



Bundesamt für Strahlenschutz

Deckblatt

GZ: QM - 9A 55212000 / SE 4.3.1

| Projekt | PSP-Element | Aufgabe | UA | Lfd.Nr. | Rev. | Seite: I |
|---------|-------------|---------|----|---------|------|-------------------|
| NAAN | NNNNNNNNNN | AAAA | AA | NNNN | NN | |
| 9A | 55212000 | GA | RA | 0016 | 00 | Stand: 23.01.2017 |

Titel der Unterlage:

ERKUNDUNG SCHACHT 5 - UNTERTÄGIGE ERKUNDUNGSBOHRUNGEN 574-M-SOHLE -
GERICHTETES BOHRLOCHRADAR - FELDBERICHT

Ersteller:

ASSE-GMBH (DMT GMBH)

Stempelfeld:

bergrechtlich verantwortliche
Person:

atomrechtlich verantwortliche
Person:

Projektleitung:

Freigabe zur,Anwendung:

Diese Unterlage unterliegt samt Inhalt dem Schutz des Urheberrechts sowie der Pflicht zur vertraulichen Behandlung auch bei Beförderung und Vernichtung und darf vom Empfänger nur auftragsbezogen genutzt, vervielfältigt und Dritten zugänglich gemacht werden. Eine andere Verwendung und Weitergabe bedarf der ausdrücklichen Zustimmung des BfS.



Bundesamt für Strahlenschutz

Revisionsblatt

| | | | | | | |
|---------|-------------|---------|----|----------|------|-----------|
| Projekt | PSP-Element | Aufgabe | UA | Lfd. Nr. | Rev. | Seite: II |
| NAAN | NNNNNNNNNN | AAAA | AA | NNNN | NN | |
| 9A | 55212000 | GA | RA | 0016 | 00 | |

Titel der Unterlage:

ERKUNDUNG SCHACHT 5 - UNTERTÄGIGE ERKUNDUNGSBOHRUNGEN 574-M-SOHLÉ -
GERICHTETES BOHRLOCHRADAR - FELDBERICHT

| Rev. | Rev.-Stand Datum | UVST | Prüfer | Rev. Seite | Kat.* | Erläuterung der Revision |
|------|---------------------|------|--------|---------------|-------|--------------------------|
| | | | | | | |

*) Kategorie R = redaktionelle Korrektur
Kategorie V = verdeutlichende Verbesserung
Kategorie S = substantielle Änderung
mindestens bei der Kategorie S müssen Erläuterungen angegeben werden



PT027058



Stand: 23.01.2017

Blatt: 1

DECKBLATT

| Projekt | PSP-Element | Thema | Aufgabe | UA | Lfd Nr. | Rev. |
|---------|-------------|---------|---------|----|---------|------|
| NNA | NNNNNNNNNN | NNAAANN | AA | AA | NNNN | NN |
| 9A | 55210000 | GEO | HF | BW | 0013 | 00 |

Kurztitel der Unterlage:

EBrg. 574-3, Feldbericht gerichtetes 3D-Bohrlochradar, 2. Messabschnitt

Ersteller / Unterschrift:

DMT GmbH, Essen

Prüfer / Unterschrift:

Titel der Unterlage:

Erkundung Schacht 5
Untertägige Erkundungsbohrungen
574-m-Sohle
Gerichtetes Bohrlochradar
Feldbericht

Freigabevermerk:

Freigabedurchlauf

Fachbereich:
Technische Planung

Stabsstelle Qualitätsmanagement:

Endfreigabe:
Geschäftsführung Asse-GmbH

Unterschrift

Unterschrift

Unterschrift

REVISIONSBLATT

| Projekt | PSP-Element | Thema | Aufgabe | UA | Lfd Nr. | Rev. |
|---------|-------------|---------|---------|----|---------|------|
| NNAA | NNNNNNNNNN | NNAAANN | AA | AA | NNNN | NN |
| 9A | 55210000 | GEO | HF | BW | 0013 | 00 |

Kurztitel der Unterlage:

EBrg. 574-3, Feldbericht gerichtetes 3D-Bohrlochradar, 2. Messabschnitt

| Rev | Revisionsstand Datum | Verantwortl. Stelle | revidierte Blätter | Kat. *) | Erläuterung der Revision |
|-----|----------------------|---------------------|--------------------|---------|--------------------------|
| 00 | 23.01.2017 | T-PP | | - | Ersterstellung |

*) Kategorie R = redaktionelle Korrektur, Kategorie V = verdeutlichende Verbesserung, Kategorie S = substantielle Änderung. Mindestens bei der Kategorie S müssen Erläuterungen angegeben werden.

KQM_Deck-Revisionsblatt_REV17_Stand-2016-06-15

| Projekt | PSP-Element | Thema | Aufgabe | UA | Lfd Nr. | Rev. |  |
|---------|-------------|--------|---------|----|---------|------|---|
| NNA | NNNNNNNN | NNAANN | AA | AA | NNNN | NN | |
| 9A | 55210000 | GEO | HF | BW | 0013 | 00 | |

| | |
|---|----------|
| EBrg. 574-3, Feldbericht gerichtetes 3D-Bohrlochradar, 2. Messabschnitt | Blatt: 3 |
|---|----------|

Inhaltsverzeichnis

Blatt

| | |
|--|----|
| Deckblatt..... | 1 |
| Revisionsblatt | 2a |
| Inhaltsverzeichnis | 3 |
| Freigabeblatt..... | 4 |
| 1 Einleitung | 5 |
| 2 Durchführung der Messungen mit der 250 MHz Sonde | 5 |
| 2.1 Informationen zum Bohrloch und zur Messumgebung..... | 5 |
| 2.2 Messaufbau | 5 |
| 2.3 Messablauf..... | 5 |
| 2.4 Qualitätskontrolle | 6 |
| 3 Messdaten | 6 |
| 3.1 Datenaufbereitung..... | 6 |
| 3.2 Datenübergabe | 7 |
| 4 Zusammenfassung..... | 7 |

Verzeichnis der Anhänge

| | |
|--|---|
| Anhang 1: Sondengeometrien Profil P250 | 8 |
| Anhang 2: Messprotokoll | 9 |

Tabellenverzeichnis

| | |
|--|---|
| Tabelle 1: Informationen zu den Messprofilen der Messfrequenz 250 MHz..... | 6 |
|--|---|

| | |
|---|----------|
| Anzahl der Blätter dieses Dokumentes | 9 |
|---|----------|

| Projekt | PSP-Element | Thema | Aufgabe | UA | Lfd Nr. | Rev. | |
|---------|-------------|---------|---------|----|---------|------|--|
| NNAA | NNNNNNNNNN | NNAAANN | AA | AA | NNNN | NN | |
| 9A | 55210000 | GEO | HF | BW | 0013 | 00 | |



| | |
|---|----------|
| EBrg. 574-3, Feldbericht gerichtetes 3D-Bohrlochradar, 2. Messabschnitt | Blatt: 4 |
|---|----------|



DMT GmbH & Co. KG
 Geo Engineering & Exploration
 Am Technologiepark 1, 45307 Essen
 Tel. +49 201 172-1979
 Fax +49 201 172-1971
 www.dmt-group.com

Bearbeiter / Ersteller:

eigenhändige Unterschrift

Freigabe:

eigenhändige Unterschrift

Essen, 23.01.2017

| Projekt | PSP-Element | Thema | Aufgabe | UA | Lfd Nr. | Rev. | | |
|---|-------------|--------|---------|----|---------|------|---|--|
| NNA | NNNNNNNNNN | NNAANN | AA | AA | NNNN | NN |  | |
| 9A | 55210000 | GEO | HF | BW | 0013 | 00 | | |
| EBrg. 574-3, Feldbericht gerichtetes 3D-Bohrlochradar, 2. Messabschnitt | | | | | | | Blatt: 5 | |

1 Einleitung

Im Rahmen der Untersuchungen des Schachtstandorts Asse II Schacht 5 wurden geophysikalische Verfahren, hier das 3D-Radar-Verfahren, in der horizontalen Erkundungsbohrung Ebrg.574-3 eingesetzt. Ziel der Radarerkundung ist die Bestimmung der räumlichen Lage von Schichtgrenzen und von möglichen lokalen Strukturen oder Anomalien innerhalb des Salzes. Für die hochauflösende Untersuchung des Nahbereiches wurde von der DMT GmbH & Co. KG (DMT) eine 250 MHz-Sonde eingesetzt.

Die Messungen gliederten sich in mehrere Messkampagnen. Der erste Messabschnitt im Bohrteufenbereich von 0,00 bis 180,00 m wurde am 16. und 17.8.2016 mit dem gerichtetem 3D-Bohrlochradar befahren. Der hier vorliegende Feldbericht beschreibt die fortlaufende Messdurchführung vom 20.12.2016 mit der 250 MHz Sonde, bei der ein Bohrteufenbereich von 99,85 m bis 249,25 m mit den Untersuchungen abgedeckt wurde.

2 Durchführung der Messungen mit der 250 MHz Sonde

Das Messequipment der DMT GmbH & Co. KG (DMT) wurde am 20.12.2016 an der Schachanlage Asse II angeliefert, anschließend freigemessen und nach Untertage transportiert. Die Messungen mit dem richtungssensitiven 3D-Bohrlochradar in der Erkundungsbohrung Ebrg.574-3 wurden am 20.12.2016 durchgeführt. Das Equipment wurde anschließend zusammengepackt und für den Transport nach Übertage vorbereitet. Die Abholung der Messgeräte erfolgte am 21.12.2016.

2.1 Informationen zum Bohrloch und zur Messumgebung

Der Bohransatzpunkt der Erkundungsbohrung Ebrg.574-3 befand sich auf der 574-m-Sohle. Als „Nullpunkt der Teufenberechnung“ wurde vom Auftraggeber die Ortsbrust angegeben; d.h. alle Teufenangaben beziehen sich auf den Bohransatzpunkt an der Ortsbrust. Zur Orientierung während der Messung selbst diente der Preventer. Dieser Bezugspunkt befand sich 4,20 m vor der Ortsbrust (Profilposition -4,20 m).

2.2 Messaufbau

Eingesetzt wurde ein richtungssensitives Bohrlochradarsystem mit der Mittenfrequenz 250 MHz zur Untersuchung des Nahbereiches. Der geometrische Aufbau der Radarsonde während der Messung ist dem Anhang 1 zu entnehmen. Der Abstand zwischen Sende- und Empfangsantenne (Offset) betrug 1,00 m. Während der Messung wurde die jeweilige Sondenposition in Bezug auf die Systemmitte aufgezeichnet. Der Abstand zwischen Sondenspitze und Mittelpunkt zwischen Sende- und Empfangsantenne (Systemmitte) betrug 1,75 m.

Es wurde ein Messpunktabstand von 0,10 m gewählt, um eine hohe Datenüberdeckung entlang der Bohrung und folglich ein möglichst hohes laterales Auflösungsvermögen erzielen zu können. Die Radardaten wurden in zwei Zeitfenstern mit unterschiedlichen Messparametern (Länge der Zeitfenster, Verstärkung, Stapelrate) registriert. Die einzelnen Parameter der Messung sind dem Anhang 1 zu entnehmen.

Vor Beginn der Datenerfassung wurden die einzelnen Segmente der richtungssensitiven Radarsonde in das Bohrloch eingeführt und aneinander montiert. Die Radarsonde wurde mit einem Schubgestänge händisch zur Endteufe von 249,25 m (Systemmitte) geschoben. Das Verfahren der Sonde selbst erfolgte über die Betätigung einer Kabelwinde mit automatischer Steuerung.

2.3 Messablauf

Die Messung gliederte sich insgesamt in zwei Einzelprofile. In einem ersten Messprofil wurde der Messabschnitt von der Endteufe der Erkundungsbohrung Ebrg.574-3 (Teufenmeter 249,25 m) bis Teufenmeter 180,05 m mit einem Messpunktabstand von 0,10 m sondiert. Im Abschnitt von Teufenmeter 179,95 bis 99,85 m, welcher innerhalb der ersten Messkampagne am 16. und

| Projekt | PSP-Element | Thema | Aufgabe | UA | Lfd Nr. | Rev. |  |
|---|-------------|--------|---------|----|---------|------|---|
| NNA | NNNNNNNNN | NNAANN | AA | AA | NNNN | NN | |
| 9A | 55210000 | GEO | HF | BW | 0013 | 00 | |
| EBrg. 574-3, Feldbericht gerichtetes 3D-Bohrlochradar, 2. Messabschnitt | | | | | | | Blatt: 6 |

17.8.2016 bereits sondiert worden war, wurde zu Vergleichszwecken ein weiteres Messprofil im Messpunktabstand von 0,20 m getätigt. Die Teufenmeterangaben wurden in Bezug auf den Mittelpunkt zwischen Sende- und Empfangsantenne (Systemmitte) aufgezeichnet. Anhang 2 zeigt den Tagesbericht mit den Messprotokollen der einzelnen Messfahrten.

Bei den einzelnen Messprofilen wurden die Aufzeichnungen der Radardaten jeweils an unterschiedlichen Startpositionen begonnen. An jedem Messpunkt wurden die Signale mit dem Antennenarray der Empfangseinheit registriert. Es wurden an jedem Punkt jeweils Einzeldateien aufgezeichnet. Die Registrierung der Signale erfolgte in zwei vordefinierten Zeitfenstern mit unterschiedlichen Verstärkereinstellungen und Stapelraten, um den exponentiellen Energieabfall mit zunehmender Signallaufzeit soweit wie möglich ausgleichen zu können, und um damit die Dynamik der registrierten Messdaten zu erhöhen. An jeder Messposition wurden die registrierten Signale mit einem Faktor von bis zu 73 dB verstärkt und jeweils 1024-mal aufgestapelt.

Um aus den registrierten Messsignalen die Einfallsrichtung der Reflexionen zu bestimmen, muss die Ausrichtung der Sonde selbst an jedem Messpunkt bekannt sein. Daher wurde mit einem in der Radarsonde integrierten Lagesensor der Rollwinkel der Sonde jeweils aufgezeichnet. Die tatsächliche Lage von Reflektoren im 3D-Raum wird mit Hilfe der Einfallsrichtung der Reflexionen sowie der Orientierung der Sonde ermittelt.

2.4 Qualitätskontrolle

Bereits während der Messung wurden die Messdaten einer umfassenden Qualitätskontrolle unterzogen. Insbesondere wurden die Rollwinkel der Sonde kontrolliert, da sie zwingend für eine Lagebestimmung der Reflektoren benötigt werden. Die Teufenposition der Sonde wurde mit dem Teufenzähler der Winde ermittelt. Zur Qualitätskontrolle wurde die Sonde am Ende der Messung an eine vordefinierte Position an den Anfang des Preventers gefahren und mit den gemessenen Teufenmetern verglichen. Zur Qualitätsüberprüfung erfolgte eine fortlaufende visuelle Sichtung der Messdaten. Bei Bedarf wurde eine Änderung der Verstärkungseinstellungen vorgenommen, um eine hohe Datenqualität sicherzustellen. Die Messdaten wurden in regelmäßigen Abständen auf einem Speichermedium gesichert.

3 Messdaten

3.1 Datenaufbereitung

Zur Aufbereitung der registrierten Messdaten wurde die Software ReflexW (Sandmeier Scientific Software) verwendet. Die gemessenen Einzeldateien wurden zu Messprofilen kombiniert. Den Datenspuren wurden wesentliche Informationen der Messungen (wie. z B. die Teufenposition) in die Header der Datenspuren übertragen, damit weitere Analysen und Interpretationen der Ergebnisse erfolgen können.

Eine Übersicht über die gemessenen Profile befindet sich in Tabelle 1. Die dargestellten Teufenwerte beziehen sich jeweils auf Systemmitte (Mittelpunkt zwischen Sende- und Empfangsantenne).

Tabelle 1: Informationen zu den Messprofilen der Messfrequenz 250 MHz

| Profil | Anzahl Spuren | Teufe Sondenmitte | | Profil-länge | Spur-increment | Sample-intervall | Aufzeichnungs-länge |
|--------|---------------|-------------------|----------|--------------|----------------|------------------|---------------------|
| | | von | bis | | | | |
| ASB | 694 | 249.25 m | 180.05 m | -69.20 m | 0.1000 m | 0.5 ns | 2500 ns |
| ASC | 402 | 179.95 m | 99.85 m | 80.10 m | 0.2000 m | 0.5 ns | 2500 ns |

| Projekt | PSP-Element | Thema | Aufgabe | UA | Lfd Nr. | Rev. |  |
|---|-------------|---------|---------|----|---------|------|---|
| NNAA | NNNNNNNNNN | NNAAANN | AA | AA | NNNN | NN | |
| 9A | 55210000 | GEO | HF | BW | 0013 | 00 | |
| EBrG. 574-3, Feldbericht gerichtetes 3D-Bohrlochradar, 2. Messabschnitt | | | | | | | Blatt: 7 |

Die Radardaten wurden durch die folgenden Processingschritte aufbereitet:

- **Korrektur der Verstärkungsstufen**
Die Messdaten wurden in zwei Zeitfenstern mit unterschiedlichen Verstärkungseinstellungen aufgezeichnet. In der Bearbeitung wurden diese derart korrigiert, dass wahre Amplituden in den jeweiligen Datenspuren wiedergegeben werden. Die Bereitstellung von „wahren“ Amplituden ist erforderlich, um eine Analyse der Dämpfung der elektromagnetischen Wellen im Medium zu ermöglichen.
- **Sortierung der Datenspuren**
Die Datenspuren der gemessenen Profile wurden derart sortiert, daß für die Erkundungsbohrung zwei kontinuierliche Messprofile mit 0,10 m beziehungsweise 0,20 m Messpunktabstand vorliegen.
- **Koordinatenzuordnung**
Die Koordinaten der resultierenden Messprofile wurden anhand der Nullkontrolle korrigiert. Dadurch ergibt sich eine leicht abweichende Schrittweite.

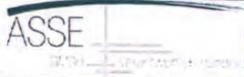
3.2 Datenübergabe

Die Messdaten liegen auf der Daten-CD in Anlage 1 im ReflexW-Format vor. Die einzelnen Daten gliedern sich in:

- Dipol-Datei: Endung 00
- Rahmen1-Datei: Endung 01
- Rahmen2-Datei: Endung 02

4 Zusammenfassung

Im Auftrag der Asse-GmbH wurden auf der Schachtanlage Asse II von der DMT GmbH & Co. KG am 20.12.2016 Messungen mit dem richtungssensitiven 3D-Bohrlochradar in der Erkundungsbohrung Ebrg.574-3 durchgeführt. Eingesetzt wurde auf einer Länge von etwa 150 m ein richtungssensitives Bohrlochradarsystem mit der Mittenfrequenz 250 MHz. Ziel der Radarerkundung ist die Bestimmung der räumlichen Lage von Schichtgrenzen und von möglichen lokalen Strukturen oder Anomalien innerhalb des Salzes im Nahbereich der Bohrung. Die gemessenen Daten wurden für die weitere Verwendung durch den Auftraggeber aufbereitet und im ReflexW-Format an diesen übergeben.

| | | | | | | | |
|---------|-------------|--------|---------|----|---------|------|---|
| Projekt | PSP-Element | Thema | Aufgabe | UA | Lfd Nr. | Rev. |  |
| NNAA | NNNNNNNNNN | NNAANN | AA | AA | NNNN | NN | |
| 9A | 55210000 | GEO | HF | BW | 0013 | 00 | |

EBrg. 574-3, Feldbericht gerichtetes 3D-Bohrlochradar, 2. Messabschnitt

Blatt: 9

Anhang 2: Messprotokoll

Borehole Radar Recording Sheet



| | | |
|------|-------------|------------------|
| Asse | Ebrg. 574-3 | Di 20. Dez. 2016 |
|------|-------------|------------------|

| Set of Parameters | | | | | | | | | | | |
|-------------------|----|--|--|----|--|--|----|--|--|-----|-------|
| | P1 | | | P2 | | | P3 | | | P4 | |
| Time Window | | | | | | | | | | 600 | 2,500 |
| Gain D | | | | | | | | | | 1 | 10 |
| Gain L | | | | | | | | | | 2 | 12 |

| Progress | | | Displays | | | | Set | Remarks |
|-----------|--------|-------------|-------------|-------------|--------|------|------|--|
| File Name | Time | Depth Probe | Probe Angle | Inclination | Weight | | | |
| Fix | Dipole | [hh:mm] | [m] | [m] | [°] | [kg] | [Pn] | |
| | | 11:30 | | | | | | Ankunft |
| | | 12:20 | | | | | | Seilfahrt |
| | | 12:30 | | | | | | Aufbau |
| | | 13:30 | | | | | | Vorbereitung fertig/ Bohrlochreinigung wg. Klemmer |
| TS1 | 1 | 13:45 | | | | | | Test bei ca. 40 m |
| | | 14:20 | | | | | | weitere Tests beim Einfahren |
| ASA | 1 | 14:20 | 249.25 | | | | | Endteufe 249,25m Messpunktteufe |
| | 1051 | 15:25 | 214.15 | | | | | Stopp nach Absprache häufige Verstärkungsanpassungen |
| | | | | | | | | Neustart mit geringerer Verstärkung |
| | | 15:35 | 249.25 | | | | | Endteufe |
| ASB | 1 | 15:40 | | | | | 4 | Neustart dx=0,1m |
| | | | | | | | 4 | |
| | | 17:55 | 180.05 | | | | 4 | Ende |
| | | | | | | | 4 | |
| | | | | | | | 4 | |
| | | | | | | | 4 | |
| ASC | 1 | 18:05 | 179.95 | | | | 4 | Neustart dx=0,2m |
| | | | | | | | 4 | |
| | | 19:30 | 99.85 | | | | 4 | Ende |
| | | 19:45 | | | | | | Ausgebaut |
| | | 20:30 | | | | | | Seilfahrt |

| Summary | | |
|------------------------|--|--------------------|
| Profile P250 (250 MHz) | | until |
| Profile P50 (50 MHz) | | until |
| Stand-by Time | | |
| Hours | | |
| Shifts | | |
| Mobilisation (Technik) | | |
| Demobilisation | | |
| | | Client's Signature |

KOM_Textblatt_REV09_Stand-2016-02-01