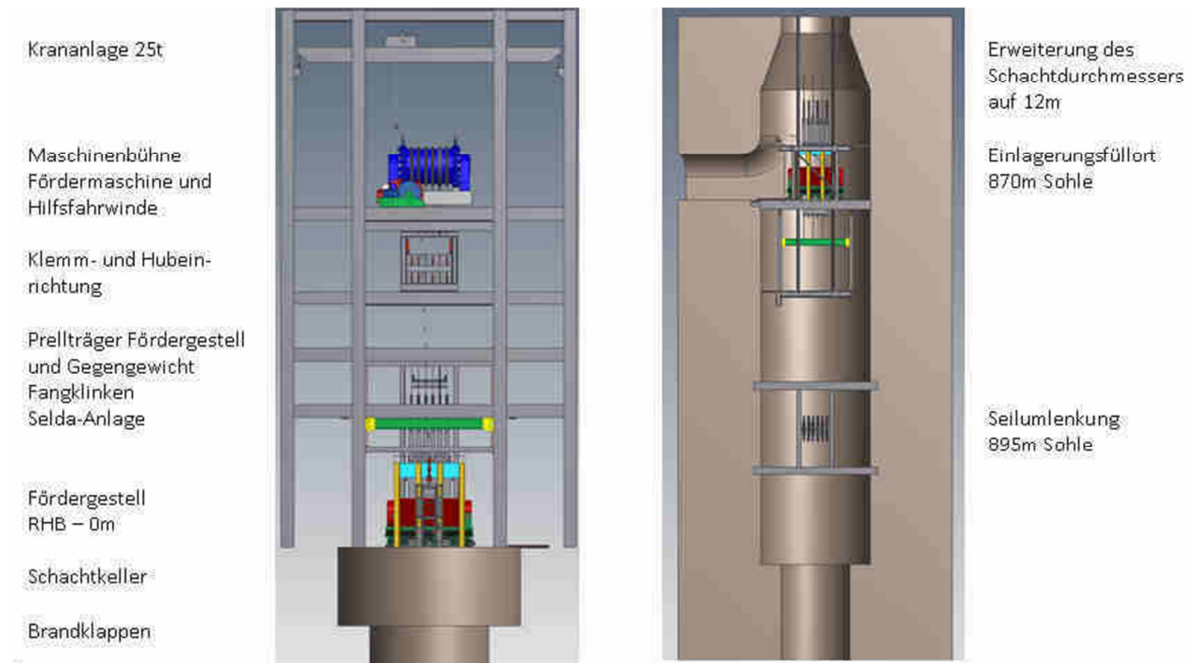


Bild 2: Schachtsystem

Streckenförderung und Einlagerungstechnik

Es ist vorgesehen, den Behälter im Füllort von dem Schachtplateauwagen auf die Transport- und Einlagerungsvorrichtung zur Streckenförderung umzuladen. Dazu wurde eine Umladeeinrichtung vorkonzeptioniert (s. Bild 3). Bei der Konstruktion der Anlage wurde auf die Erfahrungen des Projekts DENKMAL zurückgegriffen /4/.

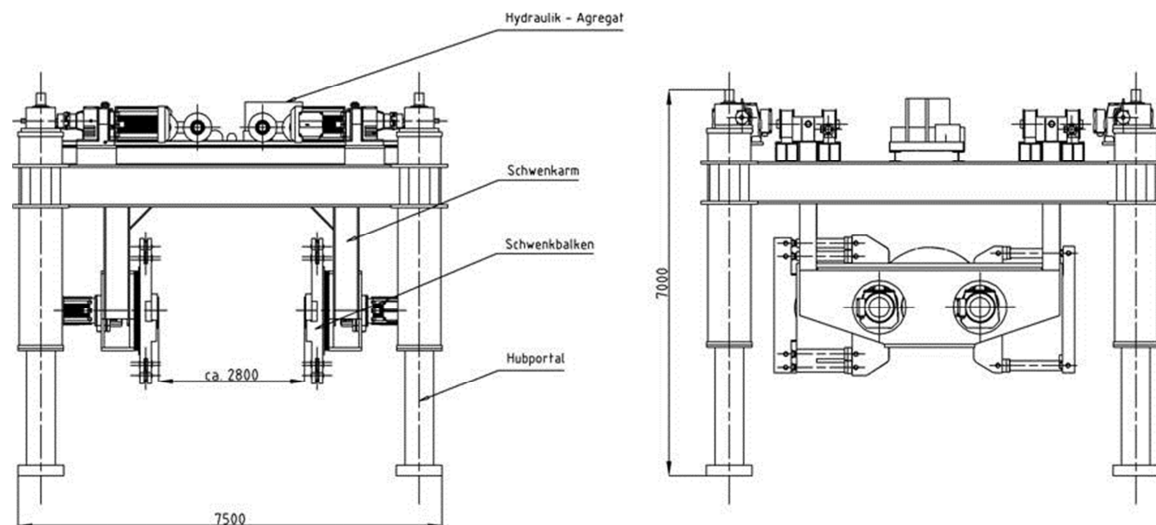


Bild 3: Übergabestation am Füllort

Der untertägige Transport soll gleisgebunden erfolgen. Eine Akku-Lok zieht/schiebt eine Transport- und Einlagerungsvorrichtung, auf dem der Behälter aufliegt. Die

Behälter sollen in kurze horizontale Bohrlöcher eingelagert werden. Dazu wird der Plateauwagen auf einer Drehscheibe um 90° gedreht, so dass eine Schubeinrichtung den Behälter über geeignete Gleithilfen und einen verlorenen Schlitten in das Bohrloch drücken kann (Bild 4). Es wird eine Bohrlochlänge von etwa 12 m unterstellt. Mit der Einlagerung in Bohrlöcher lassen sich Zwischenlagerzeiten der CASTOR®-V-Behälter mit ihren hohen Brennelementinventaren von mehr als 50 Jahren vermeiden. Diese Zwischenlagerzeiten wären im Falle einer Streckenlagerung unvermeidbar, um die zulässigen Temperaturen an der Grenzfläche zwischen Salz und Behälter zu unterschreiten. Die Entscheidung für die horizontale Bohrlochlagerung fiel auf Grund der deutlichen Vorteile in Bezug auf Handhabung und betriebliche Sicherheit.

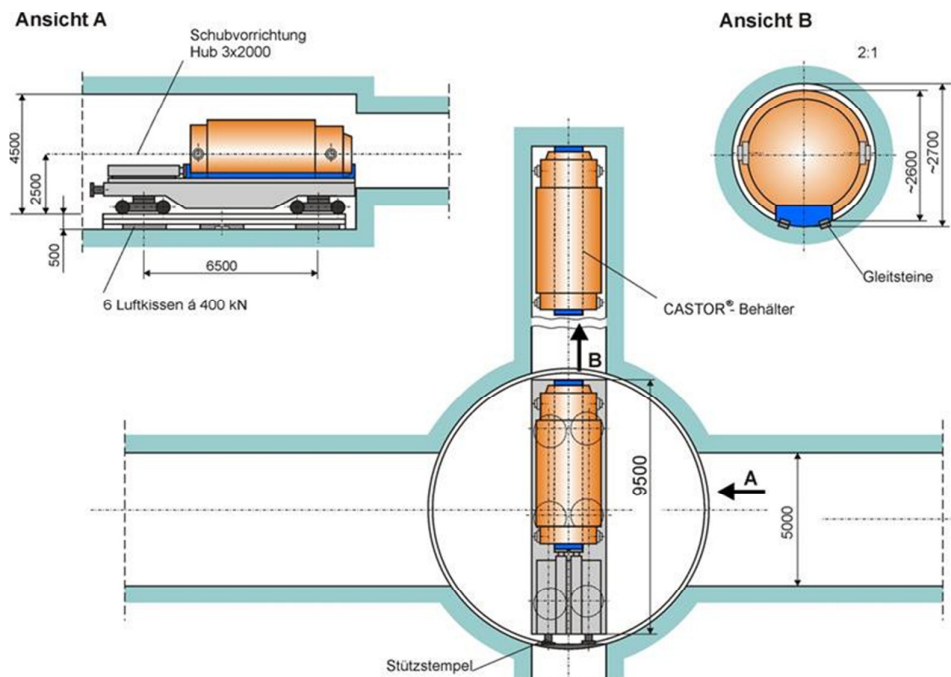


Bild 4: Einlagerungstechnik

Überlegungen zur Kritikalitätssicherheit

Zu den grundlegenden Voraussetzungen bzw. Randbedingungen für die technische Entwicklung zählt der Nachweis der Unterkritikalität über den in den Sicherheitsanforderungen geforderten Zeitraum (1 Mio. Jahre) als ein Kriterium des Langzeitsicherheitsnachweises. Für das DIREGT-Konzept ist der Nachweis der Kritikalitätssicherheit für eine Anordnung unzerlegter Brennelemente zu führen.

Die Voruntersuchungen haben gezeigt, dass für eine Reihe von BE-Konfigurationen der Nachweis der Unterkritikalität ohne weitere technische Maßnahmen geführt werden kann, aber für einen generischen Nachweis der Unterkritikalität die Verfüllung des Behälterschachtes mit einem stabilen Verfüllmaterial (beispielsweise Magnetit) erforderlich ist. Bisher wurden unterschiedliche Konfigurationen von Korrosionsprodukten und Verfüllmaterial im Behälter sowie der Verfüllgrad bzw. die

Schüttdichte untersucht. Für die verfüllten Behälter ist der Nachweis der Unterkritikalität möglich.

In praktischen Verfüllversuchen wurden die Annahmen zur Schüttdichte des Verfüllmaterials und zum Verfüllgrad des Behälters überprüft. Für die Verfüllung der BE-Schächte eines CASTOR® V/19-Behälters wurden die aus theoretischen Untersuchungen /2/ abgeleiteten Vorgaben zur Schüttdichte und zum Verfüllgrad bisher erreicht. Verfüllversuche an den Zwischenräumen zwischen den BE-Schächten eines CASTOR® V/19-Tragkorbes sind in Vorbereitung.

Für die weiteren Überlegungen kommt der Ermittlung der zu unterstellenden Szenarien zum Zutritt von korrosiven Lösungen in den Behälter und den im Behälterinneren zu unterstellenden Abläufen eine besondere Bedeutung zu.

Schlussfolgerungen

Die direkte Endlagerung großer Transport- und Lagerbehälter bietet die Option, die Konditionierung der Brennelemente zu vermeiden, minimiert übertägige wie untertägige Handhabungsvorgänge und erübrigt die Entwicklung eines speziellen Endlagerbehältersystems. Sie vereinheitlicht die Endlagerbetriebssysteme für Brennelemente und Abfälle aus der Wiederaufarbeitung und trägt damit zur Erhöhung der betrieblichen Sicherheit und zur Verringerung der Strahlenexposition des Betriebspersonals bei.

Die konzeptionellen bergbau- und maschinentechnischen Überlegungen und Untersuchungen bestätigen die Realisierbarkeit der sicheren Handhabung der Transport- und Lagerbehälter bei der direkten Endlagerung in ein Endlager, gerade im Wirtsgestein Salz. Es kann auf bewährte Komponenten und Techniken zurückgegriffen werden.

Mit Vorlage der „Sicherheitstechnischen Anforderungen an die Endlagerung wärmeentwickelnder Abfälle“ durch das BMU und der Entwicklung des „Endlagergesetzes“ steht die Entwicklung eines aktuellen endlagerrelevanten Anforderungssystems an das Konzept und den Behälter erst am Anfang. Die sich ggf. daraus ergebenden Konzeptanpassungen sind zu ermitteln und im weiteren Projektverlauf zu berücksichtigen. Sie geben den Rahmen für die Nachweisführung zur Genehmigungsfähigkeit. Dazu ist geplant, die Handhabungstechnik bis zum Nachweis der technischen Reife weiter zu entwickeln. Zum vom Bund im März 2010 avisierten Abschluss der Sicherheitsanalyse Gorleben etwa bis zum Jahr 2020 könnte dann über die gleichwertig entwickelten Alternativen: Referenzkonzept POLLUX, Konzept der Bohrlochlagerung BSK3 und das DIREGT-Konzept entschieden werden. Soll ein Endlager im Jahr 2035 zur Verfügung stehen, sind die Schritte zur Konzeptentwicklung bzw. -absicherung jetzt zu starten. Bei einem Wechsel zu einer anderen Endlagerformation als Salz, beispielsweise Ton, sind für alle Konzepte Anpassungen notwendig. Beim Wechsel auf ein anderes Wirtsgestein ist zusätzlich zu den technischen Herausforderungen wegen der niedrigeren zulässigen Gebirgstemperaturen mit erheblich längeren übertägigen Zwischenlagerzeiten („Abklingen“) zu rechnen als mit den heutigen Konzepten im Wirtsgestein Salz realisierbar.

/1/ Graf R, Brammer K.-J., Filbert W

Direkte Endlagerung von Transport- und Lagerbehältern – Stand der konzeptionellen Überlegungen -;
Jahrestagung Kerntechnik 2010, Berlin

/2/ Chernykh M., Kühl H., Tittelbach S., Graf R., Filbert W.

Criticality Safety Analyses for Direct Final Disposal of CASTOR V Spent Fuel Transport and Storage
Casks; ICNC 2011, Edinburgh