

E n t w u r f

*verpflichtet am 6.7.83 an der Erfüllung der Pflicht
beteiligt*

8. Zusammenfassung und Bewertung der Ergebnisse

Der Bericht macht deutlich, daß erst die bereits vorliegenden Erkenntnisse aus dem bisherigen Untersuchungsprogramm in Verbindung mit der geplanten untertägigen Salzstockerkundung und 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. Ablaungungsraten von bis zu 0,3 mm/a konnten nur lokal (Bohrung GoHy 940) und zeitlich begrenzt in der Zeit zwischen 900 000 Jahre bis 700 000 Jahre vor heute nachgewiesen werden. Da die langfristige Ablaungung 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. Analysen zeigen, daß der durchschnittliche K_2O -Gehalt bei knapp 6 % und damit weit unter der Grenze der Abbauwürdigkeit liegt.

Förderungswürdige Erdgas- und Erdölvorkommen in der Umgebung des Salzstocks sind aufgrund bisheriger Explorationsarbeiten nicht bekannt geworden und zukünftig auch nicht zu erwarten.

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

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

In wieweit eine Beeinflussung des Grundwassers bei der Endlagerung wärmeentwickelnder Abfälle durch Temperaturerhöhung des Grundwassers erfolgen kann, ist noch nicht abschließend bewertbar. Die regionale Hebung durch wärmebedingte Ausdehnungen des Gebirges hat auf das Grundwasserregime im Deckgebirge

wahrscheinlich keinen Einfluß.

Eine Nutzungsbeschränkung des Grundwassers aufgrund einer Kontamination ist auszuschließen, da für die gesamte Nachbetriebsphase nachgewiesen werden muß, daß solche Kontaminationen höchstens zu potentiellen Strahlenexpositionen führen, die unterhalb derjenigen Grenzwerte liegen, die für den bestimmungsgemäßen Betrieb anderer kerntechnischer Anlagen gelten (§ 45 der Strahlenschutzverordnung).

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 vergleichsweise einfache Struktur aufweist.

Darüber hinaus lassen erste Abschätzungen der möglichen Einlagerungsflächen eine auf der Basis der Planungsvorgaben ausreichende Einlagerungskapazität für 50 Betriebsjahre erwarten.

Nach heutiger Kenntnis kann nicht ausgeschlossen werden, daß bei der Einbringung stark wärmeproduzierender Abfälle der Hauptanhydrit in der Barriere Salzstock eine Schwachstelle bezüglich möglicher Lösungszuflüsse darstellt. Sicherheitstechnisch relevant sind die Lösungszuflüsse nur in der Nachbetriebsphase für einen begrenzten Zeitraum, in welchem noch ein nennenswerter Resthohlraum im Endlager besteht. Nach den derzeitigen Ergebnissen der Standortuntersuchung kommt der Hauptanhydrit im Salzstock in zwei Außensträngen und einem zentralen Strang vor. Die beiden äußeren Vorkommen brauchen voraussichtlich durch Strecken nicht durchörtert zu werden. Der zentrale Strang ist

wahrscheinlich in sich zerrissen; ein Ausbeißen eines zentralen Hauptanhydrits im Salzspiegelbereich konnte bisher nirgends festgestellt werden, obwohl mehrer Bohrungen dieses stratigraphische Niveau durchteuft haben.

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 angetroffenen Druckverhältnisse und die chemische Zusammensetzung der Lösungen erlauben die Schlußfolgerung, daß keine eindeutig nachweisbaren Wegsamkeiten zwischen dem Nebengestein sowie lokalen Lösungsreservoirien im Salzstock bestehen. Auch bei der Erkundung anderer Salzstöcke durch Tiefbohrungen und Untertage-Bergbau wäre erfahrungsgemäß ebenfalls mit Lösungen im Salzgestein zu rechnen.

Die in den beiden Schachtvorbohrungen angetroffenen Kondensate entstammen nicht dem Präzechstein. 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 Geologie und Stoffbestand im Endlagerbereich im Detail noch unbekannt sind, 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 Carnallitit, maximale Temperaturbelastung des Salzstocks

insgesamt, Abfallarten und -mengen) erst nach der untertägigen Erkundung und den Ergebnissen von projektbegleitenden 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".

Durch die Endlagerung von größeren Mengen stark wärmeproduzierender radioaktiver Abfälle werden Voraussetzungen geschaffen, bei denen heute geschlossene Wegsamkeiten erneut wirksam werden können. Bei der Einlagerung von lediglich nicht wärmeentwickelnden Abfällen ist bei Ergreifen entsprechender Maßnahmen eine Nuklidfreisetzung über verheilte Wegsamkeiten des Salzkörpers nicht zu unterstellen.

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 durch die Verwendung realistischer Daten und Modellvorstellungen, insbesondere auf der Basis der untertägigen Erkundung und von Ergebnissen von F+E-Arbeiten und Untersuchungen, kann eine 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".

Am Standort Gorleben gibt es keinerlei Anzeichen für eine starke tektonische Aktivität, so daß auch die Integrität des Endlagers hierdurch nicht gefährdet ist.

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 der geologischen und technischen Barrieren erst nach der untertägigen Erkundung und von Erkenntnissen aus projektbegleitenden 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 zwei berech-

neten Eintrittsstellen in den untersten Grundwasserleiter im Bereich der quartären Rinne Transportzeiten von 600 Jahren bzw. 1170 Jahren bis zum Austritt in Vorflutgebieten (Exfiltrationsflächen) nördlich der Elbe. Für anders gewählte Eintrittsstellen in das Deckgebirge kann die Exfiltrationsfläche auch südlich der Elbe mit möglicherweise kleineren Transportzeiten liegen. Die Rechenergebnisse haben vorläufigen Charakter und sollen durch weitere Messungen, Untersuchungen, abgesichert werden.

Ohne Berücksichtigung von physikalischen und chemischen Vorgängen wie Sorption, Dispersion, radioaktiver Zerfall etc., lassen sich die o. a. Transportzeiten nicht auf einen unterstellten Radionuklidtransport mit dem Grundwasser übertragen.

Kriterium 7.1 "Schächte": "Die Schachtansatzpunkte sind unter optimaler Nutzung der geologischen und hydrogeologischen Gegebenheiten sowie der gebirgsmeschanischen Eigenschaften des Deckgebirges/Nebengesteins und der Endlagerformation festzulegen. Durch einen geeigneten Schachtausbau ist sicherzustellen, daß ein Wassereinbruch während des Betriebes und auch nach der Stilllegung nach menschlichem Ermessen ausgeschlossen werden kann.

Die Zahl der Schächte ist zu minimieren, wobei aus förder-, wetter- und sicherheitstechnischen Gründen jedoch mindestens zwei Schächte erforderlich sind."

Durch je eine Schachtvorbohrung an den beiden vorgesehenen Schachtansatzpunkten konnte im Salzgebirge über die gesamte Schachtteufe das Vorhandensein von für das Schachtabteufen besonders geeigneten Salzsichten nachgewiesen werden, die eine optimale Standfestigkeit der Schächte gewährleisten. Der vorgesehene Schachtausbau (Stahl-Beton-Verbundausbau mit Asphalthinterfüllung) im Deckgebirge und Hutgestein stellt sicher, daß während des Betriebes kein Wassereinbruch erfolgen kann. Nach Stilllegung des Endlagers schließt eine geeignete Verfüllung der Schächte eine Wegsamkeit über die Schächte aus.

S c h l u ß f o l g e r u n :

Die bisherigen Erkenntnisse über den Salzstock Gorleben als Endlagerformation (Struktur, Stoffbestand, voraussichtlich nutzbares Endlagervolumen, Schachtansatzpunkte) haben die Aussagen über seine Eignungshöflichkeit für die Endlagerung der vorgesehenen radioaktiven Abfälle voll bestätigt.

Dennoch sind die Kenntnisse über den Salzstock, insbesondere wegen der fehlenden untertägigen Erkundung nicht ausreichend, um seine Barrierenwirkung quantifizieren zu können. Daher ist auch zum gegenwärtigen Zeitpunkt eine abschließende Aussage über eine ausreichende Rückhaltewirkung des Deckgebirges nicht möglich.

Die sich hieraus ergebende Unsicherheit in bezug auf endgültige Eignungsaussagen gilt hinsichtlich der geplanten Mengen aller Arten von radioaktiven Abfällen.

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 sicherlich 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.

Viele Aussagen und Ergebnisse des Berichtes 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. Mit dem Schachtabteufen parallel laufende übertägige Erkundungsmaßnahmen anderer Standorte vermeiden somit Sachzwänge bei der Realisierung dieses Endlagers. Dies würde auch die Akzeptanz des Standortes Gorleben erhöhen.