

# **Kurzstellungnahme zum BfS-Bericht**

## **„Schachanlage Asse II: Konzeptplanung für einen weiteren Schacht Ergebnisbericht Remlingen 15 Geowissenschaftliche Auswertung der Erkundungsergebnisse zur Bohrung Remlingen 15“.**

### **ARGE Schacht 5**

**DMT GmbH & Co. KG / TÜV NORD SysTec GmbH & Co. KG, K-UTEC  
AG Salt Technologies, Thyssen Schachtbau GmbH.**

**Sondershausen, Stand: 12.04.2017**

### **Arbeitsgruppe Optionen – Rückholung (AGO)**

**Projektträger Karlsruhe – Wassertechnologie und Entsorgung (PTKA-WTE)**

**Bühler, M.; Stacheder, M.**

**Sachverständige der Begleitgruppe Asse-II des Landkreises Wolfenbüttel**

**Bertram, R.**

**Hoffmann, F.**

**Kreusch, J.**

**Krupp, R.**

**Neumann, W.**

Abgestimmte Fassung vom 25.09.2017

# INHALTSVERZEICHNIS

0 VERANLASSUNG UND VORGEHENSWEISE .....	2
0.1 Veranlassung .....	2
0.2 Vorgehensweise.....	2
0.3 Von der AGO berücksichtigte Unterlagen und Informationen .....	2
0.4 Vorbemerkung .....	2
1 ALLGEMEINES .....	3
2 METHODIK.....	3
3 TECHNISCHER BOHRUNGSVERLAUF.....	3
4 GEOLOGISCHE FELDAUFNAHME .....	4
5 BOHRLOCHMESSUNGEN .....	4
6 ANALYSENPROGRAMM .....	5
7 ERGEBNISSE UND DISKUSSION/BEWERTUNG .....	7
8 ZUSAMMENFASSUNG.....	12
FAZIT DER AGO .....	12
LITERATUR DER AGO .....	13

## 0 VERANLASSUNG UND VORGEHENSWEISE

### 0.1 Veranlassung

Am 19.06.2017 wurde der BfS-Bericht „Schachtanlage Asse II: Konzeptplanung für einen weiteren Schacht - Ergebnisbericht Remlingen 15: Geowissenschaftliche Auswertung der Erkundungsergebnisse zur Bohrung Remlingen 15“ mit Anschreiben vorab per E-Mail der AGO-Geschäftsstelle übermittelt. Auf ihrer Sitzung 06-2017 am 22./23.06.2017 in Göttingen / Wolfenbüttel beschloss die AGO hierzu eine Kurzstellungnahme zu verfassen.

### 0.2 Vorgehensweise

Diese Kurzstellungnahme befasst sich im Wesentlichen mit der Bewertung der Inhalte dieses Ergebnisberichts (BfS 2017), der von der ARGE Schacht 5, bestehend aus den Firmen DMT GmbH & Co. KG / TÜV NORD SysTec GmbH & Co. KG, K-UTEC AG Salt Technologies und Thyssen Schachtbau GmbH, im Auftrag des BfS und mit Datum vom 12.04.2017 verfasst wurde. Die AGO hat über einen Entwurf der Kurzstellungnahme auf ihren Sitzungen 08-2017 am 10.08.2017 und 09-2017 am 14.09.2017 in Göttingen beraten und ihn im E-Mail-Verfahren abgestimmt.

### 0.3 Von der AGO berücksichtigte Unterlagen und Informationen

Die vorliegende Kurzstellungnahme der AGO orientiert sich an der Gliederung des Berichtes BfS (2017). Auf darin zitierte Unterlagen und Informationen, die der AGO nicht vorliegen, wird hingewiesen.

### 0.4 Vorbemerkung

Der Titel suggeriert einen Inhalt, der nicht wiedergefunden worden ist. Der Auftragnehmer hat den Auftrag offensichtlich anders verstanden. Im Untertitel ist von einer „*Geowissenschaftlichen Auswertung der Erkundungsergebnisse der Bohrung Remlingen 15*“ die Rede. Jedoch handelt es sich vorwiegend lediglich um die Darstellung von Rohdaten oder Zwischenbefunden. Auch in der Kurzfassung der Konzeptplanung (S. 4, letzter Abschnitt) wird von der Zusammenfassung der „*Erkundungsergebnisse und Untersuchungen*“ gesprochen, aber eine Bewertung hinsichtlich der Eignung ist ausdrücklich nicht Gegenstand der Ausarbeitung. Allerdings wird in der Zusammenfassung der Konzeptplanung (S. 196, 1. Absatz) von „*zusammenfassen und interpretieren*“ gesprochen. Möglicherweise ist das Ziel der Konzeptplanung den Autoren unklar.

# 1 ALLGEMEINES

## Sachstand BfS/BGE

In diesem Kapitel werden das Ziel der Bohrung, die Aufgabenstellung und die Lage der Bohrung kurz erläutert. Desweiteren wird auf die Ausrüstung, Genehmigungen und Unterweisungen eingegangen und schließlich die geologische Ausgangssituation dargestellt.

## Anmerkung der AGO

Die Unterkapitel 1.1 bis 1.3 geben in der gebotenen Kürze die Vorgeschichte zur Bohrung Remlingen 15 korrekt wieder.

Das Unterkapitel 1.4 enthält ausschließlich Nebensächlichkeiten.

Das Unterkapitel 1.5 stellt tabellarisch und in Form eines geologischen Schnitts die zu Bohrbeginn vermutete geologische Situation dar, welche auch der Planung der Tiefbohrung Remlingen 15 diene. Bei der Projektion der Bohrung in den Schnitt 28 des Asse Risswerks fehlen allerdings Angaben zur genauen Projektionsrichtung und Entfernung.

# 2 METHODIK

## Sachstand BfS/BGE

Hier werden die geologische Bohrkernaufnahme, die Fotodokumentation, das Feldlabor und die eingesetzte Software beschrieben. Der angewendete RQD-Index (Rock Quality Designation) zur Klassifizierung der Bohrkern in Geotechnik und Ingenieurgeologie wird erläutert. Die Art der Dokumentation sowie die Behandlung, Untersuchung und Aufbewahrung der Bohrkern werden hier ebenfalls beschrieben. Die für die Verarbeitung der Messungen verwendete Software (GeODin, Tec-Corim und Well-CAD) wird kurz erläutert.

## Anmerkung der AGO

Die Definition und Bezeichnung des RQD-Index („Rock Quality Designation“) suggeriert eine „objektive“ Aussage über die Gebirgsqualität. Der methodische Ansatz des RQD-Index ist aber nicht schlüssig, denn (i) ist der prozentuale Indexwert aufgrund der Berechnungsformel abhängig von der rein technisch bedingten Kernrohrlänge und (ii) wahrscheinlich auch vom gewählten Kernrohr-Innendurchmesser und weiterer technischer Betriebsweisen. Eine diesbezügliche Diskussion und Bewertung der Ergebnisse wäre erforderlich.

# 3 TECHNISCHER BOHRUNGSVERLAUF

## Sachstand BfS/BGE

In diesem Kapitel wird der allgemeine technische Bohrverlauf kurz skizziert und die Chronologie der Bohrung, bestehend aus 5 Bohrabschnitten, zusammengefasst. Das Bohr- und Verrohrungsschema wird erläutert.

Das Verfahren der Neigungsmessung und ihre Ergebnisse werden kurz dargestellt sowie die Methode zur Bestimmung der Bohrlochabweichung, die sie beeinflussenden Parameter und deren Messergebnisse erläutert. Schließlich werden noch die Ergebnisse der sog. True Vertical Depth (TVD), also der senkrechten Linie von der Geländeoberkante bis zum Ende des Bohrlochs aufgeführt.

## Anmerkung der AGO

Die Unterkapitel 3.1. bis 3.3 beschreiben technische Details der mit zahlreichen Problemen behafteten Bohrung Remlingen 15. Das Bohr- und Verrohrungsschema (Abbildung 16) hätte zum besseren Verständnis an den Anfang in das Unterkapitel „Überblick“ gehört.

Einige der beschriebenen Probleme scheinen bei besserer Planung vermeidbar gewesen zu sein, so beispielsweise die Medienunbeständigkeit von Packer-Werkstoffen gegenüber einer

Ölspülung (sofern diese Vermutung der Autoren wirklich zutrifft), oder die fehlgeschlagenen EMR-Messungen in einer salzgesättigten, wässrigen und somit elektrolytisch leitenden Spülung.

Die Aussage (S. 52) „Nach Abschluss der Erkundungstätigkeiten wurde die Bohrung verfüllt.“ ist hingegen wenig präzise. Da die Bohrung in unmittelbarer Nähe, wahrscheinlich innerhalb der Reichweite des Sicherheitspfeilers des zu errichtenden Schachtes steht, wäre nachzuweisen, dass die Bohrung so zementiert worden ist, dass keine Beeinträchtigungen für den Schacht möglich sind.

Die Abweichungen der Bohrung Remlingen 15 dürften hauptsächlich durch die havariebedingten Maßnahmen (Ablenkungen) verursacht sein. Die Havarien sollten daher in der Aufzählung möglicher Ursachen auch benannt werden. In Tabelle 5 fehlen Angaben dazu, für welches Loch (1 bis 4) der mehrfach neu angesetzten Bohrung die Messungen gelten sollen.

## **4 GEOLOGISCHE FELDAUFNAHME**

### **Sachstand BfS/BGE**

In diesem Kapitel wird der tatsächliche Bohrungsablauf dargestellt und auf die Schichtenverzeichnisse der fünf Bohrabschnitte eingegangen. Dabei werden jeweils die aufgeschlossenen stratigrafischen und lithologischen Abfolgen erläutert und die Besonderheiten wie z. B. Spülungsverluste, Klüftungen etc. aufgeführt.

Im Rahmen der Feldaufnahme werden schließlich die stratigrafischen Grenzen festgelegt. Auch die o. a. RQD-Bestimmung wird hier wieder angewendet.

### **Anmerkung der AGO**

Die präliminären Feldaufnahmen sind in einem Ergebnisbericht obsolet und sollten durch definitive lithologische, strukturelle und stratigraphische Bohrprofile ersetzt werden.

Die in Abbildung 22 dargestellte stratigraphische Gliederung ist viel zu grob, um einen praktischen Nutzen zu haben. Hier sollten die detaillierten Bohrprofile, wie sie im „Schichtenverzeichnis“ [8] bereits vorliegen, stratigraphisch untergliedert, erörtert und hinsichtlich des Erkundungsziels der Bohrung interpretiert und diskutiert werden.

Für die Frage der Eignung des Gebirges für einen abzuteufenden Schacht sind allerdings lithologische und strukturelle Ergebnisse viel wichtiger als deren stratigraphische Einstufung.

Die Ausführungen zur „Rock Quality Designation“ sind im Wesentlichen Wiederholungen aus dem früheren Kapitel 2.1.2.2. Die wenigen, an dieser Stelle mitgeteilten standortspezifischen Angaben sind zu generell und für praktische Fragestellungen unzureichend.

## **5 BOHRLOCHMESSUNGEN**

### **Sachstand BfS/BGE**

In diesem Kapitel werden die Ziele und das durchgeführte Messprogramm der geophysikalischen Bohrlochmessungen, der hydraulischen Tests, der Spannungsmessungen sowie der Dilatometermessungen zusammengefasst.

Die jeweils eingesetzten Messverfahren und -prinzip sowie das benötigte Equipment und der Testablauf werden erläutert und etwaige Besonderheiten kurz beschrieben.

### **Anmerkung der AGO**

Ergebnisse im Sinne des Erkundungsziels der Bohrung Remlingen 15 sind demnach an dieser Stelle nicht zu erwarten. Der anschließende Verweis auf „eigenständige Berichte“ (Quellen [9] bis [12]) ermöglicht keine Beurteilung durch die AGO, da ihr nicht alle Berichte vorliegen. Dies ist nicht akzeptabel.

Unter der Überschrift „Ziele“ werden im Wesentlichen die eingesetzten Messverfahren aufgezählt. Auf wichtige Faktoren wie den Skin-Effekt wird nicht eingegangen. Der Leser wird im Übrigen auf die Anhänge 1.1 bis 1.7 verwiesen, welche die einzelnen Bohrloch-Logs wiedergeben. Eine Interpretation und eine Bewertung der Logs hinsichtlich der Erkundungsziele werden in diesem Kapitel nicht vorgenommen.

In einer Fußnote auf S. 76 wird vermerkt:

*„Die Ergebnisse der BLM-Messungen wurden in die Auswertungen des vorliegenden Ergebnisberichtes nicht integriert. BLM führte die Messungen als Unterauftragnehmer der Fa. Daldrup & Söhne AG durch.“* Im Widerspruch zu dieser Aussage werden im Anhang die Messergebnisse in Form von synoptischen Logs wiedergegeben.

Auf Seite 84 findet sich der Verweis:

*„Die Ergebnisse der hydraulischen Spannungsmessungen sind im Abschlussbericht der Firma MeSy-Solexperts [10] dargestellt.“* Diese Quelle [10] liegt der AGO vor. Die darin zusammengefassten Ergebnisse hätten im vorliegenden „Ergebnisbericht“ übernommen werden können.

Auf Seite 91 findet sich der Verweis:

*„Die Testdurchführung sowie die Bewertung der Ergebnisse der Dilatometertests sind in einem eigenständigen Abschlussbericht der Firma Solexperts AG (siehe [11]) dargestellt.“*

Ergebnisse zu den Dilatometer-Tests werden an dieser Stelle nur tabellarisch mitgeteilt. Die Relevanz für den geplanten Schacht Asse 5 bleibt für den Leser unbekannt.

## **6 ANALYSENPROGRAMM**

### **Sachstand BfS/BGE**

Hier wird das Untersuchungs- und Analyseprogramm beschrieben. Neben geochemischen Untersuchungen wie Salzvoll- und Bromidanalytik sowie Sorptionsversuchen, waren auch gebirgsmechanische und geotechnische Untersuchungen sowie geologisch-paläontologische Analysen (Pollenanalyse, Mikropaläontologie, RFA, RDA, Wasserempfindlichkeit, Quellversuche) Teil dieses umfangreichen Programms. Probenahme und Durchführung werden jeweils kurz erläutert.

### **Anmerkung der AGO**

Bei der Aufzählung der geochemischen Untersuchungen und Tests am Bohrkernmaterial der Tiefbohrung Remlingen 15 werden hier (gegenüber der AGO erstmals) auch Sorptionsuntersuchungen an Bohrkernproben durch das Institut für Nukleare Entsorgung des Karlsruher Instituts für Technologie (KIT-INE) erwähnt. Solche Sorptionsuntersuchungen haben für den Bau und Betrieb von Schacht 5 keine erkennbare Relevanz, sind aber geeignet standortspezifische Parameter für Transportmodellierungen, beispielsweise im Hinblick auf einen Langzeitsicherheitsnachweis, zu liefern.

Die chemische Vollanalytik der Salzproben, inklusive Bromid, wird detailliert beschrieben und die Ergebnisse werden tabellarisch (Tabelle 18; Anhänge 2, 3, 4) mitgeteilt. Leider werden diese chemischen Analysen nur in Form fiktiver normativer Komponenten (NaCl, CaSO<sub>4</sub>, MgSO<sub>4</sub>, MgCl<sub>2</sub>, KCl) dargestellt, die nicht dem tatsächlichen Phasenbestand (modalen Mineralbestand) entsprechen. Hierzu wären ergänzend phasenanalytische Untersuchungen erforderlich gewesen. Außerdem fehlt für eine Vollanalyse das Wasser, das hauptsächlich als Kristallwasser in bestimmten Mineralphasen wie z.B. Polyhalit, Carnallit, Kieserit, etc. gebunden ist und gerade für Endlager besondere Relevanz hat.

Weiterhin fehlen graphische Darstellungen der Messwerte in Gestalt von Bohrungsprofilen und soweit möglich chemostratigraphischen Profilen. Aufgrund des geringen Winkels zwischen Bohrung und Schichtflächen einerseits und der Fließfaltungen im Salinar andererseits könnte eine Erstellung einer Chemostratigraphie allerdings schwierig oder unmöglich sein. Schlussfolgerungen hinsichtlich der stratigraphischen Einordnung der Salinargesteine anhand der Messwerte fehlen ebenfalls.

Es wird außerdem beschrieben, wie aus den Bohrkernen Proben für spätere Sorptionsversuche entnommen und aufwändig konditioniert und verpackt wurden. Auf Seite 100 wird dargelegt:

*„Die Durchführung und Auswertung sowie die Ergebnisdarstellung der Sorptionsexperimente erfolgte durch das KIT-INE und ist in einem separaten Bericht dokumentiert. Die Ergebnisse der durchgeführten Sorptionsuntersuchungen sind für die lithologische und stratigrafische Einstufung der Bohrung Remlingen 15 nicht relevant und werden daher im vorliegenden Bericht nicht berücksichtigt.“*

Auch trotz der fehlenden Relevanz sei an dieser Stelle der Hinweis gestattet, dass die Probenahme selbst nicht unter Luftabschluss erfolgen konnte, und dass wahrscheinlich bereits während des Bohrvorgangs das Sorptionsverhalten der Kernproben durch die Einwirkungen der Bohrspülung verändert worden ist (analog Skin-Effekt auf Bohrlochwand). Auch die Übertragbarkeit von an kleinen homogenen Kernproben gewonnenen Sorptionsparametern auf größere, heterogene Gebirgsbereiche wird von der AGO nicht gesehen.

Die Ausführungen zu Kapitel 6.3 (Gebirgsmechanische Untersuchungen) sind lediglich ein allgemeiner Bericht über die durchgeführten Untersuchungen zur Bestimmung gesteinsphysikalischer Stoffdaten. Ergebnisse werden nicht mitgeteilt, jedoch liegt der als Quelle [14] zitierte Bericht des Instituts für Gebirgsmechanik GmbH Leipzig (BfS 2015) der AGO vor. In diesem Bericht sind die gewonnenen Gesteinsparameter bestens dokumentiert.

Weiter wird auf Seite 101 jedoch mitgeteilt:

*„Im Rahmen des vorliegenden Berichtes werden die Ergebnisse der strömungstechnischen Untersuchungen (IBeWa) nicht betrachtet, da diese für die geologische Auswertung und Interpretation (Lithologie und Stratigrafie) im Rahmen des vorliegenden Berichtes keine Relevanz haben.“*

Der als Quelle [15] zitierte Bericht der IBeWa liegt der AGO nicht vor. Dass die strömungstechnischen Untersuchungen für den Bau des Schachtes 5 keine Relevanz haben sollen, kann in Unkenntnis des Berichts durch die AGO derzeit nicht nachvollzogen werden. Die Wasserführung des Gebirges beispielsweise kann jedoch sehr wohl einen Einfluss auf den Schachtbau haben.

Zu den geologisch-paläontologischen Untersuchungen in Kap. 6.3 gehören mikropaläontologische Untersuchungen sowie Röntgenfluoreszenzanalyse, Röntgen-diffraktometrie und geotechnische sowie geochemische Untersuchungen zur Wasserempfindlichkeit und zum Quellvermögen, außerdem strömungstechnische Laborversuche. Auch hier finden zunächst nur ein Tätigkeitsbericht und eine Beschreibung der Vorgehensweise statt, ohne dass konkrete Ergebnisse mitgeteilt werden. Die mitgeteilten Inhalte sind weitestgehend ausgesprochen trivial und redundant oder unverständlich. Die Verweise auf externe Quellen helfen dem Leser nicht weiter.

Es wird auf die Quellen [16], [17] und [18] verwiesen, die der AGO nur teilweise vorliegen. Im Quellenverzeichnis werden zu den hier behandelten Themen zusätzlich die Berichte [19], [20] aufgeführt.

Die knappen Erläuterungen zur Methodik der Tonmineralbestimmung sind unzureichend. Die Behandlung der Proben mit 10-prozentiger Salzsäure und anschließender Elution der Tonfraktion mit demineralisiertem Wasser verlangen nach einer Antwort, ob und wie sich dadurch die Zusammensetzung der Tonminerale verändert haben kann. Auch Aussagen wie auf Seite 115: *„Die Tonfraktion wurde in eine Mg<sup>2+</sup>-Fraktion und eine K<sup>+</sup>-Fraktion geteilt.“* werfen Fragen auf, sowohl was die Trennmethode betrifft als auch was mit jenen Tonmineralen geschehen ist, die weder Kalium noch Magnesium enthalten (z.B. Kaolinit).

Die Ausführungen zur Wasserempfindlichkeitsbestimmung sind nichtssagend.

Die AGO hat bei Durchsicht des Kapitels 6.4.3.2.4 (Quellversuche an Anhydriten des Salinarabschnittes) bemerkt, dass die experimentellen Untersuchungen zum Quellverhalten

von Anhydritproben in gesättigten NaCl-Lösungen bei 25°C zu keinem anderen Ergebnis kommen konnten. Spätestens seit den klassischen Arbeiten von Hardie (1967), Blount (1965) sowie Blount & Dickson (1969) und (1973) kann man in einschlägigen Lehrbüchern nachlesen, wie das Anhydrit-Gips-Gleichgewicht von der Wasseraktivität und der Temperatur abhängig ist. Im Lichte dieser hier zitierten Arbeiten muss die Schlussfolgerung im Ergebnisbericht auf Seite 121: „Die Untersuchungen zur Quellfähigkeit der Proben aus den Anhydritbereichen des Salinarabschnittes ergeben, dass ein ausgeprägtes Quellverhalten als unwahrscheinlich eingestuft wird.“ in Frage gestellt werden. Die physikalisch-chemischen Bedingungen zur Umwandlung von Anhydrit in Gips („Quellung“) könnten im relevanten Gebirgsbereich der Asse durchaus vorkommen.

Die Aussage zum Kapitel 6.4.3.2.4.<sup>[1]</sup> (Strömungstechnische Untersuchungen) auf Seite 122: „Die Ergebnisse der strömungstechnischen Untersuchungen sind für die lithologische und stratigrafische Einstufung der Bohrung Remlingen 15 nicht relevant. Sie werden daher im vorliegenden Bericht nicht weiter erläutert oder interpretiert.“ sieht die AGO genauso, mit der bereits oben gemachten Einschränkung hinsichtlich der Wasserführung des Gebirges.

## 7 ERGEBNISSE UND DISKUSSION/BEWERTUNG

### Sachstand BfS/BGE

In diesem Kapitel werden die Ergebnisse der erbohrten Schichtenfolgen des Deckgebirges (Muschelkalk, Buntsandstein, Hutgestein) und des Salinars dargestellt und diskutiert. Dabei wird jeweils die Lithologie beschrieben und es findet eine stratigrafische Einordnung statt. Es werden ebenfalls Aussagen zur geologisch-tektonischen Situation (Schichtlagerung, Klüftung, Störungen) getroffen. Ergebnisse der hydrogeologischen Tests (Transmissivität, Durchlässigkeit, Speicherkoeffizient, Wasseranalytik) sowie der gebirgsmechanische Untersuchungen (Spannungsmessungen, Dilatometermessungen) der jeweiligen Schichtenfolgen vervollständigen das Kapitel.

### Anmerkung der AGO

Diese ersten Unterkapitel des „Ergebnisberichts“ beschreiben nur, welche Ergebnisse nicht erzielt worden sind.

Eine konkrete und präzise lithologische Beschreibung im Bereich des Muschelkalks (0 mT<sup>[2]</sup> bis 130,4 mT) ist dem Kap. 7.1.1.1.1 des Berichts nicht zu entnehmen. Die stratigraphische Beschreibung wirkt konfus und die verwendeten „Abschnitte“ der Bohrung bleiben in ihrer Bedeutung undefiniert.

Die Abbildung 29 suggeriert eine horizontale Lagerung, doch ist bei der Bohrung Remlingen 15 das Gegenteil der Fall. Dadurch, dass die Bohrung bei wechselnden Einfallswinkeln mehr oder weniger spitzwinklig bis schichtparallel verläuft, sind stratigraphische Wiederholungen oder Ausfälle auch schon bei geringen Störungen möglich.

Die behauptete „stratigraphische Grenze“ zwischen Muschelkalk und Buntsandstein beruht offenbar allein auf beobachteten Merkmalen in dem Gamma-Ray Log und dem „akustischen Bohrloch-Fernsehen“ (ABF) und ist somit weder durch klar benannte lithologische Wechsel noch durch paläontologische Kriterien (Leitfossilien) ausreichend begründet. Es fehlt eine Diskussion der Grenzziehungskriterien.

Auch die lithologische Beschreibung der Bohrung Remlingen 15 im Bereich des Buntsandsteins (130,4 mT bis 394,30 mT) in Kap. 7.1.1.2.1 wirkt konfus. Es geht hier um die Beschreibung einer Schachtvorbohrung zwecks Eignungsbeurteilung des Schachtstandorts. Die Beschreibung vermischt hingegen ständig lithologische, stratigraphische, radiometrische und sonstige Merkmale von Bohrloch-Logs, ohne Bezugnahme zu den teilweise fast parallel

---

<sup>[1]</sup> Dieses Unterkapitel müsste logischerweise die Nummer 6.4.3.2.5 tragen.

<sup>[2]</sup> Die Einheitsbezeichnung „mT“ bedeutet eigentlich Milli-Tesla und sollte bei abweichender Verwendung zumindest erläutert werden.

zur Bohrlochachse verlaufenden Schichtgrenzen. Diese Beschreibungen können eine strukturgeologische und petrographische Beschreibung des Bohrkerns nicht ersetzen. Ein Bezug zum Erkundungsziel der Bohrung ist nicht zu erkennen.

Die stratigraphische Einordnung leidet unter der ungenauen lithologischen und strukturellen Beschreibung der Bohrung, deren Homogenbereiche nicht deutlich werden und somit eine Zuordnung der mikropaläontologischen Befunde erschweren.

Für die Abbildung 30 gilt die gleiche Kritik wie zuvor für Abbildung 29.

Die lithologische Beschreibung der Hutgesteinszone (394,3 mT bis 443,8 mT) in Kap. 7.1.1.3.1 stützt sich weitgehend auf verbale Wiedergaben diverser Bohrloch-Logs. Die AGO fragt sich, wozu dann eigentlich überhaupt Bohrkern gewonnen wurden und warum die lithologische Beschreibung sich nicht direkt auf die Kernproben, sondern auf indirekte Messverfahren bezieht. Es ist häufig nicht nachzuvollziehen, wie man von den Bohrloch-Logs zu den Aussagen gelangt.

Häufige Formulierungen wie etwa (Seite 139) „*Die Amplitude des ABF stellt sich hier sehr dunkel dar.*“ sind unverständlich und lassen Zweifel an der Zuverlässigkeit der Interpretation zu. Was bedeutet rein sprachlich eine „*dunkle Amplitude*“ beim „*akustischen Bohrloch Fernsehen*“ (ABF, auch Borehole Televiwer, Akustisches Bohrlochfernsehen: Ultraschall-Log) und wie kann diese Information lithologisch gedeutet werden? Das ABF kann eigentlich nur ein hochaufgelöstes strukturelles Abbild der Bohrlochwand liefern.

An keiner Stelle des Unterkapitels wird eine klare Aussage getroffen, ob es sich bei den „*Sulfatgesteinen*“ nun um Anhydrit oder Gips oder beides handelt. (Aufgrund von Gesteinsdichten um  $2,7 \text{ g/cm}^3$  ist von hohen Anhydritanteilen auszugehen, da Gips nur eine Dichte von  $2,3 \text{ g/cm}^3$  hat, Anhydrit von  $3,0 \text{ g/cm}^3$ .) Für die AGO ist auch die undefinierte Bezeichnung „*sekundäre Sulfatgesteine*“ nicht plausibel, die eine spätere Entstehung suggeriert. Die AGO hält es für wahrscheinlich, dass es sich um residuale Anhydritgesteine der subrodierten Salinarformation handelt.

Nach Ansicht der AGO ist die recht massive, ca. 40 m mächtige Hutbildung in über 400 m Tiefe durchaus bemerkenswert, weil sie eine Reichweite von intensiven Subrosionsprozessen und damit das Vordringen von süßen bzw. zumindest untersättigten salinen Grundwässern bis in diese Tiefe belegt. Dieser Befund ist nicht nur für die Schachanlage Asse II, sondern auch für andere Endlagerprojekte von Interesse. Daher sollte der Untersuchung der Bohrkern aus der Hutzone deutlich mehr Aufmerksamkeit geschenkt werden.

Die Aussagen in Kap. 7.1.2 (Strukturgeologische Aufnahme) auf Seite 143:

„*Vor dem Hintergrund der sehr komplexen tektonischen Situation, eines bereichsweise auf grober Interpolation beruhenden Risswerks und des lediglich punktuellen Aufschlusses durch die Bohrung R15 ist eine Einordnung in die geologisch-tektonische Situation nur eingeschränkt möglich.*“ verwundern die AGO. Erkundungsbohrungen haben die Aufgabe, wenig oder unbekannte Gebirgsbereiche geowissenschaftlich zu studieren und zu beschreiben und den Kenntnisstand zu erweitern bzw. zu präzisieren. Im vorliegenden Fall soll das Studium der Bohrung Remlingen 15 das Risswerk der Schachanlage Asse II verbessern helfen, insbesondere in den extrapolierten Randbereichen, und nicht zur *Einordnung in die geologisch-tektonische Situation* beitragen.

Die bildlichen Darstellungen der Bohrung Remlingen 15 (Anhänge 1.1 bis 1.7), die eine Synopse der zahlreichen Bohrloch-Logs darstellen, sind zwar vom Format her sehr unhandlich, aber trotzdem hilfreich, zumal die textliche Beschreibung eher dürftig ist. Es fehlt jedoch eine bildliche Darstellung mit interpretierter Geologie, beispielsweise im Stil der Profile der Tiefbohrungen R1 bis R9 im geologischen Risswerk der Schachanlage Asse II. Die Fülle an Informationen aus der Bohrung Remlingen 15 könnte eine sehr detaillierte und hoch aufgelöste Darstellung der Geologie ermöglichen, wenn sich nur jemand der Mühe unterziehen würde.

Die generalisierten Aussagen zur Schichtlagerung im Muschelkalk (0 mT bis 130,4 mT) in Kap. 7.1.2.1.1 sind wenig hilfreich. Eine tiefenabhängige bildliche Wiedergabe (Siehe vorherigen Kommentar) wäre wünschenswert. Auch die verbalen Beschreibungen zum Auftreten von Klüftzonen und Störungen sollten durch eine zeichnerische Darstellung im vorgenannten Bohrungsprofil ergänzt bzw. ersetzt werden. Die Raumlage der tektonischen Elemente sollte am Rande des Bohrprofils jeweils numerisch und/oder schematisch durch Flächenpoldarstellungen in Schmidt-Netzen angezeigt werden.

Auf Seite 149 heißt es:

*„Im Teufenbereich von 160 mT bis ca. 168 mT fallen die Schichtflächen ebenfalls schwankend, jedoch in Richtung E/ESE-NNE/NE ein. Der Strukturauswertung (in [9] sowie Anhang 1.2) ist zu entnehmen, dass sich die Einfallrichtung der Schichtflächen bei etwa 168 mT sehr deutlich ändert. Zwischen 168 mT und 171 mT fallen die erfassten Schichtflächen nach E bis SE ein; ab ca. 171,8 mT bis 258 mT ist die bevorzugte Einfallrichtung der Schichtflächen mit NE-ENE anzugeben. Zwischen 260 mT und 338 mT ist das bevorzugte Schichteinfallen in Richtung NE anzugeben. Im Bereich von 343 mT bis 361 mT ändert sich die Einfallrichtung der Schichtflächen deutlich nach S bis SW.“* (Vgl. Tabelle 39 des Ergebnisberichts.) Ein solches Verhalten könnte durch eine flexurartige Verbiegung oder durch eine lokale Überkipfung der ohnehin steil stehenden Schichten verursacht werden. Die Ursache muss in jedem Fall geklärt werden.

Die generalisierten Aussagen zur Schichtlagerung<sup>[3]</sup> in Kap. 7.1.2.2 (Buntsandstein, gesicherte Ansprache (130,4 mT bis 394,3 mT)) sind wenig hilfreich. Eine tiefenabhängige zeichnerische Wiedergabe wäre wünschenswert (Siehe vorherigen Kommentar). Störungen können auch in Gestalt von flexurartigen Verbiegungen auftreten (s.o.).

Im Kap. 7.1.2.3 „Hutgestein“ (394,3 mT bis 443,8 mT) schreiben die Autoren auf Seite 152: *„Die Schichtflächen fallen zwischen 394,3 mT und 409 mT vorwiegend in Richtung NE bis NNE ein. Die Einfallswinkel liegen zwischen 35° und 68° (vgl. Anhang 1.3 und 1.4). Von 411 mT bis 416 mT fallen die Schichtflächen nahezu entgegengesetzt in Richtung S, SSW und SW ein; die Einfallswinkel sind mit 20° bis 55° etwas niedriger.“*

Dies bedeutet doch, dass die Schichtung hier invers vorliegt und somit eine Überkipfung der Schichten stattgefunden hat.

Weiter ist auf Seite 152 zu lesen:

*„Das sich hier deutlich dunkler darstellende Amplitudenbild des ABF sowie die erhöhte Gamma-Kurve bestätigen einen, ebenfalls in der Fotodokumentation [6] sehr deutlich zu erkennenden, ungeschichteten, tonigen Abschnitt.“*

Auch hier ist unklar, was ausgedrückt werden soll und inwiefern die Beobachtungen einen *„ungeschichteten, tonigen Abschnitt ... bestätigen“*.

Die in Kap. 7.1.2.3.2 (Klüftung und aufgelockerte Bereiche) beschriebenen Klüfte im Anhydrit, die mit Gips verheilt sind, machen deutlich, dass die geochemischen Verhältnisse hier zumindest zeitweise außerhalb des Stabilitätsbereichs von Anhydrit und innerhalb des Stabilitätsbereichs von Gips lagen (s.o.), sofern nicht kinetische Gründe für die Bildung von metastabilem Gips vorliegen. Dazu werden keine Hinweise aufgeführt.

Die AGO empfiehlt hier sich zu vergegenwärtigen, dass der Kontakt des Salzsattels an der Südflanke ein tektonischer Kontakt (unter Ausfall des Unteren Buntsandsteins) sein muss, im Gegensatz zur Nordflanke, wo die stratigraphische Abfolge lückenlos vom Zechstein-Salinar bis ins mesozoische Deckgebirge vorhanden ist. Es sollte untersucht werden, was die Befunde der Bohrung Remlingen 15 in diesem Zusammenhang bedeuten.

Durch die Packertests in Kap. 7.1.3 (Hydrogeologische Beschreibung/Eigenschaften) konnten wichtige Informationen zur Gebirgsdurchlässigkeit einzelner Bereiche ermittelt werden. Diese lassen sich leider nicht genau definierten stratigraphischen Einheiten

---

<sup>[3]</sup> Aussagen wie *„Der stratigraphische Wechsel vom Unteren Muschelkalk zum Oberen Buntsandstein ...“* sind für stratigraphisch informierte Leser irritierend, weil chronologisch falsch.

zuordnen. Es fehlt auch ein Vergleich mit früher bestimmten kf-Werten, um ein abgerundetes Bild zu bekommen.

In Kap. 7.1.3.1 (Muschelkalk (0 mT bis 130,4 mT)) ist die Beschreibung der Spülungsverluste einerseits und der Wasserzutritte ins Bohrloch andererseits verwirrend, weil sie entgegengesetzte Strömungsrichtungen und somit Druckgradienten impliziert.

Die entnommenen Wasserproben zeigen elektrische Leitfähigkeitswerte und Ionenkonzentrationen in Tiefen über 100 m wie sie für Süßwasser (Trinkwasser) typisch sind. Diese Befunde stehen in einem Widerspruch zu den Ergebnissen der Hubschrauber-Elektromagnetik der Asse durch die Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR), welche in diesen Tiefen spezifische Widerstandswerte ermittelt hat, die eigentlich nur durch hoch mineralisierte Wässer plausibel erklärbar sind. Die AGO fragt sich, wie diese Ergebnisse zusammenpassen und wie die bekannten Salzwasserquellen in diesem Zusammenhang zu bewerten sind.

Die Ergebnisse der Altersbestimmungen an Muschelkalkwässern können von der AGO mangels Kenntnis der Details nicht nachvollzogen werden. Auf Seite 158 wird berichtet:

*„Die Untersuchung mit isotopenhydrologischem und geochemischem Hintergrund umfasste, neben anderen, die Messung der Parameter Sauerstoff-18 ( $^{18}\text{O}$ ), Deuterium ( $^2\text{H}$ ) und Tritium ( $^3\text{H}$ ).“* Der Hinweis „neben anderen“ ist aus Sicht der AGO erläuterungsbedürftig und es stellt sich die Frage, welche Nuklide analysiert wurden, mit welcher Fragestellung und mit welchen Ergebnissen.

Auch in Kap. 7.1.3.2 (Buntsandstein (130,4 mT bis 394,3 mT)) überraschen die relativ geringen Salzgehalte und elektrischen Leitfähigkeiten der beprobten Grundwässer, die erst unterhalb 300 m Tiefe eine mäßige Zunahme der Mineralisation (3400 mg/l Cl) erkennen lassen. Die Befunde scheinen den Ergebnissen der Hubschrauber-Elektromagnetik zu widersprechen, decken sich aber mit der Beobachtung des sehr tief liegenden Salzspiegels in der Asse, der Subrosionsprozesse bis in über 400 m Tiefe anzeigt (s.o.). Diese Befunde könnten einerseits weitreichende Bedeutung für die (fehlende) Langzeitsicherheit radioaktiver Abfälle in der Asse haben, aber andererseits auch für die kurzfristige hydraulische Gefährdungssituation für die Schachanlage Asse II bei zunehmenden Zutrittsraten.

Die AGO vermisst im Unterkapitel 7.1.3.3 (Hutgestein (394,3 mT bis 443,8 mT)) Angaben zur elektrischen Leitfähigkeit und chemischen Zusammensetzung der Hutwässer. Die in Tabelle 55 angegebenen Dichten von rund 1076 kg/m<sup>3</sup> weisen auf stärker mineralisierte, aber immer noch deutlich untersättigte Salzlösungen hin.

Die im Kap. 7.1.4 (Gebirgsmechanische Beschreibung/Eigenschaften) in unterschiedlichen Tiefen bestimmten Gebirgsspannungen liegen in einer plausiblen Größenordnung und die ermittelte horizontale Hauptspannungsrichtung (ca. 122°) passt in den regionalen Beanspruchungsplan. Die Anisotropie der horizontalen Hauptspannungen ist nicht unerheblich, jedoch auch mit großen Unsicherheiten behaftet. Für die Tests 8 und 15 (Tabelle 58<sup>[4]</sup>) wäre zu erläutern, was es bedeutet, wenn der Shut-In Druck über dem Rissöffnungsdruck liegt, insbesondere für das Abteufen des Schachts 5.

Die überwiegend hohen Verformbarkeiten des Deckgebirges spiegeln deren geringen Konsolidierungsgrad wieder. Die Anhydritgesteine im Bereich der Hutzzone dürften hier, je nach dem Grad der diagenetischen Rekristallisation, aus dem Rahmen fallen und müssen für den Schachtausbau besonders berücksichtigt werden.

Die lithologische Beschreibung der erbohrten Salinargesteine (i. W. Steinsalz und Anhydrite) in Kap. 7.2 (Salinar) ist hier im Text nur sehr allgemein erfolgt. Insbesondere textuelle Eigenschaften werden nicht angegeben<sup>[5]</sup>.

---

<sup>[4]</sup> Die Druckeinheiten in Tabelle 58 sollten MPa statt mPa lauten.

<sup>[5]</sup> Die Angaben von Werten in Tabelle 61 als „n. n. nicht nachweisbar“ ist wenig sinnvoll, da es sich um normative Gehaltsangaben fiktiver Komponenten handelt, nicht um analysierte Konzentrationen.

Wenn es zutrifft, dass das Salinar durch Kulissenfalten intensiv verformt ist und somit im Bohrprofil stratigraphische Wiederholungen (und Spiegelungen) zu erwarten sind, macht eine Darstellung wie in Tabelle 62 und insbesondere in Abbildung 34 wenig Sinn. Außerdem wären die Br-Konzentrationen ( $Br_{NaCl}$ ) in der Na(Cl,Br)-Phase wesentlich informativer, würden aber eine andere Probenahme/Analytik erfordern.

Aus dem Ergebnisbericht kann nicht entnommen werden, weshalb es sich bei den erbohrten Salzgesteinen um Zechstein 3 handeln soll: (Seite 179: „Die bisherigen Erkenntnisse erlauben jedoch eine (vorläufige) Einstufung in den Zechstein 3 (z3).“) Nachdem das Salz an der Südflanke keilförmig zwischen den Mittleren und Oberen Buntsandstein intrudiert ist, muss auch mit Röt-Salzen gerechnet werden.

Die Aussage auf Seite 179:

„Für die Schachanlage Asse II liegen keine vergleichbaren Referenzergebnisse oder -profile vor, weshalb eine Korrelation der ermittelten Bromid-Kurve für die Remlingen 15 mit ortsspezifischen Vergleichsdaten nicht möglich ist.“ ist für die AGO nicht nachvollziehbar. Bei den Salinargesteinen handelt es sich um marine Ablagerungen, deren Bromid-Profil durch Eindampfungszyklen bestimmt ist und daher grundsätzlich gerade für regionale und überregionale Korrelationen geeignet wäre (sofern eine unverformte Abfolge vorliegen würde).

Die nachfolgende Passage:

„Im Teufenbereich von 450 mT bis 450,70 mT wurde mittels feldgeologischer Bohrkernaufnahme sowie durch die Untersuchungen der IBeWa [19] ein karbonatisches Sedimentgestein definiert. Die IBeWa-Probe umfasste den Teufenbereich 450 mT bis 450,35 mT und beschreibt diesen Siliziklastit als dolomitisch und bituminös, also mit hohem Anteil an organischer Substanz. Auf Grund der Probenanalyse (IBeWa) und unter Berücksichtigung der Beschreibungen in [23] und [24] wäre möglicherweise eine Zuordnung dieses karbonatischen Sedimentgesteins als Leine-Karbonat denkbar. Nach den Literaturangaben wird das Leine-Karbonat als dunkelgrauer bis dunkelgraubrauner, bituminöser und meist etwas poröser Kalkstein beschrieben. Die feldgeologische Ansprache beschrieb diesen Abschnitt zunächst als bituminösen, plastischen, dunkelgrauen bis schwarzen Tonstein mit roten Toneinsprenglingen. Aus den detaillierten Untersuchungen durch IBeWa ging dann die Beschreibung als Siliziklastit, einem karbonatisch-dolomitischen Sedimentgestein, hervor. Diese Beschreibung deckt sich sehr gut mit der Charakterisierung des Leine-Karbonates in [23] und [24].“ ist ebenfalls nicht nachvollziehbar und widerspricht sich selbst, weil z. B. ein Karbonatgestein nicht gleichzeitig ein Siliziklastit sein kann. Auch lässt diese Beschreibung überhaupt keine Identifizierung als Leine-Karbonat zu.

In Kap. 7.2.2 (Strukturgeologische Aufnahme) wird erst gar keinen Versuch gemacht, die systematisch wechselnden Einfallrichtungen der Salinargesteine strukturell zu interpretieren: (stattdessen Seite 184 die Aussage:) „Der häufige Wechsel der Einfallrichtungen der Schichtflächen im Salinarabschnitt deutet undulierende Schichten an.“ Die in Tabelle 63 gelisteten „Charakteristika“ der Anhydritbänke beschränken sich auf deren Streich- und Fallwerte. Es wird nicht erörtert, ob es sich um tektonische Wiederholungen identischer Bänke handeln könnte.

Der Ergebnisbericht macht auch keine Ausführungen zu dem offensichtlich tektonischen Kontakt des Salzsattels zum Oberen Buntsandstein.

In Kap. 7.2.3 (Hydrogeologische Beschreibung/Eigenschaften) soll die Tabelle 65 „Formationswassereigenschaften“ innerhalb des hydraulisch getesteten Salinars beschreiben. Dies kann die AGO hier nicht erkennen, zumal nach eigener Aussage im Salinar keine Wasserführung angetroffen wurde und die meisten Parameter der Tabelle tiefenabhängige Gebirgseigenschaften beschreiben.

## 8 ZUSAMMENFASSUNG

### Sachstand BfS/BGE

In diesem Kapitel werden die bei der Erkundungsbohrung Remlingen 15 gewonnenen geologischen, geophysikalischen und hydrogeologischen Informationen und Erkenntnisse noch einmal zusammengefasst. Es wird darauf hingewiesen, dass einige Ergebnisse der mikropaläontologischen und geochemisch-mineralogischen Untersuchungen zur stratigrafischen Einordnung im Bereich des Deckgebirges und auch des Zechstein-Salinars mit Unsicherheiten behaftet sind, die im Rahmen einer nachlaufenden Detailauswertung durch die BGR ausgeräumt werden sollen.

### Anmerkung der AGO

Die Zusammenfassung liefert keine weiteren Erkenntnisse.

Erklärungsbedürftig ist aber der folgende Passus in der Zusammenfassung auf Seite 198:

*„Die Wasserproben wurden am Ende der Entnahmephase unmittelbar aus der Durchflusszelle gewonnen und anschließend analytisch (Sensorische Werte, Spezifisch elektrische Leitfähigkeit, pH-Wert, Säurekapazität (Sk-Wert), Abdampfdruckstand, Gesamthärte, Dichte, Kationen und Anionen, Ionenbilanz, Spurenstoffe, Radionuklide, Isotopen) untersucht.“*

Von den aufgezählten analysierten Parametern werden nur wenige berichtet. Keine Angaben finden sich zu den analysierten Spurenstoffen, Radionukliden und Isotopen (außer Sauerstoff-18, Deuterium und Tritium im Zusammenhang mit datierten Grundwässern).

## FAZIT DER AGO

Grundsätzlich begrüßt die AGO eine möglichst frühe Einbindung in wichtige Entscheidungsprozesse und die frühzeitige Mitteilung von wichtigen Untersuchungsergebnissen wie hier im Fall von Remlingen 15 / Schacht 5.

Wie bereits in unserer Vorbemerkung in Kap. 0.4 dieser Stellungnahme erläutert, suggerieren die Begriffe „Ergebnisbericht“ und „Geowissenschaftliche Auswertung“ im Titel aber einen Inhalt des Berichtes, der nicht wiedergefunden worden ist. Nach Auffassung der AGO ist der Titel missverständlich und unglücklich gewählt, da weit überwiegend nur dargestellt und nicht ausgewertet und interpretiert wird.

Zu diesem Missverständnis tragen auch die widersprüchlichen Aussagen der Verfasser zum einen in der Kurzfassung der Konzeptplanung (S. 4, letzter Abschnitt) bei, in der von einer Zusammenfassung der *„Erkundungsergebnisse und Untersuchungen“* gesprochen wird, jedoch mit dem Hinweis, dass eine Bewertung hinsichtlich der Eignung des Standortes ausdrücklich nicht Gegenstand der Ausarbeitung sei. Zum anderen wird aber in der Zusammenfassung der Konzeptplanung (S. 196, 1. Absatz) dann wiederum von *„zusammenfassen und interpretieren“* gesprochen. Möglicherweise ist das Ziel der Konzeptplanung den Autoren unklar.

Die in vielen Kapiteln gegebenen Beschreibungen sind im Wesentlichen Tätigkeitsberichte und / oder Darstellungen methodischer Details, die aber keine interpretierten Ergebnisse beinhalten, wie sie im Titel angekündigt werden. In einem Ergebnisbericht wären die mitgeteilten Angaben weitgehend entbehrlich. Auch die in Kapitel 3 ausgeführten technischen Daten sind noch keine „Ergebnisse“ im Sinne des Erkundungsziels der Bohrung Remlingen 15.

Die Bohrung und die Untersuchungen haben (bisher) keinen Erkenntnisfortschritt für den strukturellen Aufbau des Assesattels geliefert, außer der Einsicht, dass die bisherigen geologischen Extrapolationen, wie sie im Grubenriss vorgenommen worden sind, teilweise ungenau bzw. falsch sind. Obwohl durch die Bohrung und die durchgeführten Untersuchungen eine Fülle von Detail-Beobachtungen vorliegt, hat bisher niemand diese Daten mit den bereits bekannten und als gesichert geltenden geologischen Strukturen zu

einem verbesserten Strukturmodell zusammengeführt und interpretiert. Dies sollte aber ein wesentliches Erkundungsziel sein.

An dem potentiellen Standort des Schachts Asse 5 wurden durch die Bohrung Remlingen 15 einige weitere gesteinsmechanische und hydrogeologische Daten ermittelt, wobei ein Vergleich mit den bisher bereits bekannten Datensätzen ebenfalls noch aussteht. Insofern kann derzeit noch nicht beurteilt werden, ob es diesbezüglich einen den Aufwand lohnenden Erkenntnisgewinn gibt. Der Bericht kann vielleicht als Basis für die Arbeiten der BGR dienen.

Interessant und möglicherweise auch neu ist die Erkenntnis, dass die Süßwasserführung im Neben- bzw. Deckgebirge scheinbar bis in das Niveau des Salzspiegels, d.h. bis mehr als 400 Meter Tiefe, hinab reicht. Dies ist allerdings eine Schlussfolgerung der AGO, nicht der Autoren.

Neu für die AGO war ebenfalls der im Bericht eher beiläufig erwähnte Hinweis auf durchgeführte Sorptionsuntersuchungen an Bohrkernproben durch das Institut für Nukleare Entsorgung des KIT. Aufgrund der potentiellen Relevanz solcher Untersuchungen im Hinblick auf einen Langzeitsicherheitsnachweis wäre eine frühere Information darüber wünschenswert gewesen und die AGO möchte bei dieser Gelegenheit um eine Einsichtnahme in die gewonnenen Daten bitten.

Weder aus Sicht der Autoren noch aus Sicht der AGO haben sich aus der Bohrung Remlingen 15 Anhaltspunkte ergeben, die der Machbarkeit des Schachts Asse 5 an dem vorgesehenen Standort (der im Detail noch um einige Meter oder Dekameter verschoben werden kann) entgegen stehen könnten. Die im Wesentlichen zur Klärung der möglichen Positionierung von Infrastrukturräumen noch erforderlichen untertägigen Horizontalbohrungen sollten nun beschleunigt zum Abschluss gebracht und zielgerichtet ausgewertet werden. Dann sollte die Planung und das Abteufen des Schachts Asse 5 unverzüglich stattfinden, um dem gesetzlichen Rückholungsauftrag nachkommen zu können.

## LITERATUR DER AGO

- BfS (2015): Schachtanlage Asse II: Konzeptplanung für einen weiteren Schacht. Ermittlung gebirgsmechanischer Parameter an Kernprobenmaterial aus der Erkundungsbohrung Remlingen 15. Stand: 05.03.2015.
- BfS (2017): Schachtanlage Asse II: Konzeptplanung für einen weiteren Schacht. Ergebnisbericht Remlingen 15: Geowissenschaftliche Auswertung der Erkundungsergebnisse zur Bohrung Remlingen 15. ARGE Schacht 5, Sondershausen, Stand: 12.04.2017.
- Blount, C. W. (1965): The solubility of anhydrite in the systems  $\text{CaSO}_4\text{-H}_2\text{O}$  and  $\text{CaSO}_4\text{-NaCl-H}_2\text{O}$  and its geologic significance. Ph.D. thesis, University of California, Los Angeles, 179 pp.
- Blount, C. W. & Dickson, F.W. (1969): The solubility of anhydrite ( $\text{CaSO}_4$ ) in  $\text{NaCl-H}_2\text{O}$  from 100° to 450°C and 1 to 1000 bars. *Geochimica et Cosmochimica Acta* 33, 227–245.
- Blount C. W. and Dickson F. (1973): Gypsum-Anhydrite Equilibrium Systems  $\text{CaSO}_4\text{-H}_2\text{O}$  and  $\text{CaSO}_4\text{-NaCl-H}_2\text{O}$ . *American Mineralogist*, Volume 58, pages 323-331.
- Hardie L. (1967): The Gypsum-Anhydrite Equilibrium at One Atmosphere Pressure. *The American Mineralogist*, Vol. 52, 171-200.