

8. Bewertung der Ergebnisse

Der Bericht macht deutlich, daß erst die Erkenntnisse aus dem bisherigen Untersuchungsprogramm, der geplanten untertägigen Salzstockerkundung und aus den laufenden Forschungs- und Entwicklungsarbeiten (F+E-Arbeiten) und Untersuchungen abschließende und wissenschaftlich fundierte Antworten auf sicherheitsrelevante Fragen im Zusammenhang mit der Errichtung und dem Betrieb des geplanten Endlagerbergwerkes ermöglichen. Zum gegenwärtigen Zeitpunkt können erste Aussagen über Teilbereiche der geologischen Gesamtsituation getroffen werden. Da der Bundesminister des Innern mit Schreiben vom 20. April 1983 die von der Reaktor-Sicherheitskommission / 1 / empfohlenen "Sicherheitskriterien für die Endlagerung radioaktiver Abfälle in einem Bergwerk" verbindlich gemacht hat, werden die dort für die Beurteilung der geologischen Gesamtsituation aufgeführten maßgeblichen Kriterien als Bewertungsmaßstab für die bisherigen Ergebnisse herangezogen.

Kriterium 3.1 "Standortauswahl": "Die Wahl des Standortes ist nicht nur für die Errichtung und den Betrieb des Endlagerbergwerkes, sondern vor allem für die Langzeitsicherheit von Bedeutung. Die Endlagerformation in Verbindung mit dem geologischen Gesamtsystem ist dabei entscheidend".

Der Standort Gorleben unterscheidet sich hinsichtlich allgemein möglicher geologischer Einflußfaktoren, die für die Langzeitsicherheit von Bedeutung sind (Erdbeben, Eiszeiten, Epirogenese, Halokinese und Subrosion), nicht grundsätzlich von anderen möglichen Standorten im norddeutschen Raum. Besonders hervorzuheben sind die Aussagen zur Subrosion des Salzstocks. Ablaugungsraten von bis zu 0,3 mm/a konnten nur lokal (Bohrung GoHy 904) und zeitlich begrenzt ~~für die letzten~~ 900 000 Jahre ^{und} bis 700 000 Jahre v. h. nachgewiesen werden. Da die langfristige Ablaugung des Salzstocks durch seine Aufstiegsbewegung bestimmt ist, sind für Zeiträume von Millionen von Jahren Subrosionsraten unter 0,01 mm/a für die Zukunft zu erwarten. Aus den bisher bekannten Daten dieser betrachteten Einflußfaktoren können daher keine grundsätzlichen Bedenken gegen den Standort abgeleitet werden.

Kriterium 4.3 "Bodenschätze": "Bei der Auswahl des Standortes ist die Erhaltung wirtschaftlich bedeutender Rohstofflagerstätten einschließlich Grundwasservorkommen zu berücksichtigen".

Von den Kalisalzflözen ist unter Lagerstättengesichtspunkten nur das carnallitisch ausgebildete Flöz Staßfurt von Bedeutung, denn nur dieses kommt im Salzstock in weiter Verbreitung und in einer Mächtigkeit vor, die für die Gewinnung von Kalisalzen erforderlich ist. ~~Eine Reihe von~~ Analysen zeigen, daß der durchschnittliche K_2O -Gehalt bei knapp 6 % und damit weit unter der Grenze der Abbauwürdigkeit liegt.

Das Grundwasser in der Umgebung des Salzstocks Gorleben wird gegenwärtig mit einer Förderung von über 0,5 Mio. Kubikmeter pro Jahr genutzt (oberer Grundwasserleiter). Nördlich und südlich des Salzstocks befinden sich Süßwässer in größerer Tiefe, die bisher weitgehend ungenutzt sind.

Eine starke zukünftige Grundwasserentnahme ^{aus dem süßwasserführenden Stockwerken} würde zu einer Verstärkung des Grundwasserabstromes führen, die aber in ihrer Auswirkung örtlich begrenzt bleibt und kaum Einfluß auf den tieferen Grundwasserabstrom und damit auf den Salzstock nimmt.

In wieweit ^{das Fließverhalten} eine ~~Beeinflussung~~ des Grundwassers durch ~~die~~ ~~Endlagerung~~ ~~wärmeentwickelnder~~ ~~Abfälle~~ ~~(Temperaturer-~~ ~~höhung~~ ~~des~~ ~~Grundwassers,~~ ~~regionale~~ ~~Anhebung~~ ~~des~~ ~~Deckge-~~ ~~birges)~~ ~~erfolgen~~ kann, ist noch nicht abschließend bewertbar. ^{Es folgt die Ermittlung, wieweit wärmeentwickelnde Abfälle beeinflusst wird} Die regionale Anhebung ~~des~~ ~~Deckgebirges~~ ~~infolge~~ ~~Wärmeentw.~~ ~~durch~~ ~~wärmeleitende~~ ~~Ausdehnung~~ ~~des~~ ~~Gebirges~~ hat ~~sehr~~ ~~wahrscheinlich~~ ~~auf~~ ~~das~~ ~~Grundwasserregime~~ ~~im~~ ~~Deckgebirge~~ ~~keinen~~ ~~Einfluß~~. Unterstellt man auch eine nach heutigem Kenntnisstand nicht auszuschließende Kontamination des Grundwassers, ergibt sich hieraus keine Nutzungsbeschränkung, ^{des Grundwasser} da die Einhaltung des § 45 der Strahlenschutzverordnung nachgewiesen werden muß.

^{Förderungsunwürdige} Erdgas- und Erdölvorkommen in der Umgebung des Salzstocks, ~~die~~ ~~förderungs~~ ~~würdig~~ ~~wären~~, sind aufgrund bisheriger Explorationsarbeiten nicht bekannt geworden und zukünftig auch nicht zu erwarten.

Handwritten notes: "Kontamin", "#", "Änderung"

Kriterium 4.4 "Endlagerformation, Deckgebirge und Nebengestein": "Die Endlagerformation muß aus Gesteinen bestehen, die eine Erstellung und Nutzung von untertägigen Hohlräumen unter Berücksichtigung der besonderen Anforderungen an die Endlagerung radioaktiver Abfälle ermöglichen".

Die Ergebnisse der Tiefbohrungen und Salzspiegelbohrungen deuten darauf hin, daß der Salzstock im interessierenden Teufenbereich eine ^{verhältnismäßig} einfache Struktur aufweist.

Darüberhinaus ^{lassen} zeigen erste Abschätzungen der ^{möglichen} zu erwartenden Einlagerungsflächen eine auf der Basis der Planungsvorgaben ausreichende Einlagerungskapazität für 50 Betriebsjahre ^{erwarten}.

Nach heutiger Kenntnis kann ~~allgemein~~ nicht ausgeschlossen werden, daß bei der Einbringung stark wärmeproduzierender Abfälle der Hauptanhydrit in der Barriere Salzstock eine Schwachstelle bezüglich möglicher Lösungszuflüsse in der Nachbetriebsphase für einen begrenzten Zeitraum darstellt, in welchem noch ein nennenswerter Resthohlraum im Endlager besteht. ^{Er} kommt im Salzstock ^{vor} in drei Strängen vor, in zwei Außensträngen und einem zentralen Strang. Da sich die beiden Außenstränge nahe den Salzstockflanken befinden und für die Endlagerung geeignete Salzvolumina zwischen ihnen und den Flanken nicht zu erwarten sind, werden diese Anhydritstränge nach heutigem Kenntnisstand vom Endlager nicht berührt werden. ^{Der} zentrale Strang ist wahrscheinlich in sich zerrissen, sein Ausbeißen im Salzspiegelbereich konnte bisher nirgends festgestellt werden. ~~§~~

Ersetzen durch neuen Joint-Text

Sollten diese Annahmen durch die untertägige Erkundung bestätigt werden, ist eine Wegsamkeit über den Hauptanhydrit dann möglicherweise nicht mehr zu betrachten.

Kriterium 4.4 (Fortsetzung): "Die physikalischen und chemischen Eigenschaften der Mineralien und Gesteine sowie mögliche Mineralreaktionen unter dem Einfluß der vorgesehenen Einlagerungsgebände sind zu berücksichtigen".

Hier sind insbesondere die Lösungszuflüsse in den Salzstockuntersuchungsbohrungen Gorleben 1002 bis 1005 zu betrachten. Die ~~chemische~~ ^{angehobenen Druckverhältnisse und die} Zusammensetzung der Lösungen erlaubt die Schlußfolgerung, daß ~~zumindest gegenwärtig~~ keine eindeutig nachweisbaren Wegsamkeiten zwischen dem Nebengestein sowie lokalen Lösungsreservoirs im Salzstock bestehen. Darüber hinaus ~~sprechen alle bisherigen Beobachtungen dafür, daß~~ ^{Ansatz} bei der Erkundung anderer Salzstöcke durch Tiefbohrungen und Untertage-Bergbau ^{keine Erfahrungen gemäß mit} ebenfalls Lösungen im Salzgestein zu nehmen angetroffen werden.

Die in den beiden Schachtvorbohrungen angetroffenen Kondensate entstammen nicht der ~~Salzstockbasis~~ ^{in Bräunstein}. Sie können durch thermische Umwandlung der im Salzstock selbst oder an dessen Basis vorhandenen organischen Substanzen gebildet worden sein. Ihr Vorkommen muß ggf. bei der untertägigen Erkundung, dem Auffahren des Endlagers und seinem Betrieb berücksichtigt werden.

Da ^{Gedologie und} ~~der~~ Stoffbestand im Endlagerbereich ^{im Detail noch} weitgehend unbekannt ~~ist~~ ^{ist}, können die Einflüsse der physikalischen und chemischen Eigenschaften der verschiedenen Salzgesteine auf die endgültige Auslegung des Bergwerkes (maximale Temperaturen im Endlagerbereich wärmeentwickelnder Abfälle, maximale Temperaturerhöhungen an Carnallit, maximale Temperaturbelastung des Salzstocks insgesamt, Abfallarten und -mengen) erst nach der untertägigen Erkundung und den Ergebnissen ^{von F+E} ~~von F+E~~ ^{von F+E} Arbeiten und Untersuchungen berücksichtigt werden.

...

Kriterium 4.4 (Fortsetzung): "Deckgebirge und Nebengestein müssen bei Radionuklidfreisetzungen aus dem Endlager dazu beitragen, unzulässige Konzentrationen in der Biosphäre zu verhindern. Daher ist eine hohe Sorptionsfähigkeit für Radionuklide zur Erfüllung der Barrierenfunktion von Deckgebirge und Nebengestein von Vorteil.

Es sind geologische Formationen zu bevorzugen, die auf Beanspruchungen visko-plastisch reagieren bzw. an Bruchflächen keine Wegsamkeiten für unzulässig große Flüssigkeitsmengen entstehen lassen".

Wirkung
Durch die Bei der Endlagerung von größeren Mengen stark wärmeproduzierender radioaktiver Abfälle ~~treten Verformungsbeträge in den Gesteinsschichten auf, die mit denen während der Entstehung der Salzstöcke vergleichbar sind.~~ ^{hervorgehoben werden} Dann sind Voraussetzungen geschaffen, ^{z.B.} bei denen nach gegenwärtigen Kenntnisstand ehemalige und heute geschlossene Wegsamkeiten erneut mobilisiert werden können. Bei der Einlagerung von lediglich nicht wärmentwickelnden Abfällen ist bei Ergreifen entsprechender Maßnahmen ^{z.B.} beim Auffahren und beim Verfüllen und Verschließen der Grubenräume ^{die Schaffung neuer Wegsamkeiten der Substrates} der ^{aus} Zutritt von Lösungen oder Wässern nicht zu unterstellen. ^{eine Nachlieferung ist zu vermeiden}

Mit der bisher angewandten konservativen Vorgehensweise zur Abschätzung der radiologischen Folgen bei einer unterstellten Remobilisierung von Wegsamkeiten über den Hauptanhydrit, ist der Nachweis der Einhaltung des Schutzzieles der Sicherheitskriterien noch nicht für alle Radionuklide gelungen. ^{erst} ^{die Verwendung} Durch realistischere Daten und Modellvorstellungen, insbesondere auf der Basis der untertägigen Erkundung und von Ergebnissen von F+E-Arbeiten und Untersuchungen, kann ~~erst eine verlässliche~~ Aussage zur Einhaltung von Grenzwerten bei der Unterstellung des o. a. Ereignisses gemacht werden.

Kriterium 4.5 "Tektonik": "Der Standort eines Endlagerbergwerkes soll sich durch geringe tektonische Aktivität auszeichnen und von Bereichen starker tektonischer Aktivität so weit entfernt sein, daß die Integrität des Endlagers durch sie nicht gefährdet wird".

~~Das Kriterium~~ ^{Am} ist beim Standort Gorleben ^{erfüllt.} ^{gibt es keine Berichte} für starke tektonische Aktivität, ^{weil die Integrität des Endlagers nicht gefährdet} wodurch auch die Integrität des Endlagers nicht gefährdet wird.

Kriterium 4.6 "Hydrogeologische Verhältnisse": "Wasserwegsamkeiten zwischen der Biosphäre und dem in Betrieb befindlichen Endlagerbergwerk stellen einen potentiellen Freisetzungspfad für Radionuklide dar. Solche Wegsamkeiten dürfen bei Endlagerformationen allenfalls so gering sein, daß die Schutzfunktionen des geologischen und technischen Barrierensystems erhalten bleiben. Mögliche Auswirkungen durch die Einlagerung radioaktiver Stoffe (z. B. Wärmeeintrag) müssen dabei berücksichtigt werden.

Nach der Stilllegung des Endlagerbergwerkes dürfen in der Endlagerformation ^{vorhandene} oder möglicherweise zutretende Wässer oder Salzlösungen nicht bzw. nicht in unzulässigem Umfang in die Biosphäre gelangen".

Beim Kriterium 4.4 wurde darauf hingewiesen, daß die Schutzfunktion des geologischen und technischen Barrierensystems erst nach der untertägigen Erkundung und von Erkenntnissen aus ^{vorhanden} ~~RTE-Arbeiten~~ und Untersuchungen endgültig zu beurteilen ist.

In einer ersten Bewertung des Deckgebirges hinsichtlich seiner Barrierenfunktion für potentiell kontaminierte Grundwässer (s. Kriterium 4.4) ist festzustellen, daß die über den zentralen Bereichen des Salzstocks Gorleben vorkommenden tonigen Sedimente keine solche Mächtigkeit und durchgehende Verbreitung haben, daß sie in der Lage wären, Kontaminationen auf Dauer von der Biosphäre zurückzuhalten. Berechnungen mit einem Süßwassermodell ergeben für den Transport von Schadstoffen, für die keine Rückhaltungen und Verzögerungen infolge Sorption unterstellt wird, bei Eintritts-

im Bereich des quartären Kimes

stellen in den untersten Grundwasserleiter mit hohen Grundwasserabstrommengen Transportzeiten von 600 Jahren bzw. 1170 Jahren bis zum ^{Ans} Eintritt in Exfiltrationsgebiete(n) nördlich der Elbe. Für anders gewählte Eintrittsstellen ^{Vollständigkeit} in dem Deckgebirge kann die Exfiltrationsfläche auch südlich der Elbe mit möglicherweise kleineren Transportzeiten liegen. Die Rechenergebnisse haben vorläufigen Charakter und sollen durch weitere ^{Untersuchungen} Messungen, z. B. Pumpversuche, abgesichert werden.

^{Beim Transport von Radionuklid}
 Da für den Fall von mit dem Grundwasser transportierten radioaktiven Stoffen Rückhaltungen und Verzögerungen in ^{ist ab} folge Sorption auftreten, lassen sich die o. a. Transportzeiten ^{von} nicht auf einen unterstellten Radionuklidtransport mit dem Grundwasser ohne die Berücksichtigung der angesprochenen Effekte übertragen. ^{mit z.T. von phys. und chem. Vorgänge}
^{beruht auf einer unterstellten} ^{übertragen}

S c h l u ß f o l g e r u n g :

Zum gegenwärtigen Zeitpunkt ist es nicht möglich, die Barrierewirkung des Deckgebirges am Standort Gorleben abschließend zu bewerten. Die sich hieraus ergebende Unsicherheit in bezug auf Eignungsaussagen gilt, wenn größere Mengen aller Arten von radioaktiven Abfällen endgelagert werden sollen.

Es ist daher nicht auszuschließen, daß nach erfolgter untertägiger Erkundung aufwendige Maßnahmen an den technischen Barrieren notwendig werden, um die Einhaltung von Grenzwerten sicherzustellen. Ob diese Ausgaben dann grundsätzlich unvermeidbar sind, kann nur beantwortet werden, wenn Vergleichsdaten von anderen Standorten vorliegen.

Viele Aussagen und Ergebnisse des Berichtes für diesen Fall sind wegen der noch nicht erfolgten Bestätigung durch die untertägige Erkundung mit Unsicherheiten behaftet. Das darin liegende Risiko hinsichtlich der Art und der Menge endlagerbarer radioaktiver Abfälle kann durch vorsorgliche Erkundungsmaßnahmen an anderen Standorten (Standortvorsorge) verringert werden.

Bei der Einlagerung lediglich nichtwärmeentwickelnder Abfälle kommt dem Deckgebirge eine untergeordnete Bedeutung zu. Daher ist aufgrund der heute bekannten Eigenschaften des Salzstocks seine Eignung für diese Abfälle sicher gegeben.

Der Bedarf an Endlagervolumen für diese Abfälle in Verbindung mit der Eignungshöflichkeit für die geplanten Abfallmengen erfordert die untertägige Erkundung und damit ein unverzügliches Abteufen der Schächte. Eine mit dem Schachtabteufen parallel laufende Erkundung anderer Standorte vermeidet Sachzwänge bei der Realisierung dieses Endlagers und minimiert die noch bestehenden Risiken für die Endlagerung der geplanten Abfallmengen.

Bergsch

übertragene Substanzentwurf hat gezeigt, dass Bergsch, unerschulte Substanz
Abstrakte Dinge, unerschulte Einlagenverfahren
Beschreibung detailliert unterrichtet