

**Bundesanstalt  
für Geowissenschaften und Rohstoffe**

3000 Hannover 51  
Stilleweg 2 · Postfach 51 01 53

· 104103

830526

Stellungnahme zum Aufsatz von Prof. Dr. E. GRIMMEL:

Ist der Salzstock Gorleben zur Einlagerung radioaktiver Abfälle geeignet?

In seinem Aufsatz vom Dezember 1978 vertritt der Geograph <sup>solche unerschwellig  
abwesenden Einflüsse, die  
solchen unerschwellig</sup>  
Prof. Dr. GRIMMEL die Meinung, daß die notwendigen Sicherheits-  
anforderungen für die endgültige und gefahrlose Einlagerung radioaktiver  
Abfallstoffe im Salzstock Gorleben aus geologisch-tektonischen Gründen  
nicht erfüllt werden können. Seine Thesen lassen sich wie folgt  
zusammenfassen:

1. Salzstöcke bilden sich nicht ausschließlich nach den von TRUSHEIM (1957) erkannten Gesetzmäßigkeiten der Halokinese, sondern werden in ihrem Richtungsverlauf auch von Strukturierungen des Untergrundes beeinflusst.
2. Der Salzstock Gorleben bildet mit der Struktur Rambow eine Einheit. Er müßte als Gorleben-Rambow bezeichnet werden.
3. Der Salzstock Gorleben liegt auf einer NE-SW-streichenden Störung der Zechsteinbasis, der "Altmark-Südwestmecklenburg-Schwelle", die eine Fiederstörung der NNE-SSW-streichenden Mittelmeer-Mjösen-Rift-Zone darstellt. Diese Zone ist bis in die Gegenwart tektonisch aktiv. Deshalb ist der Untergrund unter dem geplanten Endlager seismisch nicht stabil.
4. Oberflächenformen wie die Rambow-Rudower Seenkette, Abschnitte des Elbelaufen, der Verlauf der Seege und der alten Elde bilden ein SW-NE- und NW-SE-verlaufendes Netz ab, das sich den tektonischen Hauptrichtungen im tieferen Untergrund anpaßt und genetisch darauf zu beziehen ist. Das geringe Alter der morphologischen Elemente weist darauf hin, daß die Bewegungen an diesem Störungsnetz noch nicht zur Ruhe gekommen sind.

5. Präzisionsnivellements in der DDR haben gezeigt, daß in Mecklenburg rezente Relativbewegungen mit Differenzbeträgen von bis zu 3 mm/Jahr auftreten können. Horizontalbewegungen in gleicher Größenordnung werden von GRIMMEL vermutet.
6. Die jungen Zerrungsbewegungen an der tektonischen Schwächezone des Untergrundes bewirken das Aufreißen von Klüften und Spalten im Salz, die dem Grundwasser das Eindringen in die Deponie ermöglichen könnte.

Diesen Thesen ist folgendes entgegenzuhalten:

Zu 1.

Die Kontroverse über die Entstehungsmechanismen der NW-deutschen Salzstöcke - tektonisch, halotektonisch oder halokinetisch - ist mit "Entweder - Oder" nicht zu entscheiden. Einerseits zeigte SANNEMANN (1963), wie Salzstrukturen nach dem Gesetz der Salzstockfamilienbildung auch ohne tektonische Mitwirkung eine deutliche Richtungsorientierung erhalten können. Zum anderen hat schon TRUSHEIM (1957) selbst, später dann JARITZ (1973) auf der Basis viel detaillierterer Unterlagen gezeigt, für welche Salzstrukturen oder Strukturregionen eine tektonische Beeinflussung des Diapirismus wahrscheinlich gemacht werden kann. Es scheint, als versuche GRIMMEL aus der Literatur bewußt Gegensätze der Auffassungen herauszulesen, die es in dem dargestellten Ausmaß nicht gibt. Angesichts der Eigengesetzlichkeit der Salztektunik ist die Frage nach dem inizierenden Vorgang sicherlich von zweitrangiger Bedeutung und in jedem Falle für die Problematik der Endlagerung unerheblich.

104105

Zu 2.

Eine Diskussion der Frage, ob es sich bei den Strukturen Rambow und Gorleben um einen Salzstock oder zwei zusammenhängende Salzstöcke handelt, erscheint müßig. In der geologischen Literatur werden bei zusammenhängenden Strukturen die einzelnen Abschnitte dann gesondert betrachtet, wenn sie unabhängige Kulminationen aufweisen oder sich strukturgeschichtlich unterscheiden.

Zu 3.

Um seine These von der Existenz einer mobilen Schwächezone im Untergrund des Salzstockes Gorleben zu belegen, führt GRIMMEL Darstellungen der Lagerungsverhältnisse der Zechsteinbasis aus den Jahren 1957 und 1959 an und übernimmt die von STILLE im Jahre 1924 aufgestellte Hypothese der Existenz einer Mittelmeer-Mjösen-Rift-Zone in diesem Gebiet. Inzwischen stehen dank der in den vergangenen 15 Jahren intensivierten Erdöl- und Erdgasexploration in Ostniedersachsen sowie im Skagerrak und in Dänemark zahlreiche Tiefbohrungen bis zur Zechsteinbasis und ein dichtes Netz modernster Reflexionsseismik zur Verfügung, aus denen sich ein sehr viel detaillierteres und besser belegtes Bild der Zechsteinbasis entwerfen läßt. Es ist inzwischen erwiesen, daß eine Riftverbindung zwischen dem Leinetalgraben und dem Oslo-Graben nicht existiert (ZIEGLER 1977, 1978, RAMBERG & SPJELDNAES 1978). Vielmehr setzt sich der Oslo-Graben nach SSW in den Bamble-Trog fort und wird dann durch die WNW-streichende Dänisch-Polnische Furche unterbrochen. Eventuell könnte der das Ringkoeping-Fünen-Hoch westlich der jütländischen Küste durchsetzende Horn-Graben als südliche Fortsetzung angesehen werden. Die Grabenbildung war an diesem Rift mit der tiefen Trias weitgehend abgeschlossen (ZIEGLER 1978).

. 104106

Das tertiäre zentraleuropäische Rift umfaßt die Rhônesenke, den Oberrheintalgraben, die Hessische Senke und den Leinetalgraben, setzt sich aber nach Norden nicht weiter fort. Vielmehr hat der Oberrheintalgraben in der Niederrheinischen Bucht und in Westholland seine Fortsetzung, wo auch dieser Grabenteil endet. Das dritte große Riftsystem liegt in der zentralen Nordsee (Viking-Graben, Zentralgraben) ist in der Zeit zwischen Lias und Eozän aktiv und erreicht nicht die friesische Küste (ZIEGLER 1977). Der östliche Teil der Pompeckij'schen Scholle, zu der auch das Hannoversche Wendland gehört, war, entgegen der Meinung von GRIMMEL, während des ganzen Mesozoikums und Tertiärs ein zwischen den genannten Rift-Zonen und der mobilen Dänisch-Polnischen Furche gelegenes relativ stabiles Gebiet.

Auch im Hannoverschen Wendland selbst sind die von GRIMMEL postulierten NE-SW-streichenden Verwerfungen nicht erkennbar. Die Karten von REINHARDT (1959) und TRUSHEIM (1957) zeigen einen bruchlosen Anstieg der Zechsteinbasis gegen SE, der sich bei der Exploration des Gasfeldes Wustrow bestätigte (vgl. JARITZ, Profil 1977). GRIMMEL beschreibt diese Hochlage einerseits als Schwelle, andererseits sogar als Störung. Auch die jüngste Darstellung der Zechsteinbasis in der DDR auf der im Druck befindlichen geotektonischen Karte von Europa gibt keinerlei Hinweise auf die von GRIMMEL angenommene intensive Zerblockung Westmecklenburgs.

Gravimeterdaten, die ebenfalls von GRIMMEL für seine These angeführt werden, sind für die Lösung derartiger Probleme kaum zureichend. Unter dem Einfluß der sowjetischen Schule hat man in der DDR wiederholt versucht, Norddeutschland schachbrettartig in "Rayons" zu zerlegen. Belege dafür, z. B. eine detaillierte Zechsteinbasiskartierung, sind aber nie veröffentlicht worden, auch wechselt die Lage der "Tiefenbrüche" von Autor zu Autor (vgl. KAPUSTIN 1971 mit GLUSKO, DIRKENŠTEIN,

SCHMIDT & GOLDBRECHER 1976). GRIMMEL zitiert in seinem Aufsatz nur Karten, die in seine Theorie passen. Andere, vor allem jüngere Veröffentlichungen, die seiner Theorie widersprechen, erwähnt er dagegen nicht.

Zu 4.

"Auffällige gerade" Laufabschnitte, rechtwinklige Laufveränderungen und Altwasserarme sind wie bei anderen Flüssen auch bei der Elbe normal und auch abseits von Salzstrukturen zu beobachten. Der angeführte gerade Abschnitt der Elbe verläuft in spitzem Winkel zum Streichen der Salzstruktur Gorleben und außerhalb derselben. Die von GRIMMEL in Abb. 3 wiedergegebenen Umrisse der Struktur entsprechen nicht dem Stand der derzeitigen Kenntnis. Eine Interpretation des heutigen Gewässernetzes allein durch die Annahme rechtwinkliger Brüche im Untergrund entbehrt eines nachprüfbaren Datenfundaments. Erst die Ergebnisse des geplanten hydrogeologisch-baugrundgeologischen Bohrprogramms werden uns in den Stand versetzen, die komplexen morphologischen und quartärgeologischen Phänomene dieses Raumes genauer zu deuten.

Wenn überhaupt aus den Oberflächenformen etwas abzulesen ist, dann die Strukturierung des Deckgebirges oberhalb des Zechstein-salinars. In diesem Punkt ist GRIMMEL auffällig unpräzise. Die Erfahrungen in NW-Deutschland wie auch in anderen Salzstockregionen zeigen, daß zwischen Strukturen des Subsalinars, des Salinars und des Deckgebirges klar zu unterscheiden ist. Das Subsalinar liegt in weiten Regionen annähernd horizontal bzw. ist weitspannig gewellt und wird gelegentlich von Störungen geringer Sprunghöhe durchsetzt. Das Salz puffert diese Versätze des Subsalinars ab, die Sprünge setzen sich im allgemeinen in das Salz und in das Deckgebirge nicht fort. Der Innenbau der

104108

Salzstrukturen zeigt hingegen eine völlig andere Palette von tektonischen Elementen, hervorgerufen durch die bei erhöhtem Druck und Temperatur plastische Reaktion des Salzes. Die Fließ- und Kulissenfalten treten in allen Salzstöcken in sehr ähnlicher Art auf und sind, entgegen GRIMMELs These, völlig unabhängig von der tektonischen Position der Salzstruktur.

Als Folge der halokinetischen Eigenbewegung des Salzes, des Aufstieges und der Diapirbildung finden sich im Deckgebirge eine Fülle selbständiger Strukturen, die im Subsalinar keine Entsprechung haben - Aufwölbungen, kleine Gräben, Abschiebungen, Überschiebungen und Überfaltungen. Aber auch diese oberflächennahen Strukturen sieht man in Norddeutschland infolge der mächtigen Überdeckung mit pleistozänen Sedimenten meist nicht. Sichtbar sind in erster Linie, so auch im Bereich des Salzstockzuges Gorleben-Rambow, die Formen, die auf Subrosion, d. h. die oberflächliche Ablaugung der bis in den Grundwasserbereich aufgestiegenen Salzstockteile, zurückzuführen ist. Es sind dies also Strukturen atektonischen Ursprungs, exogenen Vorgängen und nicht endogenen, z. B. seismischen Ereignissen zuzuordnen.

Zu diesem Formenschatz gehört auch die zentrale Senke über dem Salzstock Rambow, in der der Rambower und der Rudower See liegen. HURTIG (1965) konstruiert in seinem Profil eine Grabenstruktur in das Salzstockdach, geht in seiner Schrift aber auf diese Deutung nicht ein. Bei Kenntnis der Qualität der damals noch analog aufgezeichneten Seismik muß man bezweifeln, daß HURTIG diese Grabenstörungen im meist reflexionslosen Salzstock gesehen hat. GRIMMEL, der die Aussagekraft geophysikalischer Messungen nicht übersieht, benutzt jedoch die HURTIGsche Vermutung zur Stützung seiner These.

Ablaugung im Dachbereich des Salzstockes und Salzaufstieg stehen meist in einem Gleichgewicht. Der Salzspiegel, also die Oberfläche des Salzes, hält sich in ganz bestimmter Tiefenlage. Die Aufstiegsgeschwindigkeiten - und damit auch die durchschnittlichen Ablaugungsgeschwindigkeiten von

Salzstöcken - lassen sich abschätzen. Sie betragen in der Durchbruchphase um die 20 cm in 1000 Jahren. Bei älteren Salzstöcken wie dem Gorlebener ist sie infolge des Versiegens des Salznachschubes sehr viel geringer.

Das Ausmaß einer möglichen oberflächlichen Ablaugung sowie der dabei entstehende Formenschatz ist selbstverständlich detailliert zu erkunden. Das ist jedoch weniger wichtig für die Anlage der Deponie, die sich weit unterhalb der Ablaugungszone befindet, als für die Standsicherheit der oberirdisch zu errichtenden Gebäude. Dies ist eines der Ziele des bereits erwähnten Flachbohrprogramms.

Es ist zu vermuten, daß GRIMMEL das wichtigste geologische Strukturprinzip in NW-Deutschland, den salzgepufferten Stockwerksbau, nicht kennt. Nur so ist zu erklären, daß er atektonische Subrosionsphänomene, deren Richtungsverlauf nur von der Existenz des Salzes nahe der Erdoberfläche abhängt, Bewegungsvorgängen im Subsalinar zuschreibt, für die er keine Beweise hat.

Zu 5.

GRIMMEL ist bei der Auswertung der Literatur nicht sorgfältig genug. Die von ihm zitierte Karte der rezenten Krustenbewegungen in der DDR von HERRMANN (1971, Taf. 25) zeigt im Raume Rambow Differenzen in den Vertikalbewegungen von weniger als 1 mm im Jahr. Dies sind offensichtlich keine gemessenen Werte, denn über dem Salzstock Rambow verläuft keine Nivellementsline. Außerdem geht GRIMMEL auf die Problematik von Nivellementsmessungen überhaupt nicht ein, bei der diagenetische Vorgänge, Setzungserscheinungen oder Grundwasserspiegelschwankungen einen erheblichen Einfluß auf die Ergebnisse haben können. Wenn GRIMMEL weiterhin BANKWITZ (1965) zitiert, erwähnt er nicht, daß die Auffassung von BANKWITZ, die bis 400 m tiefen quartären Rinnen in Norddeutschland seien durch fluviale Erosion entstanden

und das notwendige Relief durch kurzfristige Hebungen und Senkungen geschaffen worden, von der modernen quartärgeologischen Forschung widerlegt worden ist. Heute ist erwiesen, daß die Rinnen subglazial entstanden sind, und damit entfällt das Argument der geologisch bedingten Hebungen und Senkungen.

Zu 6.

Dieser Punkt ist GRIMMELs Kernthese, aus der er ein erhöhtes Sicherheitsrisiko für das Endlager ableitet.

Es sind eine ganze Reihe von Salzstrukturen bekannt, die auf großen Störungslinien mit Zerrungsbewegungen liegen, und deren Innenbau wir durch Grubenaufschlüsse gut kennen. In NW-Deutschland ist das z. B. der Salzstockzug Lehrte - Sehnde - Sarstedt, der auf einer NNE-streichenden Untergrundstörung aufsitzt, also der "Mittelmeer-Mjösen"-Richtung GRIMMELs. Ein anderer ist die Salzstruktur, in dem sich die Grube Grasleben-Heidwinkel und das Endlagerungsbergwerk der DDR, Bartensleben bei Helmstedt, befinden. In keiner dieser Gruben sind, trotz der tektonisch ungünstigen Situation, Spalten, wie sie GRIMMEL postuliert, beobachtet worden, die als Folge tektonischer Zerrung tiefer in die Salzstrukturen eingreifen. Man beobachtet vielmehr, wie das hochteilbewegliche, plastisch verformbare Salzgestein in Spalten eindringt und diese ausfüllt. Auch Brüche in sprödem Gestein werden dabei vom Salzgestein durch bruchlose Faltung ausgeglichen. Das zeigt sich in kleinem Maßstab in Grubenaufschlüssen an der Grenze Anhydritgestein/Steinsalz und im großen am Kontakt Salzgestein/Deckgebirge. Auch in den elsässischen Salzbergwerken, die in einer der erdbebengefährdetsten Regionen Zentraleuropas, dem Oberrheintalgraben, und über großen Untergrundstörungen liegen, treten als Folge von Bewegungen im Subsalinar keine wasserführenden Spalten auf. .

Der Argumentation vom GRIMMEL muß darüber hinaus entgegengehalten werden, daß das für Salzgesteine charakteristische rheologische Verhalten falsch dargestellt wird.

Im Widerspruch zur Darstellung GRIMMELS rufen sowohl Druck- als auch Schubbeanspruchungen zeitabhängige, viskoplastische Formänderungen hervor. Dieses Formänderungsverhalten bewirkt, daß Spannungsspitzen abgebaut werden und sich das Salzgestein bruchlos verformt.

Der Begriff der Zerrungsbewegung wird in der Argumentation GRIMMELS mißverständlich verwendet; Die angenommenen tektonischen Bewegungsvorgänge stellen Schubverzerrungen dar und nicht, wie aus der Begriffsbildung "Zerrung" geschlossen werden kann, Verformungen aus reiner Zugbeanspruchung.

Außerdem läßt die Argumentation GRIMMELS außer acht, daß für eine Beurteilung der Integrität der geologischen Formation "Salzstock" Fließ- und Bruchvorgänge im dreidimensionalen Spannungsraum betrachtet werden müssen. Die Vorgänge im dreidimensionalen Kontinuum unterscheiden sich nach den bisherigen Erkenntnissen sehr wesentlich von denen im ein- oder zweidimensionalen Spannungsraum. Während es bei Pfeilern (eindimensional) oder an der Hohlraumwandung (zweidimensional) insbesondere bei schnellen Belastungsvorgängen zu echten Brucherscheinungen und nur unbedeutenden plastischen Verformungen kommen kann, ist eine typische Brucherscheinung - wie das Auftreten klaffender Risse - im dreidimensionalen Kontinuum nicht zwangsläufig gegeben.

830535

### Schlußfolgerungen

GRIMMELs Thesen lassen sich an Hand der von ihm selbst zitierten Schriften bereits widerlegen. Ferner sprechen die von GRIMMEL übergangene moderne Literatur, die Aussagen der Reflexionsseismik, die GRIMMEL nicht kennt, der Salzgeologie und der Felsmechanik, die GRIMMEL als Morphologe nicht übersieht, aber auch der Quartärgeologie gegen seine Thesen. Dem Aufsatz mangelt es an der Sorgfalt und dem Sachverstand, die die Behandlung eines so wichtigen Themas, wie es die gefahrlose Endlagerung hochaktiver Abfallstoffe ist, erfordert.

Literaturstudium allein reicht zur Beurteilung der Eignung eines Salzstockes für die radioaktive Entsorgung nicht aus. Deshalb werden die mit dem Problem befaßten Forschungsinstitutionen nicht nur das umfangreiche, von der Erdölindustrie bereitgestellte Datenmaterial über den Untergrund NW-Deutschlands aus, sie betreiben vielfältige Forschungen auf dem Gebiet der Felsmechanik, der Rheologie, des thermischen Verhaltens von Salzgesteinen und haben ein breit angelegtes und kostspieliges Bohr- und Untersuchungsprogramm konzipiert, um den zweifelsohne noch existierenden offenen Fragen auf den Grund zu gehen. Erst wenn diese Daten vorliegen und ausgewertet sind, wird es zu einer Entscheidung über die Eignung oder Nichteignung des Salzstockes Gorleben als Deponiestandort kommen können. Vorschnelle Urteile sind diesen Bemühungen um Objektivität wenig hilfreich.

830536

Literatur:

. 104113

- BANKWITZ, P. (1965): Geologische Interpretation der vorläufigen Karte der rezenten vertikalen Krustenbewegungen in der DDR. - Petermanns geogr. Mitt. 109: 143 - 151, Gotha - Leipzig.
- .. - (1971): Geologische Auswertung von geodätisch ermittelten rezenten Krustenbewegungen im Gebiet der DDR. - Petermanns geogr. Mitt., 115, S. 130 - 140, 4 Abb., 2 Kt., Gotha/Leipzig.
- GLUŠKO, V. V., DIKENŠTEIN, G. Ch., SCHMIDT, K. & GOLDBRECHER, K. (1976): Zur Tektonischen Rayonierung des Nordteiles der DDR nach dem Alter des gefalteten Untergrunds. - Jb. Geol. 7/8: 9 - 16, 1 Abb., Berlin.
- HERRMANN, H. (1971): Ableitung rezenter vertikaler Krustenbewegungen im Nordwestteil der DDR aus einem dichten Nivellementsnetz. - Petermanns geogr. Mitt., 115, S. 143 - 148, 2 Abb., 2 Kt., Gotha/Leipzig.
- HURTIG, E. (1965): Beziehungen zwischen Oberflächenmorphologie und Salzstrukturen. - Geophys. u. Geol. 7, S. 42 - 56, 21 Abb., Leipzig.
- JARITZ, W. (1973): Zur Entstehung der Salzstrukturen Nordwestdeutschlands. - Geol. Jb., A 10, 77 S., 3 Abb., 1 Tab., 2 Taf., Hannover.
- JARITZ, W. (1977): Profil Geologische Übersichtskarte 1 : 200 000.
- KAPUSKIN, I. N. (1971): Die Rolle des tektonischen Faktors bei der Bildung der Salzkuppelstrukturen. - Z. angew. Geol. 17; 11: 454 - 459, 3 Abb., Berlin.

. 104114

RAMBERG, I. B. & SPJELDNAES, N. (1978): The tectonic history of the Oslo Region. - Tectonics and Geophysics of Continental Rifts: 167 - 194, 9 Abb., Reidel Publ. Dordrecht, Boston, London.

REINHARDT, H. -G. (1959): Korrelation eines vermutlich an der Zechsteinbasis liegenden reflexionsseismischen Horizontes im Nordwestteil der Deutschen Demokratischen Republik. - Ber. Geol. Ges. DDR, 4, S. 169 - 177, 7 Abb., Berlin.

REINHARDT, H. -G. (1967): Hinweise der Prospektionsseismik auf rezente Salzbewegungen im Norden der DDR. - Geologie, 16, S. 95 - 100, 8 Abb., Berlin.

SANNEMANN, D. (1963): Über Salzstock-Familien in NW-Deutschland. - Erdoel-Z., 79, S. 499 - 506, 10 Abb., Wien-Hamburg.

SIEMENS, G. (1953): Die Schwerekarte der DDR. - Freiburger Forschungshefte, C 7, 9 S., 1 Kt., Berlin.

TRUSHEIM, F. (1957): Über Halokinese und ihre Bedeutung für die strukturelle Entwicklung Norddeutschlands. - Z. dtsh. geol. Ges., 109, S. 111 - 151, 14 Abb., Hannover.

ZIEGLER, P. A. (1977): Geology and hydrocarbon provinces of the North Sea. - Geojournal 1, 1: 7 - 32, 15 Abb., Wiesbaden 1977.

-. -

(1078): North Sea Rift and Basin Development. - Tectonics and Geophysics of Continental Rifts: 249 - 277, 14 Abb., Reidel Publ. Dordrecht, Boston, London.