

Exploration of Shaft Asse 5 and the Recovery Mine – Further Exploration of Salt Dome Asse Eastern of the Existing Mine

According to a comparison of options regarding mine closure of Asse II mine, issued during 2009/10 by the Federal Office for Radiation Protection as the former operator, the best option is to retrieve the radioactive waste stored underground between 1967 and 1978 firstly before mine closure. This additionally would achieve for approval of long-term safety. In 2013 the retrieval of radioactive waste received legal foundation through

§ 57b (Lex Asse) of the Atomic Energy Act. Due to enormous geo-mechanical stress of Asse II mine, a new shaft Asse 5 as well as underground development work will be necessary for the retrieval process that is assumed to last several decades. Both, shaft Asse 5 as well as the new underground mine, are planned to be developed eastern of the existing mine. Since 2013 exploration drillings and geophysical investigation are in operation in this area.

Erkundungsmaßnahmen für den Bau des Schachts Asse 5 und das Rückholbergwerk – Weitere Erkundung des Salzstocks Asse östlich vom Bestandsbergwerk

Nach einem vom Bundesamt für Strahlenschutz (BfS) als seinerzeitigem Betreiber der Schachanlage Asse II in den Jahren 2009/10 veranlassten Optionenvergleich zur Stilllegung der Schachanlage ist die Stilllegung mit zuvor erfolgter Rückholung der unter Tage zwischen 1967 und 1978 in mehreren Kammern eingelagerten radioaktiven Abfälle nach über Tage die bestmögliche Option, die zudem den Langzeitsicherheitsnachweis erlaubt. Im Jahr 2013 erhielt die Rückholung der radioaktiven Abfälle durch den neu gefassten

§ 57b des Atomgesetzes (Lex Asse) ihre gesetzliche Grundlage. Aufgrund der starken gebirgsmechanischen Beanspruchung des Grubengebäudes der Schachanlage Asse II werden für die sich voraussichtlich über mehrere Jahrzehnte erstreckende Rückholung neue Grubenräume sowie auch ein neuer Schacht (Asse 5) benötigt. Beides soll östlich des Bestandsbergwerks geteuft bzw. aufgefahren werden. Der in Frage kommende Bereich wird seit 2013 durch Bohrungen und geophysikalische Verfahren erkundet.

Introduction – History

Salt mining began around 1900 in the Asse mountain range around 1900. About 8 km east of Wolfenbüttel salt and potash was extracted between 1909 and 1964 in Asse II mine which still is existing. The abandoned mine was bought by the Federal Republic of Germany. After a testing phase low and medium radioactive waste were stored underground between 1967 and 1978. From 1980/82 this was based on the Federal Mining Act (BBergG) and the Radiation Protection Ordinance. While it was operated as a research mine at first, actual Asse II mine was used as repository mine of nearly all low and medium radioactive waste of the Federal Republic. The barrels were stored in a chamber on the 511 m level (1,293 MAW barrels), as well as in a chamber on the 725 m level and in eleven chambers on the 750 m level (124,494 LAW barrels in total). The storage ended in 1978.

The Asse II mine shows a high level of penetration. The former excavation areas, especially the chambers along the

Einleitung – Historie

Um 1900 begann auf dem Asse-Höhenzug der Salzbergbau. Auf der heute noch bestehenden, ca. 8 km östlich von Wolfenbüttel gelegenen Schachanlage Asse II wurden von 1909 bis 1964 Steinsalz und Kali abgebaut und gefördert. Die stillgelegte Schachanlage wurde von der Bundesrepublik gekauft und nach einer Versuchsphase wurden zwischen 1967 und 1978 schwach- und mittelradioaktive Abfälle untertägig eingelagert. Ab 1980/82 erfolgte dies auf der Grundlage des Bundesberggesetzes (BBergG) und der Strahlenschutzverordnung. Zunächst als Forschungsbergwerk betrieben, wurde die Schachanlage Asse II ab 1971 faktisch als Endlager genutzt und nahezu alle schwach- und mittelradioaktiven Abfälle der Bundesrepublik wurden hier „entsorgt“. Die Gebinde wurden in einer Kammer auf der 511 m-Sohle (1.293 MAW-Gebinde) sowie in einer Kammer auf der 725 m-Sohle und in weiteren elf Kammern auf der 750 m-Sohle (insgesamt 124.494 LAW-Gebinde) eingelagert. Die Einlagerung wurde 1978 beendet.

southern part of the Asse salt dome were driven in multiple drifts above each other, very close to each other and very close to the wall rock. The mine is strongly damaged regarding to rock mechanics and assumed to be not stable long-term. Multiple bearing-type fixtures are already in a state of loose rock-fall. To stabilize the mine, former excavation chambers were backfilled with fine-grained salt from the heap of the former potash mine Ronnenberg (ca. 2.2 M t of pneumatic stowing) between 1995 and 2004. The gap at the roof due to the subsidence of the backfilling has been continuously filled with sorel concrete over the past years.

Since 1988, halite saturated brine intrusions can be observed on the southern edge, which currently go up to about 12 m³ daily. The ingressing brine is collected at several points within the mine to be professionally disposed.

In 2008, it was decided to close the Asse II mine in accordance with nuclear legislation and to have the Federal Office for Radiation Protection (BfS) as the operator from 1st January 2009. Following this decision, the BfS issued the comparison of options regarding mine closure in 2009. This comparison of options resulted in determining the retrieval of radioactive waste from Asse II mine as the best option in order to achieve the necessary approval of long-term safety. The retrieval of radioactive waste before mine closure received its legal foundation with the "Law for Expedition of the Retrieval of Radioactive Waste from the Asse II Mine" (Lex Asse) which took effect on 25th March 2013.

In course of the investigations and planning that had occurred since 2010 it was asserted that a new efficient shaft (Asse 5) is necessary for the retrieval of radioactive waste. The result of assessing the geoscientific documents at hand was that the new shaft can only be located in an area eastern of the existing mine.

Due to the lack of long-term stability of the existing mine numerous underground infrastructural chambers have to be replaced. The exploration of the saliniferous formation eastern of the existing mine does not only serve as an opportunity for searching for a suitable location for the new shaft, but also for planning the future development work of a new mine that is supposed to start from the Asse 5 shaft.

The investigation began with the exploration drilling Remlingen (R 15) that was sunk between 2013 and 2014, reached the salt dome at 445 m depth and ended at a depth of 900 m. After executing geophysical measurements as well as geotechnical and hydraulic tests within the borehole, the drilling was subsequently backfilled with hydraulically bonded material.

Since January 2015, the area east of the existing mine is also under intensive underground investigation. Aside from using modern geophysical procedures – 3-D underground seismic technology, direction-sensitive borehole radar measurements as well as seismic and radar tomography – eight core drillings (Ø 98 mm) were deepened until today, horizontally or with a degree of up to 25° from drilling locations on the 574 m level, as well as the 700 m level. The longest of these drillings, executed by using air as the drilling fluid, resulted in a depth of 482 m. Figure 1 shows the exploration drillings that have already been realized, as well those that are currently planned.

Das Grubengebäude der Schachanlage Asse II weist einen hohen Durchbaugrad auf. Die ehemaligen Abbaue, hier insbesondere die entlang der Südflanke der Asse-Struktur in mehreren Reihen übereinander aufgefahrene, nah beieinander liegenden Kammern, weisen nur einen geringen Abstand zum Nebengebirge auf. Das Grubengebäude ist gebirgsmechanisch stark geschädigt und wird als längerfristig nicht mehr stand-sicher eingeschätzt. Etliche Tragelemente befinden sich bereits im Nachbruchzustand. Zur Stabilisierung des Grubengebäudes wurden zwischen 1995 und 2004 die ehemaligen Abbaukammern mit feinkörnigem Salz von der Halde des ehemaligen Kalibergwerks Ronnenberg versetzt (ca. 2,2 Mio. t Blasversatz). Durch Setzung des Versatzmaterials in den Kammern entstandene Firstspalte werden seit mehreren Jahren fortlaufend mit Sorelbeton verfüllt.

Seit 1988 werden im Bereich der Südflanke steinsalzgesättigte Lösungszutritte zum Grubengebäude beobachtet, die sich aktuell bei täglich etwa 12 m³ eingependelt haben. Die zutretenden Lösungen werden an mehreren Stellen im Grubengebäude gefasst und fachgerecht entsorgt.

Im Jahr 2008 wurde beschlossen, die Schachanlage Asse II nach Atomrecht stillzulegen und dem Bundesamt für Strahlenschutz (BfS) ab dem 01. Januar 2009 die Betreiberfunktion für die Schachanlage zu übertragen. Das BfS hat daraufhin im Jahr 2009 einen Optionenvergleich zur Stilllegung durchgeführt. Im Ergebnis dieses Optionenvergleichs wurde festgestellt, dass die Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachanlage Asse II die am besten geeignete Option darstellt, um den erforderlichen Langzeitsicherheitsnachweis führen zu können. Mit dem am 25. April 2013 in Kraft getretenen „Gesetz zur Beschleunigung der Rückholung radioaktiver Abfälle aus der Schachanlage Asse II“ (Lex Asse) fand die Rückholung der radioaktiven Abfälle vor der Stilllegung der Anlage auch ihre gesetzliche Grundlage.

Im Zuge der seit 2010 laufenden Planungen und Untersuchungen wurde festgestellt, dass für die Rückholung der radioaktiven Abfälle ein neuer leistungsfähiger Schacht (Asse 5) erforderlich wird. Die Auswertung der seinerzeit vorliegenden geowissenschaftlichen Unterlagen ergab, dass für den Standort des neuen Schachts nur ein Bereich östlich des bestehenden Grubengebäudes infrage kommt.

Da infolge der langfristig nicht mehr gegebenen Standsicherheit des bestehenden Grubengebäudes zahlreiche untertägige Infrastrukturräume ersetzt werden müssen, dient die Erkundung des östlich des Bestandsbergwerks liegenden Salinars nicht nur der Suche nach einem geeigneten Schachtstandort, sondern erfolgt zugleich auch hinsichtlich der Planung der später dann vom Schacht Asse 5 aus geplanten Auffahrung eines neuen Grubengebäudes (Rückholbergwerk).

Die Erkundungsmaßnahmen begannen mit der im Zeitraum 2013/14 von über Tage aus abgeteuften Erkundungsbohrung Remlingen 15 (R 15), die den Salzspiegel bei 445 m angetroffen und eine Endteufe von 900 m erreicht hat. Nach Durchführung von geophysikalischen Messungen sowie geotechnischen und hydraulischen Tests im Bohrloch wurde die Bohrung anschließend vollständig bis zu Tage wieder mit hydraulisch abbindendem Baustoff verfüllt.

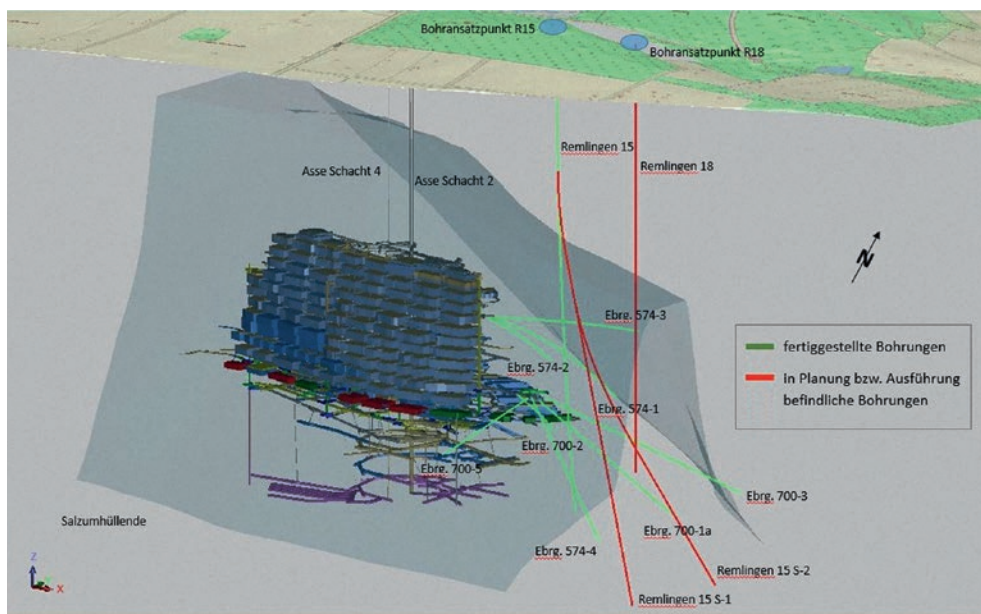


Fig. 1. Exploration drillings. // Bild 1. Erkundungsbohrungen. Source/Quelle: BGE

Seit Januar 2015 wird auch von unter Tage der Bereich östlich des Bestandsbergwerks intensiv erkundet. Neben dem Einsatz moderner geophysikalischer Verfahren – 3D-Untertageseismik, richtungssensitive Bohrlochradarmessungen sowie seismische und Radartomographie – wurden von Bohrorten auf der 574 m-Sohle und der 700 m-Sohle aus bis heute acht Kernbohrungen (\varnothing 98 mm) horizontal oder mit Neigungswinkeln bis zu 25° geteuft. Die längste dieser mit Luft als Spülungsmedium hergestellten Bohrungen wies eine Teufe von 482 m auf. Die bis heute unter- und übertägig durchgeführten wie auch die noch geplanten Erkundungsbohrungen sind Bild 1 zu entnehmen.

Realized and planned exploration drillings (core drilling)

The following exploration drillings have already been realized or are currently planned:

Underground:

- EBrG. 574-1 (371 m, non-orientated core);
- EBrG. 574-2 (293 m, non-orientated core);
- EBrG. 574-3 (275 m, non-orientated core);
- EBrG. 700-2 (254 m, non-orientated core, backfilled after brine intruded);
- EBrG. 700-1a (399 m, orientated core);
- EBrG. 700-3 (482 m, orientated core);
- EBrG. 700-4 (400 m, orientated core, realized in the first quarter of 2021);
- EBrG. 700-5 (200 m, orientated core, realized in first quarter of 2021).

Surface:

- R 15: end depth 900 m MD (MD – measured depth = from vertical deviated, measured depth);
- R 15 - S1: sidetrack (deflection), planned end depth 1.100 m MD, realized in first half of 2021;
- R 15 - S: sidetrack, planned end depth 1.100 m MD, realized in first half of 2021;
- R 18: depth 850 m MD, at planned site of pit 5, estimated to be realized in first half of 2022.

The evaluation of the exploration that has already been conducted shows, that the structure of the saliniferous formation east of the existing mine, as well as parts of the overburden, largely differ from the proportions that were initially taken as a basis. In addition, it turned out that the saliniferous formation seems to be far more complex than the initial estimate. This resulted in the requirement of further investigation of other areas, which, regarding the required borehole depths, is exceedingly difficult to execute underground and can possibly lead to high safety

Bisher durchgeführte und geplante Erkundungsbohrungen (Kernbohrungen)

Folgende Erkundungsbohrungen wurden bisher durchgeführt bzw. sind geplant:

Unter Tage:

- EBrG. 574-1 (371 m, nicht orientiert gekernt),
- EBrG. 574-2 (293 m, nicht orientiert gekernt),
- EBrG. 574-3 (275 m, nicht orientiert gekernt),
- EBrG. 700-2 (254 m, nicht orientiert gekernt, verfüllt nach Lösungszutritt),
- EBrG. 700-1a (399 m, orientiertes Kernen),
- EBrG. 700-3 (482 m, orientiertes Kernen),
- EBrG. 700-4 (400 m, orientiertes Kernen, Ausführung im 1. Quartal 2021),
- EBrG. 700-5 (200 m, orientiertes Kernen, Ausführung im 1. Quartal 2021).

Über Tage:

- R15: Endteufe 900 m MD (MD – measured depth = von der Vertikalen abweichende, gemessene Teufe),
- R15 - S1: Sidetrack (Ablenkung), geplante Endteufe 1.100 m MD, Ausführung im 1. Halbjahr 2021,
- R15 - S: Sidetrack, geplante Endteufe 1.100 m MD, Ausführung im 1. Halbjahr 2021,
- R18: Teufe 850 m MD, am geplanten Standort Schacht 5, Ausführung voraussichtlich im 1. Halbjahr 2022.

Die zwischenzeitliche Auswertung der bislang durchgeführten Erkundungsmaßnahmen zeigt, dass sich die Struktur des östlich vom Bestandsbergwerk gelegenen Salinars sowie teilweise auch der Deckgebirgsaufbau von den ursprünglich einmal den Planungen zugrunde gelegten Verhältnissen deutlich unterscheidet und zudem die Salinarstruktur sich als wesentlich komplexer herausgestellt hat, als ursprünglich einmal angenommen. Hieraus ergab sich die Notwendigkeit, weitere Bereiche zu erkunden, was bohrtechnisch von unter Tage aus infolge der dann erforderlichen



Fig. 4. // Bild 4.
Casing Scraper.



Fig. 5. Cased Hole Whipstock.
Bild 5. Ablenkeil Typ Cased Hole.

There were two reasons for positioning the KOP at 270 m:

1. Not starting off the deviation drilling in shell limestone, as total loss of circulation was estimated within this rock formation, which could potentially lead to a disaster as hardening of the drill rods, and could result in the loss of the expensive directional drilling gear.
2. Only executing window cutting (milling a window into a pipe wall) in the lined $9\frac{5}{8}$ " – 40 lbs/ft and $13\frac{3}{8}$ " – 54,5 lbs/ft segment of the borehole, since the borehole was triple-lined to a depth of 257,50 m and the float collar was cemented to surface.

To reach the KOP, from which the first deviation R15-S 1 begins, the borehole had to be cleared out to this depth, i.e. the concrete backfilling made up of class G concrete (according to API norm) had to be drilled open. Subsequently, a casing scraper (Figure 4) was used to go down the drilled route, to clean concrete residue off the $9\frac{5}{8}$ " inside of the pipe.

After that, a whipstock, type cased hole $9\frac{5}{8}$ " (Figure 5) is installed and settled according to the given azimuth of 130° , which then receives mechanical or hydraulic fixture. After a test run with a caliber, the $8\frac{1}{2}$ " milling gear is installed (Figure 6) to mill a window into the $9\frac{5}{8}$ " pipe wall. After the milling process, a starting borehole for the use of directional drilling equipment is created with the same tools.

Since the deviation drillings are planned as core drillings in the rope coring procedure, the curve radius cannot be more than 30° , as rope coring technology could not be used otherwise and the use of rope sensors for geophysical measurements within the borehole could become difficult. To generate this curve radius, a dog leg ($6^\circ/30\text{m}$) creates a curve



Fig. 6. Milling equipment.
Bild 6. Fräsgarnitur.

Der Kick off Point (KOP = Ablenkpunkt) für die R15 - S 1 wurde bei TVD 270 m (TVD – true vertical depth = wahre vertikale Tiefe) und für die R15 – S 2 bei MD 540 m (MD – measured depth = gemessene Tiefe) festgelegt, wobei der Endpunkt jeweils mit MD 1.100 m geplant ist.

Den KOP bei 270 m zu positionieren, hatte zwei Gründe:

1. Die Ablenkbohrung nicht im Muschelkalk anzusetzen, da in dieser Gebirgsformation mit totalen Spülungsverlusten zu rechnen ist, die u.U. zu einer Havarie, dem Festwerden des Bohrstrangs führen könnten und einen Verlust der sehr teuren Richtbohrgarnitur zur Folge haben würde.
2. Das Window Cutting (Fräsen eines Fensters in die Rohrwand) nur in dem mit $9\frac{5}{8}$ " – 40 lbs/ft und $13\frac{3}{8}$ " – 54,5 lbs/ft verrohrten Bohrlochabschnitt durchzuführen, da die Bohrung bis 257,50 m dreifach verrohrt und der Ringraum jeweils bis zu Tage zementiert ist.

Um den KOP, aus dem der erste Sidetrack R15-S 1 angesetzt wird, zu erreichen, muss die Bohrung bis zu dieser Tiefe aufgewältigt, d.h. die Zementverfüllung bestehend aus Zement Class G (nach API-Norm) aufgebohrt werden. Anschließend wird mit einem Casing Scraper (Rohrkratzer, Bild 4) die aufgebohrte Strecke befahren, um die $9\frac{5}{8}$ " Rohrwand von Zementresten zu säubern. Die mit Zement belastete Bohrspülung wird ausgeschert und eine frische tw-Spülung (Bentonit/Ton-Wasser) einzirkuliert.

Im Anschluss daran wird ein Ablenkeil Typ Cased Hole $9\frac{5}{8}$ " (Bild 5) eingebaut und nach einem vorgegebenen Azimut von 130° gerichtet abgesetzt und mechanisch oder hydraulisch fixiert. Nach einer Kontrollfahrt mit einem Kaliber erfolgt der Einbau einer $8\frac{1}{2}$ "-Fräsgarnitur (Bild 6), um in die $9\frac{5}{8}$ "-Rohrwand ein Fenster zu fräsen. Nach dem Fräsvorgang wird mit dem gleichen Werkzeug auch noch das Startbohrloch für den nachfolgenden Einsatz der Richtbohrgarnitur hergestellt.

Da die Ablenkbohrungen als Kernbohrungen im Seilkernverfahren geplant sind, darf der Kurvenradius nicht mehr als 30° betragen, da sonst keine Seilkern-technik eingesetzt werden kann und auch der Einsatz am Seil geführter Sonden für geo-

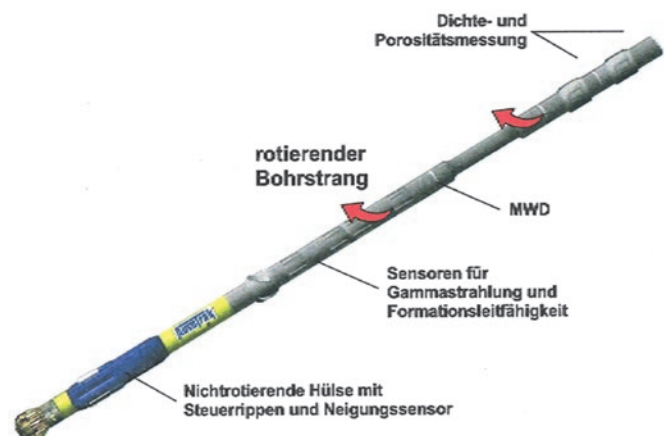


Fig. 7. Directional drilling gear.
Bild 7. Richtbohrgarnitur.

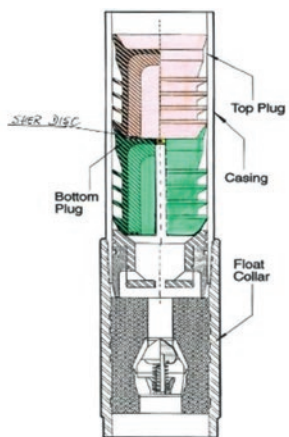


Fig. 8. Top and bottom plug.
Bild 8. Vor- und Nachstopfen.

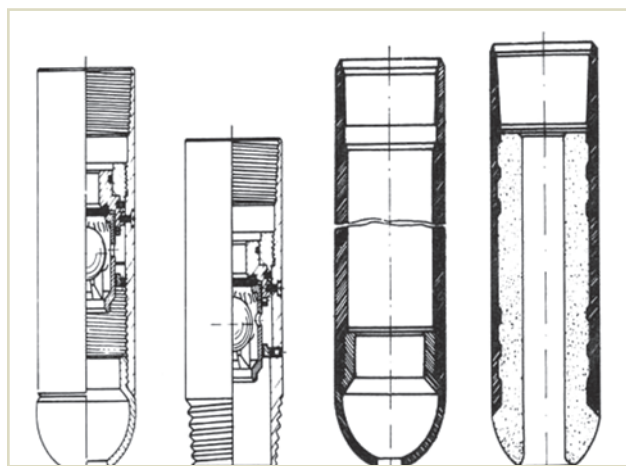


Fig. 9. Float shoe systems. // Bild 9. Rohrschuhsysteme.

by using directional drilling gear (Figure 7) with a drill diameter of 6 1/4" on a total length of approximately 145 m in the bunter.

S 1 is then continued as a core drilling with a drill diameter of 5 3/4" and a core diameter of 4" in the bunter from the end of the curve to the highest salt dome.

Subsequently, this segment of the borehole is widened to a drill diameter of 8 1/2" for the installation of a 7" – 20 lbs/ft casing. The float collar is cemented to surface. After a waiting on cement (WOC) for about 36 h, the float equipment, top and bottom plug, intermediate piece with stop function for the plugs (Figure 8), the cement float shoe (Figure 9) as well as the concrete between the plugs and the float shoe is being drilled open and a cement bond log is executed to control the quality of the float collar cementation.

Since the encounter of sour gas (H₂S) and methane (CH₄) cannot be ruled out entirely upon the entrance of the drilling into the saline Upper Permian, the work process of drilling up the concrete is followed by the installation of a 7 1/16" blow-out preventer, made of an annular preventer and two ram type preventers (Figure 10), as well as the installation of gas defense equipment. Regarding the potential gases H₂S and CH₄, the drilling crew receives a special briefing for the use of gas defense equipment. In the former R 15 drilling no gases were encountered.

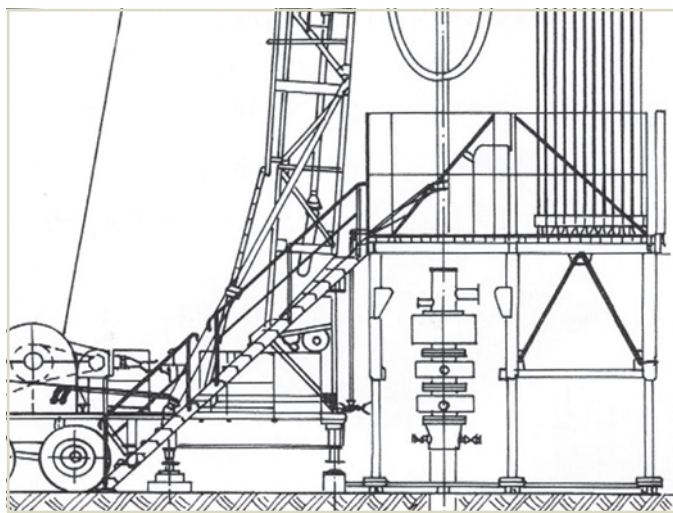


Fig. 10. Installed preventer. // Bild 10. Montiertes Preventerstack.

physikalische Messungen im Bohrloch schwierig werden könnte. Um diesen Kurvenradius aufzubauen, wird mit einem Dog Leg (Bohrlochknick/-krümmung) von 6°/30 m die Kurve mit einer Richtbohrgarnitur (Bild 7), Bohrdurchmesser 6 1/4", auf einer Länge von rd. 145 m im Buntsandstein hergestellt.

Ab Kurvenende wird dann die S 1 im Buntsandstein bis zum Top Salzstock als Kernbohrung mit einem Bohrdurchmesser von 5 3/4" und einem Kerndurchmesser 4" weitergeführt.

Anschließend wird dieser Bohrlochabschnitt für den Einbau einer technischen Rohrtour 7" – 20 lbs/ft auf einen Bohrdurchmesser von 8 1/2" erweitert und der Ringraum bis zu Tage zementiert. Nach einer Waiting on Cement (WOC = Wartezeit auf Zementhärtung) von ca. 36 h wird das Floatequipment (Zubehör zur Futterrohrzementation), Vor- und Nachstopfen, Zwischenstück mit Stopfunktion für die Stopfen (Bild 8), Rohrschuh mit Rückschlagventil (Bild 9) sowie der zwischen dem Zwischenstück und dem Rohrschuh stehende Zement aufgebohrt und ein Cement Bond Log durchgeführt, um die Qualität der Ringraumzementation zu kontrollieren.

Da mit dem Eintritt der Bohrung in das Zechsteinsalinar ggf. das Antreffen von Sauer gas (H₂S) und Methan (CH₄) nicht ausgeschlossen werden kann, erfolgt nach dem Arbeitsgang „Zement aufbohren“ die Montage eines 7 1/16" Blow-out Preventerstacks, bestehend aus Annular- (Ringpreventer) und zwei Ram-type (Backen)-Preventern (Bild 10) sowie die Montage eines Gasschutzequipments. In Bezug auf die ggf. zu erwartenden Gase H₂S und CH₄ wird die Bohrmannschaft im Umgang mit Gasschutzgeräten speziell unterwiesen. In der seinerzeit geteuften Bohrung R 15 wurden allerdings keine Gase angetroffen.

Kernbohrarbeit – Ablenkbohrung R15-S 1

Für die weiterführende Kernbohrarbeit im Salinar mit einem Seilkernrohr 5 3/4" x 4" (Bild 11) muss eine Bohrspülung verwendet werden, die verhindert, dass es im Bohrloch zu Kalibererweiterungen kommt, da für die im Salinar vorgesehenen Messungen, Teste und Versuche ein sehr gleichmäßiges Bohrlochkaliber erforderlich ist. Hierzu wird eine spezielle Bohrspülung eingesetzt, wobei zwei Spülungstypen zur Anwendung kommen können.

- Geht man davon aus, dass kein H₂S angetroffen wird, kann eine reine Magnesiumchlorid (MgCl₂)-Spülung eingesetzt werden, der nur ein synthetisches Polymer zugesetzt wird.

Core drilling – Deviation drilling R15-S 1

For the continuing drilling works in the saliniferous formation with a 5³/₄" x 4" wireline core barrel (Figure 11) must be used for the drilling fluid, which prevents caliber dilations in the borehole, as a balanced borehole caliber is needed for the planned measurements, tests, and trials within the saliniferous formation. For this purpose, a special drilling fluid is applied, two types of fluids can be used.

- If an H₂S encounter is unlikely, a pure magnesium chloride (MgCl₂) fluid, with an added synthetic polymer, can be used.
- If an H₂S encounter is likely, the pH value of the fluid must be >10.5, which can only be reached with saturated weighted salt with added MgCl₂, potassium chloride (KCl) and polymers.

A drilling fluid needs to meet certain functions and requirements.

The functions are:

- removing the cuttings from the borehole bottom;
- discharging the cuttings through the float collar;
- keeping the cuttings afloat in case of downtime;
- controlling the formation pressure;
- stabilizing the side wall;
- preventing circulation loss by creating a press cake;
- cooling and greasing the drill string elements; and
- transferring hydraulic energy to the borehole bottom.

The requirements are:

- stabilizing the borehole geometry;
- not damaging water-bearing strata;
- quickly discharging cuttings at the surface to enable sample taking;
- sensing influx from the mountain range (note: influx from mountain range is controlled via a trip tank, which shows the liquid level (Figure 12)); and
- being environmentally compatible.

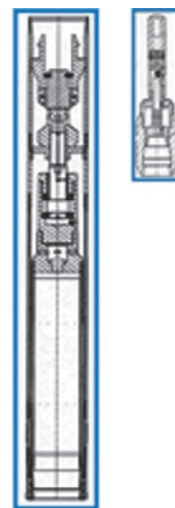
Thus, frequent control of the fluid parameter is necessary. To guarantee the constant quality of the used drilling fluid, a specialized technician creates an analysis of the fluid several times per shift. It controls

- the specific weight and density via a hydrometer (Figure 13);
- the viscosity via a marsh funnel (Figure 14);
- the water retention via a ring balance (Figure 15) or a filter press (Figure 16).

Since the costs of drilling fluid range from 5 to 10% of the drilling costs, supervision of the properties is reasonable, as the functions and requirements can only be met if the properties are within the given parameters.

Apart from the necessary special drilling fluids that are particularly used in saliniferous formations, non-optimized drill engineering parameters, such as press roof, the amount of drilling fluid, and rotational speed can impact the stability of the borehole caliber.

Before the first cored section can be applied in the saliniferous formation at an approximate depth of 485 m, the tw drilling fluid, which had been used up until this point, must be exchanged for the necessary fluid type, MgCl₂ or saturated weighted salt. This



Mehrlinkensystem
Christensen,
CSK-Serie

Fig. 11. Wireline core barrel
CSK 146 – 5³/₄" x 4".
Bild 11. Seilkernrohr
CSK 146 – 5³/₄" x 4".

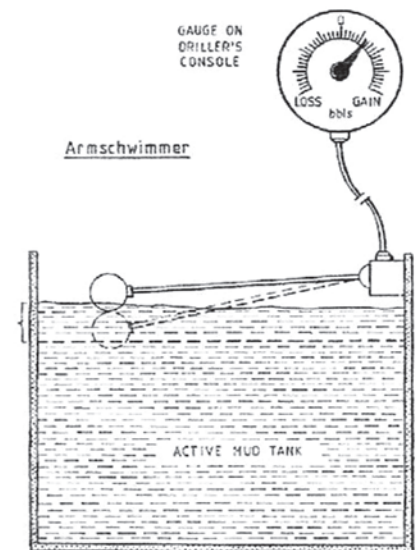


Fig. 12. // Bild 12. Trip Tank.

- Ist damit zu rechnen, dass H₂S angetroffen wird, muss der pH-Wert der Spülung > 10,5 eingestellt werden, was nur mit einer aufgesättigten Salzspülung zu erreichen ist, der MgCl₂, Kaliumchlorid (KCl) und Polymere zugemischt werden.

Eine Bohrspülung muss bestimmte Aufgaben und Anforderungen erfüllen.

Die Aufgaben sind

- das Entfernen des erbohrten Bohrkleins von der Bohrlochsohle,
- das Austragen der Cuttings durch den Ringraum,
- die Inschwebehaltung des Bohrguts bei Stillständen,
- das Beherrschen des Lagerstättendrucks,
- die Stabilisierung der Bohrlochwandung,
- das Verhindern von Spülverlusten durch Bildung eines Filterkuchens,
- das Kühlen und Schmieren der Bohrstrangkomponenten und
- die Übertragung hydraulischer Energie zur Bohrlochsohle.

Die Anforderungen bestehen in

- der Stabilisierung der Bohrlochgeometrie,
- keiner Schädigung von Grundwasserleitern,
- dem schnellen Abscheiden der Cuttings über Tage zwecks Probeentnahme,
- dem Bemerkern von Zuflüssen aus dem Gebirge (Anmerkung: Zuflüsse aus dem Gebirge werden über einen Trip Tank kontrolliert, in dem der Pegelstand angezeigt wird (Bild 12.)) und
- Umweltverträglichkeit.

Eine engmaschige Kontrolle der Spülungsparameter ist deshalb erforderlich. Um eine gleichmäßige Qualität der in Umlauf befindlichen Bohrspülung zu gewährleisten, erstellt ein Spülungstechniker mehrmals je Schicht eine Spülungsanalyse. Dabei werden kontrolliert:

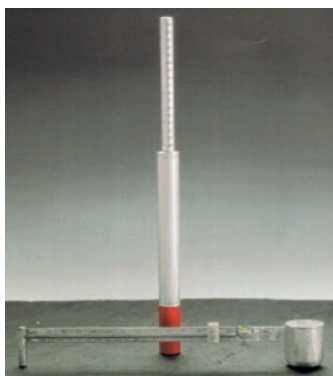


Fig. 13. // Bild 13. Hydrometer.



Fig. 14. Marsh funnel
Bild 14. Marshrichter.

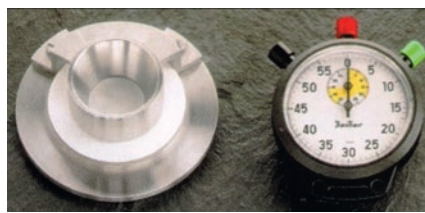


Fig. 15. Ring balance.
Bild 15. Ringwaage.



Fig. 16. Filter press.
Bild 16. Filterpresse.

happens as the new fluid enters over the new drill string, which leads to the tw drilling fluid being discharged.

Since a radius of about 15 m is planned to be the landing spot for the core drilling at an end depth of 1.100 m MD, the core drilling progress must be frequently supervised, e.g., with a Single Shot (Figure 17). The measurement interval should not exceed 50 m. If not only the borehole incline but also the borehole direction is to be monitored, a Multi Shot needs to be used, which has an integrated compass that can measure the azimuth, which indicated the borehole direction. Single, and Multi Shots are devices that measure single spots to monitor deviations from the vertical or given direction within the drilling.

For this purpose, however, an anti-magnetic rope coring rod of at least 6 m length, must be installed between the usual rope coring rod and the wireline core barrel, as not to disrupt the compass with the usual steel coring rod. Alternatively, the borehole drift of the open borehole can be monitored by a service company. In that case, the measuring device (compass) is being lowered into the borehole via cable.

If the core drilling deviates so much from the initial drilling track (angle of 30°) that it misses the landing point, the core borehole must potentially be realigned after consulting geologists. For this purpose, the core borehole gets backfilled with cement grout to the point at which the improper deviation started, and after a phase of waiting on cement, the 30° drilling track is re-established with 6 1/4" drilling gear. At this stage of the work progress, the core borehole must be broadened from RS 7" on to the cement head.

After the R15-S 1 goal point of 1,100 m MD has been reached, the execution of geophysical borehole measurements, as well as different tests and trials at the open borehole are planned.



Fig. 17. Measurement.
Bild 17. Messaufnahme.

- das spezifische Gewicht bzw. die Dichte mit einem Hydrometer (Bild 13),
- die Viskosität mit einem Marshrichter (Bild 14),
- die Wasserbindung mit der Ringwaage (Bild 15) oder einer Filterpresse (Bild 16).

Da die Spülungskosten 5 bis 10 % der Bohrkosten betragen, ist eine Überwachung der Eigenschaften sinnvoll, da nur bei Einhaltung der vorgegebenen Parameter die gestellten Aufgaben und Anforderungen erfüllt werden können.

Neben der besonders in Salzformationen erforderlichen speziellen Bohrspülung können auch nicht optimierte bohrtechnische Parameter wie Andruck, Spülmengenge und Umdrehungsgeschwindigkeit die Maßhaltigkeit des Bohrlochkalibers beeinflussen.

Bevor der erste Kernmarsch im Salinar bei voraussichtlich 485 m Teufe angesetzt werden kann, muss die bis dahin eingesetzte tw-Spülung gegen den nun erforderlichen Spülungstyp – MgCl₂ oder aufgeladene Salzspülung – ausgetauscht werden. Dies erfolgt, indem über den Bohrstrang die neue Spülung einzirkuliert und dadurch die tw-Spülung ausgetragen wird.

Da als Landepunkt für die Kernbohrung bei ET MD 1.100 m ein Radius von ca. 15 m geplant ist, muss der Verlauf der Kernbohrung in regelmäßigen Abständen, z.B. mit einem Single Shot (Bild 17) kontrolliert werden, wobei die Messabstände nicht größer sein sollten als 50 m. Sollte neben der Bohrlochneigung zusätzlich auch noch die Bohrlochrichtung kontrolliert werden, so muss ein Multi-Shot zum Einsatz kommen, in dem ein Kompass integriert ist, mit dem der Azimut, der die Bohrlochrichtung angibt, gemessen werden kann. Single und Multi Shot sind Geräte zur Messung von Einzelpunkten zur Kontrolle der Abweichung der Bohrung von der Vertikalen und der vorgegebenen Richtung.

Hierzu muss allerdings zwischen dem normalen Seilkerngestänge und dem Seilkernrohr ein mindestens 6 m langes antimagnetisches Seilkerngestänge eingebaut werden, damit der Kompass nicht durch das normale Stahlbohrgestänge beeinträchtigt wird. Alternativ kann auch der Bohrlochverlauf im offenen Bohrloch durch eine Servicefirma kontrolliert werden, wobei das Messgerät (Kompass) am Kabel eingefahren wird.

Weicht die Kernbohrung vom geplanten Bohrfad mit einer Neigung von 30° so stark ab, dass der Landekreis verfehlt wird, so wird nach Rücksprache mit den Geologen das Kern-

Borehole measurements

The maximum borehole inclination is not only dictated by the rope coring procedure, but the tools for borehole measurements and tests, that are lowered into the borehole via cable, cannot be used efficiently at an incline $> 30^\circ$.

Borehole geophysics and open hole tests within the borehole allowed for lithological, stratigraphic, petrophysical, and reserve engineering properties, as well as drill engineering data to be determined and controlled, such as:

- The borehole caliber (CAL) in terms of stability.
- The rock density with a testing probe (GGD), in which gamma radiation, a measure for rock density (porosity) is created.
- The Spectral Gamma Ray (SGR) measures natural gamma energy spectra, that were caused by the radioactive decomposition of uranium, thorium, potassium-40, and isotopes and allow for conclusions regarding lithology in the measured areas.
- Neutron-Neutron.
- Full Wave Sonic.
- Acoustic borehole imager.
- The temperature (TEMP) of the well fluid in relation to the measured depth. If the temperature shows deviation from the gradients, that can be evidence for water in- or outflow.
- The borehole drift, the incline, and the azimuth, in relation to the magnetic North (BA).

These testing probes are all lowered to the borehole bottom on a cable and drifted with appropriated speed, according to the measurement method.

Borehole testing

In addition, hydraulic tests are planned open hole to determine porosity and ground pressure. For these tests, double packers (Figure 18) are installed on the rods in the borehole and water is

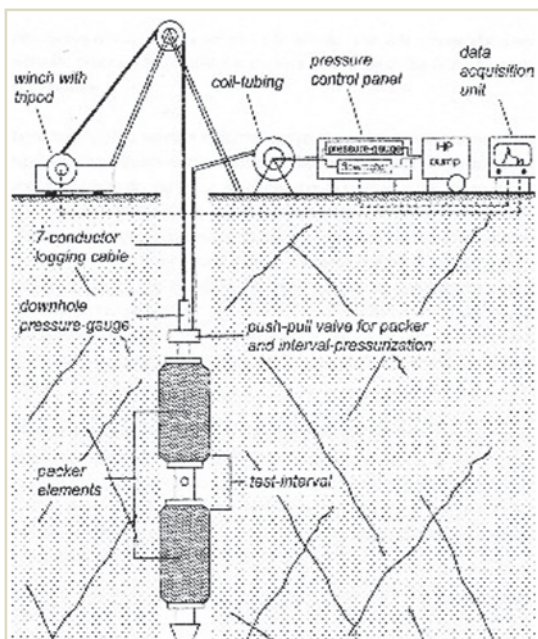


Fig. 18. Double packers for hydro testing.
Bild 18. Doppelpacker für Hydroteste.

bohrloch ggf. gerichtet. Hierzu wird das Kernbohrloch bis zu dem Punkt, an dem die unzulässige Abweichung begann, mit einer Zementtrübe verfüllt und nach einer Phase der Zement erhärtung mit der 6 $\frac{1}{4}$ "-Richtbohr garnitur der geplante 30°-Bohrpfad wiederhergestellt, wobei ab RS 7" das Kernbohrloch bei diesem Arbeitsvorgang bis zum Zementkopf erweitert werden muss.

Nachdem der R15-S 1-Zielpunkt MD 1.100 m erreicht wurde, ist vorgesehen, geophysikalische Bohrlochmessungen sowie verschiedene Tests und Versuche am offenen, unverrohrten Bohrloch (Open Hole) durchzuführen.

Bohrlochmessungen

Die maximale Bohrlochneigung ist nicht nur durch das Seilkernverfahren vorgegeben, sondern auch die Werkzeuge für Bohrlochmessungen und Tests, die an einem Kabel in das Bohrloch eingelassen werden, können bei einer Bohrlochneigung $> 30^\circ$ nicht eingesetzt werden.

Mit Bohrlochgeophysik und Open Hole-Testen im Bohrloch werden lithologische, stratigraphische, petrophysikalische und lagerstättentechnische Eigenschaften sowie bohrtechnische Daten ermittelt und kontrolliert und zwar:

- Das Bohrlochkaliber (CAL) auf Maßhaltigkeit.
- Die Gesteinsdichte mit einer Sonde (GGD), in der Gammastrahlen erzeugt werden, die ein Maß für die Gesteinsdichte (Porosität) darstellen.
- Mit dem Spectral Gamma Ray (SGR) werden natürliche Gamma-Energiespektren gemessen, die durch den radioaktiven Zerfall von Uran, Thorium, Kalium-40 und Isotopen verursacht werden und Rückschlüsse hinsichtlich der Lithologie der vermessenen Bereiche erlauben.
- Neutron-Neutron.
- Full Wave Sonic.
- Acoustic borehole imager.
- Die Temperatur (TEMP) in der Bohrlochflüssigkeit in Abhängigkeit von der Messteufe. Weist die Temperatur Abweichungen in den Gradienten auf, ist dies ein Hinweis auf Wasserzu- und -abflüsse.
- Der Bohrlochverlauf, die Neigung und der Azimut, bezogen auf magnetisch Nord (BA).

Die Sonden werden alle am Kabel bis zur Sohle eingefahren und auf das jeweilige Messverfahren mit entsprechender Geschwindigkeit im Bohrloch aufgeföhren.

Bohrlochteste

Ebenfalls Open Hole ist geplant, die Porosität und die Gebirgsspannung durch Packerteste zu ermitteln. Bei diesen Versuchen werden Doppelpacker (Bild 18) am Gestänge in das Bohrloch eingebaut und Wasser unter Druck in die Gesteinsformation eingepresst. Über den Einpressdruck werden die Parameter Porosität (Permeabilität) und Gebirgsspannung errechnet.

Mit einem Dilatometer (Bild 19) wird das Verformungsmodul des Gesteins ermittelt. Dieses Modul, ein Einfachpacker, wird je nach Bohrlochdurchmesser am Kabel oder mit Gestänge eingebaut. Dabei wird eine Schlauchleitung mitgeföhrt, über die der

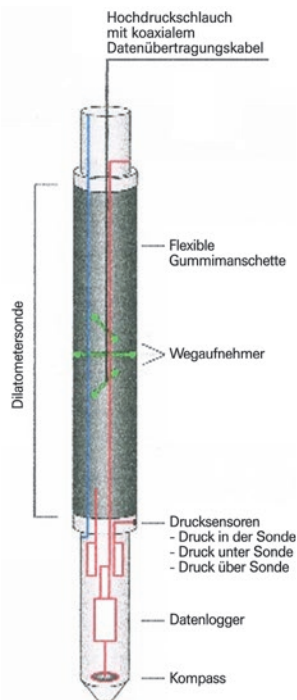


Fig. 19. Dilatometer probe head.

Bild 19. Dilatometersonde.

injected into the rock formation under pressure. The parameters porosity (permeability), and ground pressure are calculated through the injection pressure.

The dilatometer (Figure 19) is used for determining the modulus of deformation of the rocks. The modulus, a single packer, is installed either on the wire or with rods, in relation to the borehole diameter. Thereby, a hose line ripping allows for the packer to be pumped up with nitrogen. The rocks are deformed by the applied pressure and this data shows the value of deformability of the rock formation.

Electromagnetic reflection measuring (EMR) – 3 D radar

For investigating saliniferous formations, the use of radar waves, specifically the direction sensitive procedure, in which transmitting

and receiving aerial sit within a probe head that gets lowered into the borehole (Figure 20), has proven itself effective multiple times. This measurement method uses the di-electric properties of the formations the radar waves run through. If changes of these properties occur at formation borders or within a formation, the radar waves are reflected, and the recurring wave is recorded by the receiving aerial in the borehole probe head. This requires that the probe head, and the reflector are positioned according to the law of reflection, for the reflected signal to be received (Figure 21). The direction sensitive EMR procedure allows for a rather precise areal positioning of the respective reflectors through the evaluation of the measured data.

In practice, frequencies from 10 MHz to 3 GHz can be used. Measurement frequencies of 50 to 250 MHz are planned to be used in the side tracks R15-S 1 and R15-S 2. Therefore, probe heads are available that are made for high drilling fluid pressure in deep drilling.

Under the conditions in the Asse saliniferous formation, a range of up to 150 m can be expected when measuring with the

Packer mit Stickstoff aufgepumpt wird. Durch den aufgebracht Druck wird das Gestein deformiert und diese Daten ergeben den Wert für die Verformbarkeit der Gesteinsschicht.

Elektro-Magnetische-Reflexionsmessungen (EMR) – 3 D-Radar

Zur Erkundung von salinaren Strukturen hat sich der Einsatz von Radarwellen vielfach bewährt, hier insbesondere das richtungssensitive Verfahren, bei dem sich die Sende- und die Empfangsantenne in einem Sondenkörper befinden, der im Bohrloch verfahren wird (Bild 20). Das Messverfahren nutzt die dielektrischen Eigenschaften der von den Radarwellen durchlaufenen Schichten. Bei Änderungen dieser Eigenschaften an Schichtgrenzen oder auch innerhalb einer Schicht werden die Radarwellen reflektiert und die zurücklaufende Welle vom Empfangsteil der Bohrlochsonde registriert. Voraussetzung hierfür ist, dass sich Messsonde und Reflektor in einer den Reflexionsgesetzen entsprechenden Position zueinander befinden, damit das reflektierte Signal empfangen werden kann (Bild 21). Das richtungssensitive EMR-Verfahren ermöglicht mit Auswertung der gemessenen Daten eine recht genaue räumliche Lagebestimmung der jeweiligen Reflektoren.

In der Praxis kann mit Frequenzen von 10 MHz bis 3 GHz gearbeitet werden. Für die Messungen in den Sidetracks R15-S 1 und R15-S 2 ist vorgesehen, mit Messfrequenzen von 50 und 250 MHz zu arbeiten. Hierfür sind Sonden verfügbar, die für die hohen Spülungsdrücke in Tiefbohrungen ausgelegt sind.

Unter den Bedingungen des Asse-Salinars werden mit den 50 MHz-EMR-Messungen – bei gegenüber den 250 MHz-Messungen geringerer Auflösung – Reichweiten von bis zu 150 m erwartet. Die 250-MHz-Messungen liefern dagegen eine höhere Auflösung, ihre Reichweite dürfte aber nach vorliegenden Erfahrungen aus der Bohrung R 15 auf etwa 40 m um das jeweilige Bohrloch herum begrenzt sein.

Das EMR-Verfahren ist nur in elektrisch nichtleitenden Spülungen einsetzbar. Daher muss die im Bohrloch befindliche $MgCl_2$ -Spülung gegen eine nichtleitfähige Öl-Spülung ausgetauscht und vorab die Bohrlochwand gereinigt, d.h. vorhandener Filterkuchen mit einem Scraper beseitigt werden. Damit die beiden Spülungstypen ($MgCl_2$ -, Öl-Spülung), die unterschiedliche Dichten haben, sich beim Einzirkulieren der Öl-Spülung nicht vermischen, wird vorab eine Pufferflüssigkeit (Spacer) eingepumpt.

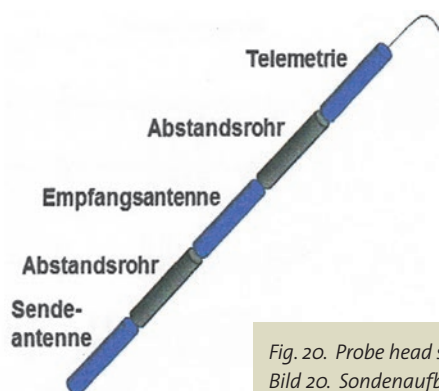


Fig. 20. Probe head structure.
Bild 20. Sondenaufbau.

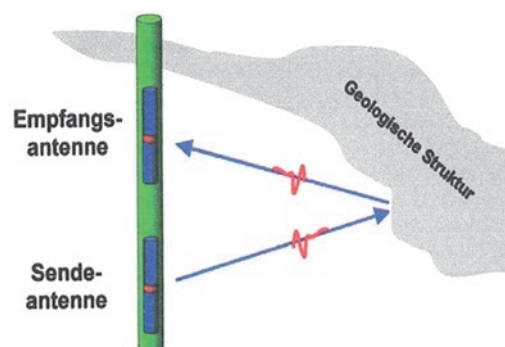


Fig. 21 Measurement principle. // Bild 21. Messprinzip.

50 MHz EMR, as opposed to the lower resolution with 250 MHz measurements. The measurements with 250 MHz result in a better resolution, however, according to past experiences in the R 15 drilling, their range may be limited to about 40 m around the respective borehole.

The EMR procedure can only be conducted in non-electrically conducting drilling fluids. Therefore, the $MgCl_2$ fluid, that is located within the borehole must be replaced with the non-conducting oil fluid, and the borehole wall has to be cleaned, i.e. using a scraper to remove the filter cake. To ensure that the two types of fluids ($MgCl_2$, oil), that have different densities, do not mix upon injecting the oil fluid, a spacer is pumped in beforehand.

Should the caliber management in the saline show that the borehole caliber does not run evenly despite the use of a special flushing system and close-meshed control of the flushing values and optimal drilling parameters, and shows cavities $> 5\frac{3}{4}$ " (> 146 mm), then for the intended measurements, tests and experiments in the open borehole an even caliber can be produced underneath the 7" piping. Depending on the extent of the excavation, the borehole can be expanded in two stages:

- If bell hollows occur that do not exceed the maximum of $6\frac{1}{4}$ " (158,5 mm), the entire measurement, and testing are within the borehole will be investigated with a $6\frac{1}{4}$ " standard roller bit, that levels the borehole diameter.
- If the borehole caliber shows a diameter that is partially above $6\frac{1}{4}$ ", the core borehole must be amplified (under reaming) up to $8\frac{1}{2}$ " below the pipes (Figure 22).



Fig. 22. Under reamer in drilling position. // Bild 22. Underreamer in Bohrposition.

Deviation drilling R15-S 2

If all measurements and tests have been executed in S 1, the borehole is backfilled with cement grout up to the kick-off point of S 2 at a MD of 540 m. After a phase of waiting on cement, the cement top is examined and an open hole whipstock "cement type"

Sollte die Kalibermessung im Salinar zeigen, dass das Bohrlochkaliber trotz Einsatz einer Spezialspülung und engmaschiger Kontrolle der Spülungswerte und optimaler bohrtechnischer Parameter nicht gleichmäßig verläuft und Auskesselungen $> 5\frac{3}{4}$ " (> 146 mm) aufweist, so muss für die vorgesehenen Messungen, Tests und Versuche im offenen Bohrloch ein gleichmäßiges Kaliber unterhalb der 7"-Verrohrung hergestellt werden. Je nach Ausmaß der Auskesselungen kann das Bohrloch in zwei Stufen erweitert werden:

- Bei Auskesselungen, die das Maß von max. $6\frac{1}{4}$ " (158,8 mm) nicht überschreiten, wird das Bohrloch auf der gesamten Mess- und Teststrecke mit einem $6\frac{1}{4}$ "-Standardrollenmeißel befahren und auf diesen Bohrdurchmesser egalisiert.
- Sollte das Bohrlochkaliber stellenweise einen Durchmesser $> 6\frac{1}{4}$ " aufweisen, muss das Kernbohrloch unterhalb der Verrohrung bis auf $8\frac{1}{2}$ " erweitert werden (Underreaming) (Bild 22).

Ablenkbohrung R15-S 2

Sind in der S 1 alle Messungen und Tests durchgeführt, wird das Bohrloch bis zum Ablenkpunkt der S 2 bei MD 540 m mit einer Zementschlämme verfüllt. Nach einer Phase der Zementhärtung wird der Zementkopf kontrolliert und ein Open Hole Whipstock „Cement Type“ (Bild 23) eingebaut, auf einen Azimut von NNO 65° gerichtet abgesetzt und einzementiert. Nach einer WOC von 36 h werden dann der zementierte Ablenkkeil aufgebohrt und eine Kaliberfahrt zur Kontrolle durchgeführt.

Mit der gleichen Richtbohrgarnitur $6\frac{1}{4}$ " wie bereits in der S 1, aber mit einem integrierten Near Bit Gamma (In der Richtbohrgarnitur oberhalb des Bohrwerkzeugs installierte Sonde, mit der die natürliche Gammastrahlung im Salinar während der Bohrarbeit gemessen wird.), wird dann eine Kurve mit einer Länge von ca. 150 m und den gleichen Parametern wie in der S 1 mit einem Dog Leg von $6^\circ/30$ m aufgeföhren. Ab Kurvenende bis zur ET von ebenfalls MD 1.100 m, aber in Richtung NNO, Azimut 65° , wird mit dem Seilkernverfahren gearbeitet. In der R15-S 2 werden analog zur R15-S 1 unter denselben Voraussetzungen die gleichen Messungen, Tests und Versuche durchgeführt.

Bohrlochverfüllung

Nach Abschluss aller Mess- und Testarbeiten wird die Bohrung mit einer Zementschlämme bis zur Geländeoberkante verfüllt. Über ein Zementiergestänge, das bis zur Bohrlochsohle R15-S 2 eingebaut wird, wird im Kontraktorverfahren (Verfüllung von

(Figure 23) is installed, lowered to an azimuth of NNE 65° and cemented. After a WOC of 36 h, the cemented whipstock is drilled open and a caliber test run is conducted for control purposes.

The same 6 1/4" directional drilling gear, that was already used for S 1 but with an integrated Near Bit Gamma (Probe head that is installed in the directional drilling gear above the drilling tools, that can measure natural gamma radiation in the saliniferous formation during drilling.) is then utilized to create a curve of about 150 m of length and the same parameters as S 1 with a 6°/30 m dog leg. From the end of the curve to the end depth of 1,100 m MD, though with the direction of NNE and an azimuth of 65°, the rope coring method is used. The same measurements, tests, and trials are then conducted under the same conditions within R15-S 2 as in R15-S 1.

Borehole backfilling

After finishing all measurements and tests, the borehole is backfilled with cement grout. Cement grout is then adequately filled into the 7" borehole piping in stages from the end depth of 1,100 m MD to about 2 m below ground level by using the tremie method (backfilling from the bottom up) via a cement rod that is installed up to the borehole bottom R15-S 1. Between each stage WOC must be performed so that the cement grout can set. Normally, cement grout with a density of 1.8 kg/l is used for final backfilling. Usually, class G cement (according to API or CEM I norm regarding DIN) is used. 18% of NaCl must be mixed into the cement suspension that is pumped into the saliniferous formation. If a saliferous drilling fluid was used before a cementation, it must be exchanged before the cementation to prevent the cement from flocculating and not setting. Finally, the preventer set is dismantled, the site facilities are removed and transported away.

Administrative processes

For drilling operations, a special operation plan is submitted for approval to the LBEG in Clausthal-Zellerfeld.

Special operation plans are needed for operations such as backfilling of boreholes, deconstruction of drilling sites, further necessary operations at the borehole.

The above-mentioned permits from the mining authority were submitted and negotiated at the Bundesgesellschaft für Endlagerung mbH (BGE) in Peine, by the department of license management for the Asse area, with legwork of the expert group at the LBEG.

After the open competitive bidding, the outlined operation was assigned to the drilling company Daldrup & Söhne AG in Ascheberg by the BGE.

References / Quellenverzeichnis

Bundesberggesetz BBergG
BGE-Archiv
Mesy Sol Experts GmbH, Bochum
Sirius Spülungsservices, Celle
Weatherford Energy Services GmbH
BLM Bohrlochmessung Gommern
GSS Gasschutzservice Grimmen
DMT-3D-Bohrlochradar, Dr. Dirk Orłowski
Akros Spülungsservice GmbH, Hambühren
Schlumberger Fishing Service, Celle
Dissertation Prof. Dr. Reich
Eigene Veröffentlichungen

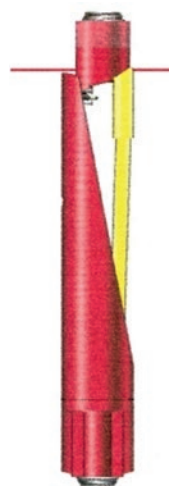


Fig. 23. // Bild 23. Whipstock "Cement Type".

unten nach oben) eine Zementschlämme von ET-MD 1.100 m bis ca. 2 m unter Ackersohle qualitätsgerecht in Etappen in die 7"-Bohrlochverrohrung eingebracht. Zwischen den jeweiligen Etappen müssen WOC eingehalten werden, damit die Zementschlämme abbinden kann. Im Normalfall wird eine Zementschlämme mit einer Dichte von 1,8 kg/l für eine Schlussverfüllung verwendet. Als Zement wird Class G nach API Norm bzw. CEM I nach DIN verwendet. Der Zementsuspension, die im Salinar eingepumpt wird, müssen 18% NaCl zugemischt werden. Sollte vor einer Zementa-

tion eine salzhaltige Bohrspülung im Umlauf gewesen sein, so muss diese vor der Zementation gewechselt werden, da sonst der Zement ausflockt und nicht abbindet. Zum Abschluss werden die Preventergarnitur demontiert, die Baustelleneinrichtung abgebaut und abtransportiert.

Verwaltungstechnische Abläufe

Für die Bohrarbeiten wird beim zuständigen LBEG in Clausthal-Zellerfeld ein Sonderbetriebsplan zur Zulassung eingereicht.

Für Arbeiten wie die Bohrlochverfüllung, den etwaigen Rückbau des Bohrplatzes, etwaige, nachträglich erforderliche Arbeiten im Bohrloch sind ebenfalls Sonderbetriebspläne erforderlich.

Die vorgenannten bergbehördliche Genehmigungen werden bei der Bundesgesellschaft für Endlagerung mbH (BGE), Peine, von der Abteilung „Genehmigungsmanagement Bereich Asse“ unter Zuarbeit von der beim LBEG aufgestellten Fachgruppe eingereicht und verhandelt.

Nach erfolgtem Ausschreibungswettbewerb wurde das Bohrunternehmen Daldrup & Söhne AG aus Ascheberg von der BGE beauftragt, die beschriebenen Arbeiten auszuführen.

Authors / Autoren

Dipl.-Ing. Dieter Schleuter, Wriedel, Dipl.-Ing. Dipl.-Geol. Michael Sniehotta, Leiter der Arbeitsgruppe ASE-RH.1 Rückholbergwerk, Bundesgesellschaft für Endlagerung mbH (BGE), Peine