

+++++ physikalisch-technische bundesanstalt ++ 3300 braunschweig ++ bundesallee 100 ++++++
 ++++++ abteilung se ++ presse- und oeffentlichkeitsarbeit ++ tel.: (0531) 592-7610 ++++++

Fachliche Stellungnahme zum Abschlußbericht von Prof. Duphorn

"Quartärgeologische Gesamtinterpretation Gorleben", endgültige Fassung.

Die dieser Stellungnahme, die von der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR) im Auftrage der PTB für den Bund erarbeitet wurde, sind im folgenden die Kapitel 1 (Einsätze), 4, 6 und 7 wiedergegeben.

1. Veranlassung, Auftrag, Durchführung (Auszüge)

Im Rahmen des hydrogeologischen Erkundungsprogramms der PTB für das geplante Endlager für radioaktive Abfälle bei Gorleben wurde Prof. Dr. R. Duphorn, Geologisches Institut der Universität Kiel, von der PTB mit der Durchführung von quartärgeologischen Untersuchungen beauftragt. Die Arbeiten gliederten sich im wesentlichen in drei Teile:

- quartärgeologische Kartierung des Untersuchungsgebietes mit einzelnen Spezialuntersuchungen
- quartärgeologisch-sedimentpetrographische Bearbeitung der Bohrproben aus dem hydrogeologischen Bohrprogramm
- quartärgeologische Gesamtinterpretation der Befunde

Die PTB erhielt die Reinschrift der Studie mit den zugehörigen Anlagen im Februar 1983 und gab sie an die BGR zur fachlichen Prüfung und Stellungnahme weiter.

Die fachliche Prüfung des Berichtes durch die BGR erstreckt sich auf die darin enthaltenen Aussagen

- zur Quartärgeologie,
- zur Geologie der Tertiärschichten,
- über Ablaudivorgänge,
- über die Eignungshöflichkeit des Salzstockes als Endlager für radioaktive Abfälle.

Ein großer Teil der nach wie vor bestehenden unterschiedlichen Auffassungen beruht auf unterschiedlichen Interpretationen der von beiden Seiten anerkannten Daten. Trotz der Diskussionen in der BGR werden von Prof. Duphorn einige falsche Daten und unbewiesene Interpretationen, die er für Fakten hält, weiterhin verwendet. Es war daher erforderlich, die im Bericht dargelegten Befunde und Folgerungen eingehend zu überprüfen, Gemeinsamkeiten herauszustellen und Fehler sowie unterschiedliche Auffassungen objektiv aufzuzeigen.

Eins der Ziele dieser Stellungnahme ist es, entlang der Hauptziele des Gutachtens die wesentlichen Fehlinterpretationen zu korrigieren. Es wird ausdrücklich darauf hingewiesen, das nicht in jedem Detail Richtigstellungen erfolgen. Nicht Widersprochenes kann nicht automatisch als von der BGR anerkannt gelten.

4. Bemerkungen über den Salzstock Gorleben

Die geologischen Ursachen für die Nachbewegungen des Salzstocks sind bekannt. An seiner Basis befinden sich keilförmige Körper von Salzgestein, über denen das Deckgebirge schräg liegt und aufgrund der dadurch bewirkten unterschiedlichen Belastung das spezifisch leichtere Salz zum Aufstieg zwingt. Dabei ist spätestens seit Beginn des Tertiärs, also seit ca. 65 Millionen Jahren, der Salzkeil an der NW-Flanke der bedeutendere. Diese Vorgänge verlaufen geologisch langfristig und führen erst im Verlauf von Zehner Millionen Jahren zu deutlichen Veränderungen des Spannungszustandes. Da also der Antriebsmechanismus geologisch langfristig konstant ist, muß logischerweise davon ausgegangen werden, daß auch der Salzaufstieg keinen nennenswerten kurzfristigen Schwankungen unterliegt.

Prof. Duphorn ist dagegen der Ansicht, daß im Verlauf weniger Millionen, ja sogar weniger 100 000 Jahre starke Schwankungen des Salzaufstiegs (mehr als eine Größenordnung) vorkamen. Um seine Vorstellungen zu beweisen, hat er zwei Möglichkeiten. Er kann versuchen,

- Mechanismen zu benennen, die dieses bewirken,
- einen erdgeschichtlichen Nachweis führen.

Prof. Duphorn hat nur versucht, den zweiten Weg zu beschreiten. Üblicherweise bedient man sich dabei der Randsenkenanalyse. Das ist die quantitative Bestimmung der aufgestiegenen Salzmassen mit Hilfe der Berechnung der in den Randsenken zusätzlich zur epirogenen Absenkung erfolgten halokinetisch bedingten Absenkung. Prof. Duphorn bezeichnet auch sein Vorgehen als Randsenkenanalyse. Er hat jedoch keine Volumenberechnungen durchgeführt, sondern nur die Niveaus bestimmter Schichten verglichen, ein wesentlich anspruchloseres Vorgehen. Dabei berechnet er (S. 172) eine "vertikale Bewegungsrate" von 0,015 mm/a für die letzten 65 Mio. Jahre, durch Gleichsetzung des Höhenunterschiedes mit dem Bewegungsbeitrag. Das ist nicht statthaft, denn der Höhenunterschied resul-

tiert aus Senkungen neben und Hebungen über dem Salzstock. Nach Prof. Duphorn soll es sich um einen Mindestwert handeln, da die "horizontale Bewegungskomponente" nicht erfasst sei (S. 173). Daß die noch nicht berücksichtigte "horizontale Bewegungskomponente" keine Komponente der "vertikalen Bewegungsrate" sein kann, ergibt sich aus der Definition der Begriffe.

Halokinetischer Bezugspunkt ist für Prof. Duphorn die sogenannte Prezeller Schwelle. Er gibt für die Lage der Tertiärbasis unter Berufung auf HILDEBRAND (1981) und TRUSHEIM (1960) 450 m unter NN an. Die geringste Teufe bei HILDEBRAND beträgt jedoch ca. 740 m, was nicht verwundert, da das Profil gar nicht bis zur Prezeller Schwelle reicht. Aus TRUSHEIM's Profil läßt sich dagegen eine Teufe von 550 m unter NN ablesen, was mit Berechnungen der BGR übereinstimmt. Außerdem wurden von Prof. Duphorn der regionale Trend der Absenkung seit Tertiärbeginn nicht beachtet. Setzt man in Rechnung, daß die regionale epirogene Einsenkung von der Prezeller Schwelle zum Salzstock Dammtz von 550 auf 700 m zunimmt, ergeben sich durch Interpolation auf einem Profil über dem Salzstock Gorleben folgende halokinesebereinigte (= epirogene) Absenkungsträge: südöstliche Randsenke ca. 580 m, Salzstock ca. 610 m, nordwestliche Randsenke ca. 630 m. Damit steht fest, daß das von Prof. Duphorn gewählte Bezugsniveau wesentlich zu flach liegt, seine Berechnungen haben keine brauchbare Datenbasis.

Hinzu kommen weiters, ebenfalls bedeutende Fehlerquellen. Die Sedimentation verlief auch in den Randsenken mit Unterbrechungen, deren Dauer im einzelnen nicht bekannt ist, jedoch in die Berechnungen einbezogen werden müßte. Zusätzlich sind auch die relativ kurzen hier betrachteten Abschnitte der absoluten geologischen Zeitskala mit Fehlern im Zehner-Prozent-Bereich behaftet, die berücksichtigt werden müßten.

Aufgrund der genannten Einwände stellen wir fest, daß das im Gutachten vorgestellte Bewegungsrate-Zeit-Diagramm (S. 181) ohne wissenschaftliche Basis ist. Es wurden weder dafür, "daß die Salzmassen zeitweilig nahezu zum Stillstand kamen" noch dafür, daß sie "erneut mobilisiert wurden" Nachweise erbracht. Wenn über den Durchbruch des Salzstocks "an der Wende Malm/Unterkreide in einem Akt" geschrieben wird (S. 91), wird eine falsche Vorstellung über die Dauer des Vorgangs suggeriert. Es wäre richtiger, nicht einen Zeitpunkt zu nennen, sondern die wahrscheinliche Dauer dieses Vorgangs in der Zeitspanne Malm bis Unterkreide. Er umfaßte mehrer Zehner Millionen Jahre.

Zur Formänderung des Salzstocks im Laufe der Zeit ist folgendes anzumerken: Wie oben dargelegt wurde, drückt das Deckgebirge auf die Salzstockfüße und preßt Salz in den Salzstock. Aus rein geometrischen Gründen folgt daraus geologisch langfristig das Schmalwerden des Salzstockstiels und damit relativ eine Verbreiterung der Überhänge. Ob sich dabei der Salzstock im Bereich der Überhänge auch absolut noch verbreitert, ist keineswegs sicher, wahrscheinlich ist das nur in geringem Ausmaß der Fall. Zur Entstehung von Scheitelstörungen braucht eine Verbreiterung nicht herangezogen zu werden, weil sich diese wie an vielen Salzstöcken als Folge der Aufwölbung der Salzstockoberfläche bilden. Die Scheitelstörungen sollten sich über dem Salzstock Gorleben daher vor allem vor Beginn der altquartären Subrosionsvorgänge gebildet haben, denn die Dehnungsbeanspruchung war damals am größten. Durch die quartären Subrosionsvorgänge wurde der ehemals vorhandene Spannungszustand abgebaut. Oder umgekehrt argumentiert: Sollten im Altquartär wirklich solche dramatischen halokinetischen Ereignisse stattgefunden haben, die das "Auseinanderreißen" des Deckgebirges zur Folge hatten, müßten davon auch Auswirkungen in den Randsenken zu erkennen sein. Das ist aber nicht der Fall.

Prof. Duphorn bemüht sich ferner, auf den großen Tiefgang von Scheitelgrabenstörungen hinzuweisen, obwohl ihm vorgehalten würde, daß es für keines seiner Beispiele Belege gibt. Vielmehr handelt es sich in allen Fällen um schematische Interpretationen. Prof. Duphorn schreibt (S. 226) "HURTIG leitet für den Salzstock Rambow ... sogar einen Tiefgang der Scheitelgrabenstörungen bis ca. 1500 m ab". Eine "Ableitung" ist in der zitierten Arbeit

jedoch nicht enthalten. Ähnliches gilt für die Beispiele Heid- und Hohennorn. Wichtiger ist, daß Prof. Duphorn glaubte, daraus folgern zu können, daß Störungen bis in 600 - 800 m Tiefe in den Salzstock hineinreichen können. In einem von ihm selbst mitformulierten Papier (PTB-Info-Blatt 3/82) wurde festgestellt, daß dies aufgrund der physikalischen Eigenschaften des Salzgebirges nicht möglich ist. Unverständlicherweise wird der Verdacht hier wiederum ausgesprochen (S. 247). Ergänzend sei angefügt, daß der hier angesprochene Bereich des Salzstocks besonders gut durch Bohrungen untersucht wurde. Die beiden Schnachtvorbohrungen und mehrere Salzspiegelbohrungen, die vollständig gekernt wurden, haben keinerlei Hinweis auf Störungen im Salzgebirge erkennen lassen.

Die häufig vorkommende Aufzählung "Salzbewegung im Tertiär und Quartär" ist eine Addition ungleichgewichtiger Vorgänge. Das ergibt sich bereits aus dem Verhältnis der Dauer der Zeitabschnitte von 63 : 2. Da im Gutachten nur das Geschehen ab 1 Million Jahre vor heute als Geschehen im Quartär beschrieben wird, ist das Verhältnis sogar 64 : 1. Wie oben angeführt wurde, ist ein in erster Näherung konstanter Antriebsmechanismus der Salzstockbewegung nachzuweisen. Daher spricht schon die Länge der Zeitabschnitte dafür, daß sich die Nachbewegungen im Tertiär und dem hier betrachteten Quartärabschnitt wie 64 zu 1 verhalten. Bei aller Würdigung der im Quartär erfolgten Ereignisse - besonders der starken Subrosion - gilt es, dies nicht aus dem Auge zu verlieren.

Eine Stellungnahme zum Gutachten wird dadurch erschwert, daß in ihm verschiedene wissenschaftliche Begriffe so miteinander verbunden werden, daß unklar bleibt, was der Verfasser meint, bzw. was er nachweisen kann. Prof. Duphorn scheint die Vorstellung zu haben (z. B. S. 101, 201), Subrosion sei ein halokinetischer Vorgang und verbindet beide Begriffe miteinander. Das führt zu schwerwiegenden Unklarheiten. Subrosionsbedingte Absenkungen sind nämlich nur dann mit dem Ablaugungsbetrag gleichzusetzen, wenn nicht gleichzeitig noch ein Salzaufstieg erfolgt. Im allgemeinen verläuft die Subrosion kurzfristig (im geologischen Zeitmaßstab) wesentlich schneller als der Salzaufstieg. Deswegen entstehen ja gerade Subrosionssenken - bei gleich großem Salzaufstieg würde die Salzablaugung ständig wieder kompensiert.

Zu den Begriffen Diapirismus und Salzstockdurchbruch sei folgendes angemerkt: Im Sinne der ursprünglichen Definition und des üblichen wissenschaftlichen Gebrauchs handelt es sich um das aktive Durchspießen von Salzstöcken bzw. anderen entsprechend mobilen Gesteinen durch Deckschichten. Ein Diapistadium oder ein Durchbruch liegen nicht vor, wenn bei einem verhältnismäßig hochliegenden Salzstock das Deckgebirge durch Erosion teilweise abgetragen wird. Der altquartären Subrosion auf dem Salzstock Gorleben ging eine epirogene Hebung voraus, der gegenüber die Nachbewegung des Salzstocks als geringer anzusehen ist. Daher ist das, was Prof. Duphorn quartärzeitlichen Durchbruch bzw. Diapirismus nennt, im strengeren wissenschaftlichen Sinne nicht als solcher zu bezeichnen.

Die Morphologie des Salzstocks wird von Prof. Duphorn ausschließlich in ihrer Lage zu NN betrachtet ohne Beachtung des Innenbaus des Salzstocks. Schon der Begriff Gipshut ist irreführend, da auch andere Gesteine, besonders Anhydrit und Tonstein am Aufbau des Hutgesteins beteiligt sind und starken Einfluss auf seine Morphologie ausüben. Die Verwendung vermeintlich besonders griffiger, jedoch unwissenschaftlicher Begriffe führt zu Unklarheit und Fehleinschätzungen. So wäre es besser, nicht von einem "steilen Zahn" zu schreiben, sondern von einer flachen Aufwölbung des Salzspiegels, über der das Hutgestein stärker aufragt. Dann wird der Blick nicht dafür verbaut, daß eine weitere Kulmination des Hutgesteins nicht "ein Pendant des 'Steilen Zahns'" ist (S. 69), sondern ihre Ursache in einem Ausstrich des Hauptanhydrits hat.

Andere, mehr emotionale als wissenschaftliche Begriffe sind der "Flaschenhals von Lenzen" (S. 91 u. a.), "exzessive Subrosion" (S. 131), "exzessive Ablaugung" (S. 146), "astronomische Ablaugung" (S. 206) und "Supersubrosion". Anstelle von Spekulationen über "mögliches Durchpausen" von Störungen (S. 225) hätte man lieber gewußt, ob Bewegungen nachweisbar sind. Offenbar sind sie es nicht.

+++++++ physikalisch-technische bundesanstalt ++ 3300 braunschweig ++ bundesallee 100 ++++++
 ++++++++ abteilung se ++ presse- und oeffentlichkeitsarbeit ++ tel.: (0531) 592-7610 ++++++

Bezüglich der Erforschung der Aufstiegs Geschichte des Salzstocks erhebt Prof. Duphorn den Vorwurf, es werde "versäumt festzustellen, ob die salttektonische Weiterentwicklung gleichmäßig kontinuierlich oder phasenhaft-diskontinuierlich verlief und ... die strukturbildenden Prozesse der Halokinese im Detail zu erfassen". Prof. Duphorn ist jedoch bekannt, daß in der BGR das Forschungsprogramm "Dynamik des Salzstocks Gorleben" durchgeführt wird, in dem diesen Fragen mit größtmöglicher Sorgfalt nachgegangen wird. Ein Netz neuer reflexionsseismischer Profile soll zur genaueren Erfassung des Salzstocks und seiner Randsenken vermessen werden und in das o. g. Forschungsprogramm einbezogen werden.

2 Nach Prof. Duphorn soll im Altquartär eine sehr aktive Phase der Salzstockbewegungen gelegen haben; die bei dieser Annahme zu erwartenden altquartären Sedimente in den Randsenken sind nicht nachgewiesen. Prof. Duphorn führt die tiefe und verstürzte Lage der Deckschichten in der altquartären Subrosionssenke auf eine halokinetisch bedingte Zerrung des Salzstockdaches zurück ("Scheitelgraben").

Die BGR sieht darin die Wirkung des Stoffaustrages durch die Subrosion, die während des Altquartärs einsetzte, nachdem die tonigen Deckschichten des Tertiärs genügend weit abgetragen worden waren.

5. Zusammenfassung der fachlichen Stellungnahmen

5.1 Gemeinsame Aussagen Ergebnisse

Von den an den Erkundungsarbeiten beteiligten Geologen werden die folgenden wichtigen Ergebnisse über den Aufbau und die Entstehung der Deckschichten gemeinsam vertreten. Es sind Aussagen, die im wesentlichen bereits auf der Informationsveranstaltung des Bundes in Lüchow 1981 bekanntgegeben wurden.

3. Prof. Duphorn nimmt eine post-Holstein-zeitliche Subrosionssenke über der Gorlebener Rinne an, die durch eine angeblich Wiederbelebung der Salzstockbewegungen während des Saale-Stage bedingt sei, wobei tektonische Bewegung eine neue Wasserdurchlässigkeit und damit die Subrosion im tiefen Grundwasserstockwerk ermöglicht hätte.

Die BGR sieht diese Annahmen als unrichtig an, da die geologischen Befunde auch einfachere Deutungen zulassen und die vermutete Verwerfung von Prof. Duphorn in verschiedenen Darstellungen widersprüchlich gezeichnet worden ist.

4. Prof. Duphorn benutzt absolute Altersangaben für Schichteinheiten des Tertiärs im Zusammenhang mit den zugehörigen Mächtigkeiten, um Geschwindigkeiten zu berechnen, mit denen die Randgebiete absanken. Er kommt auf diese Weise zu sehr unregelmäßigen Bewegungen.

Die BGR hält dieses Vorgehen für unzulässig, da keine ordentliche Randsenkenanalyse durchgeführt wurde, die pauschalen Altersangaben nicht sicher genug für die bei Gorleben anzutreffenden Gesteinseinheiten gelten und viele andere Einflüsse (Setzungen, großflächige Bewegungen, Abtragungsphasen) nicht berücksichtigt wurden. Sicher ist jedenfalls, daß die Ursache der Bewegungen, der Auftrieb des Salzes, weitgehend zeitkonstant ist und sich nur wegen der Erschöpfung des Salzes allmählich verringert.

7. Zusammenfassende Wertung

Die weitreichende Schlussfolgerung, die Prof. Duphorn aus seinen Untersuchungen zieht, nämlich "Erkundung anderer Salzstöcke" ruht zu einem wesentlichen Teil auf falscher Interpretation von Daten sowie auf unbewiesenen Annahmen. Weder seine Annahme über diskontinuierliche Aufstiegsbewegungen des Salzstocks im Tertiar und Quartär, noch seine Bruchtektonik im Quartär, die zu einem Scheitelgraben geführt haben soll, noch seine Vorstellungen über eine Wiederbelebung des Salzaufstiegs nach dem Holstein-Interstadial sind wissenschaftlich einwandfrei belegbar. In langen Diskussionen wurde Prof. Duphorn auf die Nicht-Schlüssigkeit seiner Beweisführung hingewiesen. Er hat in seinem Bericht jedoch die gegenteiligen Meinungen weitgehend unbeachtet gelassen und kaum die Möglichkeit anderer Interpretationen angedeutet.

Für einen wissenschaftlichen Streit unter Fachkollegen wäre dies ohne Bedeutung, denn da trägt der Autor allein vor der wissen-

1. Die Deckschichten über dem Salzstock sind heterogen aufgebaut; die Korrelation der Schichten ist teilweise schwierig und lokal nur mit großem Aufwand an Bohrungen möglich: Geometrische Darstellungen des Schichtenaufbaues sind nur nach starker Schematisierung für Modellrechnungen geeignet.

2. Etwa über dem mittleren Teil des Salzstockes ist die Sedimentfüllung einer fossilen Subrosionssenke aus dem Altpleistozän erhalten. Der an einer Stelle erbohrte Kontakt dieser Schichten mit dem Hutgestein liegt jetzt 239 m unter dem Meeresspiegel. Die zeitweilige lokale Ablagerungsrate kann bis zu 0,3 mm/a betragen haben.

3. Die nordöstliche Hälfte des Salzstocks ist überdeckt durch eine glaziale Rinne aus der Elstereiszeit, die teilweise die älteren Deckschichten bis auf das Hutgestein oder das Salzgestein abgeräumt hat. Eine ähnliche, kleinere und nicht so tiefe Rinne liegt über dem westlichen Teil des Salzstocks. Der "Salzspiegel" liegt im Bereich der Gorlebener Rinne etwa 50 m tiefer als im übrigen Teil des Salzstocks.

4. Mit geologischen Methoden ist seit dem Wartheistadial (ca. 150 000 Jahre) keine Subrosionshohlform nachweisbar.

8.2 Die wichtigsten Unterschiede in Sachaussagen

Für Prof. Duphorn spielt sich die Bewegung der Tertiärschichten unter dem Einfluß der halokinetischen Nachbewegungen in der Tertiärzeit weitgehend bruchlos ab.

Die BGR rechnet die heute erkennbaren Störungen der Tertiärschichten auf dem Salzstock hauptsächlich der Tertiärzeit zu.

96a

schäftlichen Öffentlichkeit die Verantwortung für die Solidität seiner Beweisführung. Bei der Untersuchung des Salzstocks Gorleben geht es aber nicht allein um ein wissenschaftliches Problem. Die breite Öffentlichkeit hat ein Recht darauf, korrekt über Ergebnisse wissenschaftlicher Untersuchungen informiert zu werden, von denen die sichere Endlagerung radioaktiver Abfälle abhängt. Hier ist nicht mit Formulierungen gedient, die den Laien beeindrucken können, einer wissenschaftlichen Nachprüfung aber nicht standhalten. Es hilft nur wissenschaftliche Kleinarbeit, das nüchterne Zusammentragen von Einzelergebnissen aus allen Bereichen der Geowissenschaften, der Chemie, der Physik und der Ingenieurwissenschaften.

Man mag Prof. Duphorn zugute halten, das er als Spezialist für Quartärgeologie die Bedeutung des Geschehens um den Salzstock Gorleben im Quartär überinterpretiert und deshalb seine Eignungshöflichkeit anzweifelt. Er hätte jedoch, um eine derartig schwerwiegende Aussage zu untermauern, auch klarmachen müssen, welche Gefahren für ein Endlager im Salzstock aus seiner Sicht zu erwarten wären. Die Tatsache, daß man bei der Erforschung des Salzstocks Verhältnisse gefunden hat, die bei der Vorauswahl noch nicht bekannt waren, ist allein kein Kriterium, ihm die Eignungshöflichkeit abzusprechen. Neue Erkenntnisse sind vielmehr das zu erwartende Ergebnis jeder wissenschaftlichen Untersuchung.

Die Aufgabe aller an der Erforschung des Salzstocks Gorleben beteiligten Wissenschaftler ist die Antwort auf die Frage, ob ein langfristiger sicherer Abschluß der radioaktiven Abfälle von der Biosphäre erreicht werden kann. Dazu ist die Untersuchung jeder einzelnen Barriere des Systems: Abfall, Abfallumhüllung, Bohrlochverschluß, Kammerverschluß, Streckenverfüllung, Streckenverschluß, Schachtverschluß, Salzstock, umgebende Schichten, Deckgebirge, notwendig. Erst die Wertung der Aussagen aller beteiligten Spezialisten in einer Sicherheitsanalyse kann den Nachweis dafür erbringen, daß ein sicherer Abschluß der Abfälle von der Biosphäre erreicht werden kann. In diese zusammenwirkende Anstrengung von mehr als hundert Wissenschaftlern sind auch die Untersuchungen von Prof. Duphorn einzuordnen. Die sachlichen Ergebnisse seiner Arbeiten über das Quartär sind für das Gesamtprojekt nützlich, seine unbewiesenen Interpretationen jedoch nicht.