

# Schachtanlage ASSE II: Zum Verständnis der Durchlässigkeit des Deckgebirges

Zusammenfassung von Daten aus zwei Vorträgen  
(Braunschweig, Dannenberg) und zwei geologi-  
schen Übertage-Exkursionen - Stand Nov. 2008.

von

Werner Schneider<sup>1)</sup>

1) Vorbemerkung: Die verwendeten Daten stammen ausnahmslos vom früheren Betreiber GSF, heute: Helmholtz-Zentrum, München (z.B. Klarr 1981, Klarr et al. 1989), aus dem Bericht der Genehmigungsbehörde, heute: Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie, Hannover 1997 sowie von eigenen geologischen Oberflächenkartierungen zwischen Gross-Denkte und Klein-Vahlberg.

2) Zur ASSE-Struktur (Abb. 1 und 3): Das unter der ASSE anstehende paläozoische Grundgebirge (vgl. Harz, Flechtinger Höhenzug) weist in einer Tiefe von 2200 m eine Störung auf, die während und nach Ablagerung des mesozoischen Deckgebirges reaktiviert wurde (O. Jura, Oberkreide/Tertiär) und dem liegenden Zechsteinsalz bei seinem Aufstieg den NW/SE-streichenden Weg wies. Da das primär ca. 600 m mächtige Zechsteinsalinar unter dem Elm dem Grundgebirge in einer Tiefe von nur 1620 m auflagert (Abb. 2), existierte seit Beginn des Salzaufstiegs zwischen Elm und ASSE eine schiefe Ebene, die das unter Gebirgsdruck plastische Salz sowie sein auf ihm "reitenden" Deckgebirge (Gesamtmächtigkeit > 1000 m) gravitativ von NE nach SW abgleiten liess und so die Strukturasymmetrie erzeugte (Kockel 1991, Baldschuhn & Kockel 1996).

Flache Scherbahnen in Oberflächen-Aufschlüssen des Unteren Muschelkalks, Querstörungen - vor allem in der NE-Flanke - mit horizontalem Bewegungssinn sowie durch Druck initiierte Rekristallisationsprozesse im Zechsteinsalz (Klarr et al. 1989, S. 76) belegen SWgerichtete ± horizontale Druckbeanspruchung.

Dieser Vorgang lief unabhängig, jedoch zeitlich zusammen mit dem normalen vertikalen Salzaufstieg ab. Er wirkt gegenwärtig, wie rezente Bewegungen im Salzstock beweisen und wird zukünftig wirken, solange die schiefe Ebene im Grundgebirge zwischen Elm und ASSE

1) Anschrift des Verfassers: Prof. Dr. Werner Schneider, Im Ziegenförth 15, 38108 Braunschweig

existiert. Dieser ± kontinuierlich ablaufende Rutschprozess wird also weiterhin mechanische Deformationen und Wegsamkeiten sowohl im Salzstock als auch in seinem Deckgebirge erzeugen.

In der weniger deformierten, mit 50-70° einfallenden NE-Flanke tritt die nahezu vollständige, weniger beanspruchte mesozoische Abfolge auf (Trias, U. und M. Jura, Kreide); in der stark deformierten, fast senkrecht stehenden SW-Flanke dagegen fehlen in der Regel die Gesteine des U. und M. Buntsandsteins (Abb. 1 und 3).

Der in seinem Kern kompliziert gefaltete Salzstock selbst zeigt unter Beteiligung von Dolomit, Sulfatgesteinen (Anhydrit, Gips), Steinsalz, Polyhalit und K,Mg-Salzen (z.B. Carnallit) eine petrographisch heterogene Ausbildung, wenngleich das Steinsalz weit überwiegt. Diese Heterogenität impliziert ein unterschiedliches mechanisches und chemisches Verhalten, was wiederum Spannungen im Gebirge erzeugt.

3. Wegsamkeiten für Oberflächen-, Grund- und Porenwässer (Abb. 1 und 3): Die kritischen Parameter sind hinsichtlich eines Endlagers für radioaktive Abfallstoffe neben der Temperaturbeständigkeit vor allem die Permeabilität und Porosität der Wirtsgesteine (Salz) sowie des Deckgebirges, in der ASSE insbesondere der O. Buntsandstein und der M. Muschelkalk, die selbst jeweils Steinsalz von ca. 30-40 m Mächtigkeit in ihrer Abfolge aufweisen.

In der ASSE lassen sich folgende Wegsamkeiten unterscheiden:

A. Die die Grenze zwischen Salzstock und SW-Flanke bildende SCHEITELSTÖRUNG mit dem begleitenden verstützten Deckgebirge (meist Buntsandstein-Schollen) sowie intensive Ablaugungen des Zechsteinsalzes im Kontaktbereich mit dem Gipshut (1. mögliche Laugenquelle).

Diese über die Gesamtlänge der Struktur NW/SE-verlaufende Störung erlaubt Oberflächenwässern in das verstützte Deckgebirge bis zum Gipshut vorzudringen, der eine Rückstandsbildung im Kontaktbereich zum Salzstock darstellt. Bohrungen haben gezeigt, dass zwischen Gipshut und unterlagerndem Zechsteinsalz Gerinne entstehen, die sich progressiv durch Lösung des Salzes eintiefen und gemäss der nach SE-einfallenden Strukturachse ebenso nach SE abfliessen (z.B. ASSE I → ASSE II → Klein-Vahlberg). Solche Laugen könnten Übertage für das Gebiet Gross-Denkte/Wittmar/Remlingen/Gross-Vahlberg/Klein-Vahlberg relevant werden.

Bemerkenswert und doch verständlich erscheint die Tatsache, dass im NW-Teil der ASSE die Scheitelstörung im O. Buntsandstein (mit einer kleinen Ausnahme westlich dem Wirtshaus ASSE), dagegen im SE-Teil im M. Muschelkalk angelegt ist. Beide Formationen bestehen neben Anhydrit vorwiegend aus Tonstein und Salz, welche gegenüber den Liegend- und Hangendschichten die grössere Plastizität besitzen und für Gleitvorgänge als "Schmiermittel" am besten geeignet sind. Damit erklärt sich die Aufschiebung der NE-Flanke auf die SW-Flanke in diesen lithostratigraphischen Niveaus.

#### B. ABLAUGUNGSPROZESSE in den STEINSALZLAGEN des O. BUNTSANDSTEINS (2. mögliche Laugenquelle).

Entlang der Scheitelstörung, die von zerscherten Anhydritschollen begleitet wird, wurde die 30-40 m mächtige Salzlage des O. Buntsandsteins bis in eine Tiefe von mehreren 100 m abgelaugt. Dadurch entstanden über längere Distanz (Gross-Denkte/Klein-Vahlberg) Karsthohlräume, die sich durch fortschreitende Lösung in die Tiefe erweitern. Diese Zone streicht nur wenige 10-er Meter von der SW-Begrenzung der Kammer auf der 511 m-Sohle (1293 Fässer mittelradioaktiver Abfall) und den 12 Kammern auf der 725 m- bzw. 750 m-Sohle (124494 Fässer schwach radioaktiver Abfall) vorbei (Abb. 1). Dort treten seit 1988 steinsalzgesättigte Laugen (ca. 12 m<sup>3</sup>/Tag) ins Bergwerk ein. Seit einiger Zeit, mindestens seit Frühjahr 2008 wurden deutlich erhöhte Gehalte an <sup>137</sup>Cs in den aufgefangenen Laugen nachgewiesen, was die durchdringende Korrosion der Fässer beweist.

Die aus dem O. Buntsandstein kommenden Laugen vermischen sich mit den unter A. beschriebenen Laugen aus dem Zechsteinsalz und sehr wahrscheinlich auch mit Laugen aus dem M. Muschelkalk (unter C. beschrieben). Auf diese komplex zusammengesetzten Mischlaugen (kaum reine Formationswässer) wird im Bericht der Genehmigungsbehörde ausdrücklich hingewiesen.

Die schwer löslichen Anhydrit-Vorkommen (CaSO<sub>4</sub>) des O. Buntsandsteins werden oberflächennah durch Wasseraufnahme in Gips (CaSO<sub>4</sub>·2H<sub>2</sub>O) umgewandelt. Nahe der Erdoberfläche wird der Gips ebenfalls gelöst; so entstehen Einsturztrichter (Dolinen), die stellenweise perlschnurartig aneinander gereiht sind (Weinberg & Klarr 1990). In der ASSE wurden davon im O. Buntsandstein auf beiden Flanken 184 kartiert; die meisten entstanden in den letzten 10000 Jahren, Auch sie bilden Wegsamkeiten in die tieferen Bereiche des struktur-

achsennahen Deckgebirges der SW-Flanke.

Die durch Lösung entstandenen Hohlräume werden zwar durch die o.g. horizontalen Gleitvorgänge komprimiert, aber nicht abgedichtet, wie ja der Laugenzufluss ins Bergwerk zeigt.

#### C. ABLAUGUNGSPROZESSE im STEINSALZ des M. MUSCHELKALKS (3. mögliche Laugenquelle):

Ähnlich wie im Fall des O. Buntsandsteins wurde auch die 30-40 m mächtige Salzlage im M. Muschelkalk, hier bis ca. 450 m abgelaut (Abb. 1). Ablaugung, Verkarstung und die tiefenwärts wandernde Lösungsfront entsprechen den unter B. beschriebenen Vorgängen. Auch hier treten in begleitenden Sulfatvorkommen Dolinen (59) an der Erdoberfläche auf (Weinberg & Klarr 1990). Die entstandenen spaltenartigen Karsthohlräume werden wie im Fall des O. Buntsandsteins durch lateralen Druck komprimiert. Es ist ausserdem davon auszugehen, dass auch die Kalke des U. Muschelkalks im oberen Teil des Deckgebirges partiell verkarstet sind.

Durch Bohrungen nachgewiesene Längsstörungen (s. D)) sowie Diagonal- und Querstörungen (E), welche die ausgelaugten Schichten schneiden, stellen Verbindungen zum Bergwerk her.

#### D. LÄNGSSTÖRUNGEN

Die parallel zur ASSE verlaufenden Längsstörungen treten in zwei Typen auf (vgl. Abb. 1):

- a. Brüche mit Dehnungscharakter (Abschiebungen) im höheren Teil des Deckgebirges. Die Entstehungsursachen basieren auf dem Nachsacken der Schichten aufgrund fortschreitender Lösungsprozesse im Top des Salzstocks (Gipshut).
- b. Brüche mit kompressivem Charakter (Aufschiebungen) an den Flanken des Deckgebirges. Sie können durch  $\pm$  horizontalen Druck im Zuge der gravitativen Gleitprozesse zwischen Elm und Asse entstanden werden.

Wie Abb. 1 zeigt, können diese Störungsbahnen eine Verbindung von den salzführenden Schichten des O. Buntsandsteins und des M. Muschelkalks zum Bergwerk herstellen. Umgekehrt würde bei einem aufkommenden Laugenaustritt an der Oberfläche in erster Linie die SW-flanke der ASSE zwischen Gross-Denkte und Klein-Vahlberg betroffen sein, wo solche Wässer unter der Quartärbedeckung austreten würden.

#### E. DIAGONAL- und QUERSTÖRUNGEN:

Es existieren in der westlichen ASSE zwei bedeutende Diagonalstörungen: eine zwischen Gross-Vahlberg und dem Schacht ASSE II sowie im Bereich Wittmar/Schacht ASSE I. Beide schneiden die Scheitelstörung und Strukturachse an und stellen damit eine hydraulische Wegsamkeit vom Salzstock zu den Flanken dar.

Zahlreiche Querstörungen, die im mittleren und östlichen Teil der Asse vermehrt in der NE-Flanke der Struktur auftreten, sind Ausdruck des verstärkten Horizontalschubs durch das gravitative Abgleiten des Deckgebirges nach SW. Dort erreichen sogar Gesteine des M. Jura die Scheitelstörung (Klein-Vahlberg).

#### 4. HYDRAULISCHE DATEN unter VERWENDUNG des BERICHTS der GENEHMIGUNGSBEHÖRDE (1997):

Die seit Jahrzehnten durchgeführten Über- und Untertagearbeiten in der ASSE machen zweifelsfrei deutlich, dass die hydraulischen Vorgänge in dieser Salzstruktur nicht verlässlich erfassbar sind. Über längere Distanzen existieren unbekannte Wegsamkeiten. Längs und quer zur Strukturachse ist die Permeabilität des Deckgebirges gleichermaßen gross, auch in einer Teufe von 500 m in der SW-Flanke in unmittelbarer Nähe der o.g. kritischen Kammern. Durch das Abtauchen der Strukturachse besteht die Tendenz von Laugenabfluss nach SE.

Die hohe Durchlässigkeit des Deckgebirges erklärt die vorherrschenden Mischwässer aus den salzführenden Formationen.

In dem o. g. Bericht wird darauf hingewiesen, dass mit einem Verlust des Bergwerks zu rechnen ist, wenn steinsalzgesättigte Laugen anstehenden Carnallit lösen, was ja schon seit 1988 geschieht. Als Gegenmassnahme wurde seit 2005 unter dem Begriff "Schutzfluid" eine MgCl-Lauge eingebracht.

Weiterhin wird die Möglichkeit genannt, dass die steinsalzgesättigten Laugen tatsächlich aus dem O. Buntsandstein und dem M. Muschelkalk über die vorhandenen Störungen das Bergwerk erreichen können.

Generell gilt: Die Wegsamkeiten nach innen sind auch die Wegsamkeiten nach aussen. Lösungszutritte ins Bergwerk sind seit Abteufen der Schachanlage aus diversen Teufen, unterschiedlichen Lokationen und zu verschiedenen Zeiten bekannt. Das gesamte Bergwerk und seine SW-Flanke stellensich als ein System kommunizierender Hohlräume (Klüfte, Spalten, angelöste Schichtflächen, Störungen, Karst,

also nicht im Sinne eines Schweizer Käse) dar, deren komplette Füllung mit noch so geeignetem Material unrealistisch erscheint.

## 5. FAZIT:

- Seit Jahrzehnten besteht in der Schachtanlage ASSE II ein ständig wirkendes dynamisches Wechselspiel mechanischer Prozesse (Druck- und Scherbeanspruchung) sowie chemischer Prozesse (Lösung, Abscheidung) mit einer vorläufig von aussen nach innen gerichteten fortschreitenden Lösungsfront (Laugenbildung). Dadurch entstehen neue Wegsamkeiten im Salzstock und verstärkt in der SW-Flanke des Deckgebirges, die sich mit neu entstandenen Laugen füllen.
- Daher stellt die Lagerung radioaktiven Mülls in den zur Scheitelstörung nahe gelegenen Kammern (511 m-, 725m- und 750 m- Sohle) in der SW-Flanke die schlechteste Lösung in der ASSE überhaupt dar.
- Erkennbar wird im Bericht der Genehmigungsbehörde (1997, Stand 1993), dass der geologische Teil betreiberfreundlich formuliert ist, während der hydrologische Teil kritisch und mit erkennbarem Verantwortungsbewusstsein vorgelegt wurde. Der Betreiber hat in den letzten 20 Jahren solche kritischen Punkte offiziell nicht oder nur teilweise eingestanden (partielle Vertuschung).
- Seit Übernahme der Schachtanlage als Forschungs-Bergwerk hat der Betreiber angesichts des hochrangigen Problems der Endlagerung radioaktiver Stoffe nicht die notwendige Achtsamkeit und Verantwortungsbewusstsein gegenüber der Gesellschaft und der gesamten Umwelt aufgebracht.
- Der Fall ASSE II zeigt daher, dass bei solch komplexen Herausforderungen, wie der Endlagerung von radioaktiven Abfällen, die jeweils verantwortlichen Fachleute, Genehmigungsbehörden und Politiker im relevanten Zeitraum seit 1965 bis heute ihrer Aufgabe nur teilweise oder nicht ihrer Aufgabe gewachsen waren. Es hat sich vielmehr gezeigt, dass fachkundige, mit "gesundem Menschenverstand" und einer klaren ethischen Haltung ausgestattete Bürger dringend gebraucht werden, um einzugreifen, wo der "Apparat" versagt, um im gemeinschaftlichen Dialog eine realistische Lösung herbeizuführen (z.B. AAA, AufPASSEn, Arbeitsgemeinschaft Schacht Konrad, Koordinations-Ausschuss ASSE II, BI Lüchow-Dannenberg, Morsleben Netzwerk).

--- Passend zu den ASSE-70-er Jahren erschien in einem Bericht an den Club of Rome die Studie: "Das Menschliche Dilemma" (Peccei 1979), in der weltweites innovatives Lernen im Sinne von Antizipation, Partizipation und eine Darstellung neuer Lernperspektiven gefordert wird. Doch unsere Erfahrung lehrt, dass Fortschritte in dieser Richtung nicht zu erkennen sind.

--- Die Jahrzehnte gelaufenen Forschungsarbeiten in der ASSE führten zwar zu einer enormen Anhäufung von Einzeldaten, verfehlten jedoch das Ziel einer effizienten Suche und Auffindung eines sicheren Endlagers für radioaktive Abfälle.

Wie immer auch der persönliche Standpunkt hinsichtlich der Atomenergie und der daraus resultierenden Folgen aussieht, so sind wir herausgefordert einen Blick über innereuropäische Gartenzäune zu werfen: In den letzten 40 Jahren haben französische Fachleute systematisch und konsequent Analysen und Arbeiten in Jura-Tonsteinen mit dem Ziel der Einrichtung eines Endlagers für hochradioaktive rückholbare Abfälle vorangetrieben und beabsichtigen dessen Fertigstellung bis 2020 (Süddeutsche Zeitung, Nr. 252, 29. Oktober 2008). In ähnlich konsequenter Weise treiben die Finnen den Bau eines Endlagers in Kristallingesteinen des skandinavischen Grundgebirges auch mit der Intention der Rückholbarkeit der hochradioaktiven Abfälle voran (Frankfurter Allg. Sonntagszeitung, Nr. 14, 8. April 2007).

6. Generelle Anmerkungen zur Nutzung von Salzstöcken für die Endlagerung radioaktiver Abfälle: Zwar hat jeder der ca. 260 Salzstöcke in Norddeutschland seine eigenen charakteristischen Signaturen (z.B. Struktur, Entstehungsablauf, Alter, Art des Deckgebirges), und doch unterliegen alle Salzstöcke gemeinsamen Anfechtungen.

Wenn in einem Salzstock- unabhängig von seiner Sicherheitsqualität- ein Schacht abgeteuft, Strecken aufgefahen und Bohrungen niedergebracht werden, ist es mit seiner "Jungfräulichkeit" vorbei. In diesem Zustand beginnt das oben beschriebene Wechselspiel mechanischer Kräfte und chemischer Prozesse mit progressiven Lösungsfronten von aussen nach innen. Ausserdem treten aus dem Salzstock Poren- und Kluftwasser sowie diverse Gase in die neu geschaffenen Hohlräume aus. Es gibt keinen Salzstock, der völlig homogen (nur Steinsalz) und tektonisch unberührt ist (Deformationen durch Salzaufstieg). Das Gesteinsspektrum der Salzstöcke ähnelt dem der ASSE (Zechstein-Formation) und die beteiligten Gesteine reagieren unter-

schiedlich auf Druck und Lösungsbedingungen (Anisotropie). Im Gefolge entstehen deshalb Klüfte, Scherflächen und Karsthohlräume, die ein System von Wegsamkeiten nach sich ziehen und sich in Zeiträumen von Jahren, Jahrzehnten, Jahrhunderten..... erweitern (s. ASSE); ein Zeitraum also, der den Auflagen für ein sicheres Endlager für radioaktive Abfälle (mind. 1 Mio Jahre) nicht gerecht wird.

Damit kann es aus sachlichen Gründen keine Zweifel geben, die Suche nach geeigneten Speichergesteinen (Tonsteine, Kristallines Grundgebirge) in Deutschland nach einem kaum aufholbaren Zeitverlust von über 40 Jahren energisch wieder aufzunehmen, da Salzstöcke offensichtlich weniger Sicherheit versprechen als bisher "angenommen".

## 7. Literatur:

Bericht der Genehmigungsbehörde: Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie, Hannover, früher: Niedersächsisches Landesamt für Bodenforschung, Oberbergamt Clausthal-Zellerfeld, Bergamt Goslar: Fleisch, E., Herre, M., Krieger, K.-H., Sauer, R., Schubert, J. & Schütte, H.: Gefahrenabschätzung für die Schachtanlage ASSE, Archiv-Nr. 109 080 (NlfB Hannover), S. 1-132 verw., Stand 1993, publ. 1997

Baldschuhn, R. & Kockel, F. (1996): Geotektonischer Atlas von NW-Deutschland, M 1:300 000, Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe.

Frankfurter Allg. Sonntagszeitung: Skandinavische Verhältnisse.- Nr. 14, 8.April 2007.

Klarr, K. (1981): Grundlagen der Geologie zur ASSE.- GSF-Bericht T 117, 92 S., München.

Klarr, K. & Rothfuchs, T., Gies, H. & Mingerzahn, G. (1989): Befahrung der Schachtanlage ASSE II.- Deutsche Geol. Ges., Exkursionsführer, 64-96, Braunschweig.

Kockel, F. (1991): Die Struktur im Untergrund des Braunschweigischen Landes.- Geol. Jb. A 127, S. 391 - 404, Hannover.

Peccei, A. (Hrsg.): Das menschliche Dilemma.- Bericht an den Club of Rome, 208 S., Molden, Wien.

Süddeutsche Zeitung: Müllhalde für die Ewigkeit.- Nr. 252, 29. Oktober 2008.

Weinberg, H.-J. & Klarr, K. (1990): Erdfälle in der ASSE.- GSF-Bericht 19/90, 63 S., München.

# Schnitt durch das Bergwerk

MAW-Kammer

(mittelradioaktiver Abfall)

511m Sohle

1.293 Fässer

LAW-Kammern

(schwachradioaktiver Abfall)

eine auf 725m

11 auf 750m

124.494 Fässer

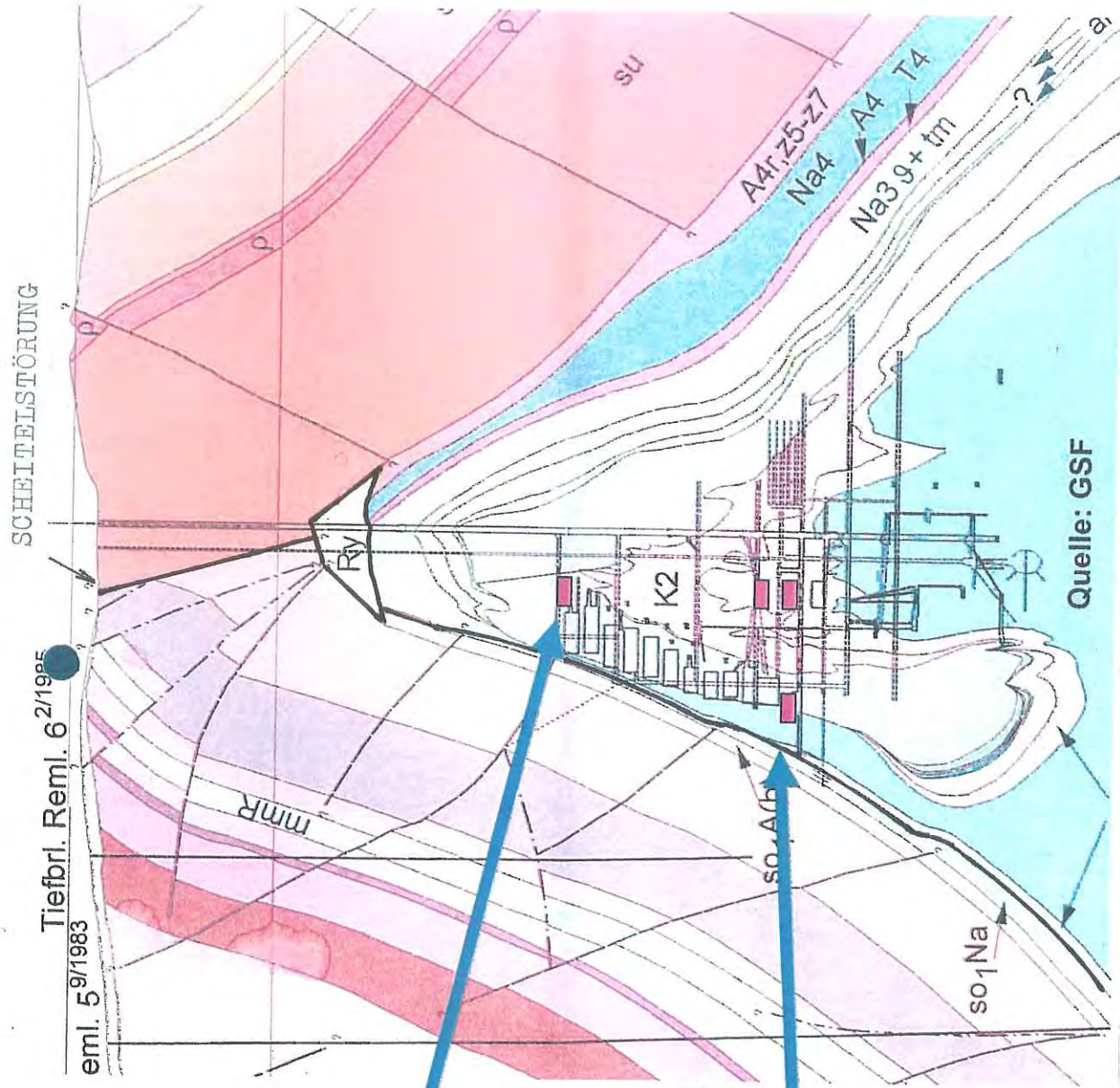


Abb. 1: Geologischer Querschnitt durch das Bergwerk ASSE II (nach GSF), Lithostratigraphie s. Klarr et al. (1989). Gipshut Ry, Scheitelstörung zwischen Salz des O. Buntsandsteins (so<sub>1</sub>Na) und Zechsteinsalz (blau), ausgelagertes Steinsalz des M. Muschelkalks mmR, dunkle Linien = Längsstörungen. Verlauf der Querstörungen parallel zur Blattebene.

## Zwischen Harz und Allertal - ein geologischer Schnitt durch den Geopark im Braunschweiger Land

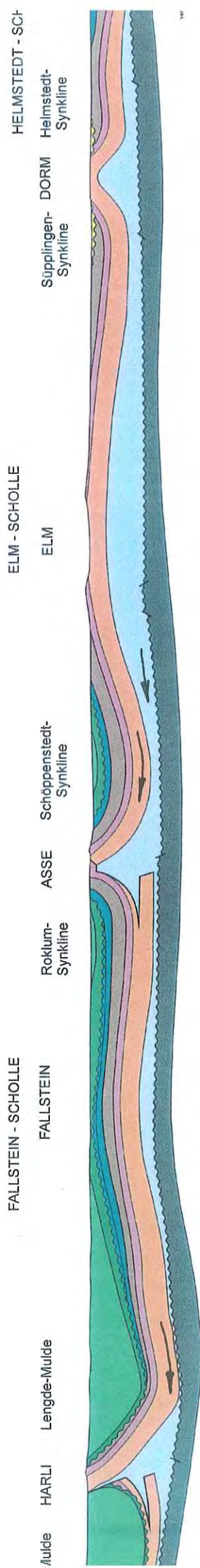


Abb. 2: Geologischer Querschnitt durch das Gebiet zwischen Fallstein und Elm. Beachte das nach SW einfallende paläozoische Grundgebirge (dunkel). Auf dem Zechsteinsalz (blau) "reitet" das mesozoische Deckgebirge (bunt), gleitet gravitativ nach SW ab und erzeugt durch den  $\pm$  horizontalen Druck die Struktur-Asymmetrie der ASSE (aus Baldschuhn & Kockel 1996), Entfernung ASSE-ELM ca. 10 km.



Ergänzung zu Punkt 2) Zur Asse-Struktur: (Abb. 1, 3 und 4)

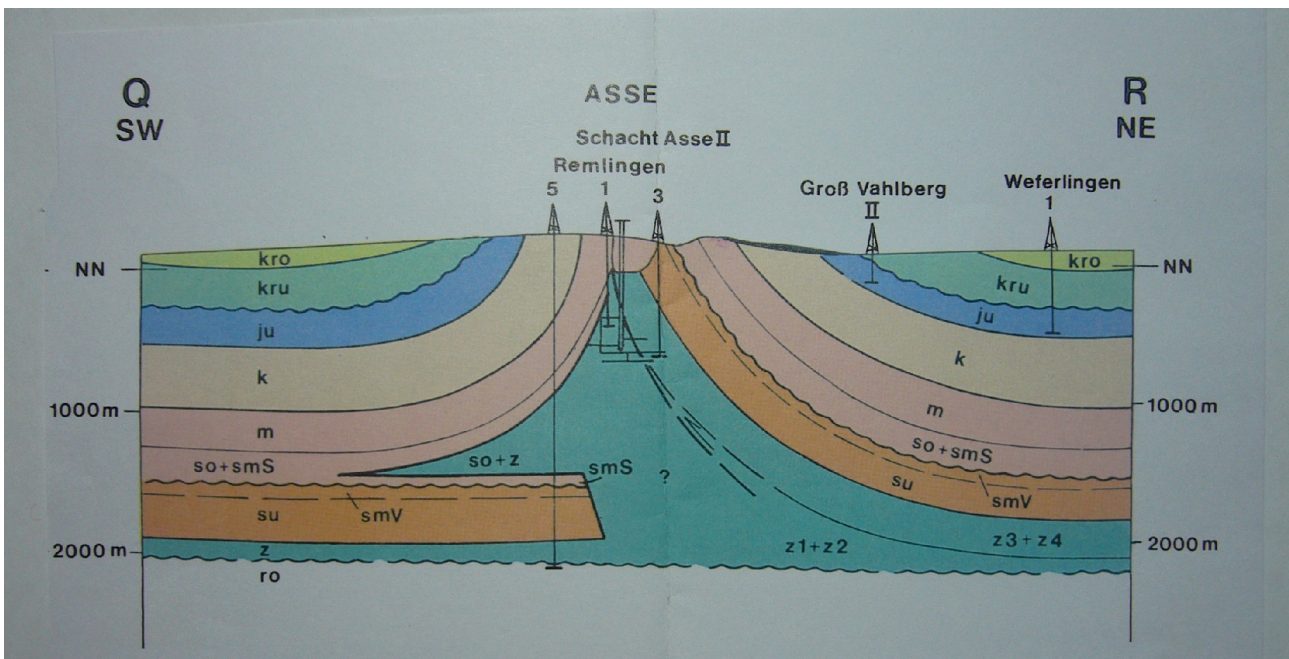


Abb. 4: Geologischer Querschnitt durch die ASSE auf der Basis reflexions-seismischer Daten

(aus: Kockel 1991). Lithostratigraphie dto.

Beachte die im Zentrum des Salzstocks eingetragene vermutete Scherbahn, initiiert durch das gravitative Abgleiten des Zechsteinsalzes in SW-Richtung (vgl. Abb. 2). Mit sehr hoher Wahrscheinlichkeit könnte eine starke Spezialfaltung im unteren Teil des Salzstocks vor dem „Prellbock“ des Unteren und Mittleren Buntsandsteins (su, smV) auftreten. Die Deformationsprozesse würden demnach auch rezent und in der weiteren geologischen Zukunft ablaufen, solange die „Schiefe Ebene“ zwischen Elm und ASSE besteht (ca. 600 m Teufendifferenz auf einer Länge von ca 10 km, vg. Abb. 2). Rezente Deformationsprozesse im Salzstock wurden beschrieben (z.B. Klarr 1981, Klarr et al. 1989).

Ad Tiefbohrung Remlingen 5: Gibt es Tiefenwasser an der Grenze Salz/ Untergrund?

(Werner Schneider, Januar 2009)