



JVA Rottweil-Nord

Gewann Esch

Ergänzendes Geotechnisches Gutachten

Auftraggeber: Landesbetrieb Vermögen und Bau
Baden-Württemberg, Amt Konstanz
Mainaustraße 211
78464 Konstanz

Ansprechpartner: Landesbetrieb Vermögen und Bau
Baden-Württemberg, Amt Konstanz
Außenstelle Rottweil
Schillerstraße 6, 78628 Rottweil
Herr Eduard Schmid
Tel.: 0741 / 482-130 eduard.schmid@vbv.bwl.de
Fax: 0741 / 482-135

Bericht-Nr.: G12-004

Datum: 17.01.2016

Verteiler: Auftraggeber (3-fach)

Textseiten: 46

Anlagen: 20 mit insgesamt 144 Blatt



INHALT

	Seite
1. Allgemeines.....	6
2. Verwendete Unterlagen.....	7
3. Topographische Randbedingungen und daraus folgende Grundüberlegungen	11
4. Generelle geologische Situation	13
5. Geophysikalische Untersuchungen und Bewertung der Karstsituation	21
6. Altlasten / künstliche Auffüllungen	24
7. Hydrogeologische Situation und Oberflächenwasser.....	27
8. Baugrund	32
9. Boden- und felsmechanische Laboruntersuchungen	36
10. Homogenbereiche und Baugrundbewertung.....	37
11. Bautechnische Empfehlungen	40
11.1 Gründungsmöglichkeiten.....	40
11.2 Baugrubenumschließung	42
11.3 Wasserhaltungsmaßnahmen während der Bauzeit	42
11.4 Wiederverwertbarkeit von Boden und Fels.....	43
12. Zusammenfassende Bewertung	44
13. Hinweise für die weitere Vorgehensweise	46



ANLAGEN

	Anlage
Lageplan mit Kennzeichnung der Aufschlusspunkte.....	1.1
Höhenlinienpläne ausgewählter Schichtgrenzen (Näherungen).....	1.2-1.4

Direkte Baugrundaufschlüsse:

Kernbohrung BK 1/15

Bohrprofil und Bohrgutbeschreibung	2.1-2.2
--	---------

Kernbohrung BK 2/15

Bohrprofil und Bohrgutbeschreibung	3.1-3.2
--	---------

Kernbohrung BK 3/15

Bohrprofil und Bohrgutbeschreibung	4.1-4.2
--	---------

Kernbohrung BK 4/15

Bohrprofil und Bohrgutbeschreibung	5.1-5.2
--	---------

Kernbohrung BK 5/15

Bohrprofil und Bohrgutbeschreibung	6.1-6.2
--	---------

Kernbohrung BK 6/15

Bohrprofil und Bohrgutbeschreibung	7.1-7.2
--	---------

Kernbohrung BK 7/15

Bohrprofil und Bohrgutbeschreibung	8.1-8.2
--	---------

Kernbohrung BK 8/15

Bohrprofil und Bohrgutbeschreibung	9.1-9.2
--	---------

Kernbohrung BK 9/15

Bohrprofil und Bohrgutbeschreibung	10.1-10.2
--	-----------

Kernbohrung BK 10/15

Bohrprofil und Bohrgutbeschreibung	11.1-11.2
--	-----------

Kernbohrung BK 11/15

Bohrprofil und Bohrgutbeschreibung	12.1-12.2
--	-----------

Kernbohrung BK 12/15

Bohrprofil und Bohrgutbeschreibung	13.1-13.2
--	-----------



Anlage

Baggerschürfe

Baggerschurf Sch 1/15

Schichtenbeschreibung 14.1

Baggerschurf Sch 2/15

Schichtenbeschreibung 14.2

Baggerschurf Sch 3/15

Schichtenbeschreibung 14.3

Baggerschurf Sch 4/15

Schichtenbeschreibung 14.4

Baggerschurf Sch 5/15

Schichtenbeschreibung 14.5

Baggerschurf Sch 6/15

Schichtenbeschreibung 14.6

Baggerschurf Sch 7/15

Schichtenbeschreibung 14.7

Baggerschurf Sch 8/15

Schichtenbeschreibung 14.8

Chemische Laboruntersuchungen

Orientierende Untersuchungen an Locker- und an Festgesteinsproben aus der
Lettenkeuper-Formation auf eine eventuelle geogene Hintergrundbelastung 15.1-15.23

Orientierende Untersuchungen an gebundenem Straßenoberbaumaterial des
Neckarburgsträßchens auf eventuelle teerhaltige Inhaltsstoffe 16

Felsmechanische Laboruntersuchungen

Versuchswerte für Dichte, dynamische und statische Kenngrößen
von Bohrkernproben 17.1-17.3

Punktlastversuche an Festgesteinsproben 18.1-18.3



Anlage

Geophysikalische Felduntersuchungen

Ergebnisbericht über geoelektrische Messungen [M6] (siehe Abschnitt 2) 19.1-19.10

Geologische Schnitte

Karte mit dem Verlauf der Geländeschnitte 20.1

Darstellung der geologischen Geländeschnitte.....20.2-20.3

1. Allgemeines

Das Land Baden-Württemberg realisiert den Neubau einer Justizvollzugsanstalt (JVA) nach Auswertung eines Standortsuchlaufs auf der Grundlage des Beschlusses der Landesregierung vom 21.07.2015 und des Bürgerentscheides vom 20.09.2015 auf der Gemarkung *Rottweil*, im Gewinn *Esch*. Die geplante Justizvollzugsanstalt ist für bis zu 500 Häftlinge vorgesehen und umfasst eine Fläche von ca.12 ha. Das für den Neubau der JVA von privater Seite erworbene Flurstück (Fl.St. 2634) wurde in der Vergangenheit als landwirtschaftliche Anbaufläche genutzt.

Eine Machbarkeitsstudie mit ersten Voruntersuchungen zur Klärung der grundsätzlichen Bebaubarkeit der zentralen Fläche dieses Standortes mit einer JVA wurde bereits im Jahre 2009 [M1, M2, M3] (siehe Abschnitt 2) erarbeitet.

Das *Institut für Geotechnik der Universität Stuttgart* wurde vom *Landesbetrieb Vermögen und Bau Baden-Württemberg, Amt Konstanz*, beauftragt, für das geplante Bauprojekt, das vorliegende *Ergänzende Geotechnische Gutachten* zu erstellen.

Dieses Gutachten dient in Verbindung mit den Unterlagen [M1, M2, M3] als Arbeitsgrundlage für den vorgesehenen zweistufigen Architektenwettbewerb.

Das Gutachten stützt sich auf die Erkenntnisse aus insgesamt 17 Kernbohrungen (davon fünf Bohrungen des Jahres 2009 und 12 Bohrungen des Jahres 2015), 13 schweren Rammsondierungen und acht Baggerschürfen. Zudem wurden die Erkenntnisse aus großflächig angelegten geophysikalischen Untersuchungen aus den Jahren 2009 und 2015 verwendet.

Um weitreichende Gestaltungsspielräume für den architektonischen Entwurf und die optimale Lage der JVA-Gebäude zu ermöglichen, erstreckte sich die Baugrunderkundung, vorbereitend auf einen Architektenwettbewerb und vorbehaltlich weiterer politischer Standortfestlegungen, auch auf potentielle Erweiterungsflächen südlich, westlich und nördlich der zentralen Fläche. Bei diesen peripheren Flächen handelt es sich teilweise um Waldflächen im Eigentum der Stadt *Rottweil* sowie um den Randbereich einer Wasserschutzzone.

Topographische Lage

Das Gelände liegt auf der Topographischen Karte TK 25, Nr. 7719, *Rottweil*, (Mittelpunkt etwa bei R: 34 71 620, H: 53 38 820, ca. 625 mNN).



Der Höhenunterschied zwischen der Anhöhe *Esch*, entlang des *Neckarburgsträßchens* sowie der geodätisch höher gelegenen Bereiche der Waldabteilung 2, *Schachtloch*, und dem Geländetiefpunkt liegt in der Größenordnung von 30 m.

Die topographische Situation auf dem Untersuchungsgelände kann näherungsweise aus Anlage 1.1 abgeleitet werden.

Die Verkehrsanbindung des Areals erfolgt über die derzeitige Bundesstraße B 14, *Rottweil - Oberndorf am Neckar* und das *Neckarburgsträßchen*. Eine Abstufung der Bundesstraße B 14 zur Landesstraße ist im betreffenden Streckenabschnitt vorgesehen.

Erdbeben

Für das erkundete Gelände treffen nach DIN EN 1997-1/NA (2011-01) *Auslegung von Bauwerken gegen Erdbeben*, Teil 1: *Grundlagen, Erdbebeneinwirkungen und Regeln für Hochbau*, die Erdbebenzone 1 und die Untergrundklasse R (Gebiet mit felsartigem Untergrund) zu.

In Bezug auf die auf dem Untersuchungsgelände zu erwartenden Schichten ist von Baugrundklasse B gemäß DIN EN 1998-1, Tabelle 3.1, auszugehen.

Die geplanten Bauwerke, in denen sich später ständig Personen aufhalten bzw. in denen sich Arbeitsplätze befinden werden, können der Bedeutungskategorie III nach DIN EN 1998-1, Tabelle 4.3, zugeordnet werden.

2. Verwendete Unterlagen

Karten

- [K1] Topographische Karte TK 25, Nr. 7817, *Rottweil*, M 1:25.000;
Hrsg.: Landesvermessungsamt Baden-Württemberg, 1997
- [K2] Geologische Karte GK 25, Nr. 7718, *Rottweil*, M 1:25.000
Hrsg.: Geologisches Landesamt Baden-Württemberg, 1980,
einschließlich Erläuterungen (1963)



- [K3] Forstliche Karten für den Bereich rund um das Gewann *Esch*
(InFo©ForstBW / LGL BW / LUBW), Forstamt *Rottweil*, 04.05.2015
- 1.) Altersklassenkarte, M 1:10.000
 - 2.) Kartierte Waldbiotope und Offenlandbiotope, M 1:10.000
 - 3.) Bodenschutzwald, M 1:10.000
 - 4.) Eigentum der *Gräfin von Oppersdorff* im Neckartal, Gmk. *Rottweil, Villingendorf* und *Dietingen*, unmaßstäblich, Forstamt *Rottweil, Schrode*, 04.05.2015
 - 5.) Erholungswald, Sichtschutzwald, Boden- und Kulturdenkmale im Wald, M 1:10.000
 - 6.) FFH-Gebiete, M 1:10.000
 - 7.) Landschaftsschutzgebiete, M 1:10.000
 - 8.) Naturschutzgebiete, M 1:10.000
 - 9.) Digitales Geländemodell, M 1:10.000
 - 10.) Waldentwicklungskarte, M 1:10.000
 - 11.) Wasserschutzgebiete, M 1:10.000

Baugrundunterlagen

Machbarkeitsstudien 2009 und 2015

- [M1] Rottweil-Nord, BV Justizvollzugsanstalt *Esch*, Machbarkeitsstudie Neubau,
Geotechnisches Gutachten – Teil 1,
MPA Universität Stuttgart, Otto-Graf-Institut (FMPA), Abt. Geotechnik,
Az.: 55110 / 901 616 4000 / B / S, Datum: 27.02.2009
- [M2] Rottweil-Nord, BV Justizvollzugsanstalt *Esch*, Machbarkeitsstudie Neubau,
Geotechnisches Gutachten – Teil 2,
MPA Universität Stuttgart, Otto-Graf-Institut (FMPA), Abt. Geotechnik,
Az.: 55110 / 901 711 7000 / B / S, Datum: 27.03.2009
- [M3] Messbericht zur geophysikalischen Vorerkundung eines möglichen Standortes
einer JVA in Rottweil mittels geoelektrischer 3D-Tomografie,
GGU Gesellschaft für Geophysikalische Untersuchungen mbH, Karlsruhe,
Projekt: 09-105-HE, Datum: 17.03.2009
- [M4] Standortsuchlauf für eine JVA im Städtedreieck *Rottweil-Tuttlingen-Donaueschingen*,
Standort 3, *Rottweil - Esch*, Teil Geotechnik,
Universität Stuttgart, Institut für Geotechnik, Az.: G12-004, Datum: 08.06.2012



- [M5] JVA *Rottweil*, Standort *Esch*: Geotechnische Voreinschätzung der potentiell vorgesehenen, zusätzlichen Bebauungsfläche im Walddistrikt *Beckenhölzle*, Abt. 2, *Schachtloch* (Fl.St. 2634/2),
Universität Stuttgart, Institut für Geotechnik, Az.: G12-004, Datum: 18.05.2015
- [M6] Ergebnisbericht über geoelektrische Messungen zur Baugrunderkundung für den Neubau einer JVA bei *Rottweil* (Zeitraum der Feldarbeiten: 20.10.-21.11.2015)
Geophysik GGD, Gesellschaft für Geowissenschaftliche Dienste mbH,
Ehrensteinstr. 33, 04105 Leipzig, 11.12.2015
(Der Ergebnisbericht [M6] wurde als Anlage 19 in das vorliegende Ergänzende Geotechnische Gutachten aufgenommen).

Altlasten / Kampfmittel

- [A1] Multitemporale Luftbildauswertung d. Kampfmittelbeseitigungsdienstes Baden-Württemberg für die Flurstücke 2634, 2637, 2637/5 und 2637/7 (Zeitraum Februar 1943 bis Juni 1945)
Aktenzeichen 62-1115.8 / RW-670, Datum: 18.02.2009
- [A2] Multitemporale Luftbildauswertung d. Kampfmittelbeseitigungsdienstes Baden-Württemberg für die optionalen Erweiterungsflächen
(Die Auswertung durch den Kampfmittelbeseitigungsdienst Baden-Württemberg liegt uns derzeit noch nicht vor und wird, sobald dies möglich ist, nachgereicht).

Vermessungsunterlagen

Vermessungsbüro *Klaus Oberfell, Schramberger Str.87, 78628 Rottweil*

- [V1] Übersicht Bohrpunkte und Schürfe, Gemeinde Rottweil, Bauvorhaben JVA,
im Original M 1: 5.000, Datum: 03.12.2015
- [V2] Folgende Pläne (Stand 05/2012) wurden von uns Im Rahmen des Standortsuchlaufs [S] verwendet und liegen dem Amt Vermögen und Bau, Konstanz, bereits vor:
- 1.) Ortho-5.000, Satellitenaufnahme, M 1: 5.000
 - 2.) Ueb - 5.000, Übersichtskatasterplan, M 1: 5.000
 - 3.) Ueb - 25.000, Übersichtskarte, M 1: 25.000



- [V3] 3D – Blockschichtenmodell auf der Grundlage der Baugrunderkundungsdaten von 2009 und 2015

(Das 3D – Blockschichtenmodell des Vermessungsbüros Klaus Oberfell, Rottweil, liegt uns derzeit noch nicht vor).

Bohrtechnische Unterlagen

- [Bo1] Schichtenverzeichnisse und Schichtenprofile, erstellt durch die *drillexpert GmbH, Teningen-Nimburg*, 08.12.2015

Weitere Unterlagen

- [U1] Wagenplast, P. (2005): *Ingenieurgeologische Gefahren in Baden-Württemberg*, Informationen 16, *Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau, Freiburg i. Br.*
- [U2] *Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaues von Verkehrsflächen RStO 12*, Hrsg.: Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen e.V., Köln, 2012
- [U3] ZTVE -StB 94, Fassung 2009: *Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau*, Kommentar mit Kompendium Erd- und Felsbau von *R. Floss, Kirschbaum-Verlag, Bonn*
- [U4] Verwaltungsvorschrift des Umweltministeriums für die Verwertung von als Abfall eingestuftem Bodenmaterial vom 14.03.2007 – Az.: 25-8980.08M20 Land/3 –
- [U5] Wassergesetz für Baden-Württemberg (WG) vom 03.12.2013, zuletzt geändert: 16.12.2014

3. Topographische Randbedingungen und daraus folgende Grundüberlegungen

Das auf der Gemarkung *Rottweil* gelegene Gelände *Esch* weist eine topographische Höhenlage zwischen ca. 600 mNN im südöstlichen Tiefpunkt und ca. 630 mNN im Westen sowie in der Hochlage der optionalen südlichen Erweiterungsfläche auf. Das Gelände fällt nach Süden, nach Osten und nach Nordosten ein. Wenige Meter neben dem östlichen Grundstücksrand fällt das Gelände um ca. 80 Höhenmeter über den bewaldeten, felsigen Steilabfall in das *Neckartal* ab. Unweit des *Neckars* befindet sich das Nordportal des 655,4 m langen *Tiersteintunnels* der Bahnlinie *Stuttgart - Zürich*.

Das Geländere relief wird durch zwei Grabenstrukturen, den *Kälbergraben*, der das JVA-Gelände im Norden tangiert und das *Eschtal* im Süden sowie einen dazwischen gelegenen flachen Geländesattel, entlang dessen Scheitel das *Neckarburgsträßchen* in Richtung der Achse Südwest-Nordost verläuft, charakterisiert. Südlich des *Eschtals* steigt das Gelände im Wald bis zu dem parallel zur B 27, Nordumfahrung *Rottweil*, verlaufenden forstlichen Hauptwirtschaftsweg (*Otto-Gulde-Weg*) um ca. 5 m bis 25 m an.

Auf der Grundlage der geotechnischen Projektbearbeitung wurde ein 3D-Schichtenmodell [V3] erstellt. Die Darstellung der Geländeoberfläche dieses 3D-Schichtenmodells basiert auf einem geodätischen Höhenliniennetz mit einem Raster von 1 m x 1 m, so dass für die weiteren Planungen auf entsprechend engmaschig bestimmte Daten zur Geländetopographie zurück gegriffen werden kann. Diese Daten lagen uns bis zur Erstattung des *Ergänzenden Geotechnischen Gutachtens* noch nicht vor.

Die von der MPA Stuttgart im Jahre 2009 im Rahmen der Machbarkeitsstudie vorgenommene Baugrunderkundung [M1] erstreckte sich auftragsgemäß auf den zentralen landwirtschaftlich genutzten Teil des Gewanns *Esch* (Flurstücke Nr. 2634, 2634/2). Die Untersuchungen des Jahres 2009 umfassten neben einer Auswertung vorhandener Unterlagen und Karten insgesamt fünf Kernbohrungen von bis zu ca. 30 m Tiefe, 13 schwere Rammsondierungen und geophysikalische Felduntersuchungen [M2]. Aus der dabei festgestellten geologischen Situation leiteten sich keine gravierend auffälligen Befunde ab, die die generelle Bebaubarkeit der untersuchten Fläche infrage gestellt hätten. Allerdings war bereits im Jahre 2009 darauf hingewiesen worden, dass im Zuge der Erdarbeiten sporadisch mit einem Antreffen von Dolinen bzw. Karstspalten gerechnet werden müsse.

Aufgrund der zwischenzeitlich erfolgten Standortentscheidung wurden im Jahre 2015 optionale Erweiterungsflächen, die an die landwirtschaftlich genutzte Fläche *Esch* angrenzen, in die weiteren Betrachtungen einbezogen. Dadurch sollte beispielsweise die Möglichkeit eröffnet werden, die Fläche des zukünftigen JVA-Standortes *Esch* in südlicher Richtung, weg von der topographischen Hochlage, zu verschieben. Das von der JVA beanspruchte Areal läge in diesem Fall nahezu vollständig südlich des *Neckarburgsträßchens*, reichte dafür aber unter Umständen bis in den südlich angrenzenden Stadtwald.

Durch die optionale Flächenerweiterung deckte die in [M1] zugrunde gelegte Baugrunderkundung wesentliche Teile des für die geplante JVA interessierenden Gesamtareals nicht mehr ab. Beispielsweise war in der südlich der landwirtschaftlichen Nutzfläche gelegenen Waldabteilung 2, *Schachtloch* (FlSt. 2634/2), bis zum Jahre 2015 keine Baugrunderkundung erfolgt.

Die Existenz von Dolinen in diesem Waldgebiet war jedoch durch vorhandene Karten, z. B. [K1], und durch eine visuelle Geländeüberprüfung im Jahre 2009 bekannt. Das digitale Geländemodell [K3, Punkt 9] lässt zudem die größten visuell zugänglichen Dolinen erkennen.

Um eine dem Projekt angemessene, aussagekräftige Baugrundbeurteilung auch für die Waldabteilung 2, *Schachtloch*, einen westlich angrenzenden Geländestreifen im *Kautenwald* sowie einen weiteren Geländestreifen nördlich des *Neckarburgsträßchens* vornehmen zu können, war ein ergänzendes Erkundungsprogramm analog dem des Jahres 2009, bestehend aus direkten Aufschlüssen und geophysikalischen Untersuchungen, zwingend erforderlich. Ein wesentlicher hierbei zu klärender Aspekt war die Frage der Verbreitung und der bautechnischen Relevanz der lokal sichtbaren bzw. möglicher, unter der Geländeoberfläche verborgener Karsthohlräumformen. Diese ergänzenden Baugrunduntersuchungen fanden im Herbst 2015 statt.

Bisherige Überlegungen seitens der Stadt *Rottweil* zu einer möglichen Verschiebung der JVA in Richtung Süden, zur Senke des *Eschtals*, verfolgten das Ziel, dass sich die Silhouette der JVA im Landschaftsbild weniger stark abhebt und die Wahrnehmung des nächtlichen Lichtscheins der JVA aus der Ferne reduziert wird. Bei diesem Ansatz ist zu berücksichtigen, dass das Gelände innerhalb der JVA aus funktionalen Gründen möglichst horizontal eben sein sollte oder zumindest nur geringe Höhendifferenzen aufweisen sollte. Grundsätzlich ist es aber funktional auch möglich, eine terrassierte Anordnung der Gebäude vorzunehmen. Durch eine Terrassierung könnten erdbau-technische Massenbewegungen minimiert und die natürliche Landschaftsform in größerem Maße erhalten werden als bei einem vollflächig horizontal eben gestalteten JVA-Areal.

Ein wesentlicher Aspekt für die Planung geotechnischer Maßnahmen, z. B. den Abtrag und Auftrag von Erdkubaturen und die Erarbeitung konkreter Gründungslösungen ergibt sich daraus, auf welchem geodätischen Höhenniveau bzw. in welchem geodätischen Höhenband die Geländeoberfläche der JVA realisiert werden soll.

Bei der Planung von Geländemodellierungen ist die Bedeutung des *Eschtals* als Wassersammler und Vorflut auf der gesamten West-Ost-Erstreckung des Areals zu berücksichtigen (vgl. Abschnitt 7).

Bei Erdabtragsarbeiten wird auch im Falle einer Terrassierung voraussichtlich in einen zumindest temporär Schichtwasser führenden Horizont des *Lettenkeupers* eingeschnitten.

Der nicht mehr existierende Pegel BK 3/09 am *Neckarburgsträßchen* wies am 03.03.2009 einen Wasserstand bei 618,84 mNN (4,86 m unter GOK) auf.



Für das Schichtwasser, das temporär oder ständig aus gegebenenfalls neu geschaffenen Anschnittböschungen südlich des *Neckarburgsträßchens* austreten kann, sind dauerhaft funktionsfähige Dränagewege (insbes. mineralische Flächenfilter) vorzusehen und an eine Vorflut anzuschließen.

4. Generelle geologische Situation

Im Jahre 2009 wurde der Baugrund im Rahmen einer Voruntersuchung durch 5 Kernbohrungen und 13 schwere Rammsondierungen erkundet. Hierbei zeigte sich folgender Schichtenaufbau: Unter einer ca. 20 cm messenden, schwach mütterbodenhaltigen Schicht aus *Lettenkeuper*-Rohboden und verbreitet vorkommenden *Schottern der jüngeren Hochterrasse* (gHj) stehen die überwiegend noch nicht vollkommen zu Boden zersetzten Schichten des *Unteren Lettenkeupers* (kuL) an, die in den Bohraufschlüssen zwischen ca. 8,5 m und 15,5 m Mächtigkeit aufwiesen.

Unter diesen folgen die Schichten der *Rottweil-Formation* (*Trigonodusdolomit*, mo2D) und der *Meissner Formation* (*Nodosusschichten*, mo2). Innerhalb des *Lettenkeupers* wurde in unterschiedlichen Tiefen ein Schichtwasserhorizont erbohrt. An der westlichen und an der südlichen Peripherie des zentral gelegenen Flurstücks 2634 wurden im bewaldeten Gebiet einzelne, z. T. aber auch serienweise auftretende Erdfälle angetroffen.

Die Baugrunderkundung des Jahres 2015 erstreckte sich schwerpunktmäßig auf die optionalen peripheren Erweiterungsflächen. Bei den direkten Aufschlüssen durch 12 Kernbohrungen von jeweils 30 m Tiefe und 8 Baggerschürfgruben bestätigte sich das aus den Aufschlüssen des Jahres 2009 entwickelte stratigraphische Schichtenmodell. Danach ergaben sich für die Gesteinsserien der *Rottweil-Formation* Mächtigkeiten zwischen ca. 7 m und ca. 21 m.

Nach den Bohrergebnissen fallen die Schichten lokal in nordöstlicher bzw. in östlicher Richtung ein.

Für eventuelle tektonische Störungen mit Schichtendislokation gibt es aufgrund der Bohrergebnisse keinen eindeutigen Beleg. Ein Hinweis auf eine mögliche Verwerfung findet sich lediglich in [M2, Beilage 1]. Auffällig ist dagegen eine über große Strecken anhaltende ausgeprägte vertikale Klüftigkeit in den Schichten der *Rottweil-Formation* und der *Meissner Formation*. Die Qualität des Bohrgutes war bei einzelnen Bohrprofilen infolge der ausgeprägten Zerlegung so gering, dass selbst bei einer Bohrtiefe von 30 m nur wenige zylindrische Bohrkernproben gewonnen werden konnten. Dies trifft insbesondere auf die Profile BK 4/15 und BK 9/15 zu.

Alle für die einaxialen Zylinderdruckversuche verwendeten Bohrkernproben (Anlagen 17.1-17.3) waren hinsichtlich ihrer Festigkeit als überdurchschnittlich bzw. als Positivauswahl gegenüber dem Bohrgut auf den übrigen Bohrstrecken einzustufen.

Deckschichten

Bei der Beschaffenheit der obersten Deckschichten zeigte sich, dass der Gehalt an humosem Mutterboden innerhalb des *Lettenkeuper*-Rohbodens vielfach nur gering ist. Durch das Pflügen der landwirtschaftlichen Nutzfläche wurden örtlich felsartige *Lettenkeuper*-Dolomitsteinbrocken von mehreren Dezimetern Kantenlänge bis zur Geländeoberfläche gefördert. Aufgrund der witterungs-exponierten Lage der landwirtschaftlichen Nutzfläche und ihrer verbreitet sandigen Zusammensetzung tendieren die Deckschichten zum raschen Austrocknen. Die Mächtigkeit der Deckschichten liegt zumeist bei weniger als 0,2 m.

In den bewaldeten optionalen Erweiterungsflächen sind teilweise feuchtehaltende Verwitterungsböden mit tiefgründigerer bindiger Zusammensetzung mit einer Mächtigkeit von ca. 2,0 m erhalten.

In den Bohrprofilen BK 5/15 und BK 9/15 fand sich innerhalb der Deckschichten auch *Lösslehm*. Während bei BK 5/15 von einer primären äolischen Ablagerung auszugehen ist, ist dies bei BK 9/15 aufgrund der lokal stark gestörten Gesamtsituation nicht sicher. Bei dem in BK 9/15 ange-troffenen *Lösslehm* könnte es sich auch um örtlich fluviatil umgelagerte Massen handeln. Nach den Erkenntnissen aus der Erkundung ist *Lösslehm* nur auf den untersuchten südlichen Flurstü-cken und nur inselhaft vorhanden.

Neckarschotter

Die Geologische Karte [K2] (Auszug siehe [M1, Beilage 1.2]) weist auf einem großen Teil des Un-tersuchungsgebietes *Schotter der jüngeren Hochterrasse* aus, die der *Ur-Neckar* im *Diluvium* ab-gelagert hat. Es handelt sich dabei in der Regel um gut gerundete, zusammenhangslos auf und in dem *Lettenkeuper*-Rohboden lagernde Kieskörner, die im landwirtschaftlich genutzten zentralen Teil des Untersuchungsgebietes immer wieder anzutreffen sind. Die *Neckarschotter* bilden für sich im Baufeld keine eigenständige Schicht, sondern sind infolge der landwirtschaftlichen Aktivitäten als verstreute Lesesteine bis in ca. 80 cm unter GOK in den Deckschichten bzw. den Verwitte-rungsschichten des *Lettenkeupers* anzutreffen.

Für geotechnische Betrachtungen im Zusammenhang mit dem Bauvorhaben sind die *Neckarschot-ter*, die ca. 80 m über dem heutigen Neckarspiegel lagern, ohne Belang.

Gesteine der Lettenkeuper-Formation

Im Untersuchungsgelände stehen flächendeckend Gesteinsserien des *Unteren Lettenkeupers* (ku 1) an. Die *Lettenkeuper*-Schichten überdecken im Raum *Rottweil* vielfach die *Muschelkalk*-Schichten und gelten bei den Steinbruchbetrieben der Region aufgrund ihrer Eigenschaften als le-diglich geringwertig verwertbarer Abraum.

In den Baugrundaufschlüssen für das Bauvorhaben JVA *Rottweil-Esch* variierte die Mächtigkeit des *Lettenkeupers* zwischen und ca. 15,5 m (BK 2/09) und ca. 2,75 m (BK 9/15). In zehn von insgesamt 17 Kernbohrungen wurden Schichtmächtigkeiten des *Lettenkeupers* von mehr als 10 m nachgewiesen. Bei nur einer der Aufschlussbohrungen lag die Mächtigkeit des *Lettenkeupers* bei unter 6 m (BK 9/15). Die *Lettenkeuper-Schichten* beginnen vielfach nur wenige Zentimeter unter der GOK. Die Unterkante der *Lettenkeuper-Formation* liegt unter dem Baugelände im Höhenband zwischen 598,8 mNN (BK 1/15) und 618,3 mNN (BK 7/15). Sie variiert in der Regel zwischen 5,45 m und 15,5 m Tiefe unter GOK. Eine Ausnahme bildet das Profil BK 9/15, in Dolinennähe, mit einer Unterkante des *Lettenkeupers* in 2,75 m Tiefe unter GOK.

Bei den durchteuften Schichten der *Lettenkeuper-Formation* handelte es sich um die *Sandigen Pflanzenschiefer*, die Gesteinsserien der *Lettenkohle-Gruppe*, die Gesteine aus der Region der *Albertibank*, die Gesteinsserien der *Hauptsandstein-Gruppe*, die *Estherienschichten* sowie die *Basisdolomite*. Bei einzelnen Bohrprofilen, z. B. BK 4/15, konnte nicht ausgeschlossen werden, dass es sich bei einem Teil der oberflächennahen Verwitterungslehme um Zersetzungsprodukte aus *Lettenkeuper-Schichtgliedern* handelt, die stratigraphisch oberhalb der *Sandigen Pflanzenschiefer* anstehen, jedoch aufgrund ihres Verwitterungszustandes, anhand des ausschließlich vorliegenden Bohrgutes, keine zweifelsfreie Identifikation ermöglichten.

Bei einer ersten Betrachtung bestand die überwiegenden Kubatur der gewachsenen Schichten des *Lettenkeupers* aus verwitterten *Keupermergeln* mit Resten diagenetischer Bindungen, die bodenmechanisch feinkörnigen Lockergesteinen von halbfester bis fester Konsistenz ähnlich waren und ohne Schwierigkeiten mittels Bagger gelöst werden konnten. Tatsächlich wechselte die Gesteinsausbildung innerhalb der *Lettenkeuper-Formation* jedoch aufgrund der feingegliederten Bankstratigraphie relativ engständig. Daher stehen weniger lösetechnische Fragestellungen im Vordergrund als beispielsweise Fragen zu einer möglichen Schichtwasserführung und damit der verminderten Standsicherheit toniger Schichten an Baugrubenböschungen und der Fragen der dauerhaften Wasserhaltung.

Zwischen den fast immer feinsandigen *Keupermergeln* waren außer Tonstein- bis Tonmergelsteinlagen und in der vertikalen Schichtenabfolge mehrfach auftretender Dolomitsteinbänke auch einzelne, zumeist mürbe Sandsteinschichten zwischengelagert. Die schwachen diagenetischen Bindungen der Sandsteine konnten am Bohrgut meist von Hand aufgebrochen werden. Lediglich in den Bohrungen BK 7/15 und BK 8/15 wiesen die Sandsteinlagen eine mäßig hohe einaxiale Druckfestigkeit, bis ca. 55 MPa, auf.

Die angesprochenen Gesteine zeigten in der Regel Merkmale einer weit fortgeschrittenen Verwitterung und Entfestigung. Das Korngefüge der in den *Keupermergeln* eingebetteten Festgesteinsbänke muss beim Aushub in der Regel nicht gebrochen werden, da letztere lösetechnisch nutzbare Trennflächenabstände von maximal wenigen Dezimetern aufweisen.

Die überwiegend tonigen Gesteine der *Lettenkohle-Gruppe* wiesen aufgrund des Gehaltes an fossilen Pflanzenresten erhöhte Organgehalte auf und waren vielfach an ihrer dunkelgrauen bis schwarzgrauen Farbe erkennbar. Typischerweise reichten die kohlehaltigen Anteile auch bis in die hangenden *Sandigen Pflanzenschiefer* und örtlich in die liegenden *Hauptsandsteinschichten*.

Die *Albertibank* wurde in der Mehrzahl der Bohrungen sowie in den Baggerschürfen als harte, klüftige Gesteinsbank aus dolomitisiertem Kalkstein beobachtet. Sie zeigte oftmals eine hellrostbraune Farbe und wurde teilweise von einer mehlsandigen Gesteinslage gleicher Farbe überdeckt. Die Mächtigkeit der Gesteine, die der Zone der *Albertibank* zugeordnet wurden, lag im Mittel zwischen 0,3 m und 0,65 m (extremal 0,9 m). Sofern lokal keine Verkarstungsmerkmale und in den *Hauptsandsteinschichten* keine relevanten Organgehalte (Glühverluste $V_{gl} > 5$ M.-%) vorliegen, ist die Einleitung von Gründungslasten aus Gründungsplatten ab OK *Albertibank* in der Regel möglich. Die OK der *Albertibank* wurde in Tiefen zwischen 3,9 m unter GOK (BK 8/15) und 8,1 m unter GOK (BK 1/15) erbohrt und verläuft nach den Bohrerergebnissen im Höhenband zwischen 604,75 mNN (BK 12/15) und 622,4 mNN (BK 6/15).

Unter der Zone der *Albertibank* folgen die *Hauptsandsteinschichten*, die auf dem untersuchten Gelände *Rottweil-Esch* die Funktion als Hauptschichtwasserleiter des *Lettenkeupers* einnehmen (vgl. Abschnitt 7).

Die unterlagernden *Estheriensichten* sind eine Wechselfolge aus schichtigen, oft glimmerhaltigen Tongesteinsserien und zwischengeschalteten klüftigen Dolomitstein- bzw. Tonmergelsteinbänken. Die Oberkante der Tongesteinsserien der *Estheriensichten* wirkt als schichtwasserstauer Horizont. Dieser schichtwasserstauende Horizont ist maßgebend dafür ursächlich, dass innerhalb der aufgeschlossenen *Lettenkeuper*-Schichten Schichtwasser zirkulieren kann, ohne dass dieses unmittelbar in den Klüften und Karstspalten der Gesteinsserien der unterlagernden *Rottweil-Formation* versickert.

Aufgrund des fortgeschrittenen Verwitterungszustandes und teilweise unvollständiger Profilausbildung war es anhand des Bohrgutes nicht immer möglich, die *Estheriensichten* zu untergliedern.

Die *Estheriensichten* werden von den *Basisdolomiten* unterlagert, die in ihrer mechanischen Beschaffenheit den *Dolomitsteinlagen* innerhalb der *Estheriensichten* ähnlich sind und den unteren Abschluss des *Lettenkeupers* bilden.

Geogene Hintergrundbelastungen des *Lettenkeupers*

Vom *Lettenkeuper* ist bekannt, dass regional grundsätzlich geogen erhöhte Konzentrationen an Schwermetallen und *Arsen* auftreten können. Bei früheren Erdbaumaßnahmen im näheren Umkreis des Geländes *Rottweil-Esch*, bei denen *Lettenkeuper*-Böden zur Entsorgung auf eine Erddeponie abgefahren wurde, hatten die geogenen Gehalte an Schwermetallen und *Arsen* soweit be-

kannt, zu einer Einstufung in Zuordnungsklassen bis einschließlich Z 2 geführt. Da für die zu untersuchenden Flurstücke bisher keine Analysedaten vorlagen, wurden von uns aus unterschiedlichen Schichten des *Lettenkeuper*-Bohrgutes insgesamt 23 Bodenproben entnommen und einer spezifischen Analyse unterzogen.

Die Auswahl der untersuchten Bodenproben wurde so getroffen, dass Daten zur geogenen Hintergrundbelastung möglichst über das gesamte vor Ort vorhandene vertikale Profil des *Unteren Lettenkeupers* zur Verfügung stehen und verschiedene mit einem gewissen Abstand voneinander entfernt liegende Bohrungen erfasst wurden.

Im Ergebnis wies mehr als ein Drittel der untersuchten Proben geogene Belastungen durch Schwermetalle bzw. *Arsen* auf, die zu Zuordnungen zwischen Z 1.1 und Z 2 führten. Bei 13 % der untersuchten Proben entsprach die Konzentration der genannten Inhaltsstoffe der Zuordnungs-klasse Z 2.

Konzentrationen an einstufigsrelevanten Inhaltsstoffen, die zu einer Zuordnung schlechter als Z 2 geführt hätten, waren in den untersuchten Proben nicht enthalten.

Knapp zwei Drittel der untersuchten Proben entsprachen der Zuordnungs-klasse Z 0.

Die Einzelanalysen der belasteten Proben (siehe Anlagen 15) zeigen, dass drei einstufigsrelevante Parameter bei mehreren Proben erhöhte Konzentrationen aufweisen. Es handelt sich um *Arsen*, *Nickel* und *Thallium*.

Eine Häufung erhöhter Werte in einzelnen Schichten des *Unteren Lettenkeupers* war bisher lediglich bei der *Lettenkohle-Gruppe* erkennbar, in der sowohl *Arsen*, *Nickel* oder *Thallium* erhöht sein konnte. Bei einer Probe aus der *Lettenkohle-Gruppe* waren *Arsen* und *Thallium* gleichzeitig deutlich erhöht. Allerdings gab es auch eine in Z 0 zuzuordnende Probe aus der *Lettenkohle*, d. h. eine Probe ohne relevante geogene Hintergrundbelastung. Ebenso gab es bei den *Sandigen Pflanzenschiefern* und auch bei den *Estherienschiefern* jeweils sowohl unbelastete Z 0-Proben, als auch geogen belastete Proben.

Bislang liegen keine Anhaltspunkte dafür vor, dass im *Lettenkeuper* regional außer den Schwermetallen und *Arsen* weitere einstufigsrelevante Parameter, die von unserer Seite bislang nicht überprüft wurden, erhöhte Konzentrationen aufweisen können. Auf der Grundlage der Analyseergebnisse der untersuchten *Lettenkeuper*-Proben nach dem Zuordnungsschema in [U3, Tab. 6-1] ist daher davon auszugehen, dass eine Einstufung bis einschließlich der Zuordnungs-klasse Z 2 zutrifft.

Gesteine der Rottweil-Formation (*Trigonodusdolomit*)

Die Gesteinsserien der *Rottweil-Formation* weisen Felscharakter auf und sind im Bereich des Untersuchungsgeländes zwischen ca. 7 m (BK 2/15) und 21,15 m (BK 9/15) mächtig. Die Oberkante der *Rottweil-Formation* (siehe Tabelle 2) liegt unter dem Baugelände im Höhenband zwischen 598,8 mNN (BK 1/15) und 618,3 mNN (BK 7/15). Das Bohrgut bestand aus sehr einheitlichen, kaum systematisierbaren Serien matt gelblich grauer bis matt gelbbrauner, geringfester Dolomitgesteine. Häufig waren darin die für die Gesteine der *Rottweil-Formation* typischen, löchrigen Hohlräume zu beobachten. Das Bohrgut setzte sich aus schotterartigen Gesteinskörnern, Gesteinsbruchstücken sowie aus fast immer engständig vertikal bzw. steil diagonal geklüfteten oder gerissenen zylindrischen Bohrkernen zusammen. Dementsprechend wurden bei der Herstellung der Erkundungsbohrungen innerhalb der *Rottweil-Formation* stets erhebliche bis vollständige Spülwasserverluste festgestellt. Innerhalb der *Rottweil-Formation* wurden keine Schichtwasserhorizonte angetroffen.

In mehreren Bohrungen konnte festgestellt werden, dass die *Rottweil-Formation* in den tieferen Zonen aus einer Folge dickbankiger Dolomitsteinbänke besteht. Der Grad der Zerlegung der Gesteinsserien der *Rottweil-Formation* wurde exemplarisch bei den Bohrungen BK 4/15 bis BK 9/15 anhand des RQD-Indexes (*rock quality designation*-Index = Prozentsatz der zylindrischen Bohrgutes mit Stücklängen ≥ 10 cm auf einer Bohrkernstrecke von 100 cm) beschrieben (siehe Anlagen 5.2, 6.2, 7.2, 8.2, 9.2 und 10.2).

Von frisch erzeugten Bruchflächen, die sich beim einaxialen Druckversuch einstellten, wurde in vielen Fällen ein relativ intensiver schwefeliger Geruch emittiert, der vermutlich auf die Reduktion von Sulfaten (Gips) bzw. sulfidischer Bestandteile (Pyrit) zurückzuführen ist.

Gesteine der Meissner Formation

Die Gesteinsserien der *Meissner Formation* (*Nodosuskalk*) wurden in den unteren Bereichen der Erkundungsbohrungen, unter denen der *Rottweil-Formation* angetroffen, sofern die Erkundungsbohrung eine ausreichende Tiefe erschloss. Die Oberkante der *Meissner-Formation* lag in den Bohrungen im Tiefenband zwischen 582,4 mNN (BK 9/15) und 601,5 mNN (BK 4/15). Die Gesteinsserien der *Meissner Formation* liegen damit so tief unter der Geländeoberfläche, dass es relativ unwahrscheinlich ist, dass im Zusammenhang mit dem JVA-Neubau bautechnische Eingriffe in diese Schichten in größerem Ausmaß erforderlich werden.

Als stratigraphische Grenze zwischen den Gesteinsserien der *Rottweil-Formation* und den Gesteinsserien der *Meissner Formation* gilt in Südwürttemberg der *Plattenkalkhorizont*. Die Beschaffenheit des zumeist stark zerlegten Bohrgutes aus den Erkundungsbohrungen ließ jedoch keine

Identifizierung des *Plattenkalkhorizontes* zu. Überdies zeigten sich in der Grenzregion zwischen der *Rottweil-Formation* und der *Meissner Formation* am Bohrgut nur allmählich Veränderungen der lithologischen Merkmale und der mechanischen Eigenschaften mit zunehmender Tiefe. Insbesondere war im betreffenden stratigraphischen Abschnitt nur bei einem Teil der Bohrungen eine signifikante Abnahme des Grades der Dolomitierung festzustellen, so dass arbeitshypothetisch von einem allmählichen, über ein größeres Höhenband erfolgenden Übergang zu den Gesteinsserien der *Meissner Formation* ausgegangen werden kann.

Bei dem aufgeschlossenen Gesteinsinventar der *Meissner Formation* handelte es sich um dolomitisierte, teilweise entfestigte Kalkgesteine. Der Grad der Dolomitierung war bei den Kalkgesteinen oftmals zonenweise bzw. entlang von Rissen weit fortgeschritten. Entsprechend waren bei scherbilig gewonnenem Bohrgut jeweils anteilig graue Kalkgesteinsstücke als auch matt gelblich-graue Dolomitgesteinsstücke vertreten.

Hinweis: Bei der Dolomitierung der Kalkgesteine erfolgt ein Austausch eines Teils der Ca-Ionen durch frei verfügbare Mg-Ionen (Calcit: CaCO_3 ; Dolomit: $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$). Dieser mineralogische Substitutionsvorgang geht häufig von Trennflächen aus und schreitet von dort aus in die Gesteinssubstanz fort. Die mineralogische Umwandlung ist grundsätzlich auch mit einer Entfestigung des Gesteins und mit einer Volumenabnahme (theoretisch 13%) verbunden. Letztere zeigt sich vorrangig in einer erhöhten Porosität der dolomitierten Gesteine.

Das Schichtpaket des *Hauptmuschelkalks*, zu dem die *Rottweil-Formation* und die *Meissner Formation* gehören, fällt bei einer Betrachtung des Gesamtgeländes mit geringer Neigung in östlichen bis nordöstlichen Richtungen ein. Im kleinräumigen Maßstab, wie beispielsweise im Zusammenhang mit einzelgründungstechnischen Fragestellungen auf dem zukünftigen JVA-Areal, kann näherungsweise von einer horizontalen Schichtlagerung ausgegangen werden.

Natürliche Felsaufschlüsse wurden im Untersuchungsgelände selbst nicht festgestellt. Felsaufschlüsse existieren jedoch an der *Brunnenhalde* (Steilstrecke des *Neckarburgsträßchens*), nördlich des Untersuchungsgeländes sowie am Steilabfall zum *Neckartal*, unmittelbar östlich des Untersuchungsgeländes, im Walddistrikt *Beckenhölzle*, Abt.1, *Wüste Halde*.

Identifizierung von Karsthohlraumformen durch Geländebegehung und durch Bohrungen

Bei dem im zentralen bis östlichen Bereich der Waldabteilung 2, *Schachtloch*, gelegenen Dolinenschwarm (siehe Anlage 1) waren im Flächendreieck zwischen BK 8/15, BK 9/15 und Sch 8/15 drei Dolinen mit vergleichsweise großen Abmessungen augenfällig. Die größte dieser Dolinen wies einen Durchmesser von ca. 15 m (Schätzwert) und eine einsehbare Tiefe von ca. 5 m (Schätzwert) auf. In unmittelbarer Nachbarschaft zu den drei genannten großen Dolinen waren weitere kleinere Dolinen erkennbar. Nach visuellem Befund folgte die Orientierung des Dolinenschwarms etwa der Achse ENE-WSW.

Auf einen unmittelbar jenseits des westlichen Grundstücksrandes, der nach Süden, in die Senke (*Eschta*) einfallenden landwirtschaftlichen Nutzfläche (FlSt. 2634) gelegenen weiteren Dolinenschwarm (siehe Anlage 1) war von der MPA Stuttgart bereits im Geotechnischen Gutachten (Teil 2) vom 27.03.2009, auf dem Plan Beilage 1, hingewiesen worden. Diese Dolinen liegen in der westlichen optionalen Erweiterungsfläche des JVA-Geländes, wenige Meter südlich des Bohrpunktes BK 5/15. Auf dem zitierten Plan [M2, Beilage 1] ist auch das durch geophysikalische Untersuchungen identifizierte, parallel zur Senke verlaufende Dolinen-Verdachtsfeld zwischen BK 5/09 und BK 1/09 gekennzeichnet.

Bei der Herstellung der Erkundungsbohrungen im Herbst 2015 wurden in zwei Bohrungen kleinere offene Hohlräume angetroffen, durch die das Bohrwerkzeug ohne auf Widerstand zu treffen, durchfiel. Einer der Hohlräume wurde in BK 2/15, also in der nördlichen optionalen Erweiterungszone des Baufeldes, in 9,0 m - 9,5 m Tiefe unter A.P., innerhalb der *Lettenkeuper-Hauptsandschichten*, erbohrt. Die Bohrung wurde als Grundwassermesspegel ausgebaut, wobei die Filterstrecke so angeordnet wurde, dass diese den Hohlraum mit erfasst. Nach Fertigstellung des Pegels zeigten Pegelwasserstandsmessungen, dass in Höhe des Hohlraums Schichtwasser vorhanden ist. Möglicherweise handelt es sich bei dem genannten Hohlraum um einen aderartigen Schichtwasserpfad, der nach Norden, in Richtung zum *Kälbergraben*, entwässert. Eine gegebenenfalls geplante Verfüllung dieses Hohlraums sollte daher dessen Wasserabflussvermögen nicht wesentlich einschränken. Es ist eine Verfüllung mit enggestuftem Filterkies in Betracht zu ziehen.

Der zweite Hohlraum wurde in BK 10/15 in 6,45 m - 7,5 m Tiefe unter A.P. knapp oberhalb der *Albertibank* erbohrt. Hier fiel das Bohrwerkzeug um 1,05 m Höhe ebenfalls ohne auf Widerstand zu treffen nach unten durch. Zugleich wurde ein vollständiger Spülwasserverlust beobachtet.

Der Bohrpunkt BK 10/15 war gezielt festgelegt worden, nachdem bei der geophysikalischen Erkundung des Jahres 2009 an der Stelle eine hohlraumverdächtige Struktur identifiziert worden war.

Ferner wurde festgestellt, dass streckenweise nur geringe Mengen an Bohrgut gewonnen werden konnten. Als Ursache für den lokal geringen Bohrgutgewinn kommt in erster Linie ein Ausspülen von sandigem Bohrgut beim Bohrvorgang in Betracht.

Die offenkundigen Dolinen und die durch geophysikalische Verfahren festgestellten, im Baugrund verborgenen Karsthohlräume stellen in ihrer Gesamtheit ein unterirdisches Karsthohlraumssystem dar, wie es für die Muschelkalkgebiete nördlich und nordwestlich von *Rottweil* typisch ist.

5. Geophysikalische Untersuchungen und Bewertung der Karstsituation

Ohne eine flächenhafte Erkundung des Geländes mit geophysikalischen Methoden ist nur bedingt eine Aussage darüber möglich, inwieweit im oberflächennahen Untergrund verborgene Auslaugungshohlräume vorhanden sind. Zur Abklärung der Karstsituation wurden daher in den Jahren 2009 auf dem zentralen Bereich (Fl.St. 2634 sowie auf den relevanten Teilen des Fl.St. 2637) [M3] und 2015 auf den bewaldeten optionalen Erweiterungsflächen [M6], ergänzend zu den jeweiligen Bohrkampagnen, geophysikalische Untersuchungen in Form der geoelektrischen Widerstandstomographie durchgeführt. Hierbei lassen sich im Baugrund Zonen mit unterschiedlichem elektrischem Widerstand erkennen, wobei dieser durch den Wassergehalt beeinflusst wird. Bindige Böden weisen in der Tendenz einen geringen, rollige Böden einen mittleren und Fels einen hohen elektrischen Widerstand auf. Wird beispielsweise festgestellt, dass im Baugrund hochohmige und niederohmige Zonen aufeinandertreffen, kann dies ein Hinweis auf die Existenz einer Karsthohlraumform sein.

Die Auflösung des Verfahrens mit der Multielektrodenanordnung nach *Wenner* ermöglichte bei dem Abstand der Messauslagen von ca. 5 m das Erkennen von Hohlräumen ab etwa 3 m Durchmesser bis in eine Tiefe der Größenordnung von 30 m.

Die Auswertung der geophysikalischen Untersuchungen des Jahres 2009 ergab innerhalb des Flurstücks 2634 unter anderem eine auffällige streifenförmige Zone (Verdachtsstelle A, vgl. [M2], Beilage 1), die sich von der markanten Linkskurve des *Neckarburgsträßchens* im Westen über den Bohrpunkt BK 5/09 und den Bohrpunkt BK 10/15 bis nahe an den Bohrpunkt BK 1/09 im Osten erstreckte. Entlang des südlichen Randes der Verdachtsstelle A wurde parallel zum *Eschtal* eine lineare Unstetigkeit lokalisiert, bei der es sich um eine Spalte bzw. Verwerfung handeln könnte. Sollte in diesem Bereich eine Überbauung vorgesehen sein, bedarf es der weiteren objektbezogenen Abklärung. Weitere Zonen innerhalb des zentralen Flurstücks 2634 wurden im Befundbericht [M2], als Verdachtsflächen für Karsthohlräume gekennzeichnet. Der Befundbericht [M2] ist Bestandteil der geotechnischen Unterlagen zum Standort *Esch*, so dass diese Verdachtsflächen im vorliegenden Bericht nicht erneut dargestellt wurden. Vor einer Überbauung der in [M2] dargestellten Verdachtsflächen für Karsthohlräume bedarf es dort der ergänzenden Abklärung durch weitere Aufschlüsse.

Die geophysikalischen Untersuchungen des Jahres 2015 betrafen die optionalen Erweiterungsflächen im Westen und im Süden des betrachteten Gesamtareals. Über diese Untersuchungen wurde ebenfalls ein eigenständiger Ergebnisbericht [M6] erstellt, der in den vorliegenden Bericht als Anlage 19 aufgenommen wurde.

Die Messungen belegen für die Waldabteilung *Schachtloch* eine tief reichende Entfestigung des Baugrundes im östlichen Teil sowie eine aus südwestlichen Richtungen in nordöstliche Richtungen

verlaufende Auflockerungs- und Störungszone, in der auch die im Wald sichtbaren großen Dolinen liegen. Zudem wurde unweit nördlich des *Otto-Gulde-Weges* eine Häufung niederohmiger Anomalien festgestellt, bei denen es sich um verfüllte Dolinen handeln könnte. Wenn eine konkrete Bebauung in der entsprechenden Zone vorgesehen sein sollte, bedarf es in jedem Fall der weiteren Abklärung.

In der westlich der landwirtschaftlichen genutzten Fläche (Fl.St. 2634) gelegenen Waldfläche wurden unmittelbar nördlich angrenzend an den Bohrpunkt BK 5/15 kleinräumige Bereiche ermittelt, in denen verfüllte Dolinen vorliegen könnten.

Eine Zone mit großräumiger, tief reichender Entfestigung zeigte sich auch im Umfeld von BK 4/15.

Empfehlungen aus den bohrtechnischen Befunden und den geophysikalischen Untersuchungsergebnissen hinsichtlich des Karstrisikos für die Bebauung des Areals

Aufgrund der vorliegenden Erkenntnisse kann das Gesamtareal einschließlich der optionalen Erweiterungsflächen hinsichtlich des Karstrisikos vereinfachend in zwei Zonen eingeteilt werden:

1. Zonen mit geringem bis mäßig erhöhtem latentem Karstrisiko
und
2. Zonen mit hohem latentem Karstrisiko bzw. mit konkret nachgewiesenen größeren Karsthohlraumformen.

Zonen, die unter Punkt 2 fallen sind auf Anlage 1.1 dunkelblau umrandet.

Grundsätzlich sind planerisch festgelegte Gebäudestandorte unter den zu überbauenden Flächen und die Trasse der Umschließungswand durch Bohrungen nachzuerkunden.

Das Flurstück 2634 nördlich der Verdachtsstelle A ([M2], Beilage 1) und die optionale Erweiterungsfläche auf dem Flurstück 2637 können als Zone mit geringem bis mäßig erhöhtem latentem Karstrisiko eingestuft werden und mit Bauwerken der JVA bebaut werden. Die optionalen Erweiterungsflächen im Süden und im Westen müssen dagegen, wie nachstehend beschrieben, differenzierter bewertet werden.

Als gründungstechnische Konsequenz aus einem geringen bis mäßig erhöhten Karstrisiko sind Gründungsplatten mit oberer und unterer Bewehrungslage obligatorisch, die in der Lage sind, Schwächezonen, z. B. in Form von Karstspalten bzw. Dolinen bis zu einem Durchmesser von 2 m

zu überbrücken, sofern derartige Karsthohlraumformen nicht lokal aufgrund der Befunde aus direkten Aufschlüssen ausgeschlossen werden können.

Zur Minimierung von Karstrisiken für die Gebäude werden zwei alternative Vorgehensweisen vorgeschlagen:

- Nacherkundung durch ein engmaschiges Raster an Vollbohrungen

Unter den vorgesehenen Gebäudegrundrissen wird in diesem Fall mit einem Bohrraster von beispielsweise 2,5 m x 2,5 m mittels Vollbohrungen nach Karsthohlräumen gesucht. Die Bohrungen müssen bis in die Schichten der *Rottweil-Formation* reichen. Das Erkennen und die Interpretation variierender Bohrfortschritte setzt erfahrenes Bohrpersoneel voraus. Durch die bei Vollbohrungen praktizierten hohen Vorschubgeschwindigkeiten ist eine sichere Identifikation von Karsthohlräumen nicht immer gewährleistet.

- Anwendung von Gründungsplatten mit Schwächezonen überbrückenden Eigenschaften

In Anlehnung an den Durchmesser der wenige Meter südlich von BK 5/15 sichtbaren Dolinen lässt sich eine fiktive lokale Schwächezone von ca. 2 m x 2 m definieren, die im Baufeld mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit auftreten kann.

Im Fall von Gebäuden gewöhnlicher Bauart mit Grundrissabmessungen von mehr als ca. 50 m² wird daher vorgeschlagen, unter den Gebäudegrundrissen die Gründungsplatten so auszulegen, dass diese in der Lage sind, als quadratisch idealisierte Schwächezonen mit einer Kantenlänge von 2 m an beliebiger Stelle unter der Plattenaufstandsfläche (ohne Sohlpressung) zu überbrücken. Bei Gebäuden mit mehr als 100 m² Grundfläche sollte eine entsprechende Schwächezone für Teilflächen von je 50 m² angesetzt werden.

Bei Nebengebäuden gewöhnlicher Bauart mit Grundrissabmessungen von weniger als ca. 50 m² können Forderungen in Bezug auf die überbrückenden Platteneigenschaften gegebenenfalls reduziert werden.

Bei Ausführung von Gründungsplatten mit Schwächezonen überbrückenden Eigenschaften kann auf das beschriebene engmaschige Raster an Vollbohrungen verzichtet werden. Dennoch empfiehlt es sich auch bei dieser Variante einzelne Nacherkundungsbohrungen mit Kerngewinn bis in die Gesteinsserien der *Rottweil Formation* dort niederzubringen, wo Gebäudegrundrisse im Bereich von Verdachtsflächen liegen, die aufgrund der geophysikalischen Untersuchungen des Jahres 2009 und 2015 identifiziert worden waren. Die Bohrungen sind durch diese Verdachtsflächen hindurch abzuteufen.

Sollten sich bei unabhängig von der Vorgehensweise Hinweise ergeben, dass relevante Karsthohlräume unter vorgesehenen Gebäudestandorten existieren, ist im Einzelfall die Notwendigkeit einer Tiefgründung bzw. die Verfüllung von Hohlräumen zu diskutieren.

Einzelne Teilflächen des Gesamtareals sind aufgrund der dort vorhandenen fortgeschrittenen Verkarstung als Zonen mit hohem latenten Karstrisiko bzw. aufgrund konkret nachgewiesener größeren Karsthohlraumformen als Zonen mit hohem konkretem Karstrisiko anzusprechen. Hinsichtlich ihrer Bewertung als Baugrund weisen diese Zonen ein hohes Risikopotential auf. Hierzu gehören die Dolinengebiete in der Waldabteilung *Schachtloch*, östlich des Bohrpunktes BK 8/15, der bewaldete Bereich in der Senke des Trockentals (*Eschtal*), unmittelbar südlich des Bohrpunktes BK 5/15 und das Umfeld von BK 4/15.

Im Laufe der voraussichtlichen Nutzungsdauer der JVA besteht in diesen Zonen ein erhöhtes Risiko, dass sich Karsthohlräume infolge natürlicher Vorgänge verändern und Sackungen, Tagbrüche und andere Versagensformen auftreten und zu Bauwerks- bzw. Anlagenschäden führen.

Mit Blick auf die durch die Erkundungsbohrungen festgestellte Tiefgründigkeit und seitliche Ausdehnung der Verkarstung wäre es in diesen Zonen nicht zuverlässig nachhaltig, einzelne Karsthohlräume beispielsweise mit Beton zu plombieren.

Eine Bebauung dieser Flächen durch Hochbauten der JVA und durch die Umfassungswand sollte in diesen Zonen vermieden werden. Ebenso sollten Infrastrukturtrassen (z. B. Zufahrtsstraße zur JVA, Neutrassierung des *Neckarburgsträßchens*, Ver- und Entsorgungsleitungen der JVA) möglichst nicht durch Zonen mit dem beschriebenen hohen Karstrisiko gelegt werden. Wenn eine Führung von Infrastrukturtrassen durch Zonen mit hohem Karstrisiko unvermeidbar ist, können konstruktive Zusatzmaßnahmen notwendig werden, wie sie auch in Bergsenkungsgebieten zur Anwendung kommen (Rohrleitungen mit zugfesten Rohrstößen, selbsttragende, flexible bzw. nachstellbare Konstruktionen).

Für die Mulde des Trockentals südlich der Linie BK 5/09 – BK 1/09 bis zum nördlichen Waldrand der Waldabteilung *Schachtloch* liegen zwar bisher keine auffälligen Befunde vor, doch scheidet eine unmittelbare Bebauung dieser topographisch tief liegenden Zone ohne eine umfassende Geländeauffüllung aus hydrologischen Gründen voraussichtlich aus.

6. Altlasten / künstliche Auffüllungen

Aufgrund der direkten Baugrunderkundung durch Bohrungen und Baggerschürfe sowie aufgrund der Geländebegehung liegen uns derzeit keine Hinweise auf die Existenz von einstufigsrelevant kontaminierten Ablagerungen anthropogener Herkunft (Altlasten) vor.

Neckarburgsträßchen

Im Zuge der Baugrunderkundung wurden je zwei Asphaltproben aus dem *Neckarburgsträßchen* (Fl.St. 2635/2 (im Zuständigkeitsbereich der Stadt *Rottweil*) und Fl.St. 2634/1 (Privatstraße der

Gräfin von Oppersdorff) entnommen um anhand der PAK-Konzentrationen zu klären, ob der gebundene Straßenoberbau teerpechhaltige Bestandteile enthält.

Messungen mittels Gliedermaßstab ergaben eine Asphaltfahrbahnbreite von 3,0 m und eine Stärke der Asphaltsschicht zwischen 2 cm und 6 cm (mittlere Schichtstärke 3 cm (Schätzwert)).

Die Ergebnisse der chemischen Analysen an den Asphaltproben wurden auf Anlage 16 dargestellt. Der gebundene Straßenoberbau enthält danach auf beiden Flurstücken keine relevanten Mengen an teerpechhaltigen Inhaltsstoffen. Gegen die mögliche Existenz einer unter der beprobten Asphaltsschicht gelegenen weiteren Schicht, die teerpechhaltige Inhaltsstoffe aufweisen könnte, spricht die Höhenlage der Oberkante der streckenweise sichtbaren ungebundenen Tragschicht.

Alte künstliche Auffüllung im Walddistrikt *Beckenhölzle*, Abteilung *Schachtloch* (südliche optionale Erweiterungsfläche)

Eine ca. 4.000 m² messende morphologisch auffällige, bewaldete Zone wurde am 09.11.2015 durch acht Baggerschürfe erkundet. Hierbei zeigte sich, dass eine größere Menge grober Gesteinskörnung aus Kalkgestein vor Jahrzehnten großflächig im Wald einplaniert worden war. Das gebrochene Kalkgestein lag von der Korngruppe her etwa bei 63/100-150 (Schätzung). Vereinzelt fanden sich innerhalb der groben Gesteinskörnung auch Ziegelstücke und Betonstücke. Ein Grund für diese vor Jahrzehnten durchgeführte Maßnahme war nicht ersichtlich und konnte nicht recherchiert werden.

Dieselbe Fläche wurde vorsorglich von einem Feuerwerker mittels *Foerstersonde* überprüft, nachdem es Hinweise auf den möglichen früheren Standort eines Munitionsdepots der nahegelegenen Flakstellung gegeben hatte. Hierbei fanden sich durch Nachgraben lediglich ferromagnetische Kleinteile (Nägel) und in kleiner Menge gleisbautypischer Schrott.

Fundamentreste oder dgl., die die frühere Existenz eines vermuteten Lagergebäudes an dieser Stelle belegt hätten, wurden durch die Schürfe nicht festgestellt.

Belegt ist dagegen in dem durch Baggerschürfe erkundeten Bereich die frühere Existenz eines bis in den *Tierstein*-Eisenbahntunnel führenden Schachtes. Dieser Schacht diente als Wetterschacht zur verbesserten Ableitung der Rauch-Emissionen bei Dampflokomotivenbetrieb und war früher durch einen Metallgitterrost im Wald abgedeckt. Der Schacht existiert nicht mehr. Die frühere Lage des Schachtes konnte im Rahmen der Schurfarbeiten nicht festgestellt werden. Wie aus Anlage 1.1 ersichtlich ist, liegt der Schurf Sch 6/15 relativ genau über der Tunnelachse. In [M6, Anlage 3] findet sich in den Tiefenschnitten 2 m, 5 m und 13 m in der Mitte des östlichen Randes des geophysikalischen Untersuchungsgebietes eine im Grundriss augenförmig eng begrenzte höherohmige Anomalie, bei der es sich um den plombierten Schacht handeln könnte.

Kampfmittel

In den Jahren 2009 und 2015 veranlasste multitemporale Luftbildauswertungen [A1, A2] vor dem Hintergrund der Standorte der nahegelegenen Produktionsanlagen der ehemaligen *Pulverfabrik Rottweil*, der Bahnanlagen (*Tiersteintunnel*) sowie einer Flakstellung (Flakturm in der Nähe der heutigen B 27-Neckartalbrücke unweit des Schützenhauses) ergaben keine Anhaltspunkte auf das mögliche Vorliegen von Kampfmitteln auf dem Untersuchungsgelände.

(Der Befundbericht [A2] steht derzeit noch aus und wird nachgereicht, sobald dieser vorliegt).

Archäologisch bedeutsame Teilfläche

Am Südrand der südlichen optionalen Erweiterungsfläche befindet sich im Walddistrikt *Beckenhölzle*, Abt. *Schachtloch* ein keltisches Gräberfeld [K3] (siehe Anlage 1.1). Dieses Gräberfeld besteht aus Hügelgräbern und Flachgräbern. Auf dem als Anlage 1.1 des vorliegenden Berichts verwendeten Plan des Vermessungsbüros findet sich hier der Schriftzug *Grabhügel*. Zu beachten ist, dass auch Flachgräber ohne Hügel existieren. Letztere treten morphologisch nicht in Erscheinung. Die Gräberfläche reicht von dem Waldgebiet südlich der B 27, Nordumfahrung *Rottweil*, im Süden, über den *Otto-Gulde-Weg* hinweg bis in die optionale südliche Erweiterungsfläche der geplanten JVA. Bei einer beabsichtigten Inanspruchnahme dieser Teilfläche ist eine Abstimmung mit dem zuständigen *Landesamt für Denkmalpflege* beim *Regierungspräsidium Freiburg*, erforderlich.

Ob es sich bei der in [M6] beschriebenen Häufung niederohmiger Anomalien, die südwestlich und südöstlich von BK 8/15, unweit nördlich des *Otto-Gulde-Weges* festgestellt wurden, auch um keltische Grabstätten handeln könnte, ist derzeit ungeklärt. Gegen diese These spricht unter Umständen die für Bestattungen relativ große Tiefe der Anomalien, sofern für Bestattungen nicht ohnehin vorhandene Erdfälle genutzt wurden.

7. Hydrogeologische Situation und Oberflächenwasser

Vorfluter

Oberflächenwässer und Schichtwässer aus dem untersuchten Gelände fließen grundsätzlich dem *Neckar* zu. Die beiden näherungsweise in Richtung der Achsen Südwest-Nordost bzw. West-Ost einfallenden Hauptsammler, der *Kälbergraben*, nördlich der Untersuchungsfläche und das *Eschtal* im südlichen Teil der landwirtschaftlichen Nutzfläche (Fl.St. 2634) prägen die Topographie des Geländes im Gewann *Esch* maßgebend. Das *Eschtal* ist als Fließgewässer II.Ordnung [U5] eingestuft. Der Wasserabfluss im *Eschtal* erfolgt bei Normalwetterlage unterirdisch. Das *Eschtal* ist daher als so genanntes *Trockental* zu bezeichnen.

Da der in Richtung der Achse SW-NE verlaufende Ast der bisherigen Trasse des *Neckarburgsträßchens* auf der Hochfläche *Esch* näherungsweise entlang einer topographischen Scheitellinie verläuft, lässt sich entlang dieser Trasse eine Aufteilung der lokalen Einzugsflächen des Oberflächenwassers vornehmen.

Das *Neckarburgsträßchen* ist zugleich der Grenzverlauf der nördlich angrenzenden Wasserschutzzone III (Fl.St. 2637). Das Oberflächenwasser aus dem Bereich der Flurstücke 2637 und 2637/7 strebt somit vorrangig dem *Kälbergraben* zu, während das Oberflächenwasser aus dem Bereich der Flurstücke 2634, 2634/2 und 2630/1 primär in Richtung des *Eschtals* fließt. Ausgenommen hiervon sind hangkantennahe Bereiche des Flurstücks 2634, die entlang topographisch wenig auffälliger Senken (eine solche liegt beispielsweise zwischen BK 1/15 und BK 11/15) direkt in das *Neckartal* entwässern sowie die nordöstliche Zwickelfläche des Fl.St. 2634, die nach Nordosten einfällt.

Innerhalb der Senke des *Eschtals*, die die Südgrenze der Untersuchungsfläche von 2009 bildet, ist keine offen sichtbare Fließgewässermulde ausgebildet, die permanent Wasser führen würde; aus topographischen und geologischen Gründen streben Oberflächenwasser und oberflächennah vorkommendes Schichtwasser aus nördlicher und aus südlicher Richtung jedoch grundsätzlich diesem *Trockental* seitlich zu. Der Beitrag aus südlicher Richtung wird dabei aufgrund der derzeitigen Retentionswirkung der Waldfläche, des kleineren Einzugsgebietes und der Karstsituation innerhalb des Waldes als deutlich geringer eingeschätzt, als der Beitrag aus nördlicher Richtung. In Längsrichtung, d. h. in Fließrichtung von Westen nach Osten, gelangt Wasser aus einem Feuchtgebiet innerhalb des *Beckenhölzle*, Waldabteilung 3, *Mooswäldle*, das von den auch hier vorhandenen Karsthohlräumen nicht geschluckt wird, durch das *Eschtal*. Dieses Feuchtgebiet im *Mooswäldle* liegt zwischen der Bundesstraße B 14 und dem asphaltierten Wirtschaftsweg in der Nähe des Westrandes der Untersuchungsfläche.

Unterirdische Seitenzuflüsse zum *Eschtal* aus nördlicher Richtung sind anhand der erbohrten Schichtwasserhorizonte im ebenen Geländeschnitt BK 3/09 - BK 2/09 - BK 1/09 [M1, Beilage 8.2] belegbar. Im Umfeld des Tiefpunktes des Geländeschnittes BK 3/09 - BK 2/09 - BK 1/09 tritt das Schichtwasser zutage aus und führt zu flächigen Vernässungen der landwirtschaftlichen Nutzfläche. Im Winter kann sich dort eine entsprechende großflächige Vereisung (vgl. [M1, Abschnitt 3.2]) einstellen.

Das felsschluchtartige Relief des *Eschtals* im Steilabfall zum *Neckar* (Walddistrikt *Beckenhölzle*, Abt.1, *Wüste Halde*) belegt das Erosionspotential des an dieser Stelle bisher abgeflossenen Wassers.

Mögliche hydrologische Folgen einer Miteinbeziehung der Waldabteilung *Schachtloch* in das JVA-Gelände

Wenn eine teilweise Inanspruchnahme der Fläche der bestehenden Waldabteilung *Schachtloch* durch die JVA-Anlage erfolgen sollte, reduziert sich die bisherige Retentionswirkung des Waldes durch den Verlust an Waldfläche signifikant. Oberflächenwasser strebt in diesem Fall schneller und konzentrierter dem *Eschtal* zu, als dies bisher der Fall ist. Da auch im westlichen, hinsichtlich der Verkarstung als *Zone mit geringem latenten Karstrisiko* eingestuften Teil der Waldabteilung *Schachtloch* oberflächennah sandreiche Böden anstehen (*Sandige Pflanzenschiefer des Unteren Lettenkeupers*) ist nicht auszuschließen, dass Niederschläge auf Dauer zu einer verstärkten Bodenerosion führen und mit dem abfließenden Wasser verfrachteter Sand im Trockental (*Eschtal*) als Sediment anfällt.

Wenn das genannte Waldgebiet für die JVA-Anlage teilweise mitgenutzt werden sollte, ist voraussichtlich eine künstliche Teilauffüllung der Senke des *Eschtals* mit ortsfremdem Bodenmaterial erforderlich. In letzterem Fall muss sicher gestellt sein, dass eine ausreichende Wasserwegigkeit längs des *Eschtals* (in Fließrichtung der Achse West-Ost) auch bei extremen Niederschlagsereignissen auf Dauer gewährleistet ist. Zudem muss auch bei dieser Variante der Seitenzustrom von Schichtwasser zum *Eschtal* auf der gesamten Länge sicher gestellt sein.

Wenn sich vermehrt Sedimente ablagern sollten, muss damit gerechnet werden, dass periodisch Wartungsarbeiten anfallen, um die unter der künstlichen Teilauffüllung des Trockentals anzuordnende Längsentwässerung des *Eschtals* leistungsfähig zu erhalten. Die Längsentwässerung sollte daher entsprechend wartungsfreundlich gestaltet werden. Bei unzureichendem Abflussvermögen kann es im Fall einer zukünftigen Häufung von Wetter- bzw. Niederschlagsextremen unter Umständen zu einem Wasseraufstau am westlichen Rand der Trockentalauffüllung kommen.

Wenn das Waldgebiet *Beckenhölzle*, Abt.2, *Schachtloch*, als Teilfläche des JVA-Areals nicht in Betracht kommen sollte, liegt der Gedanke nahe, die Mulde des *Eschtals* in Richtung Süden zu verschieben, um den aus Naturschutzgründen zwischen Waldrand und JVA-Umfassungswand einzuhaltenen Abstand gewährleisten zu können. In diesem Fall wäre nicht auszuschließen, dass durch die veränderten seitlichen Sickerwasserwege des Schichtwassers aus der *Lettenkeuper-Formation* Nachteile, zum Beispiel in Form unerwünschter flächiger Vernässungen, entstehen. Um dies zu vermeiden, kann ein gesonderter Sickerwasserstrang parallel zur neuen Mulde des *Eschtals* erforderlich werden, der dem ursprünglichen Verlauf des Trockentals folgt.

Schichtwasser / Pegelausbau

Die im *Unteren Lettenkeuper* insgesamt zirkulierenden Schichtwassermengen sind meist relativ gering. Schichtwasser innerhalb des *Lettenkeupers* wurde im Rahmen der Erkundungen 2009 / 2015 primär in den *Hauptsandsteinschichten* zwischen der *Albertibank* und den *Estherienschichten* und im Jahre 2009 ferner in den *Sandigen Pflanzenschiefern* beobachtet. Beim Durchteufen der *Sandigen Pflanzenschiefer* im Okt./Nov. 2015 wurde infolge der vorangegangenen anhaltenden Trockenperiode dagegen nur punktuell Schichtwasser angetroffen.

Da die Schichtwassersituation im *Lettenkeuper* vom Niederschlagsaufkommen direkt abhängt, ist von zeitlich relativ stark veränderlichen Schichtwasserständen auszugehen. Die nachfolgende Tabelle 1 kann daher nur die momentane Schichtwassersituation zum Zeitpunkt der jeweiligen Erkundung angeben. Bei Erdabtragsarbeiten auf den erkundeten Flurstücken (inbes. Flurstück 2634 und 2634/2) muss grundsätzlich mit dem Anschneiden schichtwasserführender Schichten gerechnet werden.

In der nachfolgenden Tabelle 1 sind die im Jahre 2009 [M1] und die im Jahre 2015 dokumentierten momentanen Schichtwasserhorizonte zusammengestellt:

Tabelle 1: Momentane Schichtwasserhorizonte auf den erkundeten Flurstücken

Bohrung	Fl.St.	erbohrter Schichtwasserhorizont (Ruhewasserstand in Klammern)		Schichtwasserleiter innerh. d. <i>Lettenkeuper</i> -Formation	mutmaßlich schichtwasserstauende Schicht
		Tiefe unter A.P. (m)	mNN		
BK 1/09	2634	2,7	609,3	<i>Hauptsandsteinschichten</i>	<i>Estherienschichten</i>
BK 2/09	2634	6,5 (6,04)	618,0 (617,54)	<i>Sandige Pflanzenschiefer</i>	<i>Lettenkohle-Gruppe</i>
BK 3/09	2634	5,1	618,6	<i>Sandige Pflanzenschiefer</i>	<i>Lettenkohle-Gruppe</i>
BK 4/09	2634	4,9	611,7	<i>Hauptsandsteinschichten</i>	<i>Estherienschichten</i>

Fortsetzung von Tabelle 1:

Bohrung	Fl.St.	erbohrter Schichtwasserhorizont		Schichtwasserleiter innerh. d. <i>Lettenkeuper</i> -Formation	mutmaßlich schichtwasserstauende Schicht
		Tiefe unter A.P. (m)	mNN		
BK 2/15	2637	ca. 9,0	ca. 607,1	<i>Hauptsandsteinschichten</i>	<i>Estherienschichten</i>
BK 6/15	2630/1	7,4	619,8	<i>Hauptsandsteinschichten</i>	<i>Estherienschichten</i>
BK 7/15	2630/1	3,45	623,5	<i>Lettenkohle-Gruppe</i>	<i>Lettenkohle-Gruppe</i>
		5,3 - 6,0	621,6 - 620,9	<i>Hauptsandsteinschichten</i>	<i>Estherienschichten</i>
BK 10/15	2634	3,1	617,8	<i>Sandige Pflanzenschiefer</i>	<i>Sdg. Pflanzenschiefer</i>

Die Bohrungen BK 2/15; BK 3/15 und BK 12/15 wurden zu 3“-Grundwassermessstellen mit Überflurhydranten ausgebaut um die jahreszeitlichen Schwankungen der Schichtwassers innerhalb des *Lettenkeupers* über einen längeren Zeitraum überprüfen zu können.

Die Filterstrecken decken jeweils den Tiefenbereich 5,0 m bis 10,0 m unter A.P. ab.

Erste Pegelmessungen im November 2015 nach wochenlanger Trockenheit ergaben eine deutliche Wasserführung in BK 2/15. Die Pegel BK 3/15 und BK 12/15, die westlich bzw. östlich von Pegel BK 2/15 liegen, waren dagegen zunächst trocken.

Der im Jahre 2009 eingerichtete Pegel (BK 3/09) am *Neckarburgsträßchen* [M1, Seite 12] existierte im Jahre 2015 nicht mehr.

Spülwasserverluste beim Niederbringen der Erkundungsbohrungen

Bei der Herstellung der Erkundungsbohrungen innerhalb der *Rottweil-Formation* wurden stets erhebliche bis vollständige Spülwasserverluste festgestellt.



Ableitung von Oberflächenwasser nach Fertigstellung der JVA

Anfallendes Oberflächenwasser sollte über ein Grabensystem abgeleitet und möglichst unterhalb der Staustufe *Neckarburg* in den *Neckar* eingeleitet werden. Da der nördlich des Untersuchungsgebietes verlaufende *Kälbergraben* bereits oberstrom der Staustufe *Neckarburg* in den *Neckar* entwässert, wird voraussichtlich eine Überleitung des im Graben abfließenden Oberflächenwassers über den *Kälbergraben* hinweg oder durch eine Rohrstrecke unter dem *Kälbergraben* hindurch, erforderlich.

In Bezug auf eine gezielte Versickerung von Oberflächenwasser auf dem Untersuchungsgebiet bestehen wegen des unmittelbar nördlich benachbarten Wasserschutzgebietes seitens des *Zweckverbandes Wasserversorgung Oberer Neckar* Vorbehalte. Eine planmäßige punktuelle Versickerung von Oberflächenwasser wäre zudem von der Durchlässigkeit der Schichten her nicht grundsätzlich erfolgversprechend, da die bohrtechnisch aufgeschlossenen Gesteinsserien der *Rottweil-Formation* und der *Meissner Formation* abschnittsweise verlehmt sein können bzw. Tonhorizonte ausgebildet sein können. Von einer Verlehmung fanden sich im Bohrgut nur Reste, da ein Großteil des Lehms mit dem Bohrspülwasser ausgespült worden sein dürfte.

Nach den gewonnenen Erkenntnissen sprechen mehrere Aspekte gegen die Realisierung einer Versickerungsanlage. Sollte dennoch eine Versickerungsanlage in Betracht gezogen werden, sollten zunächst Versickerungsversuche vorgenommen werden, um das Schluckvermögen einer solchen Anlage zu ermitteln. Hierbei sollten mit Blick auf die im Norden angrenzende Wasserschutzzone auch die Sickerwege durch Markierungsversuche abgeklärt werden.

8. Baugrund

Baugrunderkundung

Zur Erkundung des Baugrundes im Zusammenhang mit der geplanten Baumaßnahme wurden im Jahre 2015 auf den Flurstücken 2630/1, 2634 und 2637 insgesamt 12 Kernbohrungen mit einem Kerngewinn von jeweils 30 m, zusammen 360 lfdm. Bohrstrecke, niedergebracht. Mit den Erkundungsbohrarbeiten war die *drillexpert GmbH, Teningen-Nimburg*, beauftragt. Die Bohrarbeiten fanden in der Zeit vom 12.10.-16.11.2015 statt. Hierbei wurde ein Raupenbohrgerät des Fabrikats *Fraste*, Typ *FS 250*, eingesetzt.

Bezieht man die 5 Erkundungsbohrungen des Jahres 2009 mit ein, die ebenfalls jeweils bis in eine Tiefe von ca. 30 m reichten, wurde der Baugrund auf dem zu untersuchenden Areal bisher durch 510 lfdm. Bohrstrecke erkundet.

Am 09.11.2015 wurden zusätzlich 8 Baggerschürfe in der südöstlichen optionalen Erweiterungsfläche (Distr. *Beckenhölzle*, Abt. *Schachtloch*) hergestellt, um eine morphologisch auffällige Zone, die Merkmale einer alten *künstlichen Auffüllung* aufwies, durch direkte Aufschlüsse abzuklären und darüber hinaus die Schichten des darunter liegenden *Lettenkeupers* im Großaufschluss freizulegen.

Die Baggerarbeiten wurden von der *Gebr. Bantle GmbH & Co. KG, Bössingen*, durchgeführt. Für diese Aufschlussarbeiten wurde ein Kettenbagger des Fabrikats *Liebherr*, Typ 936, mit Tieflöffel-ausrüstung, eingesetzt.

Die Festlegung der Lage der Bohrpunkte war von einer möglichen späteren Anordnung von Bauwerken unabhängig und sollte die optionalen Erweiterungsflächen insgesamt gleichmäßig abdecken. Nach Vorliegen einer Entscheidung für die Bauwerksstandorte und den genauen Verlauf der Umfassungswand sind ergänzende bauwerksspezifische Aufschlüsse vorgesehen.

Die Bohrprofile und die Bohrgutbeschreibungen der einzelnen Bohrungen finden sich auf den Anlagen 2 bis 13; die Beschreibungen der mit den Baggerschürfen aufgeschlossenen Schichten befinden sich auf den Anlagen 14 des vorliegenden Berichtes.

Aufschlussbohrungen

Tabelle 2: Übersicht über die Aufschlussbohrungen des Jahres 2015

(Zahlenwerte der Spalten 3; 4 und 9 gerundet)

1 Bohrung	2 Bohrtermin	3 Rechtswert	4 Hochwert	5 GOK (A.P.) (mNN)	6 Bohrtiefe (m)	7 Bohrloch- tiefstes (mNN)	8 OK Rottweil- Formation		9
							(m)	(mNN)	
BK 1/15	26.-27.10.2015	34 71 969,5	53 39 053,6	613,62	30,0	583,62	14,85	598,8	
BK 2/15	15.-19.10.2015	34 71 541,9	53 39 051,6	616,07	30,0	586,07	12,65	603,4	
BK 3/15	12.-14.10.2015	34 71 455,0	53 38 924,1	621,73	30,4	591,33	11,15	610,55	
BK 4/15	30.10.-04.11.2015	34 71 369,9	53 38 776,7	628,28	30,0	596,25	13,6	612,65	
BK 5/15	04.-05.11.2015	34 71 372,5	53 38 635,2	618,58	30,3	588,25	6,2	612,35	
BK 6/15	09.-10.11.2015	34 71 369,8	53 38 481,9	627,21	30,0	597,21	11,15	616,05	
BK 7/15	11.-12.11.2015	34 71 456,0	53 38 514,1	626,93	30,0	596,93	8,6	618,3	
BK 8/15	06.-09.11.2015	34 71 656,8	53 38 571,7	620,87	30,0	590,87	8,85	612,0	
BK 9/15	12.-16.11.2015	34 71 814,1	53 38 633,6	608,07	30,0	578,07	2,75	605,3	
BK 10/15	27.-28.10.2015	34 71 616,8	53 38 728,4	620,90	30,0	590,90	13,2	607,7	
BK 11/15	22.-26.10.2015	34 71 721,9	53 39 193,1	609,94	30,0	579,94	9,35	600,6	
BK 12/15	19.-21.10.2015	34 71 635,3	53 39 210,5	611,75	30,0	581,75	12,85	598,95	

Die Bohrkernkisten mit dem Bohrgut werden bis auf weiteres in einem Lagerraum des Auftraggebers, in *Geisingen/Donau, Am Espen 1*, verwahrt.

Baggerschürfe

Die Baggerschürfe dienen der Abklärung morphologisch auffälliger Strukturen in einem lokal eng begrenzten Geländestreifen, die auf eine mögliche künstliche Auffüllung hindeuteten.

Tabelle 3: Baggerschürfe (Zahlenwerte der Spalten 4 bis 6 gerundet)

1	2	3	4	5	6
Baggerschurf	Rechtswert	Hochwert	GOK (A.P.) (mNN)	Schurftiefe (m)	erreichte mNN-Kote (gerundet)
Sch 1/15	34 71 886,25	53 38 607,20	616,02	5,5	610,5
Sch 2/15	34 71 872,97	53 38 620,26	614,05	5,7	608,4
Sch 3/15	34 71 848,72	53 38 612,35	613,38	5,2	608,2
Sch 4/15	34 71 851,19	53 38 592,69	615,45	5,5	610,0
Sch 5/15	34 71 855,28	53 38 581,71	616,20	5,0	611,2
Sch 6/15	34 71 864,00	53 38 596,56	615,64	3,6	612,0
Sch 7/15	34 71 873,40	53 38 596,14	616,27	4,1	612,2
Sch 8/15	34 71 879,80	53 38 578,23	617,70	4,2	613,5

Die erreichten Schurftiefen liegen zwischen 3,6 m und 5,7 m unter Gelände.

Die Baggerschürfe erschlossen eine künstliche Auffüllung, die, wie bereits beschrieben, aus grobem Kalkstein-Korngemisch bestand und eine erkundete Mächtigkeit zwischen 0,8 m (Sch 8/15) und 2,0 m (Sch 4/15) aufwies. Unter dieser künstlichen Auffüllung wurden Schichten des *Unteren Lettenkeupers* aufgeschlossen (Schichtbeschreibungen siehe Anlagen 14).

Ansprache typischer felsartiger Gesteinsproben aus der *Rottweil-Formation mit unterlagernder Meissner Formation*

Die erbohrten Dolomitgesteine der Basis der *Lettenkeuper-Formation* und der *Rottweil-Formation* waren nach visuellen und felsmechanischen Kriterien relativ einheitlich beschaffen. Für die nachfolgende Beschreibung von Gebirge und Gestein in Anlehnung an DIN EN ISO 14689-1 wurden je eine Probe aus den *Basisdolomiten* des *Unteren Lettenkeupers* und aus dem *Trigonodusdolomit* ausgewählt.

Für die Ansprache wurden die Proben **BK 8/15, 8,6 m - 8,85 m** und **BK 6/15, 12,0 m - 12,2 m** verwendet.

Tabelle 4a: Beschreibung des Gebirges (in Anlehnung an DIN EN ISO 14689-1 (2004-04))

		Proben	
		BK 8/15 8,6 m - 8,85 m	BK 6/15 12,0 m - 12,2 m
Formation		<i>Obere Trias</i>	<i>Mittlere Trias</i>
Gesteinsart		DSt.	DSt., fs´
genetische Beschreibung		<i>sedimentär, klastisch</i>	
geologische Struktur		<i>geschichtet</i>	
Trennflächen	Schichtflächenabstand	<i>dünn bis mittel</i>	
	Kluftflächen	<i>engständig bis mittelständig</i>	
	Öffnungsweite v. Trennflächen	<i>gemäßigt weit bis weit</i>	
Rauigkeit der Bruchflächen		<i>wellig bis stufig, vorwiegend rauh</i>	
Verwitterung		<i>mäßig verwittert</i>	<i>mäßig verwittert</i>
Mineralbestand		<i>Calciumkarbonat, Magnesiumkarbonat</i>	

Tabelle 4b: Beschreibung des Gesteins (nach DIN EN ISO 14689-1 (2004-04), NA.2 bis NA.8)

		Proben		
		BK 8/15 8,6 m - 8,85 m	BK 6/15 12,0 m - 12,2 m	
Gesteinsart		DSt.	DSt., fs´	
NA.2	Körnigkeit	<i>nichtkörnig (teilkörnig)</i>		
NA.3	Korngröße	<i>schluffkörnig bis feinsandkörnig</i>		
NA.4	Raumfüllung	<i>dicht bis porös</i>		
NA.5	Kornbindung	<i>gute Kornbindung</i>	<i>mäßige Kornbindung</i>	
NA.6	Mineralkornhärte	<i>Härtegrad 4 bis 5</i>	<i>Härtegrad 3</i>	
NA.7	Farbe	nach DIN EN ISO 14689-1, Tab. 1	<i>matt hellgelblich grau</i>	<i>hellgrau und matt hellgelblich grau</i>
		nach <i>Munsell</i>	<i>2.5 Y 7/2-7/3</i>	<i>5 Y 8/1 anteilig 2.5 Y 8/2</i>
NA.8	Geruch	<i>geruchlos</i>	<i>schwefelig</i>	
Kalkgehalt (qualitativ gem. DIN 19682-13 (2009-01), Tab. 1)		<i>c 3.2 schwach carbonathaltig bis c 3.3 mittel carbonathaltig</i>		
Veränderlichkeit unter Wasserbedeckung gemäß DIN EN ISO 14689-1 (2003-12), Tabelle 4		<i>nicht veränderlich Grad 1</i>		

9. Boden- und felsmechanische Laboruntersuchungen

Lettenkeuper-Formation

Glühverluste

Im *Unteren Lettenkeuper* treten organstoffhaltige bzw. kohlehaltige Schichten auf.

Die von uns an zehn Proben nach DIN 18128 bestimmten Glühverluste an überwiegend tonigen Gesteinen der *Lettenkohle-Gruppe* streuen im Bereich $4,51 \leq V_{gl} \text{ (M.\%)} \leq 32,8$. Der Spitzenwert wurde an der Probe BK 3/15, 6,35 m - 6,45 m (unterhalb der *Albertibank*) ermittelt. Innerhalb der *Lettenkohle* lag der größte Versuchswert bei $V_{gl} = 20,4 \text{ M.\%}$ (Probe: BK 6/15, 2,95 m - 3,05 m). Überdies wurden die Glühverluste gemäß DIN 18128 an zwei Tonstein-Proben der *Estherienschichten* bestimmt. Sie lagen bei 5,78 M.\% bzw. bei 6,02 M.\%.

Einaxiale Druckfestigkeiten und Feuchtrohdichten dolomitischer Felsbänke

Die einaxiale Druckfestigkeit bei der *Albertibank* streute bei Zylinderdruckversuchen zumeist zwischen ca. 30 MPa und ca. 60 MPa (vgl. Anlage 17). Im Extremfall sind jedoch auch einaxiale Druckfestigkeiten von mehr als 100 MPa nicht auszuschließen. Die Ergebnisse orientierend durchgeführter Punktlastversuche (vgl. Anlage 18) legen diese Möglichkeit nahe.

Die von uns untersuchten Dolomitgesteinsproben aus den *Basisdolomiten* des *Lettenkeupers* wiesen Feuchtrohdichten zwischen $2,575 \text{ Mg/m}^3$ und $2,709 \text{ Mg/m}^3$ auf. Die einaxialen Druckfestigkeiten lagen bei Zylinderdruckversuchen zwischen 19,5 MPa und 58,6 MPa.

Rottweil-Formation

Die Feuchtrohdichte der Dolomitgesteine der *Rottweil-Formation* variierte bei den von uns untersuchten Proben in der Regel zwischen $2,092 \text{ Mg/m}^3$ und $2,578 \text{ Mg/m}^3$. Der Spitzenwert lag bei $2,705 \text{ Mg/m}^3$ (vgl. Anlage 17).

Die einaxiale Druckfestigkeit im Zylinderdruckversuch streute zwischen Werten von 6,9 MPa und 41,5 MPa (arithmetischer Mittelwert: 26,6 MPa). Bei der Mittelwertbildung wurde ein einzelner abgehobener Spitzenwert von 62,3 MPa nicht berücksichtigt.

Meissner Formation

Die Feuchtrohdichte der dolomitisierten Kalkgesteine der *Meissner Formation* variierte bei den von uns untersuchten Proben zwischen $2,388 \text{ Mg/m}^3$ und $2,717 \text{ Mg/m}^3$. Die einaxiale Druckfestigkeit lag im Zylinderdruckversuch zwischen 13,0 MPa und 69,7 MPa (vgl. Anlage 17), wobei die Mehrzahl der zylindrischen Proben bereits vor Versuchsbeginn eine Schwächung durch Risse aufwies. Bei einem Bohrkern aus weniger stark dolomitisiertem Kalkstein, der makroskopisch keine Imperfektionen erkennen ließ, wurde eine einaxiale Druckfestigkeit von 116 MPa bestimmt.

10. Homogenbereiche und Baugrundbewertung

Homogenbereiche

Ein Homogenbereich ist ein räumlich begrenzter Bereich aus einer oder mehreren Boden- und Felsschichten nach DIN 4020 und nach DIN EN 1997-2, dessen bautechnische Eigenschaften eine definierte Streuung aufweisen und der sich von den Eigenschaften der abgegrenzten Bereiche abhebt. Gegebenenfalls vorhandene umwelttechnische Parameter sind bei der Einteilung zu berücksichtigen. Maßgebend ist der Zustand vor dem Lösen.

Im Unterschied zu den bisherigen Bodenklassen werden bei der Einteilung die Baugrundsichten beibehalten und gegebenenfalls mehrere Baugrundsichten zu einem Homogenbereich zusammengefasst. In den Regelwerken, in denen das Konzept der Homogenbereiche Anwendung findet, sind die bodenmechanischen Eigenschaften bzw. Kennwerte vorgegeben, die zur Einstufung in die Homogenbereiche dienen.

Einteilung der Homogenbereiche

Die Schichten können hinsichtlich ihrer bautechnischen Eigenschaften mit Blick auf die zu erwartenden Bauleistungen gemäß DIN 18300 (Erdarbeiten) und DIN 18301 (Bohrarbeiten) wie folgt in Homogenbereiche zusammengefasst werden:

Tabelle 5 : Homogenbereiche

Homogenbereich	zusammengefasste Schichten	Gesteinskurzbeschreibung
A	<i>Oberboden, Lösslehm (nur lokal vorhanden)</i>	Lehme, überwiegend feinsandig
B	<i>Lettenkeuper-Rohboden, z. T. humos Sandige Pflanzenmergel Lettenkohle-Gruppe oberhalb der Alberti-Bank</i>	feinsandige Keupermergel unterschiedlichen Verwitterungsgrades mit örtlich zwischengelagerten geringmächtigen DSt./SSt.-Bänkchen, überw. mürb. Schichten teilweise kohlehaltig.
C	<i>Region der Alberti-Bank harte SSt.-Bänke (nur lokal vorhanden)</i>	KSt. / KSSSt. teilw. dolomitisch, hart, quadrig-bankig.
D	<i>Hauptsandsteinschichten Estherienschichten</i>	feinsandige Keupermergel unterschiedlichen Verwitterungsgrades mit örtlich zwischengelagerten geringmächtigen DSt.- bzw. SSt.-Bänkchen.
E	<i>Basisdolomite der Lettenkeuper-Formation Gesteinsserien der Rottweil-Formation Gesteinsserien der Meissner-Formation</i>	Dolomitsteine, dolomitisierte Kalksteine, vielfach feinsandig, stark zerlegt bis kompakt, bankig
F	<i>Künstliche Auffüllungen (nur lokal vorhanden)</i>	ungebundenes Tragschichtmaterial (<i>Neckarburgsträßchen</i>); Grobkorngemisch im Bereich der Baggerschürfe.



Die Zusammenfassung verschiedener Schichten zu einem Homogenbereich schließt nicht aus, dass im Zuge der erdbautechnischen Bearbeitung einzelne Schichten aus der Gruppe der zu einem Homogenbereich zusammengefassten Schichten separiert werden müssen.

Dies betrifft beispielsweise *Oberboden* (seitherige Bodenklasse 1 nach DIN 18300) sowie die lettenkohlehaltigen Schichten.

Bei der Ausschreibung von Erdarbeiten und Aufschlussarbeiten ist auf die Möglichkeit des Antretrens unverfüllter, teilverfüllter oder insgesamt durch natürliche Vorgänge verfüllter Karsthohlformen hinzuweisen.

In Bezug auf die bei der geplanten Baumaßnahme erforderlichen Erdarbeiten und Bohrarbeiten weisen die in den Homogenbereichen A, B, D, E und F vorkommenden Gesteine erfahrungsgemäß keine für die Werkzeugstandzeiten relevanten Gehalte an abrasiven Mineralien auf.

Im *Lettenkeuper* kann im Mittel von folgenden Quarzgehalten ausgegangen werden:

- Dolomitgestein ca. 5 % bis 12 %;
- schiefrige Ton- / Tonmergelgesteine ca. 55 % - 60 %;
- lettige Mergel: ca. 35 % - 40 %.

Bei den Dolomitgesteinen der *Rottweil-Formation* liegen die Quarzgehalte in der Regel unter 12 %.

Bei harten *Lettenkeuper*-Sandsteinen, die dem Homogenbereich C zugeordnet wurden, deren Vorkommen auf dem Untersuchungsgelände bisher aber nur inselhaft nachgewiesen wurde, ist mit Quarzgehalten von bis zu ca. 90 % zu rechnen.

Geotechnische Kennwerte

Soweit nicht durch detaillierte Untersuchungen genauere Bodenkennwerte für die Schichten ermittelt werden, kann von den in Tabelle 6 angegebenen Rechenwerten ausgegangen werden.

Tabelle 6: Orientierende Rechenwerte im Grenzzustand der Tragfähigkeit (ULS) für Scherparameter, Wichten, Steifemoduln, Querdehnraten sowie Angabe der Frostklassen (bei Anwendung des Teilsicherheitskonzepts als charakteristische Werte zu verwenden)

Homogenbereich	Gesteinskurzbeschreibung	Reibungswinkel φ_k' [°]	Kohäsion c_k' [kN/m ²]	Wichte γ_k / γ_k' [kN/m ³]	Elastizitätsmodul E_k [MPa]	Querdehnzahl ν [1]	Frostklassen (*)
A	Oberboden / Lösslehm (nur lokal vorhanden) Lehme, überwiegend feinsandig U, t, meist fs, (steif)-halbfest-(fest)	25	10	19/9	2-5**)	0,3	F3
B	feinsandige Keupermergel, meist stark verwittert, entfestigt bzw. zerfallen, mit örtlich zwischengelagerten geringmächtigen DSt.-/ SSt.-Bänkchen; Schichten teilweise kohlehaltig.	27,5	5	20/10	30	0,3	F3
C	KSt. / KStt. teilw. dolomitisch, hart, quadrig-bankig.	30	15	24/14	60	0,25	F3
D	feinsandige Keupermergel, überwiegend mürb, mit unterschiedlichen Verwitterungsgraden, mit örtlich zwischengelagerten geringmächtigen DSt.- bzw. SSt.-Bänkchen.	27,5	10	21/11	60	0,3	F3
E	Dolomitsteine, dolomitisierte Kalksteine, zumeist feinsandig, stark zerlegt bis kompakt, bankig	30	15	24/14	100	0,25	F3
F	ungebundenes Tragschichtmaterial (Neckarburgsträßchen); Grobkornmisch im Bereich der Baggerschürfe.	37,5	0	21/11	80	0,3	F1/F2

Umrechnung: $E_{s,k} = \left(\frac{1-\nu}{(1+\nu) \cdot (1-2\nu)} \right) \cdot E_k$ Für $\nu = 0,3$: $E_{s,k} \approx 1,346 \cdot E_k$ Für $\nu = 0,25$: $E_{s,k} = 1,2 \cdot E_k$.

*) Frostklassen: *F1: frostsicher, F2: gering bis mittel frostempfindlich, F3: sehr frostempfindlich.*

***) sofern auf Grund genauerer Untersuchungen keine verlässlich höheren Werte nachgewiesen werden.

Die Einstufung in Homogenbereiche (Tabelle 5) und die Werte der Tabelle 6 gelten grundsätzlich für bergfrisches Material, nicht für im Laufe der Zeit zerfallende oder durch spätere Frostsprennung zerlegte bzw. teilplastifizierte Verwitterungsprodukte dieser Materialien.

11. Bautechnische Empfehlungen

11.1 Gründungsmöglichkeiten

Eine konkrete Gründungsplanung kann erst erfolgen, wenn die favorisierten Bauwerksentwürfe vorliegen und die Trassierung des Geländes und damit das Gründungsniveau bekannt sind. Grundsätzlich sollten die Gründungslasten der Bebauung in nicht aufgelockerten, einheitlich tragfähigen Baugrund eingeleitet werden.

Aufgrund der geologischen Randbedingungen können für Gebäude üblicher Bauart entweder Flachgründungen auf vergleichsweise steifen Fundamentplatten vorgesehen werden, mit denen eventuelle lokale Schwächezonen (Verkarstung) überbrückt werden können. Im Fall von flach gegründeten Bodenplatten oder Einzel-/Streifenfundamenten muss das Gründungsniveau dann in den *Lettenkeuperschichten* mit Felscharakter ab Oberkante *Alberti*-Bank liegen. Die darüber liegenden *Lettenkohleschichten* müssen aufgrund ihres bereichsweise hohen organischen Anteils ausgeräumt bzw. bei Einzel-/Streifenfundamenten gegebenenfalls auch mittels Gründungspfeilen (Magerbetonplomben) durchstoßen werden. Nur soweit Gebäude in Bereichen ausgeprägter Verkarstung zu liegen kommen, können unter den Platten zusätzlich Tiefgründungselemente (z. B. in Form von Hülspfählen) erforderlich werden.

Eine Verfüllung von Hohlräumen im Baugrund (Verkarstung) zur Baugrundertüchtigung kann sich bei Flachgründungen als notwendig erweisen. Die für Verfüllungen erforderlichen Kubaturen an Verfüllgut sind dabei naturgemäß vorab nur bedingt abschätzbar.

Bauwerksgründungen, die teilweise auf gewachsenem Baugrund und teilweise auf einer künstlichen Auffüllung stehen, sollten vermieden werden.

Alternativ können Tiefgründungen zum Einsatz kommen, was insbesondere dann vorteilhaft sein wird, wenn das Gründungsniveau deutlich oberhalb der rund 6 m unter der aktuellen Geländeoberfläche anstehenden *Alberti*-Bank liegt, oder sich aus den Entwürfen hochbelastete Einzelstützen ergeben.

Für die 5 m hohe, frei stehende Umfassungswand dürfte in Anbetracht der relativ großen Windbelastung auf der exponierten Hochfläche *Esch* sowie der innerhalb der oberen Zonen des *Lettenkeupers* nur in mäßiger Höhe mobilisierbaren horizontalen Reaktionskräfte voraussichtlich eine Tiefgründung erforderlich werden. Als Pfahlsystem sind Bohrpfähle unter den gegebenen Randbedingungen bautechnisch vorteilhaft.

Ein Gründungs- und Lastenplan liegt uns momentan noch nicht vor. Bei früheren Entwürfen wurde teilweise davon ausgegangen, dass die Bauwerke keine Vollunterkellerung erhalten, sondern eine

streifenförmige Teilunterkellerung in den Gebäudelängsachsen zur Aufnahme gebäudetechnischer Einrichtungen. Die Bodenplatten weisen im Fall einer Teilunterkellerung eine höhenmäßige Staffelung auf.

Im Zuge der Geländemodellierung sowie des Bodenaustausches unter oberhalb der *Alberti*-Schicht liegenden Gründungsplatten kann anfallendes *Lettenkeuper*material in Verbindung mit einer Bodenverfestigung wieder eingebaut werden. Ein Wiedereinbau von *Lettenkeuper* unter Gründungen ist in Verbindung mit einer Verfestigung durch Mischbindemittel mit einem Überschuss an Portlandzement (in HS-Qualität) nur dann vertretbar, wenn kohlehaltige Schichten (*Lettenkohleschichten*) zuvor sorgfältig separiert und von einer Bodenverfestigung ausgeschlossen werden können.

Wenn eine großflächige Bodenverfestigung auch außerhalb von Gebäudegrundrissen erfolgen sollte, ist zu beachten, dass sich die vertikale Wasserdurchlässigkeit gegenüber der des natürlichen Bodens in erheblichem Maße verändern kann. Es ist daher zu prüfen, ob sich eine großflächige Bodenverfestigung in Bezug auf die planerisch angestrebte Versickerungsfähigkeit des Baugrundes ungünstig auswirkt.

Wenn eine lokale Verfestigung des *Lettenkeupers* angestrebt wird, müssen vor der Verfestigung zwingend entsprechende Eignungsprüfungen im Bodenmechanischen Labor an der Originalsubstanz durchgeführt werden. Vor dem Abschluss und der fachkundigen Bewertung der Eignungsprüfungen darf mit der Bodenverfestigung nicht begonnen werden. Die Wirksamkeit einer Bodenverfestigung, gegebenenfalls in Kombination mit einer darauf eingebauten Schicht aus Mineralkorngemisch, ist durch statische Plattendruckversuche vor und nach der Verfestigungsmaßnahme zu belegen.

Wenn eine Modifizierung des *Lettenkeupers* durch zementhaltige Bindemittel ausscheidet, sind Bodenaustauschmaßnahmen in Betracht zu ziehen, wobei ein Austausch bis unter die *lettenkohlehaltigen* Schichten erfolgen muss.

Das Einbringen von *Gipskeuper* in das Baugelände sollte unter allen Umständen auch dann vermieden werden, wenn dieser als *ausgelaugt* deklariert wurde.

Bodenaustauschmaßnahmen

Zur Verstärkung der Bettungsbedingungen sollte die Aushubsohle, sofern es sich dort um verdichtungsfähiges Material handelt, verdichtet werden. Anschließend ist unter der Bodenplatte ein Schotterpolster von mindestens 30 cm Stärke mit 100 % der Proctordichte einzubauen, auf dem dann die Gründungsplatte betoniert werden kann.

Innerhalb der Frosteindringtiefe sind unter Verkehrsflächen stets Bodenaustauschmaßnahmen durch Gesteinskörnungen in FSS-Qualität erforderlich. Die Wahl von Gesteinskörnungen in FSS-Qualität hat sich auch bei mineralischen Flächenfiltern und Drainagesträngen, z. B. Rigolen, bewährt. Grundsätzlich können ungebrauchte, natürliche Gesteinskörnungen in FSS-Qualität auch zu Bodenaustauschzwecken unter Bauwerken verwendet werden.

Ein eventueller Bodenaustausch durch geeignete Mineralkorngemische ist stets bis unter die Lettenkohlehaltigen Schichten in die Tiefe zu führen und von tragfähigen Schichten (z. B. *Albertibank*, Dolomitsteinbänke der *Estheriensichten*, *Basisdolomite*) aus aufzubauen. Die Bodenaustauschkörper sind dauerhaft über Dränstränge zu entwässern, die an eine Vorflut angeschlossen sind.

11.2 Baugrubenumschließung

Wenn davon auszugehen ist, dass über lokale Geländeanschnitte und den Aushub für die Haus-technikgänge hinaus keine große oder tiefreichende Baugrube erforderlich wird, können überwiegend freie Baugrubenböschungen ausgeführt werden.

Für freie Baugrubenböschungen gelten die Regelungen in DIN 4124 (2012-01), Abschnitte 4.2.4 und 4.2.5. In Bereichen, in denen Erschwernisse nach DIN 4124 (2012-01), Abschnitt 4.2.7 f) bzw. g) vorliegen, ist die Standsicherheit freier Baugrubenböschungen rechnerisch nach DIN EN 1997-1 bzw. DIN 4084 nachzuweisen.

Wenn ein dauerhafter Geländesprung innerhalb der Schichten des *Lettenkeupers* ausgeführt werden soll, ist ein flächenhafter, statisch wirksamer Verbau erforderlich. Als Beispiel für einen derartigen Verbau sei eine rückvernagelte Spritzbetonschale genannt, die gegebenenfalls um eine vorgesetzte Futtermauer aus Gabionen ergänzt werden könnte. Außer dieser Verbaulösung können auch andere Verbauarten zur Anwendung kommen.

11.3 Wasserhaltungsmaßnahmen während der Bauzeit

Für Wasser aus eventuellen bisher nicht angeschnittenen Schichtwasserhorizonten und für Niederschlagswasser ist im Bereich von Baugruben und bei Bedarf im Bereich des Baufeldes, das die Baugruben umgibt, eine offene Wasserhaltung mit nachgeschalteten Absetzbecken einzuplanen. Bei der Festlegung der vorzuhaltenden Förderkapazität sollte unter Berücksichtigung der ortsüblichen Niederschlagsmengen von der Annahme ausgegangen werden, dass im Baugrund kein Wasser versickert und die Wasserableitung in Abstimmung mit der zuständigen Wasserbehörde in eine natürliche Vorflut erfolgen muss.

11.4 Wiederverwendbarkeit von Boden und Fels

Gesteinseigenschaften und Verwertbarkeit von *Lettenkeuper*-Aushubmaterial

Die Gesteine der *Lettenkeuper-Formation* und vergleichbare Dolomitgesteine der *Rottweil-Formation* stehen unter dem Untersuchungs Gelände in relativ großer Mächtigkeit an. Die im Bohrgut angetroffenen Gesteinsarten dieser Formationen sind weder witterungsbeständig noch frostbeständig und zerfallen bei Bewitterung mit unterschiedlicher Geschwindigkeit, viele davon innerhalb relativ kurzer Zeit.

Eine Verwertung von Aushubmassen aus dem *Lettenkeuper* ist primär für Sichtschutzwälle und für die Landschaftsmodellierung möglich, sofern Sackungen im Bereich von mehreren Zentimetern bis in den unteren Dezimeterbereich funktional unerheblich sind und administrative Regelungen der Umweltschutzbehörde nicht im Widerspruch zu einer örtlichen Verwertung des geogen belasteten Materials stehen.

Bei einem Einbau mit Verdichtung werden die zumeist schwachen diagenetischen Bindungen der festgesteinsähnlichen Komponenten voraussichtlich zu einem hohen Prozentsatz zerstört und eine schwer wasserdurchlässige Lockergesteinsmatrix erzeugt.

Tonsteine und die gering verfestigten Sandsteine zersetzen sich unter Witterungseinflüssen relativ rasch zu den entsprechenden tonigen bzw. sandigen Verwitterungsböden.

Das Dolomitgestein verwittert zunächst zu feinsandigen, sich samtartig anfühlenden Verwitterungsprodukten und zersetzt sich in der weiteren Folge zu schluffig-feinsandigem Verwitterungslehm. Bei Wasserzutritt in Kombination mit mechanischer Beanspruchung (zum Beispiel bei Fahrbetrieb auf feuchter Baugrubensohle) kann sich hieraus relativ schnell eine Schlickschicht bilden, die bautechnische Zusatzmaßnahmen erzwingt.

Verwendung / Verwertung von Dolomitgesteinen (*Rottweil-Formation*)

Aufgrund der relativ großen Tiefenlage der Grenzregion zwischen *Lettenkeuper-Formation* und *Rottweil-Formation* fallen auf dem Baugelände *Rottweil-Esch* voraussichtlich keine oder keine wesentlichen Aushubmassen aus der *Rottweil-Formation* an.

In vielen regionalen Steinbrüchen wird aber unter anderem das aufgrund seiner Eigenschaften nicht ohne Einschränkungen einsetzbare Gestein aus der *Rottweil-Formation* abgebaut. Dolomitisches Gesteinsmaterial kann wegen seiner mangelnden Frostbeständigkeit von Schotterwerken nicht für hochwertige Zwecke, wie zum Beispiel für ungebundene Oberbauschichten im Straßen-

bau vermarktet werden, auch wenn dieses Material bei der Gewinnung, im bergfrischen Zustand, zunächst einen felsartigen Charakter aufweist. Bereits beim Brechen und beim Einbau von Gesteinskörnungen aus dolomitischem Gesteinsmaterial sind in der Regel erhebliche Absand- und Abmehlverluste augenfällig, und bei ungeschützter Lagerung bzw. Schichtoberfläche zerfällt das Material relativ schnell. Insgesamt ist daher eine Verwertung dieses Material nur in dauernd frostfreien Bereichen unter Umständen vertretbar.

Bei der Erstellung der Ausschreibungstexte für die Lieferung von Mineralkorngemischen sollten hinsichtlich der zu fordernden Qualität klare Vorgaben gemacht werden.

Im Bedarfsfall stehen wir auch hierbei gerne beratend zur Verfügung.

Verwendung / Verwertung von Kalkgesteinen (*Meissner Formation*)

Aufgrund der Tiefenlage der OK der *Meissner Formation* unter der GOK ist nicht zu erwarten, dass beim Bau der JVA verwertbares Kalkgestein aus der *Meissner Formation* anfällt.

Aus den *Nodosuskalken* der *Meissner Formation* und aus der *Trochitenkalk-Formation* werden in den Steinbruchbetrieben der Region anteilig qualifizierte, frostbeständige Mineralkorngemische erzeugt, wie sie als Fremdmaterial bei der Baumaßnahme geeignet sind, sofern zum Beispiel die Dolomitisierung der Kalke noch zu keiner Qualitätsminderung geführt hat, die entsprechende Nachweise (z. B. Wasseraufnahme, Massenverlust infolge Frost-Tauwechselbeanspruchung, Widerstand gegen Schlagzertrümmerung) ausschließen.

12. Zusammenfassende Bewertung

Eine Bebauung des JVA-Standortes *Esch* ist in den Zonen mit geringem bis mäßig erhöhtem latentem Karstrisiko aus geotechnischer Sicht grundsätzlich möglich. Hierbei sind aufgrund geotechnischer Gegebenheiten bestimmte Grundsätze zu beachten:

Wenn die Bauwerksstandorte konkret feststehen, ist eine bauwerksspezifische Baugrunderkundung durchzuführen.

Unter geplanten Bauwerksgrundrissen sind lettenkohlenhaltige Schichten auszuräumen und gegebenenfalls durch tragfähiges Bodenmaterial zu ersetzen.

Alternativ dazu ist es auch möglich, Bauwerkslasten über Pfeiler bzw. Pfähle tief zu führen und die lettenkohlehaltigen Schichten zu belassen, sofern kein Bodenaustausch durchgeführt wird.

Bodenverfestigungsmaßnahmen zur Ertüchtigung des *Lettenkeupers* als Baugrund dürfen nur dann zur Ausführung kommen, wenn diese im Einklang mit den anderen Planungszielen (z. B. Versickerungsfähigkeit des Baugrundes) stehen.

Sofern RC-Baustoffe im Erdbau eingesetzt werden sollen, müssen diese nicht nur den allgemeinen Anforderungen der TL Gestein-StB entsprechen sondern über die Anforderungen der TL Gestein-StB, Anhang B hinaus sortenrein (z. B. sortenreiner Recycling-Beton), unbelastet (Z0) und nachweislich frei von gips- oder anhydrithaltigen Bestandteilen sein.

Für Flächenfilter und rigolenartige Drainagestränge sind frostbeständige natürliche Gesteinskörnungen (Z0, FSS-Qualität) zu verwenden.

Bei Bodenaustauschmaßnahmen unter Bauwerken ist ein qualifiziertes Gesteinskörnungsgemisch (im Bereich der Frosteindringtiefe in FSS-Qualität) zu verwenden. Die Bodenaustauschkörper sind dauerhaft zu dränieren.

Gesteinskörnungen aus Dolomitgestein oder Gesteinskörnungsgemische mit Anteilen aus Dolomitgestein der *Rottweil*-Formation sind aufgrund ihrer relativ schwachen technologischen Eigenschaften (z. B. nicht vorhandene Frostbeständigkeit, geringe Kornfestigkeit) für Bodenaustauschmaßnahmen nur sehr bedingt geeignet.

Verkehrsflächen sind gemäß RStO [U2] zu planen. Der ungebundene Oberbau von Verkehrsflächen muss mit Gesteinskörnungen in FSS-Qualität aufgebaut werden.

Der Einbau von *Gipskeuper* im Baugelände ist zu vermeiden.

Die Fragestellung einer Verwertung von *Gipskeuper* könnte sich beispielsweise im Fall einer großflächigen Auffüllung der Senke des *Eschtals* stellen, da derzeit große Mengen an *Gipskeuper* von einer Baumaßnahme in der Region *Stuttgart* in die Region *Rottweil - Oberndorf* zur Verfüllung der dort vorhandenen stillgelegten Gipsabbaugruben transportiert werden.

Das Gründungskonzept geht derzeit von steifen Gründungsplatten für die Gebäude aus, die grundsätzlich in der Lage sind, eventuelle lokale Schwächezonen zu überbrücken. Die Einleitung von Gründungslasten üblicher Größe aus Gründungsplatten kann in *Lettenkeuperschichten* mit Felscharakter ab OK *Alberti*-Bank erfolgen, sofern diese Schichten standfest und nicht durchweicht sind. Die Einleitung von Gründungslasten aus Plattengründungen in felsartige Schichten der *Rottweil-Formation* ist ebenfalls möglich.



Eine Bebauung von Zonen mit hohem latenten Karstrisiko bzw. von Flächen, die aufgrund konkret nachgewiesener größerer Karsthohlraumformen als Zonen mit hohem konkretem Karstrisiko eingestuft wurden, sollte vermieden werden.

13. Hinweise für die weitere Vorgehensweise

Eine gezielte bauwerksbezogene Nacherkundung und Präzisierung von Gründungsvorschlägen kann dann vorgenommen werden, wenn die Lage, inkl. der Fertigfußbodenhöhen sowie die Abmessungen der Gebäude und der Verlauf der Umfassungswand zumindest optional feststehen.

Im Zuge der topographischen Geländeneugestaltung kann sich der Bedarf für den Bau eines Stützbauwerks zur Gewährleistung der Standsicherheit der ostexponierten Böschung der Geländeverfüllung in Richtung zur Steilabbruchkante des *Neckartals* ergeben.

Zur weiteren Fachdiskussion, die auch die Planung von Geländeanpassungen durch Erdabtrag und -auftrag, die Eignungsbeurteilung zur Disposition stehender Mineralstoffe, die geotechnische Planung von Dränagemaßnahmen und die Auslegung von Verkehrsflächen mit einschließt, stehen wir gerne zur Verfügung.

Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Christian Moormann
Direktor des Institutes für Geotechnik der Universität Stuttgart

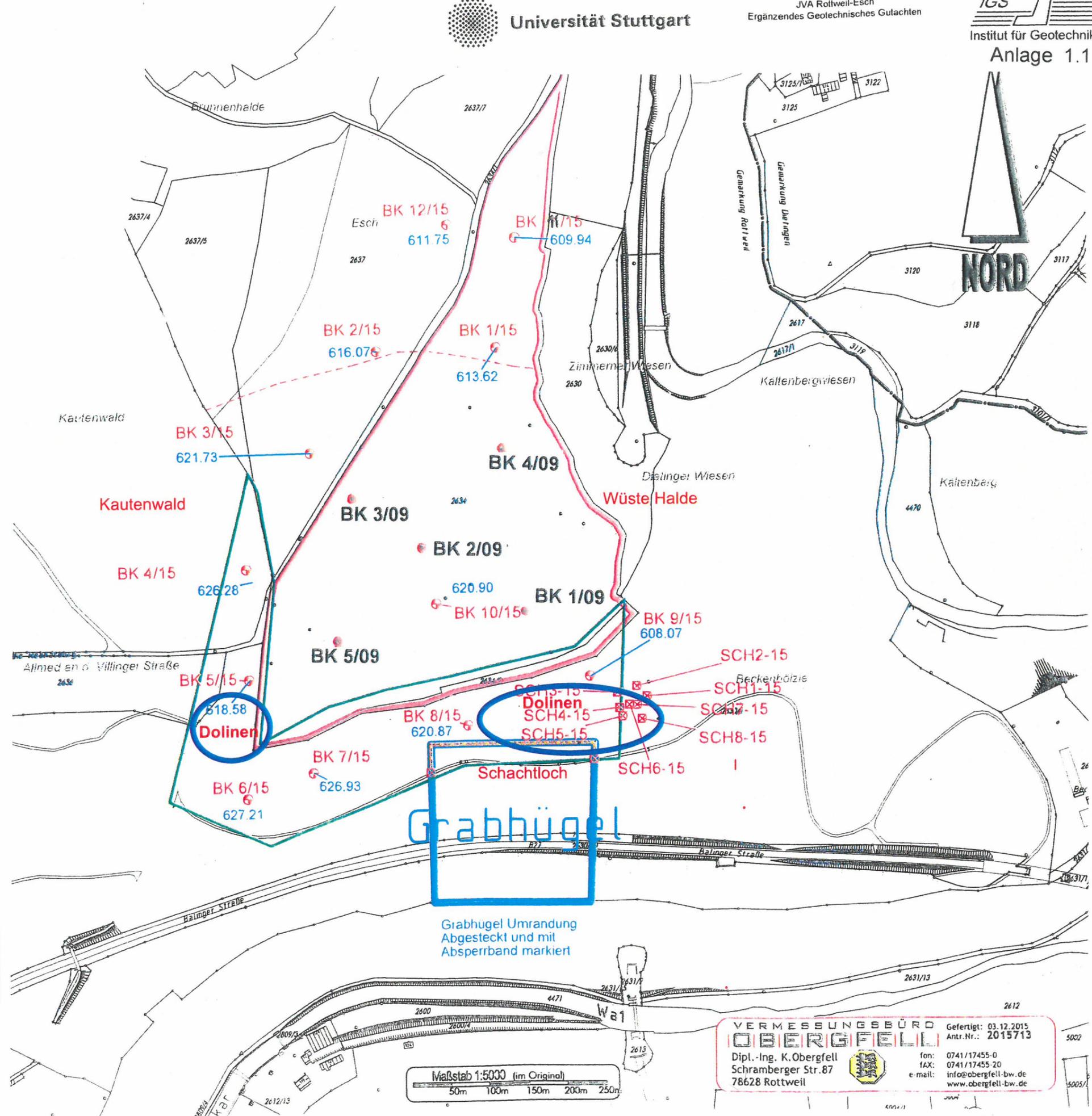
Dipl.-Ing. Tobias Bräutigam
Projektleiter



1	2	3	4	5	6
Bohrung	Rechtswert	Hochwert	GOK (A.P.) (mNN)	Bohrtiefe (m)	Bohrloch-tiefstes (mNN)
BK 1/15	34 71 969,5	53 39 053,6	613,62	30,0	583,62
BK 2/15	34 71 541,9	53 39 051,6	616,07	30,0	586,07
BK 3/15	34 71 455,0	53 38 924,1	621,73	30,4	591,33
BK 4/15	34 71 369,9	53 38 776,7	628,28	30,0	596,25
BK 5/15	34 71 372,5	53 38 635,2	618,58	30,3	588,25
BK 6/15	34 71 369,8	53 38 481,9	627,21	30,0	597,21
BK 7/15	34 71 456,0	53 38 514,1	626,93	30,0	596,93
BK 8/15	34 71 656,8	53 38 571,7	620,87	30,0	590,87
BK 9/15	34 71 814,1	53 38 633,6	608,07	30,0	578,07
BK 10/15	34 71 616,8	53 38 728,4	620,90	30,0	590,90
BK 11/15	34 71 721,9	53 39 193,1	609,94	30,0	579,94
BK 12/15	34 71 635,3	53 39 210,5	611,75	30,0	581,75

BK 1/09	34 71 747,5	53 38 730,6	612,0	30,0	582,0
BK 2/09	34 71 618,3	53 38 821,5	624,5	30,0	594,5
BK 3/09	34 71 507,1	53 38 900,1	623,7	30,45	593,25
BK 4/09	34 71 719,0	53 38 943,7	616,6	30,2	586,4
BK 5/09	34 71 518,1	53 38 699,9	621,0	30,2	590,8

1	2	3	4	5	6
Bagger-schurf	Rechtswert	Hochwert	GOK (A.P.) (mNN)	Schurf-tiefe (m)	erreichte mNN-Kote (gerundet)
Sch 1/15	34 71 886,25	53 38 607,20	616,02	5,5	610,5
Sch 2/15	34 71 872,97	53 38 620,26	614,05	5,7	608,4
Sch 3/15	34 71 848,72	53 38 612,35	613,38	5,2	608,2
Sch 4/15	34 71 851,19	53 38 592,69	615,45	5,5	610,0
Sch 5/15	34 71 855,28	53 38 581,71	616,20	5,0	611,2
Sch 6/15	34 71 864,00	53 38 596,56	615,64	3,6	612,0
Sch 7/15	34 71 873,40	53 38 596,14	616,27	4,1	612,2
Sch 8/15	34 71 879,80	53 38 578,23	617,70	4,2	613,5



VERMESSUNGSBÜRO
OBERGEGELL
Dipl.-Ing. K. Obergefell
Schramberger Str. 87
78628 Rottweil

Gefertigt: 03.12.2015
Antr.Nr.: 2015713

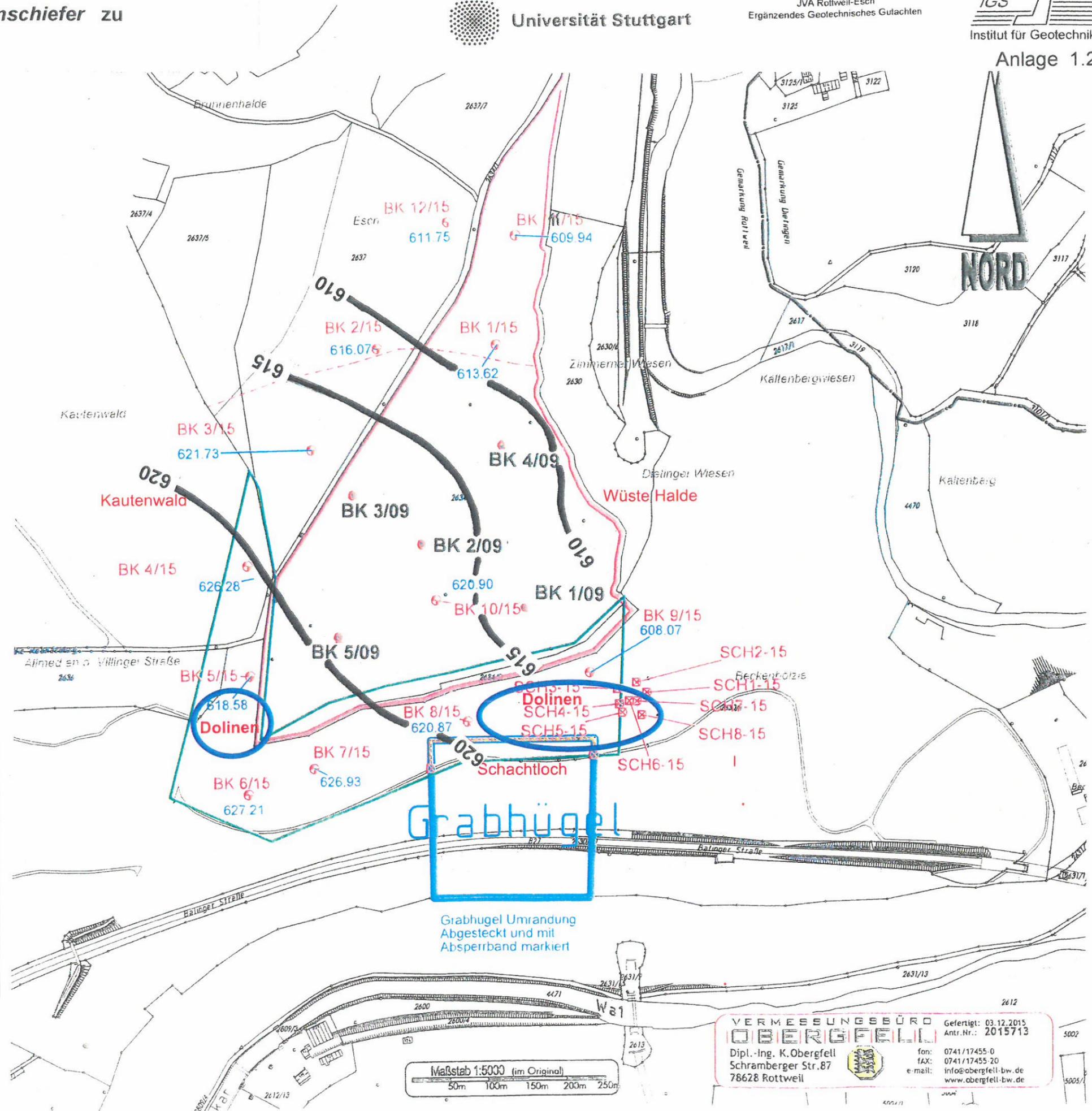
fon: 0741/17455-0
fax: 0741/17455-20
e-mail: info@obergefell-bw.de
www.obergefell-bw.de

Höhenlinienverlauf der Schichtgrenze des Schichtpakets
 Neckarschotter / Deckschichten inkl. Sandige Pflanzenschiefer zu
 den Gesteinsserien der Lettenkohle-Gruppe

1	2	3	4	5	6
Bohrung	Rechtswert	Hochwert	GOK (A.P.) (mNN)	Bohrtiefe (m)	Bohrlochtiefstes (mNN)
BK 1/15	34 71 969,5	53 39 053,6	613,62	30,0	583,62
BK 2/15	34 71 541,9	53 39 051,6	616,07	30,0	586,07
BK 3/15	34 71 455,0	53 38 924,1	621,73	30,4	591,33
BK 4/15	34 71 369,9	53 38 776,7	628,28	30,0	596,25
BK 5/15	34 71 372,5	53 38 635,2	618,58	30,3	588,25
BK 6/15	34 71 369,8	53 38 481,9	627,21	30,0	597,21
BK 7/15	34 71 456,0	53 38 514,1	626,93	30,0	596,93
BK 8/15	34 71 656,8	53 38 571,7	620,87	30,0	590,87
BK 9/15	34 71 814,1	53 38 633,6	608,07	30,0	578,07
BK 10/15	34 71 616,8	53 38 728,4	620,90	30,0	590,90
BK 11/15	34 71 721,9	53 39 193,1	609,94	30,0	579,94
BK 12/15	34 71 635,3	53 39 210,5	611,75	30,0	581,75

BK 1/09	34 71 747,5	53 38 730,6	612,0	30,0	582,0
BK 2/09	34 71 618,3	53 38 821,5	624,5	30,0	594,5
BK 3/09	34 71 507,1	53 38 900,1	623,7	30,45	593,25
BK 4/09	34 71 719,0	53 38 943,7	616,6	30,2	586,4
BK 5/09	34 71 518,1	53 38 699,9	621,0	30,2	590,8

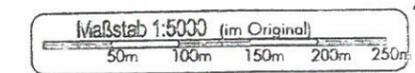
1	2	3	4	5	6
Bagger-schurf	Rechtswert	Hochwert	GOK (A.P.) (mNN)	Schurf-tiefe (m)	erreichte mNN-Kote (gerundet)
Sch 1/15	34 71 886,25	53 38 607,20	616,02	5,5	610,5
Sch 2/15	34 71 872,97	53 38 620,26	614,05	5,7	608,4
Sch 3/15	34 71 848,72	53 38 612,35	613,38	5,2	608,2
Sch 4/15	34 71 851,19	53 38 592,69	615,45	5,5	610,0
Sch 5/15	34 71 855,28	53 38 581,71	616,20	5,0	611,2
Sch 6/15	34 71 864,00	53 38 596,56	615,64	3,6	612,0
Sch 7/15	34 71 873,40	53 38 596,14	616,27	4,1	612,2
Sch 8/15	34 71 879,80	53 38 578,23	617,70	4,2	613,5



VERMESSUNGSBÜRO
OBERGFFELL
 Dipl.-Ing. K.Obergfell
 Schramberger Str.87
 78628 Rottweil

Gefertigt: 03.12.2015
 Antr.Nr.: 2015713

fon: 0741/17455-0
 fax: 0741/17455-20
 e-mail: info@obergfell-bw.de
 www.obergfell-bw.de

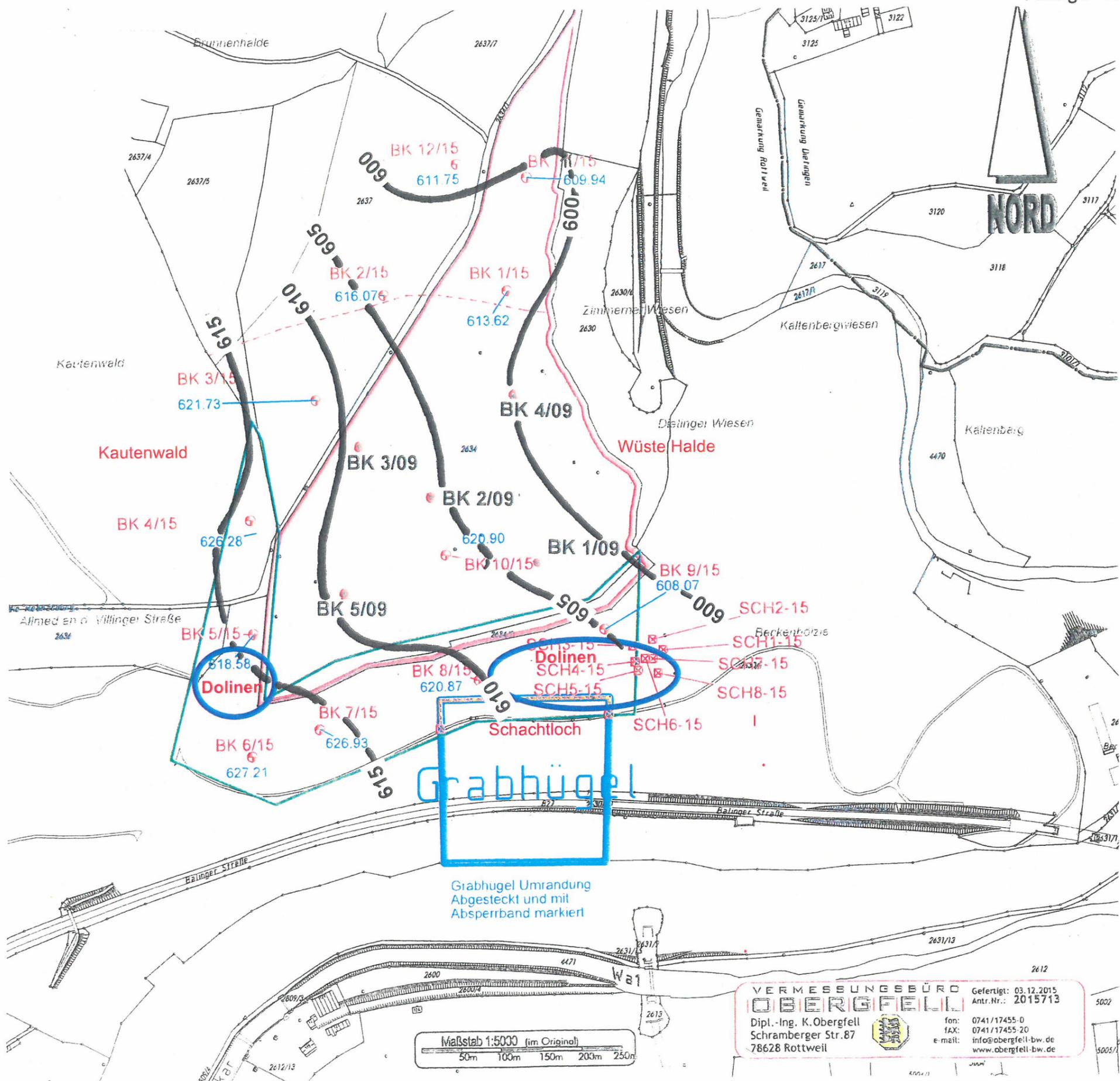


Höhenlinienverlauf der Schichtgrenze Lettenkeuper-Formation – Rottweil-Formation

1	2	3	4	5	6
Bohrung	Rechtswert	Hochwert	GOK (A.P.) (mNN)	Bohrtiefe (m)	Bohrloch-tiefstes (mNN)
BK 1/15	34 71 969,5	53 39 053,6	613,62	30,0	583,62
BK 2/15	34 71 541,9	53 39 051,6	616,07	30,0	586,07
BK 3/15	34 71 455,0	53 38 924,1	621,73	30,4	591,33
BK 4/15	34 71 369,9	53 38 776,7	628,28	30,0	596,25
BK 5/15	34 71 372,5	53 38 635,2	618,58	30,3	588,25
BK 6/15	34 71 369,8	53 38 481,9	627,21	30,0	597,21
BK 7/15	34 71 456,0	53 38 514,1	626,93	30,0	596,93
BK 8/15	34 71 656,8	53 38 571,7	620,87	30,0	590,87
BK 9/15	34 71 814,1	53 38 633,6	608,07	30,0	578,07
BK 10/15	34 71 616,8	53 38 728,4	620,90	30,0	590,90
BK 11/15	34 71 721,9	53 39 193,1	609,94	30,0	579,94
BK 12/15	34 71 635,3	53 39 210,5	611,75	30,0	581,75

BK 1/09	34 71 747,5	53 38 730,6	612,0	30,0	582,0
BK 2/09	34 71 618,3	53 38 821,5	624,5	30,0	594,5
BK 3/09	34 71 507,1	53 38 900,1	623,7	30,45	593,25
BK 4/09	34 71 719,0	53 38 943,7	616,6	30,2	586,4
BK 5/09	34 71 518,1	53 38 699,9	621,0	30,2	590,8

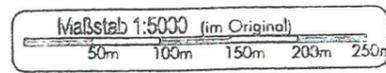
1	2	3	4	5	6
Bagger-schurf	Rechtswert	Hochwert	GOK (A.P.) (mNN)	Schurf-tiefe (m)	erreichte mNN-Kote (gerundet)
Sch 1/15	34 71 886,25	53 38 607,20	616,02	5,5	610,5
Sch 2/15	34 71 872,97	53 38 620,26	614,05	5,7	608,4
Sch 3/15	34 71 848,72	53 38 612,35	613,38	5,2	608,2
Sch 4/15	34 71 851,19	53 38 592,69	615,45	5,5	610,0
Sch 5/15	34 71 855,28	53 38 581,71	616,20	5,0	611,2
Sch 6/15	34 71 864,00	53 38 596,56	615,64	3,6	612,0
Sch 7/15	34 71 873,40	53 38 596,14	616,27	4,1	612,2
Sch 8/15	34 71 879,80	53 38 578,23	617,70	4,2	613,5

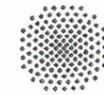


VERMESSUNGSBÜRO
OBERGFELL
Dipl.-Ing. K.Obergfell
Schramberger Str.87
78628 Rottweil

Gefertigt: 03.12.2015
Antr.Nr.: 2015713

fon: 0741/17455-0
fax: 0741/17455-20
e-mail: info@obergfell-bw.de
www.obergfell-bw.de



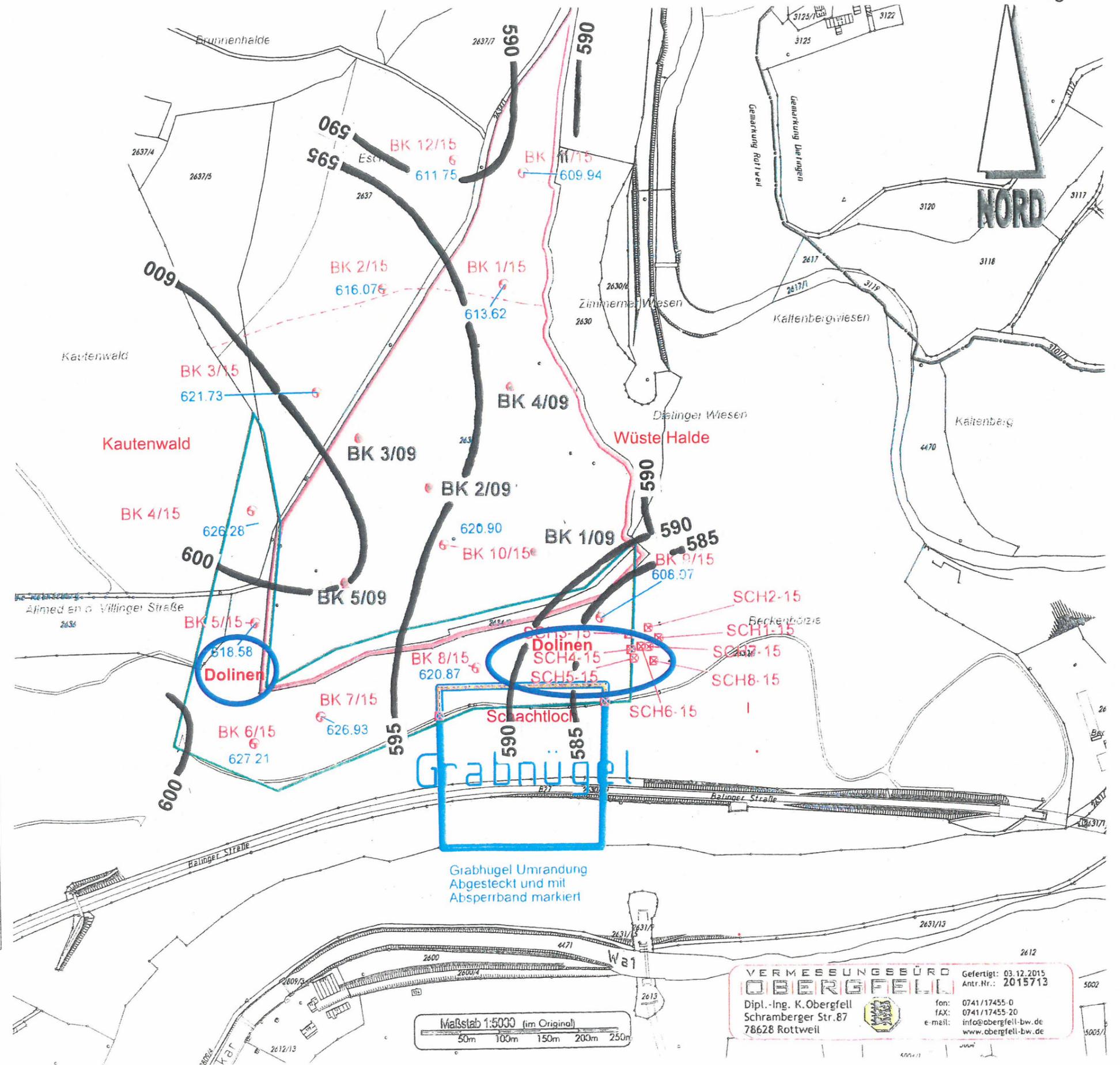


Höhenlinienverlauf der Schichtgrenze Rottweil-Formation – Meissner Formation

1	2	3	4	5	6
Bohrung	Rechtswert	Hochwert	GOK (A.P.) (mNN)	Bohrtiefe (m)	Bohrlochtiefstes (mNN)
BK 1/15	34 71 969,5	53 39 053,6	613,62	30,0	583,62
BK 2/15	34 71 541,9	53 39 051,6	616,07	30,0	586,07
BK 3/15	34 71 455,0	53 38 924,1	621,73	30,4	591,33
BK 4/15	34 71 369,9	53 38 776,7	628,28	30,0	596,25
BK 5/15	34 71 372,5	53 38 635,2	618,58	30,3	588,25
BK 6/15	34 71 369,8	53 38 481,9	627,21	30,0	597,21
BK 7/15	34 71 456,0	53 38 514,1	626,93	30,0	596,93
BK 8/15	34 71 656,8	53 38 571,7	620,87	30,0	590,87
BK 9/15	34 71 814,1	53 38 633,6	608,07	30,0	578,07
BK 10/15	34 71 616,8	53 38 728,4	620,90	30,0	590,90
BK 11/15	34 71 721,9	53 39 193,1	609,94	30,0	579,94
BK 12/15	34 71 635,3	53 39 210,5	611,75	30,0	581,75

BK 1/09	34 71 747,5	53 38 730,6	612,0	30,0	582,0
BK 2/09	34 71 618,3	53 38 821,5	624,5	30,0	594,5
BK 3/09	34 71 507,1	53 38 900,1	623,7	30,45	593,25
BK 4/09	34 71 719,0	53 38 943,7	616,6	30,2	586,4
BK 5/09	34 71 518,1	53 38 699,9	621,0	30,2	590,8

1	2	3	4	5	6
Bagger-schurf	Rechtswert	Hochwert	GOK (A.P.) (mNN)	Schurf-tiefe (m)	erreichte mNN-Kote (gerundet)
Sch 1/15	34 71 886,25	53 38 607,20	616,02	5,5	610,5
Sch 2/15	34 71 872,97	53 38 620,26	614,05	5,7	608,4
Sch 3/15	34 71 848,72	53 38 612,35	613,38	5,2	608,2
Sch 4/15	34 71 851,19	53 38 592,69	615,45	5,5	610,0
Sch 5/15	34 71 855,28	53 38 581,71	616,20	5,0	611,2
Sch 6/15	34 71 864,00	53 38 596,56	615,64	3,6	612,0
Sch 7/15	34 71 873,40	53 38 596,14	616,27	4,1	612,2
Sch 8/15	34 71 879,80	53 38 578,23	617,70	4,2	613,5

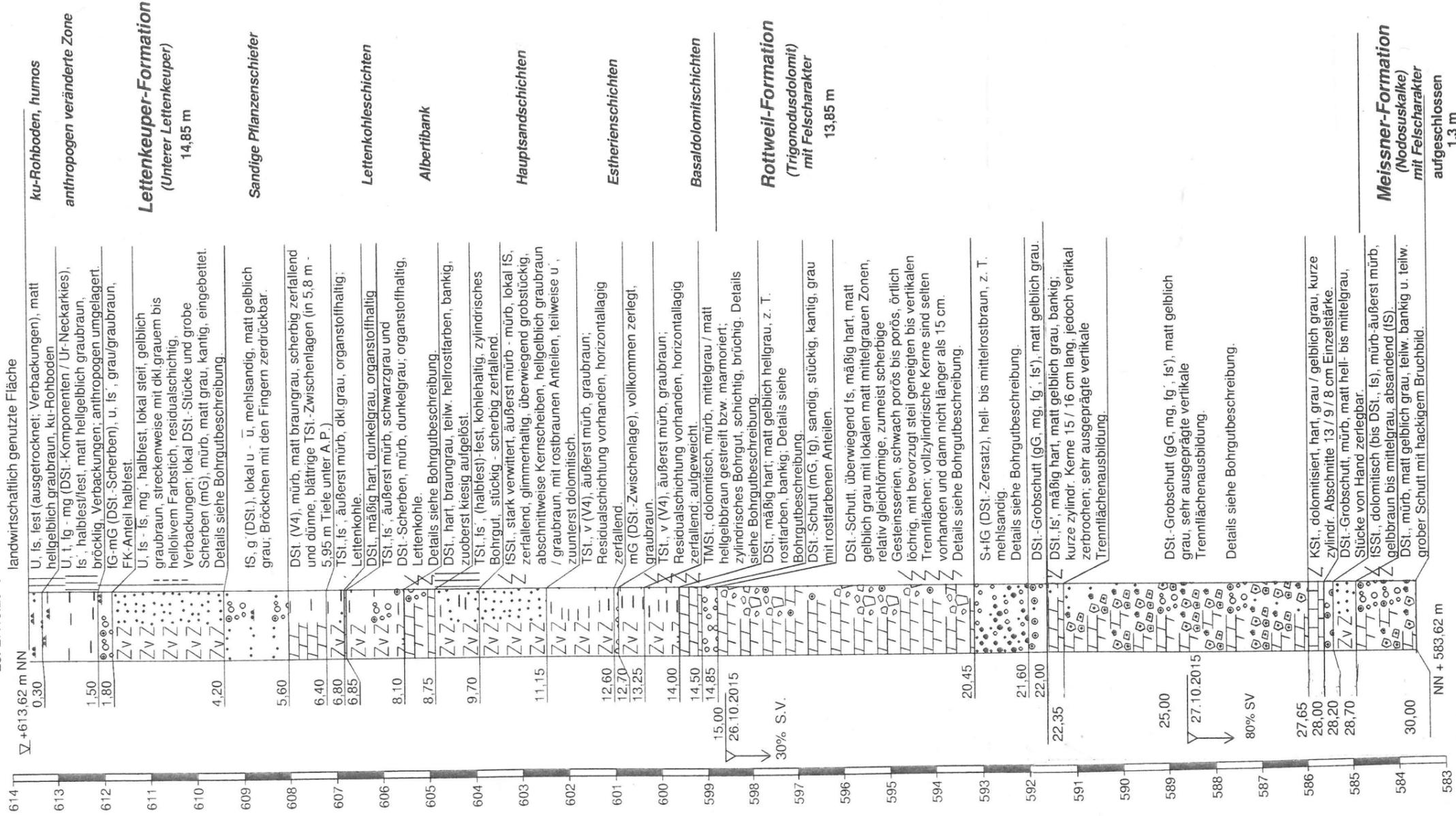


VERMESSUNGSBÜRO OBERGFELL
 Dipl.-Ing. K. Obergfell
 Schramberger Str. 87
 78628 Rottweil

Gefertigt: 03.12.2015
 Antr.Nr.: 2015713

fon: 0741/17455-0
 fax: 0741/17455-20
 e-mail: info@obergfell-bw.de
 www.obergfell-bw.de

BK 1/15
26.-27.10.2015



BK 1/15



**Bohrgutbeschreibung****Bohrpunkt BK 1/15**

Rottweil-Esch, Fl.St. 2634, langjährig als landwirtschaftliche Anbaufläche genutztes Flurstück südlich des *Neckarburgsträßchens*.

Bohransatzpunkt: R: 34 71 969,5 H: 53 39 053,6; 613,62 mNN; Bohrtiefe: 30,0 m.

Ausführendes Bohrunternehmen: *drillexpert GmbH, Teningen-Nimburg*, mit Raupenbohrgerät *Fraste FS 250*.

Ausführungszeitraum: 26.10.-27.10.2015.

Die Bohrung durchteufte unter der Ackerfläche bis in 0,3 m Tiefe unter A.P. humusarmen, schwach sandigen Rohboden des *Lettenkeupers*. Zuoberst waren einzelne diluviale Gerölle des *Ur-Neckars* eingebettet.

Darunter folgten bis in 14,85 m Tiefe unter A.P. stark bis sehr stark verwitterte, teils dolomitische und teils tonig-sandige, vielfach stückig zerlegte Gesteinsserien der *Lettenkeupers* unterhalb der *Anthrakonitbank*, wobei sich die schwarzgrauen *Lettenkohle*-Schichten in 6,4 m - 8,1 m Tiefe unter A.P. farblich von den übrigen Schichten abhoben. Die Grenzregion zwischen den Basalschichten des *Lettenkeupers* (*Obere Triaszeit*) und den relativ gleichförmigen, mäßig harten Dolomitgesteinsserien der *Rottweil-Formation* (*Mittlere Triaszeit*) wurde in 14,5 m - 14,85 m m Tiefe unter A.P. angetroffen. Das Bohrgut aus den Gesteinsserien der *Rottweil-Formation* bestand nahezu ausschließlich aus stark verwittertem, scherbenartigem bis schotterartigem Gesteinsschutt, wobei in Bezug auf die Zerlegung vertikale bzw. steil geneigte Trennflächen dominierten. Zylindrische Bohrkerne konnten innerhalb der *Rottweil-Formation* nicht gewonnen werden. Der stratigraphische Übergang zu den Schichten der *Meissner Formation* (ca. 28,7 m tief unter A.P.) war anhand des schuttartigen Bohrgutes nicht zweifelsfrei erkennbar.

Auch aus den erbohrten dolomitierten Kalksteinen der *Meissner Formation* konnten nur punktuell zylindrische Bohrkerne gewonnen werden, die jedoch eine relativ geringe Längsabmessung aufwiesen. Überwiegend lag das Bohrgut in Form von Gesteinsscherben, schotterartigen Fragmenten, Brocken und Kernscheiben bzw. Bruchstücken von Kernscheiben vor.

Spülwasserverluste: ab 15,0 m Tiefe unter A.P. 30%; ab 25,0 m Tiefe unter A.P. 80%.

Die Lichtlotmessung im Bohrloch am 28.10.2015 ergab ein trockenes Bohrloch.

Die Bohrung wurde nicht als Messstelle ausgebaut.

Tiefe [m]	Tiefenband [m]	Höhe (mNN)	Bohrgutbeschreibung
<u>Lettenkeuper-Formation (Erfurt-Formation)</u> (erschlossene Mächtigkeit: 14,85 m)			
Verwitterungsdecke des Unteren Lettenkeupers (ku 1)			
0,0	0-0,3 (0,3)	613,62	U, fs, fest (ausgetrocknet; Verbackungen), matt hellgelblich graubraun, mehlsandig, ku-Rohboden, zuoberst schwach humos; anthropogen gestört, enthält durch landwirtschaftliche Bearbeitung empor geförderte DSt.-Stückchen. Im Bohrgut waren vereinzelt <i>diluviale Neckarkiese</i> (gerundet) eingebettet.
0,3	0,3-6,4 (6,1)	ca. 613,3	Lettenkeuper bis Sandige Pflanzenschiefer – (ku 1-As) 0,3 m - 0,8 m: U, t, fg - mg (DSt.-Komponenten), fs', fest, matt hellgelblich graubraun, bröcklig, Verbackungen; infolge von Ackerbau anthropogen umgelagert. 0,8 m - 1,5 m: U, t, fg'-mg' (diluvialer Ur-Neckarkies, gerundet), halbfest-fest, matt hellgelblich graubraun, infolge von Ackerbau teilweise anthropogen umgelagert. 1,5 m - 1,8 m: fG-mG (DSt.-Scherben), u, fs', grau/graubraun, FK-Anteil halbfest.
1,8		611,8	

**Bohrgutbeschreibung****Bohrpunkt BK 1/15**

Tiefe [m]	Tiefenband [m]	Höhe (mNN)	Bohrgutbeschreibung
1,8		611,8	<p>1,8 m - 2,7 m: U, fs - $\bar{f}s$, mg', halbfest, gelblich graubraun, streckenweise mit dkl.grauem bis hellolivem Farbstich, residuialschichtig, Verbackungen; lokal DSt.-Stückchen (mG), mürb, matt grau, kantig, eingebettet, zerrammt;</p> <p>in 1,8 m - 1,9 m Tiefe unt. A.P.: w = 0,1309.</p> <p>2,7 m - 4,2 m: U, t, fs, g', halbfest, örtlich steif, gelblich graubraun, streckenweise mit dkl.grauem / helloliv-grauem Farbstich; in 3,55 m - 3,65 m Tiefe unter A.P. grobe DSt.-Scherben eingebettet;</p> <p>in 2,9 m - 3,0 m Tiefe unt. A.P.: w = 0,1431; in 3,3 m - 3,4 m Tiefe unt. A.P.: w = 0,1478.</p> <p>4,2 m - 5,6 m: fS, g' (DSt.), lokal u - \bar{u}, mehlsandig, matt gelblich grau; Bröckchen mit den Fingern zerdrückbar;</p> <p>in 4,9 m - 5,0 m Tiefe unt. A.P.: w = 0,1551; in 5,3 m - 5,4 m Tiefe unt. A.P.: w = 0,1127.</p> <p>5,6 m - 6,4 m: DSt. (V4), mürb, matt braungrau, scherbzig zerfallend und dünne, blättrige TSt.-Zwischenlagen (in 5,8 m - 5,95 m Tiefe unter A.P.);</p> <p>in 5,6 m - 5,7 m Tiefe unt. A.P.: w = 0,1545.</p>
6,4		607,2	<p>In 5,6 m Tiefe unter A.P. Wechsel von Rammkernbohrverfahren zu Rotationskernbohrverfahren mit Wasserspülung.</p> <p>Schluff-Tongestein und Dolomitgesteine der Lettenkohle-Schicht – (ku 1 AsK)</p> <p>6,4 m - 6,5 m: Übergang von DSt.(V4), graubrn., auf TSt., fs', äußerst mürb, dunkelgrau, organstoffhaltig; letzterer mit Maurerkelle durch Einstechen horizontal lagig teilbar.</p> <p>6,5 m - 6,8 m: TSt., fs', äußerst mürb, dkl.grau, organstoffhaltig; letzterer mit Maurerkelle durch Einstechen horizontal lagig teilbar, Lettenkohle;</p> <p>in 6,6 m - 6,7 m Tiefe unt. A.P.: w = 0,0739.</p> <p>6,8 m - 6,85 m: DSt., mäßig hart, dunkelgrau, organstoffhaltig; Zwischenschicht.</p> <p>6,85 m - 7,55 m: TSt., fs', äußerst mürb, schwarzgrau und DSt.-Scherben, mürb, dunkelgrau; mit Maurerkelle mit Kraftaufwand durch Einstechen horizontal lagig teilbar.</p>
7,55	6,4-8,1 (1,7)	606,05	

**Bohrgutbeschreibung****Bohrpunkt BK 1/15**

Tiefe [m]	Tiefenband [m]	Höhe (mNN)	Bohrgutbeschreibung
7,55		606,05	7,55 m - 8,1 m: TSt., fs', äußerst mürb, dkl. grau, organstoffhaltig; letzterer mit Maurerkelle durch Einstechen horizontallagig teilbar, Lettenkohle; in 7,7 m - 7,8 m Tiefe unt. A.P.: w = 0,1070.
8,1		605,5	
	8,1-8,75 (0,65)		Dolomitgestein der „Alberti-Bank“- Region – (ku 1 AB) 8,1 m - 8,35 m: mG-gG (DSt.), harte kantige Körner, braungrau. 8,35 m - 8,5 m: DSt., hart, brn. grau, teilw. hellrostfarben, bankig. 8,5 m - 8,75 m: DSt., hart, brn. grau, teilw. hellrostfarben, bankig, in 8,5 m - 8,6 m Tiefe unter A.P. löchrig.
8,75		604,85	
	8,75-11,15 (2,4)		Schichten in der Region des Hauptsandsteins – (ku 1 sH) 8,75 m - 9,7 m: TSt., fs', (halbfest)-fest, kohlehaltig, zylindrisches Bohrgut stückig - scherbis zerfallend; mit Maurerkelle durch Einstechen horizontallagig teilbar; in 9,5 m - 9,6 m Tiefe unt. A.P.: w = 0,1151. 9,7 m - 10,6 m: fSSt.v, obere 5 cm u, t', äußerst mürb-mürb; zerfallend, glimmerhaltig, überwiegend grobstückig, abschnittweise Kernscheiben, hellgelblich graubraun / graubraun, mit rostbraunen Anteilen; in 9,9 m - 10,0 m Tiefe unt. A.P.: w = 0,1879; in 10,1 m - 10,2 m Tiefe unt. A.P.: w = 0,1115. 10,6 m - 11,0 m: fS(fSSt.(V5)), u'-u, FK-Anteil: steif - halbfest, gelblich graubraun; zylindr. Bohrgut; in 10,7 m - 10,8 m Tiefe unt. A.P.: w = 0,1460. 11,0 m - 11,15 m: fSSt., dolomitisch, splittrig-scherbis bis brockig, in mG- bis gG-Größe.
11,15		602,45	
	11,15-14,0 (2,85)		Ton-/Dolomitgestein der Estheriensichten – (ku 1 E) 11,15 m - 12,6 m: TSt., v̄ (V4), äußerst mürb, graubraun; Residualschichtung vorhanden, horizontallagig zerfallend; in 12,3 m - 12,4 m Tiefe unt. A.P.: w = 0,1339. 12,6 m - 12,7 m: mG (DSt.-Zwischenlage), vollkommen zerlegt, graubraun. 12,7 m - 13,25 m: TSt., v̄ (V4), äußerst mürb, graubraun; Residualschichtung vorhanden, horizontallagig zerfallend; aufgeweicht.
13,25		600,35	

**Bohrgutbeschreibung****Bohrpunkt BK 1/15**

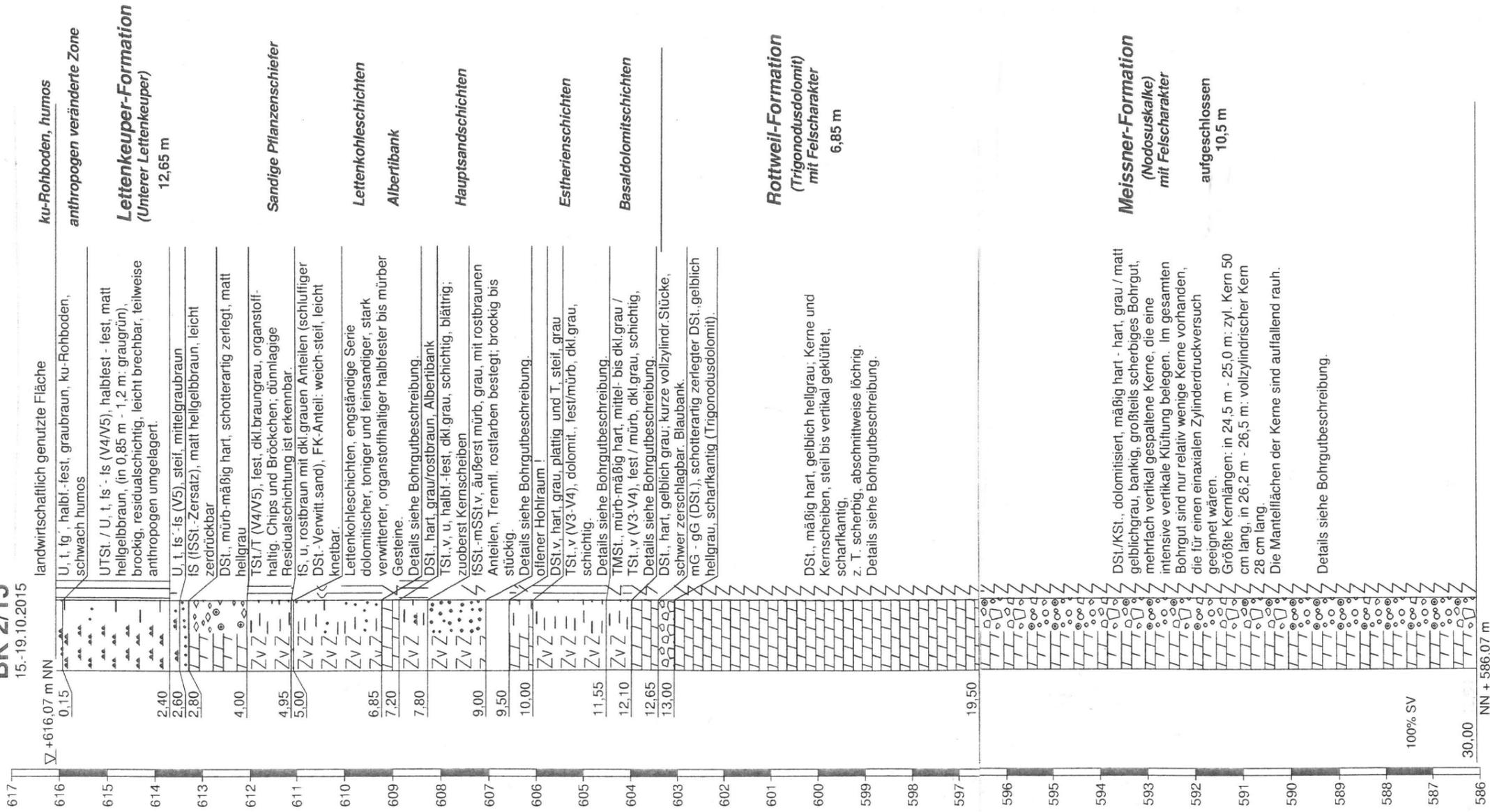
Tiefe [m]	Tiefenband [m]	Höhe (mNN)	Bohrgutbeschreibung
13,25		600,35	13,25 m - 14,0 m: TMSt., dolomitisch, mürb, mittelgrau / matt hellgelbbraun gestreift bzw. marmoriert; zylindrisches Bohrgut, schichtig, brüchig.
14,0	14,0-14,85 (0,85)	599,6	<p>Basaldolomit-Region (Basisschichten - ku 1B)</p> <p>14,0 m - 14,5 m: DSt., mäßig hart; matt gelblich hellgrau, bankig (6 / 19 / 19 cm starke Bänkechen).</p> <p>14,5 m - 14,85 m: DSt.-Schutt (mG, fg), sandig, stückig, kantig, grau mit rostfarbenen Anteilen.</p>
14,85		598,8	<p><u>Rottweil-Formation (Trigonodusdolomit)</u> (erschlossene Mächtigkeit: ca. 13,85 m)</p> <p>Dolomitgestein des Trigonodusdolomits (moδ) DSt.-Schutt, überwiegend fs, mäßig hart, matt gelblich grau mit lokalen matt mittelgrauen Zonen, relativ gleichförmige, zumeist scherbige Gesteinsserien, schwach porös bis porös, örtlich löchrig, mit bevorzugt steil geneigten bis vertikalen Trennflächen; vollzylindrische Kerne sind selten vorhanden und dann nicht länger als 15 cm.</p> <p>In der Grenzregion zu den <i>Basaldolomiten</i> der <i>Erfurt-Formation</i> befindet sich in 16,5 m - 16,6 m eine matt rotbraune Lage fluvia-tilen Sandes, die in mehreren Bohrungen angetroffen wurde.</p> <p>14,85 m - 16,3 m: DSt.-Schutt, streckenweise sandig, kein zylindr. Bohrgut; nur grobe Gesteinsbruchstücke und -scherben, sehr stark verwittert.</p> <p>16,3 m - 16,9 m: DSt.-Schutt zu S und fG zerfallen, gelblich hellgrau / rostbraun; in 16,5 m - 16,6 m matt rotbraune Sandlage (siehe oben).</p> <p>16,9 m - 18,2 m: DSt.-Schutt, zu mG / gG zerfallen, fs', matt grau, örtlich Calcitkristallbildungen.</p> <p>18,2 m - 18,8 m: DSt.-Schutt, fs' Bruchstücke v. Kernscheiben u. kurzen Kernen, jedoch keine zylindr. Bohrkerne im Bohrgut.</p> <p>18,8 m - 19,6 m: DSt., fs', mäßig hart, matt gelblich grau, kurzer bankiger Abschnitt mit vertikal und unter ca. 50° gegen die Horizontale zerbrochenen Kernen.</p> <p>19,6 m - 19,9 m: DSt., fs', mürb-mäßig hart, matt gelblich grau, zylindr. Kern, 15 cm lang, stark verwittert.</p> <p>19,9 m - 20,45 m: DSt.-Schutt, fs', teilw. schotterartig, teilw. Bruchstücke v. Kernscheiben und mehrfach zerbrochenen kurzen Kernen, ausgeprägt vertikalrissig.</p>
20,45		593,15	

**Bohrgutbeschreibung****Bohrpunkt BK 1/15**

Tiefe [m]	Tiefenband [m]	Höhe (mNN)	Bohrgutbeschreibung
20,45		593,15	20,45 m - 21,0 m: S+fG (DSt.-Zersatz), hellgrau bis mittelgrau. 21,0 m - 21,6 m: S+fG (DSt.-Zersatz), hell- bis mittelrostbraun, z. T. mehlsandig. <i>Aufgrund der Ähnlichkeit des Bohrgutes mit dem der Hauptsandschichten der Erfurt-Formation (9,7 m - 11,15 m tief unter A.P.) ist eine fluviatile Verfälschung des Materials aus dieser Zone nicht auszuschließen.</i> 21,6 m - 22,0 m: DSt.-Grobschutt (gG, $\bar{m}g$, fg' , fs'), matt gelblich grau. 22,0 m - 22,35 m: DSt., fs' , mäßig hart, matt gelblich grau, bankig; kurze zylindr. Kerne 15 / 16 cm lang, jedoch vertikal zerbrochen; sehr ausgeprägte vertikale Trennflächenausbildung. 22,35 m - 27,65 m: DSt.-Grobschutt (gG, $\bar{m}g$, fg' , fs'), matt gelblich grau, sehr ausgeprägte vertikale Trennflächenausbildung. 27,65 m - 28,0 m: KSt., dolomitisiert, hart, grau / gelblich grau, kurze zylindr. Abschnitte 13 / 9 / 8 cm Einzelstärke; mit Calcitkristallen verheilte Steilklüfte; Calcitkristallbildungen auf Bankfugen. 28,0 m - 28,2 m: DSt.-Grobschutt, mürb, matt hell- bis mittelgrau, Stücke von Hand zerlegbar. 28,2 m - 28,7 m: fSSt., dolomitisch (bis DSt., $\bar{f}s$), mürb-äußerst mürb, gelbbraun bis mittelgrau, absandend (fS).
28,7		584,9	<u>Meissner-Formation (Nodosuskalke)</u> (erschlossene Mächtigkeit: 1,3 m) Dolomitgestein und dolomitisiertes Kalkgestein der obersten Region der Nodosuskalke (mo2) DSt./KSt., dolomitisiert, mürb - mäßig hart - hart, grau / matt gelbl. grau, bankig, großteils scherbiges Bohrgut, mehrfach vertikal gespaltene Kerne, die eine intensive vertikale Klüftung belegen. Im gesamten Bohrgut sind nur relativ wenige Kerne vorhanden, die für einen einaxialen Zylinderdruckversuch geeignet wären. 28,7 m - 30,0 m: DSt., mürb, matt gelblich grau, teilw. bankig u. teilw. grober Schutt mit hackigem Bruchbild.
30,0	28,7-30,0 (1,3)	583,6	Bohrlochendteufe.

Im Bohrgut zeigten sich keine sensorisch wahrnehmbaren Hinweise auf eine mögliche umweltrelevante Belastung.

BK 2/15
15.-19.10.2015



BK 2/15

**Bohrgutbeschreibung****Bohrpunkt BK 2/15**

Rottweil-Esch, Fl.St. 2637, langjährig als landwirtschaftliche Anbaufläche genutztes Flurstück am Rand der Wasserschutzzone III, *Neckarburg*, nördlich angrenzend an das *Neckarburgsträßchen*.

Bohransatzpunkt: R: 34 71 541,9 H: 53 39 051,6; 616,07 mNN; Bohrtiefe: 30,0 m.

Ausführendes Bohrunternehmen: *drillexpert GmbH, Teningen-Nimburg*, mit Raupenbohrgerät *Fraste FS 250*.

Ausführungszeitraum: 15.10.-19.10.2015.

Die Bohrung durchteufte unter der Ackerfläche bis in 0,15 m Tiefe unter A.P. humusarmen, schwach sandigen Rohboden des *Lettenkeupers*. Darunter folgten bis in 9,0 m Tiefe unter A.P. stark bis sehr stark verwitterte, teils dolomitische und teils tonig-sandige, vielfach stückig zerlegte Gesteinsserien des *Lettenkeupers* unterhalb der *Anthrakonitbank*, wobei sich die schwarzgrauen *Lettenkohle*-Schichten in 5,0 m - 6,85 m Tiefe unter A.P. farblich besonders hervorhoben. In 9,0 m - 9,5 m Tiefe unter A.P. wurde ein offener Hohlraum durchteuft. Die Grenzregion zwischen den Basalschichten des *Lettenkeupers* (*Obere Triaszeit*) und den relativ gleichförmigen, mäßig harten Dolomitgesteinsserien der *Rottweil-Formation* (*Mittlere Triaszeit*) wurde in 12,65 m Tiefe unter A.P. angetroffen. Das Bohrgut aus den Gesteinsserien der *Rottweil-Formation* ließ eine Abfolge intensiv steil bis vertikal geklüfteter, abschnittsweise scherbüchiger Gesteinsbänke mit Felscharakter erkennen. Der stratigraphische Übergang zu den Schichten der *Meissner Formation* (ca. 19,5 m tief unter A.P.) war anhand des Bohrgutes nicht zweifelsfrei erkennbar, da sich die Art und Beschaffenheit der Gesteinsserien (gebankte Dolomitgesteine und zumeist ausgeprägt dolomitisierte Kalkgesteine) in der *Rottweil Formation* und den oberen Zonen der *Meissner Formation* nicht wesentlich unterscheiden.

Häufig lag das Bohrgut in Form von Gesteinsscherben, schotterartigen Fragmenten, Brocken und Kernscheiben bzw. Bruchstücken von Kernscheiben vor. Kompakte Gesteinsbänke, die die Gewinnung zylindrischer Bohrkerne ermöglicht hätten, waren im Vergleich dazu nur untergeordnet vertreten. Die Festgesteinsserien wiesen zahlreiche Trennflächen (DG: 100%) auf.

Die Bohrung wurde zum Pegel mit Überflurhydrant ausgebaut. Die Filterstrecke liegt zwischen 5 m und 10 m unter A.P..

Tiefe [m]	Tiefenband [m]	Höhe (mNN)	Bohrgutbeschreibung
			<u>Lettenkeuper-Formation (Erfurt-Formation)</u> (erschlossene Mächtigkeit: 12,65 m)
			Verwitterungsdecke des Unteren Lettenkeupers (ku 1)
0,0	0-0,15 (0,15)	ca. 616,05	U, t, fg', halbfest - fest (ausgetrocknet), graubraun, ku-Rohboden, zuoberst schwach humos und krümelig mit dünnem Wurzelgeflecht, teilweise bröckelig; anthropogen gestört, enthält durch landwirtschaftliche Bearbeitung empor geförderte TSt.-Bröckchen. <i>Diluviale Neckarkiese</i> konnten im Bohrgut nicht nachweisen werden. Diese sind aber an der GOK im Nahbereich der Bohrung erkennbar.
0,15		615,9	
	0,15-5,0 (4,85)		Lettenkeuper bis Sandige Pflanzenschiefer – (ku 1-As)
			0,15 m - 2,4 m: UTSt. / U, t, fs' - fs (V4/V5), halbfest - fest, matt hellgelbbraun, (in 0,85 m - 1,2 m: graugrün), brockig, residualschichtig, leicht brechbar. Die Brocken weisen dünne, matt graugelbliche und mittelbraune blättereigähnliche Einzellagen auf. Übergänge zu Boden sind vorhanden; in 0,2 m - 0,3 m Tiefe unt. A.P.: w = 0,1268; in 0,9 m - 1,0 m Tiefe unt. A.P.: w = 0,1362; in 2,1 m - 2,2 m Tiefe unt. A.P.: w = 0,2039.
2,4		613,65	



Bohrgutbeschreibung

Bohrpunkt BK 2/15

Tiefe [m]	Tiefenband [m]	Höhe (mNN)	Bohrgutbeschreibung								
2,4		613,65	<p>2,4 m - 2,6 m: U+T, fs' - fs, (V5), steif, mittelgraubraun, klumpig, leicht zwischen den Fingern zerdrückbar, strukturlos; in 2,5 m - 2,6 m Tiefe unt. A.P.: w = 0,4122.</p> <p>Flügscherfestigkeiten (GEONOR H20, Einsatz S)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Tiefe (m)</th> <th>undrÄnrierte Scherfestigkeit C_u (kPa)</th> <th>Restscherfestigkeit C_{uR} (kPa)</th> <th>Verhältnis C_u/C_{uR}</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>2,5</td> <td>32</td> <td>12</td> <td>2,8</td> </tr> </tbody> </table>	Tiefe (m)	undrÄnrierte Scherfestigkeit C _u (kPa)	Restscherfestigkeit C _{uR} (kPa)	Verhältnis C _u /C _{uR}	2,5	32	12	2,8
Tiefe (m)	undrÄnrierte Scherfestigkeit C _u (kPa)	Restscherfestigkeit C _{uR} (kPa)	Verhältnis C _u /C _{uR}								
2,5	32	12	2,8								
			<p>2,6 m - 2,8 m: fS (fSSt (V5)), matt hellgelbbraun, flockig; Partikel leicht zwischen d. Fingern zerdrückbar; in 2,7 m - 2,8 m Tiefe unt. A.P.: w = 0,1341.</p>								
			<p>2,8 m - 4,0 m: DSt., mürb - mÄßig hart, matt hellgrau, zerrammt (in 2,8 m - 3,0 m Tiefe unter A.P. zu gS - fG - mG - KÖrnern; ab 3,0 m Tiefe unter A.P. zusÄtzlich auch gG - Anteile, kantig); in 3,4 m - 3,5 m Tiefe unt. A.P.: w = 0,0593.</p>								
			<p>4,0 m - 4,95 m: TSt./T (V4/V5), fest, dkl.braungrau, organstoffhaltig. Das Bohrgut besteht aus kleinen flachen Schollen, Chips und Bröckchen; dünnlagige Residualschichtung ist erkennbar.</p>								
			<p>4,95 m - 5,0 m: fS, u, rostbraun mit dunkelgrauen Anteilen (schluffiger DSt.-Verwitterungssand), FK-Anteil: weich-steif, leicht knetbar; in 4,95 m - 5,0 m Tiefe unt. A.P.: w = 0,140.</p>								
5,0		611,05	<p>Schluff-Tongestein der Lettenkohle-Schicht – (ku 1 AsK)</p>								
	5,0-6,85 (1,85)		<p>5,0 m - 5,5 m: UTSt. \bar{v} (V4), Äußerst mürb, schwarzgrau, mit braunen Anteilen, organstoffhaltig; in 5,2 m - 5,3 m: w = 0,0884.</p> <p>In 5,4 m Tiefe unter A.P. Wechsel von Rammkernbohrverfahren zu Rotationskernbohrverfahren mit WasserspÜlung.</p>								
			<p>5,5 m - 5,7 m: T, u, breiig, durchweicht; schwarzgrau, mit braunen Anteilen.</p>								
5,7		610,35									

**Bohrgutbeschreibung****Bohrpunkt BK 2/15**

Tiefe [m]	Tiefenband [m]	Höhe (mNN)	Bohrgutbeschreibung
5,7		610,35	<p>5,7 m - 6,0 m: DSt., t bis TSt., dolomitisch (V4-V5), halbfest, matt dunkelbraungrau, organisch; zylindr. Bohrgut, 20 cm lang, mittels Kelle leicht teilbar; in 5,9 m - 6,0 m: zu Gesteinsscherben zerlegt.</p> <p>6,0 m - 6,85 m: TSt.,v, fest, dkl.grau mit gelbbraunen Anteilen, schichtig, blättrig; zylindr. Kern, 55 cm lang, leicht mit Maurerkelle horizontallagig teilbar; unten: zerbrochene Kernscheiben, von Hand zerlegbar; in 6,5 m - 6,6 m: w = 0,0915.</p>
6,85		609,2	<p>Dolomitstein- und Schluff-Tongestein der „Alberti-Bank“- Region – (ku 1 AB)</p> <p>6,85 m - 7,0 m: DSt., hart, grau, bankig; zyl. Kern, 15 cm lang.</p> <p>7,0 m - 7,2 m: DSt., hart, grau, brockig (gG-Körner, Einzelkorngefüge).</p>
7,2	6,85-7,2 (0,35)	608,85	<p>Schichten in der Region des Hauptsandsteins – (ku 1 sH)</p> <p>7,2 m - 7,8 m: TSt.,v, u, halbf.-fest, dkl.grau, schichtig, blättrig; zuoberst Kernscheiben (7 cm), darunter zylindr. Kern, 46 cm lang.</p> <p>7,8 m - 8,5 m: fSSt.-mSSt.v, äußerst mürb, grau, mit rostbraunen Anteilen, Trennflächen rostfarben bestegt; brockig bis stückig; in 8,0 m - 8,5 m: sandig, schwach glimmerhaltig, von Hand zerlegbar bzw. sehr leicht mit Handhammer teilbar; bevorzugt vertikal, entlang latenter Trennflächen aufspaltend; in 8,3 m - 8,4 m: w = 0,1478.</p> <p>8,5 m - 9,0 m: Schicht wie im Hangenden, jedoch bankig, vertikal durchtrennte zylindr. Kerne bis 17 cm Länge und Kernscheiben.</p>
9,0	7,2-9,0 (1,8)	607,05	

**Bohrgutbeschreibung****Bohrpunkt BK 2/15**

Tiefe [m]	Tiefen- band [m]	Höhe (mNN)	Bohrgutbeschreibung
9,0		607,05	
	9,0-11,55 (2,55)		<p>Ton-/Dolomitgestein der Estherenschichten – (ku 1 E)</p> <p>9,0 m - 9,5 m: <u>offener Hohlraum</u>; Bohrwerkzeug fällt durch. (Bereich der <i>Estherien-Schichten 3</i>)</p> <p>9,5 m - 10,0 m: DSt.v (V3), hart, grau, plattig (gestört) und T, steif, grau. <i>Dolomit 2 / Estherien-Schichten 2</i></p> <p>10,0 m - 11,55 m: TSt.,v (V3-V4), dolomit., fest/mürb, dkl.grau, schichtig; zylindr. Kern, 30 cm lang, z. T. zu Scherben zerfallen; von Hand zerlegbar. <i>Dolomit 1</i></p> <p>in 10,4 m - 10,5 m: w = 0,1326.</p>
11,55		604,5	
	11,55-12,65 (1,1)		<p>Basaldolomit-Region (Basisschichten - ku 1B)</p> <p>11,55m - 11,75m: TMSt., mürb-mäßig hart, mittel- bis dunkelgrau,</p> <p>11,75m - 12,1m: TSt.,v (V3-V4), fest/mürb, dkl.grau, schichtig; zylindr. Kern, 30 cm lang, z. T. zu Scherben zerfallen; von Hand zerlegbar.</p> <p>12,1 m - 12,65 m: DSt., hart, gelblich grau; kurze vollzylindrische Stücke, schwer zerschlagbar. <i>Blaubank</i>. Übergang zum <i>Trigonodusdolomit</i>.</p>
12,65		603,4	
	12,65-19,5 (6,85)		<p><u>Rottweil-Formation</u> (<i>Trigonodusdolomit</i>) (erschlossene Mächtigkeit: ca. 6,85 m)</p> <p>Dolomitgestein des Trigonodusdolomits (moδ) DSt., teilweise fs, mäßig hart, matt gelblich grau mit lokalen matt mittelgrauen Zonen, relativ gleichförmige bankige Gesteinsserien; schwach porös bis porös, häufig scherbilig bzw. splittrig-bröcklig; mit bevorzugt steil geneigten bis vertikalen Trennflächen in oft engständiger Folge, Kerne oft stufig brechend. Vollzylindrische Kerne sind nur in Teilabschnitten vorhanden und sind selten länger als 25 cm.</p> <p>12,65 m - 13,0 m: mG - gG (DSt.), schotterartig zerlegter DSt., gelblich hellgrau, scharfkantig.</p> <p>13,0 m - 15,5 m: DSt., mäßig hart, gelblich hellgrau; relativ kurze, z. T. löchrige Kerne und Kernscheiben, steil bis vertikal geklüftet, scharfkantig, z. T. scherbilig.</p> <p>15,5 m - 18,4 m: DSt., mäßig hart, gelblich hellgrau; dickbankig, relativ lange Kerne.</p> <p>18,4 m - 19,5 m: DSt., mäßig hart, gelblich hellgrau; relativ kurze, Kerne und Kernscheiben, steil bis vertikal geklüftet, scharfkantig, z. T. scherbilig.</p>
19,5		596,55	



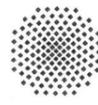
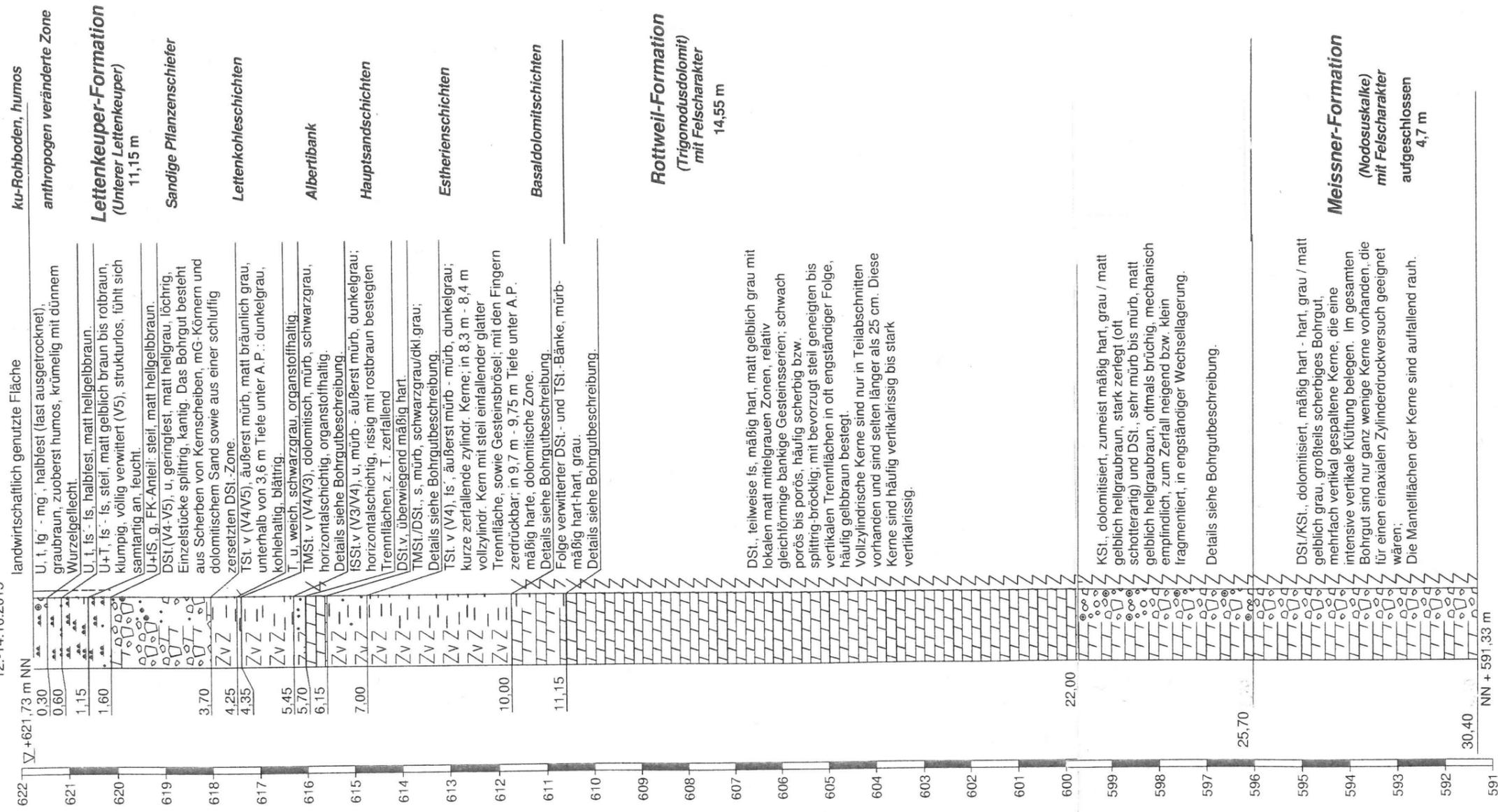
Bohrgutbeschreibung

Bohrpunkt BK 2/15

Tiefe [m]	Tiefen- band [m]	Höhe (mNN)	Bohrgutbeschreibung
19,5		596,55	
	19,5-30,0 (10,5)		<p><u>Meissner-Formation (Nodosuskalke)</u> (erschlossene Mächtigkeit: 10,5 m)</p> <p>Dolomitgestein und dolomitisiertes Kalkgestein der obersten Region der Nodosuskalke (mo2)</p> <p>DSt./KSt., dolomitisiert, mäßig hart - hart, grau / matt gelblich grau, bankig, großteils scherbiges Bohrgut, mehrfach vertikal gespaltene Kerne, die eine intensive vertikale Klüftung belegen. Im gesamten Bohrgut sind nur relativ wenige Kerne vorhanden, die für einen einaxialen Zylinderdruckversuch geeignet wären.</p> <p>Größte Kernlängen: in 24,5 m - 25,0 m: vollzyl. Kern, 50 cm lang, in 26,2 m - 26,5 m: vollzylindrischer Kern, 28 cm lang.</p> <p>Die Mantelflächen der Kerne sind auffallend rauh.</p>
30,0		586,05	Bohrlochendeufe.

Im Bohrgut zeigten sich keine sensorisch wahrnehmbaren Hinweise auf eine mögliche umweltrelevante Belastung.

BK 3/15
12.-14.10.2015



BK 3/15

**Bohrgutbeschreibung****Bohrpunkt BK 3/15**

Rottweil-Esch, Fl.St. 2637, langjährig als landwirtschaftliche Anbaufläche genutztes Flurstück am Rand der Wasserschutzzone III, *Neckarburg*, nördlich angrenzend an das *Neckarburgsträßchen*.

Bohransatzpunkt: R: 34 71 455,0 H: 53 38 924,1; 621,73 mNN; Bohrtiefe: 30,4 m.

Ausführendes Bohrunternehmen: *drillexpert GmbH, Teningen-Nimburg*, mit Raupenbohrgerät *Fraste FS 250*.

Ausführungszeitraum: 12.10.-14.10.2015.

Die Bohrung durchteufte unter der Ackerfläche bis in 0,6 m Tiefe unter A.P. (Pflugtiefe) humose Decklehme und schwach sandigen Verwitterungslehm des *Lettenkeupers*. Darunter folgten bis in 11,15 m Tiefe unter A.P. stark bis sehr stark verwitterte, teils dolomitische und teils tonig-sandige, vielfach stückig zerlegte Gesteinsserien des *Lettenkeupers* unterhalb der *Anthrakonitbank*, wobei sich die schwarzgrauen *Lettenkohle*-Schichten in 3,7 m - 5,7 m Tiefe unter A.P. farblich besonders hervorhoben. Die Grenzregion zwischen den Basalschichten des *Lettenkeupers* (*Obere Triaszeit*) und den relativ gleichförmigen, mäßig harten Dolomitgesteinsserien der *Rottweil-Formation* (*Mittlere Triaszeit*) wurde in 11,15 m Tiefe unter A.P. angetroffen. Das Bohrgut aus den Gesteinsserien der *Rottweil-Formation* ließ eine Abfolge intensiv steil bis vertikal geklüfteter, abschnittsweise scherbilg zerlegter Gesteinsbänke mit Felscharakter erkennen, deren Einzelmächtigkeiten zumeist unter 20 cm lagen. Der stratigraphische Übergang zu den Schichten der *Meissner Formation* (ca. 25,7 mNN) war anhand des Bohrgutes nicht zweifelsfrei erkennbar, da sich die Art und Beschaffenheit der Gesteinsserien (gebankte Dolomitgesteine und zumeist ausgeprägt dolomitierte Kalkgesteine) in der *Rottweil Formation* und den oberen Zonen der *Meissner Formation* nicht wesentlich unterscheiden.

Häufig lag das Bohrgut in Form von Gesteinsscherben, schotterartigen Fragmenten, Brocken und Kernscheiben bzw. Bruchstücken von Kernscheiben vor. Kompakte Gesteinsbänke, die die Gewinnung zylindrischer Bohrkerne ermöglicht hätten, waren im Vergleich dazu nur untergeordnet vertreten. Die Festgesteinsserien wiesen zahlreiche Trennflächen (DG: 100%) auf.

Die Bohrung wurde zum Pegel mit Überflurhydrant ausgebaut. Die Filterstrecke liegt zwischen 5 m und 10 m unter A.P..

Tiefe [m]	Tiefenband [m]	Höhe (mNN)	Bohrgutbeschreibung
			<u>Lettenkeuper-Formation (Erfurt-Formation)</u> (erschlossene Mächtigkeit: 11,15 m)
			Verwitterungsdecke des Unteren Lettenkeupers (ku 1) (erschlossene Mächtigkeit: 0,3 m)
0,0	0-0,3 (0,3)	ca. 621,7	U, t, fg' - mg', halbfest (fast ausgetrocknet), graubraun, zuoberst humos, krümelig mit dünnem Wurzelgeflecht, teilweise bröckelig, <i>Lettenkeuper</i> -Rohboden, anthropogen gestört; enthält durch landwirtschaftliche Bearbeitung empor geförderte TSt.-Bröckchen des <i>Lettenkeupers</i> . <i>Diluviale Neckarkiese</i> konnten im Bohrgut nicht nachweisen werden, sind aber im Nahbereich der Bohrung an GOK erkennbar.
0,3		621,4	
	0,3-0,6 (0,3)		dolomitische und sandige Verwitterungsprodukte von Anthrakonitbank / Sandige Pflanzenschiefer – (ku 1-As) U, t, fs' - fs, halbfest, matt hellgelbbraun, schollig bis brockig, teilweise zerrammt
0,6	0,6-1,15 (0,55)	621,1	U+T, fs' - fs, steif, matt gelblich braun bis rotbraun, klumpig, völlig verwittert (V5), strukturlos, fühlt sich samtartig an; in 0,6 m - 0,7 m Tiefe unt. A.P.: w = 0,3350; in 0,9 m - 1,0 m Tiefe unt. A.P.: w = 0,2291.
1,15		620,55	



Bohrgutbeschreibung

Bohrpunkt BK 3/15

Tiefe [m]	Tiefenband [m]	Höhe (mNN)	Bohrgutbeschreibung												
1,15	1,15-1,6 (0,45)	620,55	<p>U+fS, g, FK-Anteil: steif, matt hellgelbbraun; in 1,45 m - 1,5 m Tiefe unter A.P.: einzelnes hartes gG-Korn (DSt.,v) zwischenlagert; in 1,3 m - 1,4 m Tiefe unt. A.P.: w = 0,1232.</p>												
1,6	1,6-3,7 (2,1)	620,1	<p>DSt.(V4-V5), u, geringfest, matt hellgrau, löchrig, Einzelstücke splittrig, kantig. Das Bohrgut besteht aus Scherben von Kernscheiben, mG-Körnern und dolomitischem Sand sowie aus einer schluffig zersetzten DSt.-Zone; in 2,4 m - 2,5 m Tiefe unt. A.P.: w = 0,0509.</p> <p>Flügelscherfestigkeiten (GEONOR H20, Einsatz S)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Tiefe (m)</th> <th>undrännierte Scherfestigkeit c_u (kPa)</th> <th>Restscherfestigkeit c_{uR} (kPa)</th> <th>Verhältnis c_u/c_{uR}</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1,7</td> <td>80</td> <td>24</td> <td>3,3</td> </tr> <tr> <td>1,85</td> <td>44</td> <td>reißt</td> <td>---</td> </tr> </tbody> </table>	Tiefe (m)	undrännierte Scherfestigkeit c_u (kPa)	Restscherfestigkeit c_{uR} (kPa)	Verhältnis c_u/c_{uR}	1,7	80	24	3,3	1,85	44	reißt	---
Tiefe (m)	undrännierte Scherfestigkeit c_u (kPa)	Restscherfestigkeit c_{uR} (kPa)	Verhältnis c_u/c_{uR}												
1,7	80	24	3,3												
1,85	44	reißt	---												
3,7	3,7-5,7 (2,0)	618,0	<p>Gesteinsserien der Lettenkohle-Schicht – (ku 1 AsK)</p> <p>3,7 m - 4,25 m: TSt. \bar{v} (V4/V5), äußerst mürb, matt bräunlich grau, unterhalb von 3,6 m Tiefe unter A.P.: dunkelgrau mit lokalen hellrostbraunen Einschlüssen, blättrig. Das Bohrgut besteht aus kleinen, mit den Fingern zerdrückbaren Bröckchen und aus Bohrklein; Residualschichtung ist lokal erkennbar.</p> <p>In 4,25 m Tiefe unter A.P. Wechsel von Rammkernbohrverfahren zu Rotationskernbohrverfahren mit Wasserspülung.</p> <p>4,25 m - 4,35 m: T, u, weich, schwarzgrau, organstoffhaltig; durch Bohrspülwasser aufgeweicht.</p> <p>4,35 m - 4,8 m: TMSt. \bar{v} (V4), dolomitisch, mürb, schwarzgrau, horizontalschichtig, organstoffhaltig; Bohrgut in Form von Kernscheiben und kurzen vollzylindr. Kernen (6 cm bis 10 cm lang).</p> <p>4,8 m - 5,45 m: TMSt.(V3), dolomitisch, mürb, dunkelgrau, mit hellrostfarben bestegten Trennflächen, organstoffhaltig; Serie von Kernscheiben.</p>												
5,45		616,25													



Bohrgutbeschreibung

Bohrpunkt BK 3/15

Tiefe [m]	Tiefenband [m]	Höhe (mNN)	Bohrgutbeschreibung								
5,45		616,25	5,45 m - 5,7 m: fSSt.v (V3/V4), u, mürb - äußerst mürb, dunkelgrau; horizontalschichtig, rissig mit rostbraun bestegten Trennflächen, z. T. zerfallend, horizontal mit Kelle teilbar.								
5,7	5,7-6,15 (0,45)	616,0	<p>Dolomitstein- und Schluff-Tongestein der „Alberti-Bank“- Region – (ku 1 AB)</p> <p>5,7 m - 6,15 m: DSt.v, überwiegend mäßig hart, zuoberst (toniger Einschluss), äußerst mürb. Das Bohrgut besteht je anteilig aus zyl. Kernen bis L = 15 cm und aus Gesteinsscherben. In der DSt.-Serie ist in 5,6 m - 5,75 m Tiefe unter A.P. ein Ton-Einschluss, steif-(halbfest), matt mittelgrau, enthalten;</p> <p>in 5,65 m - 5,75 m Tiefe unt. A.P.: w = 0,1210 . Flügelscherfestigkeiten (GEONOR H20, Einsatz S)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Tiefe (m)</th> <th>undräßnierte Scherfestigkeit C_u (kPa)</th> <th>Restscherfestigkeit C_{uR} (kPa)</th> <th>Verhältnis C_u/C_{uR}</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>5,7</td> <td>208</td> <td>---</td> <td>---</td> </tr> </tbody> </table>	Tiefe (m)	undräßnierte Scherfestigkeit C _u (kPa)	Restscherfestigkeit C _{uR} (kPa)	Verhältnis C _u /C _{uR}	5,7	208	---	---
Tiefe (m)	undräßnierte Scherfestigkeit C _u (kPa)	Restscherfestigkeit C _{uR} (kPa)	Verhältnis C _u /C _{uR}								
5,7	208	---	---								
6,15	6,15-7,0 (0,85)	615,55	<p>Dolomitstein- und Schluff-Tongestein der Region des Hauptsandsteins – (ku 1 sH)</p> <p>6,15 m - 6,5 m: TMSt. \bar{v} (V4), fs', mürb, schwarzgrau; vollzylindr. Bohrgut, schiefrig, mit den Fingern zerdrückbar; in 6,35 m - 6,45 m Tiefe unt. A.P.: w = 0,1985.</p> <p>6,5 m - 7,0 m: DSt., s' \bar{v}, äußerst mürb und TSt., s', \bar{v}, Bröckchen, zerfallen, dunkelgrau, organstoffhaltig, mit zahlreichen rostbraunen Bestegen.</p>								
7,0	7,0-10,0 (3,0)	614,7	<p>Tongestein der Estherienschichten – (ku 1 E)</p> <p>TSt. \bar{v} (V4), fs', äußerst mürb - mürb, dunkelgrau; kurze zerfallende zylindr. Kerne; in 8,3 m - 8,4 m vollzylindr. Kern mit steil einfallender glatter Trennfläche, sowie Gesteinsbrösel; mit den Fingern zerdrückbar; in 9,7 m - 9,75 m Tiefe unt. A.P. mäßig harte, dolomit. Zone; Anhand des Bohrgutes ist keine sichere Feinuntergliederung der Schicht möglich;</p> <p>in 8,65 m - 8,75 m Tiefe unt. A.P.: w = 0,0820. Flügelscherfestigkeiten (GEONOR H20, Einsatz S)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Tiefe (m)</th> <th>undräßnierte Scherfestigkeit C_u (kPa)</th> <th>Restscherfestigkeit C_{uR} (kPa)</th> <th>Verhältnis C_u/C_{uR}</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>9,55</td> <td>160</td> <td>---</td> <td>---</td> </tr> </tbody> </table>	Tiefe (m)	undräßnierte Scherfestigkeit C _u (kPa)	Restscherfestigkeit C _{uR} (kPa)	Verhältnis C _u /C _{uR}	9,55	160	---	---
Tiefe (m)	undräßnierte Scherfestigkeit C _u (kPa)	Restscherfestigkeit C _{uR} (kPa)	Verhältnis C _u /C _{uR}								
9,55	160	---	---								
10,0		611,7									

**Bohrgutbeschreibung****Bohrpunkt BK 3/15**

Tiefe [m]	Tiefenband [m]	Höhe (mNN)	Bohrgutbeschreibung
10,0		611,7	<p>Basaldolomit-Region (Basisschichten - ku 1B)</p> <p>10,0 m - 10,25 m: DSt.v (V3), mäßig hart, matt grau; Bruchstücke von Kernscheiben.</p> <p>10,25 m - 10,65 m: TSt.v - \bar{v} (V3-V4), mürb, grau mit gelbbraunen Zwischenlagen.</p> <p>10,65 m - 11,0 m: DSt.v (V2-V3), hart, grau, vollzylindr. Kern.</p> <p>11,0 m - 11,15 m: DSt. \bar{v} (V4), mürb, grau / rostbraun; bröckelig, scherbilig, stückig.</p>
11,15		610,55	<p><u>Rottweil-Formation (Trigonodusdolomit)</u> (erschlossene Mächtigkeit: ca. 14,55 m)</p> <p>Übergangszone (Mittlere / Obere Triaszeit)</p> <p>11,15 m - 11,25 m: U, t, s, steif, matt gelbgrau.</p> <p>11,25 m - 11,45 m: fS, ms, matt rotbraun, (wahrscheinlich fluviatiler Herkunft) in 11,3 m - 11,4 m Tiefe unt. A.P.: w = 0,1125.</p>
	11,15-25,7 (14,55)		<p>Dolomitgestein des Trigonodusdolomits (moδ)</p> <p>11,45 m- 25,7 m: DSt., teilweise fs, mäßig hart, matt gelblich grau mit lokalen matt mittelgrauen Zonen, relativ gleichförmige bankige Gesteinsserien; schwach porös bis porös, häufig scherbilig bzw. splittrig-bröcklig; mit bevorzugt steil geneigten bis vertikalen Trennflächen in oft engständiger Folge, häufig gelbbraun bestegt.</p> <p>unterhalb von 22,5 m Tiefe unter A.P: vermehrt Kerne mit löchrigen Mantelflächen.</p> <p>Vollzylindrische Kerne sind nur in Teilabschnitten vorhanden und sind selten länger als 25 cm. Diese Kerne sind häufig vertikalrissig bis stark vertikalrissig.</p>
25,7		596,0	

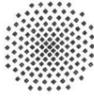


Bohrgutbeschreibung

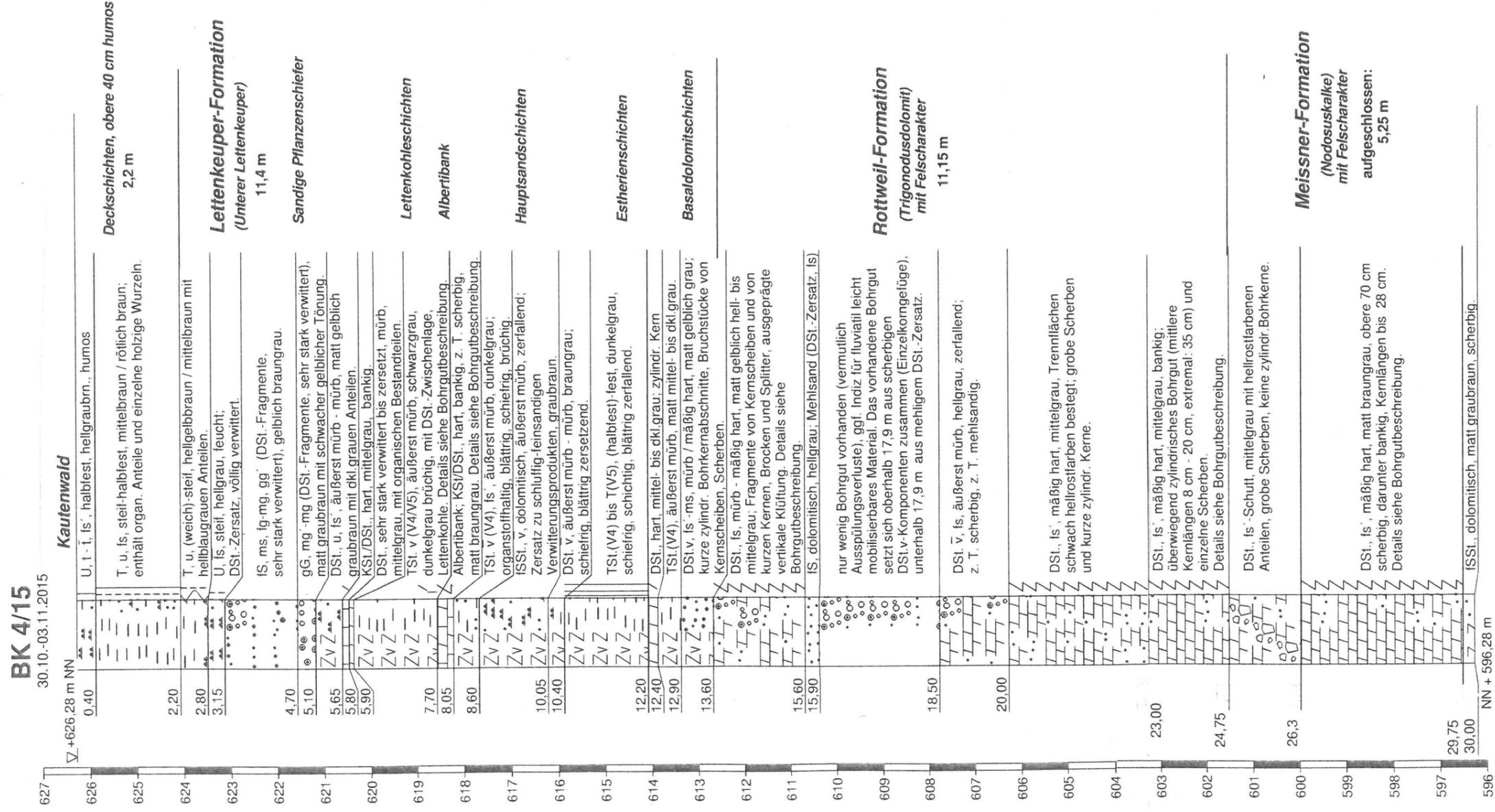
Bohrpunkt BK 3/15

Tiefe [m]	Tiefenband [m]	Höhe (mNN)	Bohrgutbeschreibung
25,7		596,0	
	25,7-30,4 (4,7)		<p><u>Meissner-Formation (Nodosuskalke)</u> (erschlossene Mächtigkeit: ca. 4,7 m)</p> <p>Dolomitgestein und dolomitisiertes Kalkgestein der obersten Region der Nodosuskalke (mo2)</p> <p>DSt./KSt., dolomitisiert, mäßig hart - hart, grau / matt gelblich grau, großteils scherbiges Bohrgut, mehrfach vertikal gespaltene Kerne, die eine intensive vertikale Klüftung belegen. Im gesamten Bohrgut sind nur ganz wenige Kerne vorhanden, die für einen einaxialen Zylinderdruckversuch geeignet wären; Die Mantelflächen der Kerne sind auffallend rauh.</p>
30,4		591,3	Bohrlochendeufe.

Im Bohrgut zeigten sich keine sensorisch wahrnehmbaren Hinweise auf eine mögliche umweltrelevante Belastung.



BK 4/15





Bohrgutbeschreibung

Bohrpunkt BK 4/15

Rottweil-Esch, Fl.St. 2637, bewaldete Fläche (junger Buchenwaldbestand) im Distrikt *Kautenwald*, Abt. *Neckarburgstr.*, am östlichen Waldrand, nördlich angrenzend an das *Neckarburgsträßchen*.

Bohransatzpunkt: R: 34 71 369,9 H: 53 38 776,7; 626,28 mNN; Bohrtiefe: 30,0 m.

Ausführendes Bohrunternehmen: *drillexpert GmbH, Teningen-Nimburg*, mit Raupenbohrgerät *Fraste FS 250*.

Ausführungszeitraum: 30.10.-03.11.2015.

Die Bohrung durchteufte zunächst bis in 0,4 m Tiefe unter A.P. durchwurzelte humose Decklehme und bis in 2,2 m Tiefe unter A.P. feinsandigen Verwitterungslehm des *Lettenkeupers* mit organischen Anteilen. Darunter folgten bis in 13,6 m Tiefe unter A.P. stark bis sehr stark verwitterte, teils dolomitische und teils tonig-sandige, vielfach stückig zerlegte Gesteinsserien des *Lettenkeupers*, wobei sich die schwarzgrauen *Lettenkohle*-Schichten in 5,8 m - 7,7 m Tiefe unter A.P. farblich besonders hervorhoben. Die Grenzregion zwischen den Basalschichten des *Lettenkeupers* (*Obere Triaszeit*) und den tiefgründig verwitterten feinsandigen Dolomitsteinserien der *Rottweil-Formation* (*Mittlere Triaszeit*) wurde in 13,6 m Tiefe unter A.P. angetroffen. Das Bohrgut aus den Gesteinsserien der *Rottweil-Formation* ließ eine Abfolge intensiv steil bis vertikal geklüfteter, abschnittsweise in Zersetzung befindlicher, tiefgründig vertikal geklüfteter Gesteinsfolgen mit Felscharakter erkennen. Der stratigraphische Übergang zu den Schichten der *Meissner Formation* (ca. 601,5 mNN) war anhand des Bohrgutes nicht zweifelsfrei erkennbar, da sich die Art und Beschaffenheit der Gesteinsserien in der *Rottweil Formation* und in den oberen Zonen der *Meissner Formation* nicht wesentlich unterscheiden.

Häufig lag das Bohrgut in Form von Gesteinsscherben, schotterartigen Fragmenten, Brocken und Kernscheiben bzw. Bruchstücken von Kernscheiben vor. Kompakte Gesteinsbänke, die die Gewinnung zylindrischer Bohrkerns ermöglicht hätten, waren im Vergleich dazu nur in einzelnen Tiefenzonen vertreten. Die Festgesteinsserien wiesen zahlreiche Trennflächen (DG: 100%) auf.

Die Bohrung wurde nicht zur Messstelle ausgebaut.

Tiefe [m]	Tiefenband [m]	Höhe (mNN)	Bohrgutbeschreibung
0,0		ca. 626,3	<u>Deckschichten</u> (ku-Verwitterungslehm, quartär verändert) (erschlossene Mächtigkeit: 2,2 m)
	0-0,4 (0,4)		U, t - \bar{t} , fs', halbfest (fast ausgetrocknet), hellgraubraun, humos, krümelig, enthält holzige Wurzeln und Reste von Baumrinde, <i>Lettenkeuper-Rohboden</i> . <i>Diluviale Neckarkiese</i> konnten im Bohrgut nicht nachweisen werden.
0,4		625,85	
	0,4-2,2 (1,8)		T, \bar{u} , fs, steif-halbfest, mittelbraun / rötlich braun; enthält organ. Anteile und einzelne holzige Wurzeln; in 0,7 m - 0,8 m Tiefe unt. A.P.: w = 0,1966; in 1,4 m - 1,5 m Tiefe unt. A.P.: w = 0,2261; in 2,0 m - 2,1 m Tiefe unt. A.P.: w = 0,2335.

Flügelscherfestigkeiten (*GEONOR H20*, Einsatz S)

Tiefe (m)	undrÄnierte Scherfestigkeit C_u (kPa)	Restscherfestigkeit C_{uR} (kPa)	Verhältnis C_u/C_{uR}
1,2	200	64	3,1
1,5	156	48	3,3
1,6	150	38	3,9
1,9	102	40	2,6
2,1	156	52	3,0

**Bohrgutbeschreibung****Bohrpunkt BK 4/15**

Tiefe [m]	Tiefenband [m]	Höhe (mNN)	Bohrgutbeschreibung																								
2,2		624,05	<p><u>Lettenkeuper-Formation (Erfurt-Formation)</u> (erschlossene Mächtigkeit: 11,4 m)</p> <p>dolomitische und sandige Verwitterungsprodukte von Anthrakonitbank / Sandige Pflanzenschiefer – (ku 1-As)</p> <p>T, u, (weich)-steif, hellgelbbraun / mittelbraun mit hellblaugrauen Anteilen; in 2,3 m - 2,4 m Tiefe unt. A.P.: w = 0,3822; in 2,5 m - 2,6 m Tiefe unt. A.P.: w = 0,3674.</p> <p>Flügelcherfestigkeiten (GEONOR H20, Einsatz S)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Tiefe (m)</th> <th>undräßierte Scherfestigkeit C_u (kPa)</th> <th>Restscherfestigkeit C_{uR} (kPa)</th> <th>Verhältnis C_u/C_{uR}</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>2,3</td> <td>42</td> <td>2</td> <td>24</td> </tr> <tr> <td>2,4</td> <td>30</td> <td>4</td> <td>7,5</td> </tr> <tr> <td>2,5</td> <td>82</td> <td>24</td> <td>3,4</td> </tr> <tr> <td>2,6</td> <td>140</td> <td>22</td> <td>6,4</td> </tr> <tr> <td>2,7</td> <td>102</td> <td>26</td> <td>3,9</td> </tr> </tbody> </table>	Tiefe (m)	undräßierte Scherfestigkeit C _u (kPa)	Restscherfestigkeit C _{uR} (kPa)	Verhältnis C _u /C _{uR}	2,3	42	2	24	2,4	30	4	7,5	2,5	82	24	3,4	2,6	140	22	6,4	2,7	102	26	3,9
Tiefe (m)	undräßierte Scherfestigkeit C _u (kPa)	Restscherfestigkeit C _{uR} (kPa)	Verhältnis C _u /C _{uR}																								
2,3	42	2	24																								
2,4	30	4	7,5																								
2,5	82	24	3,4																								
2,6	140	22	6,4																								
2,7	102	26	3,9																								
2,8	2,2-2,8 (0,6)																										
	2,8-3,15 (0,35)	623,45	<p>U, f_s, steif, hellgrau, feucht, fühlt sich samtartig an; DSt.-Zersatz, völlig verwittert (V5), strukturlos in 2,8 m - 2,9 m Tiefe unt. A.P.: w = 0,2484.</p>																								
3,15		623,1	<p>f_S, ms, fg-mg, gg' (DSt.-Fragmente, sehr stark verwittert), gelblich braungrau. In 4,5 m Tiefe unter A.P. Wechsel von Rammkernbohrverfahren zu Rotationskernbohrverfahren mit Wasserspülung.</p>																								
4,7	4,7-5,1 (0,4)	621,55	<p>gG, mg'-mg (DSt.-Fragmente, sehr stark verwittert), matt graubraun mit schwacher gelblicher Tönung.</p>																								
5,1	5,1-5,5 (0,4)	621,15	<p>DSt., u, fs', äußerst mürb, in Zersetzung befindlich, matt gelblich graubraun mit dunkelgrauen Anteilen, Bohrgut mit Maurerkelle durch Einstechen teilbar.</p>																								
5,5	5,5-5,65 (0,15)	620,75	<p>DSt., fs', stark verwittert, mürb, gelblich grau, scherbilig, Teile von Kernscheiben und kurzen zylindr. Kernen.</p>																								
5,65	5,65-5,8 (0,15)	620,6	<p>KSt./DSt., hart, mittelgrau, bankig, zylindr. Kern mit randlicher Fehlstelle.</p>																								
5,8		620,45																									

**Bohrgutbeschreibung****Bohrpunkt BK 4/15**

Tiefe [m]	Tiefenband [m]	Höhe (mNN)	Bohrgutbeschreibung
5,8		620,45	
	5,8-7,7 (1,9)		<p>Gesteinsserien der Lettenkohle-Schicht – (ku 1 AsK)</p> <p>5,8 m - 5,9 m: DSt., sehr stark verwittert bis zersetzt, mürb, mittelgrau, schichtig, enthält organische Bestandteile; in 5,8 m - 5,85 m Tiefe unt. A.P.: $w = 0,0844$.</p> <p>5,9 m - 7,3 m: TSt. \bar{v} (V4/V5), äußerst mürb, schwarzgrau, dunkelgrau mit lokalen hellrostbraunen Einschlüssen, blättrig, brüchig. <i>Lettenkohle.</i></p> <p>7,3 m - 7,5 m: DSt., mäßig hart, mittelgrau, organstoffhaltig; brüchig.</p> <p>7,5 m - 7,7 m: TSt. \bar{v} (V4), halbfest, dunkelgrau, horizontalschichtig, organstoffhaltig.</p>
7,7		618,55	
	7,7-8,05 (0,35)		<p>Dolomitstein- und Schluff-Tongestein der „Alberti-Bank“- Region – (ku 1 AB)</p> <p>7,7 m - 8,05 m: KSt./DSt., hart, bankig, z. T. scherbilig, matt braungrau, mit schwach hellrostfarbenen Anteilen. Gestein enthält Cacitkristalle.</p>
8,05		618,2	
	8,05-10,05 (2,0)		<p>Dolomitstein- und Schluff-Tongestein der Region des Hauptsandsteins – (ku 1 sH)</p> <p>8,05 m - 8,6 m: TSt. \bar{v} (V4), fs', äußerst mürb, dunkelgrau; organstoffhaltig, blättrig, schiefrig, brüchig, Bohrgut, mit den Fingern zerdrückbar.</p> <p>8,6 m - 10,05 m: fSSt., \bar{v}, dolomitisch, äußerst mürb, zerfallend, Zersatz zu schluffig-feinsandigen Verwitterungsprodukten, graubraun.</p>
10,05		616,2	
	10,05-12,9 (2,85)		<p>Dolomit- und Tongestein der Estheriensichten - (ku 1 E)</p> <p>10,05 m - 10,4 m: DSt. \bar{v}, äußerst mürb - mürb, braungrau; schiefrig, blättrig zersetzend; untere 5 cm: U, fs', (DSt.-Zersatz), halbfest, gelbbraun.</p>
10,4		615,85	

**Bohrgutbeschreibung****Bohrpunkt BK 4/15**

Tiefe [m]	Tiefenband [m]	Höhe (mNN)	Bohrgutbeschreibung
10,4		615,85	<p>10,4 m - 12,2 m: TSt.(V4) bis T(V5), (halbfest)-fest, dunkelgrau, schiefrig, schichtig, blättrig zerfallend.</p> <p>12,2 m - 12,4 m: DSt., hart, mittel- bis dkl.grau; zylindr. Kern.</p> <p>12,4 m - 12,9 m: TSt.(V4), äußerst mürb, matt mittel- bis dkl.grau, Bröckel und kurzes zylindr. Stück.</p>
12,9		613,35	<p>Basaldolomit-Region (Basisschichten - ku 1B)</p> <p>12,9 m - 13,35 m: DSt.v, fs', mürb/mäßig hart, matt gelblich grau; kurze zylindr. Bohrkernabschnitte, Bruchstücke von Kernscheiben, Scherben.</p> <p>13,35 m - 13,6 m: DSt.v, ms, fs, gelblich grau, scherbzig.</p>
	12,9-13,6 (0,7)		
13,6		612,65	<p><u>Rottweil-Formation</u> (Trigonodusdolomit) (erschlossene Mächtigkeit: ca. 11,15 m)</p> <p>Dolomitgestein des Trigonodusdolomits (moδ)</p> <p>13,6 m - 14,35 m: DSt., fs, mürb - mäßig hart, matt gelblich hell- bis mittelgrau; Fragmente von Kernscheiben und von kurzen Kernen, Brocken und Splitter.</p> <p>14,35 m - 14,7 m: DSt., fs, mürb - mäßig hart, matt gelblich hell- bis mittelgrau; nahezu senkrecht durchtrennter Kern (offene Trennfuge).</p> <p>14,7 m - 15,6 m: DSt., fs, mürb, matt gelblich hell- bis mittelgrau; mit einer 1 cm bis 2 cm breiten durchgängig vorhandenen vertikalen Kluft, die vollständig krustenartig mit nur teilausgehärteten Calcitkristallen besetzt ist; Bohrgut enthält auch einen relativ starken matt hellgrauen Mehlsand-Anteil (DSt.-Zersatz, fs).</p> <p>15,6 m - 15,9 m: fS, dolomitisch, hellgrau; Mehlsand (DSt.-Zersatz, fs).</p> <p>15,9 m - 17,9 m: nur wenig Bohrgut vorhanden (vermutlich Ausspülungsverluste), ggf. Indiz für fluviatil leicht mobilisierbares Material. Das vorhandene Bohrgut setzt sich aus scherbigen DSt.v-Komponenten zusammen (Einzelkorngefüge).</p>
	13,6-24,75 (11,15)		
17,9		608,35	



Bohrgutbeschreibung

Bohrpunkt BK 4/15

Tiefe [m]	Tiefenband [m]	Höhe (mNN)	Bohrgutbeschreibung
17,9		608,35	<p>17,9 m - 18,5 m: nur wenig Bohrgut vorhanden (vermutlich Ausspülungsverluste) ggf. Indiz für fluviatil leicht mobilisierbares Material. Das vorhandene Bohrgut besteht aus feinsandigem, mehligem DSt.-Zersatz.</p> <p>18,5 m - 20,0 m: DSt. \bar{v}, fs, äußerst mürb, hellgrau, zerfallend; z. T. scherbilig, z. T. mehlsandig.</p> <p>20,25 m - 23,0 m: DSt., fs', mäßig hart, mittelgrau, Trennflächen schwach hellrostfarben bestegt; grobe Scherben und kurze zylindr. Kerne.</p> <p>23,0 m - 24,75 m: DSt., fs', mäßig hart, mittelgrau, bankig; überwiegend zylindrisches Bohrgut (mittlere Kernlängen 8 cm - 20 cm, extremal: 35 cm) und einzelne Scherben; in 23,35 m - 23,6 m: mit Calcitkristallen verheilte vertikale Trennflächen; mit der Tiefe zunehmend rauhe Mantelflächen der Kerne; in 23,65 m - 23,8 m: löchriges Bohrgut.</p>

Grenze zu den *Nodosuskalken* aufgrund des Bohrgutes nicht zweifelsfrei identifizierbar.

24,75

601,5

RQD-Indizes für den Bereich der *Rottweil-Formation* und der *Meissner-Formation*:

Tiefe (m)	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19	19-20
RQD-Index (%)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tiefe (m)	20-21	21-22	22-23	23-24	24-25	25-26	26-27	27-28	28-29	29-30
RQD-Index (%)	16	0	0	71	0	0	10	31	63	30

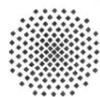
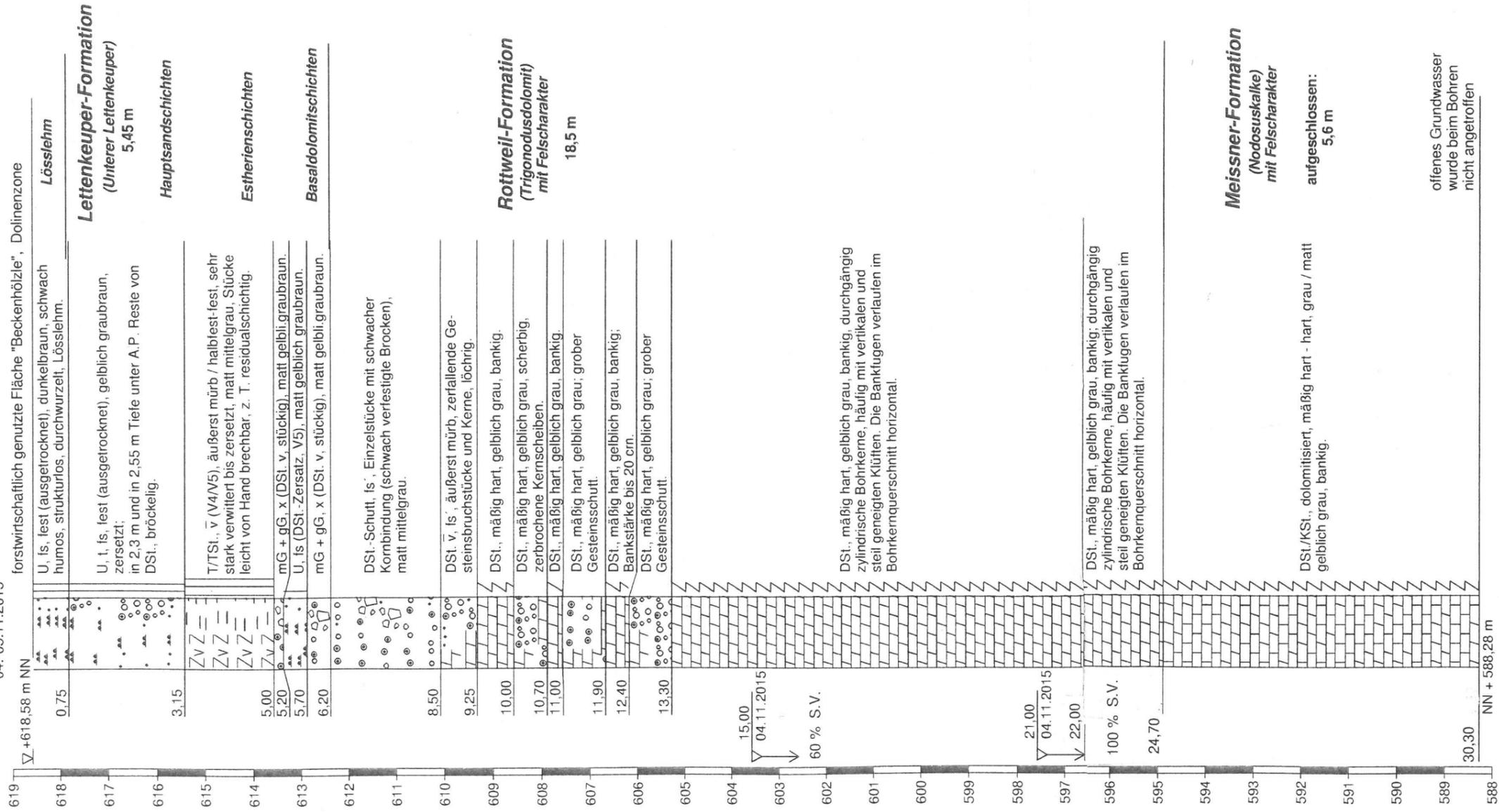
**Bohrgutbeschreibung****Bohrpunkt BK 4/15**

Tiefe [m]	Tiefenband [m]	Höhe (mNN)	Bohrgutbeschreibung
24,75		601,5	<u>Meissner-Formation (Nodosuskalke)</u> (erschlossene Mächtigkeit: ca. 5,25 m)
	24,75-30,0 (5,25)		Dolomitgestein und dolomitisches Feinsandgestein der obersten Region der Nodosuskalke (mo2)
			24,75 m - 26,3 m: DSt., fs'-Schutt, mittelgrau mit hellrostfarbenen Anteilen, grobe Scherben, keine zylindr. Bohrkerne.
			26,3 m - 27,0 m: DSt., fs', mittelgrau mit hellrostfarbenen Anteilen, zerbrochene Kernscheiben und kurzer zyl. Bohrkern.
			27,0 m - 29,75 m: DSt., fs', mäßig hart, matt braungrau, bankig, in 28 m - 29 m: extremale Kernlängen: 22/25 cm; RQD-Index: 65%; in 29 m - 30 m: extremale Kernlänge: 28 cm; RQD-Index: 38%.
			29,75 m - 30,0 m: fSSt., dolomitisch, matt graubraun, scherbzig.
30,0		596,25	Bohrlochendteufe.

Im Bohrgut zeigten sich keine sensorisch wahrnehmbaren Hinweise auf eine mögliche umweltrelevante Belastung.

Ergänzende geotechnische Untersuchung des JVA-Standortes Rottweil-Esch, Fl.St. 2630/1

BK 5/15
04.-05.11.2015



BK 5/15

**Bohrgutbeschreibung****Bohrpunkt BK 5/15**

Rottweil-Esch, Fl.St. 2630/1. Waldstreifen in der Senke südlich des *Neckarburgsträßchens*. Der Bohrpunkt erschloss die Zone wenige Meter nördlich eines im Waldgelände offenkundigen Dolinenschwarms am westlichen Rand d. Geländes. Bohransatzpunkt: R: 3471372,5 H: 5338635,2; 618,55 mNN; Bohrtiefe: 30,3 m. Ausführendes Bohrunternehmen: *drillexpert GmbH, Teningen-Nimburg*, mit Raupenbohrgerät *Fraste FS 250*. Ausführungszeitraum: 04.11.-05.11.2015.

Die Bohrung durchteufte bis in 3,15 m Tiefe unter A.P. *Lösslehm* und schwach sandigen Rohboden des *Lettenkeupers*. Die unteren Regionen dieser Schicht können als Verwitterungsendprodukte der *Hauptsandsteinschichten* des *Lettenkeupers* interpretiert werden. Oberhalb von 0,75 m Tiefe unter A.P. waren humose Anteile erkennbar. Zwischen 3,15 m und 5,0 m Tiefe unter A.P. folgten die *Estherienschichten* und bis in 6,2 m Tiefe unter A.P. die *Basisdolomite*. Die Grenzregion zwischen den Basalschichten des *Lettenkeupers* (*Obere Triaszeit*) und den relativ gleichförmigen, mäßig harten Dolomitgesteinsserien der *Rottweil-Formation* (*Mittlere Triaszeit*) wurde in 612,35 mNN angetroffen. Das Bohrgut aus den Gesteinsserien der *Rottweil-Formation* bestand bis in eine Tiefe von 9,25 m unter A.P. aus Gesteinsschutt. Bis in 13,3 m Tiefe unter A.P. wechselten schuttreiche Abschnitte mit gebankten Abschnitten. Darunter folgten nahezu ausschließlich bankige Gesteinsserien. Der stratigraphische Übergang zu den Schichten der *Meissner Formation* (ca. 24,7 m tief unter A.P.) war anhand des Bohrgutes nicht zweifelsfrei erkennbar, da sich die Art und Beschaffenheit der Gesteinsserien (gebankte Dolomitgesteine und zumeist ausgeprägt dolomitisierte Kalkgesteine) in der *Rottweil-Formation* und den oberen Zonen der *Meissner Formation* nicht wesentlich unterscheiden. Die Bohrkern aus der *Meissner Formation* lassen auf eine gebankte Festgesteinsserie schließen.

Die Bohrung wurde nicht als Messstelle ausgebaut.

Tiefe [m]	Tiefenband [m]	Höhe (mNN)	Bohrgutbeschreibung
			<u>Lettenkeuper-Formation (Erfurt-Formation) inkl. Decklehm</u> (erschlossene Mächtigkeit: 6,2 m)
			Lösslehm mit Übergang zur Verwitterungsdecke des Unteren Lettenkeupers (ku 1)
0,0	0-0,75 (0,75)	618,58	U, fs, fest (ausgetrocknet), dunkelbraun, schwach humos, strukturlos, durchwurzelt, Lösslehm (quartär); <i>Diluviale Neckarkiese</i> konnten im Bohrgut nicht nachweisen werden.
0,75	0,75-3,15 (2,4)	ca. 617,8	U, t, fs, fest (ausgetrocknet), gelblich graubraun, zersetzt; in 1,7 m - 1,8 m Tiefe unt. A.P.: w = 0,1273. in 2,3 m und in 2,55 m Tiefe unter A.P. Reste von DSt., bröckelig. Die Schicht ist nach der stratigraphischen Deutung jeweils anteilig als Lösslehm und als Verwitterungsdecke der <i>Hauptsandschichten</i> des <i>Unteren Lettenkeupers</i> anzusprechen.
3,15	3,15-5,0 (1,85)	615,4	Ton-/Dolomitgestein der Estherienschichten – (ku 1 E) 3,15 m - 5,0 m: T/TSt., \bar{v} (V4/V5), äußerst mürb / halbfest-fest, sehr stark verwittert bis zersetzt, matt mittelgrau, Stücke leicht v. Hand brechbar, z. T. residual-schichtig. in 3,45 m - 3,55 m Tiefe unt. A.P.: w = 0,1390.
5,0		613,55	

**Bohrgutbeschreibung****Bohrpunkt BK 5/15**

Tiefe [m]	Tiefenband [m]	Höhe (mNN)	Bohrgutbeschreibung
5,0		613,55	<p>Basaldolomit-Region (Basisschichten – ku 1B)</p> <p>5,0 m - 5,2 m: mG+gG, x (DSt. \bar{v}, stückig), matt gelbli.graubraun. 5,2 m - 5,7 m: U, fs, hf., (DSt.-Zersatz, V5), matt gelbli. graubraun.</p> <p>In 5,5 m Tiefe unter A.P. Wechsel von Rammkernbohrverfahren zu Rotationskernbohrverfahren mit Wasserspülung; in 5,55 m - 5,65 m Tiefe unt. A.P.: w = 0,1435.</p> <p>5,7 m - 6,2 m: mG+gG, x (DSt. \bar{v}, stückig), matt gelbli.graubraun.</p>
6,2	5,0-6,2 (1,2)		
		612,35	<p>Übergang zum <i>Trigonodusdolomit</i>.</p> <p><u>Rottweil-Formation</u> (Trigonodusdolomit) (erschlossene Mächtigkeit: 18,5 m)</p> <p>Dolomitgestein des Trigonodusdolomits (moδ) DSt., fs, mäßig hart, matt gelblich grau mit lokalen matt mittelgrauen Zonen, relativ gleichförmige bankige Gesteinsserien; schwach porös bis porös, örtlich löchrig, häufig scherbzig bzw. splittrig-bröcklig, mit bevorzugt steil geneigten bis vertikalen Trennflächen in oft engständiger Folge; Kerne oft stufig brechend. Vollzylindrische Kerne sind selten länger als 10 cm (extremal 20 cm lang) und wechseln mit scherbigen Abschnitten der Bohrstrecke.</p> <p>6,2 m - 8,5 m: DSt.-Schutt, fs', Einzelstücke mit schwacher Kornbindung (schwach verfestigte Brocken), matt mittelgrau.</p> <p>8,5 m - 9,25 m: DSt. \bar{v}, fs', äußerst mürb, zerfallende Gesteinsbruchstücke und Kerne, löchrig.</p> <p>9,25 m - 10,0 m: DSt., mäßig hart, gelblich grau, bankig.</p> <p>10,0 m - 10,7 m: DSt., mäßig hart, gelblich grau, scherbzig, zerbrochene Kernscheiben.</p> <p>10,7 m - 11,0 m: DSt., mäßig hart, gelblich grau, bankig.</p> <p>11,0 m - 12,0 m: DSt., mäßig hart, gelblich grau; grober Gesteinsschutt.</p> <p>12,0 m - 12,4 m: DSt., mäßig hart, gelblich grau, bankig; Bankstärke bis 20 cm.</p> <p>12,4 m - 13,3 m: DSt., mäßig hart, gelblich grau; grober Gesteinsschutt.</p>
	6,2-24,7 (18,5)		
13,3		605,25	



Bohrgutbeschreibung

Bohrpunkt BK 5/15

Tiefe [m]	Tiefenband [m]	Höhe (mNN)	Bohrgutbeschreibung
13,3		605,25	<p>13,3 m - 24,7 m: DSt., mäßig hart, gelblich grau, bankig; durchgängig zylindrische Bohrkerne, häufig mit vertikalen und steil geneigten Klüften. Die Bankfugen verlaufen im Bohrkernquerschnitt horizontal.</p> <p>ab 15,0m abwärts: 60% Spülwasserverlust. ab 21,0m abwärts: 100% Spülwasserverlust.</p>

24,7 593,85

RQD-Indizes für den Bereich der *Rottweil-Formation* und der *Meissner-Formation*:

Tiefe (m)	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19	19-20
RQD-Index (%)	0	58	26	0	17	0	62	37	10	10	20	60
Tiefe (m)	20-21	21-22	22-23	23-24	24-25	25-26	26-27	27-28	28-29	29-30		
RQD-Index (%)	55	54	37	67	50	69	69	39	57	53		

Meissner-Formation (Nodosuskalke)
(erschlossene Mächtigkeit: 5,6 m)

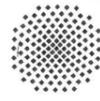
24,7-30,3
(5,6)

Dolomitgestein und dolomitisiertes Kalkgestein der obersten Region der Nodosuskalke (mo2)

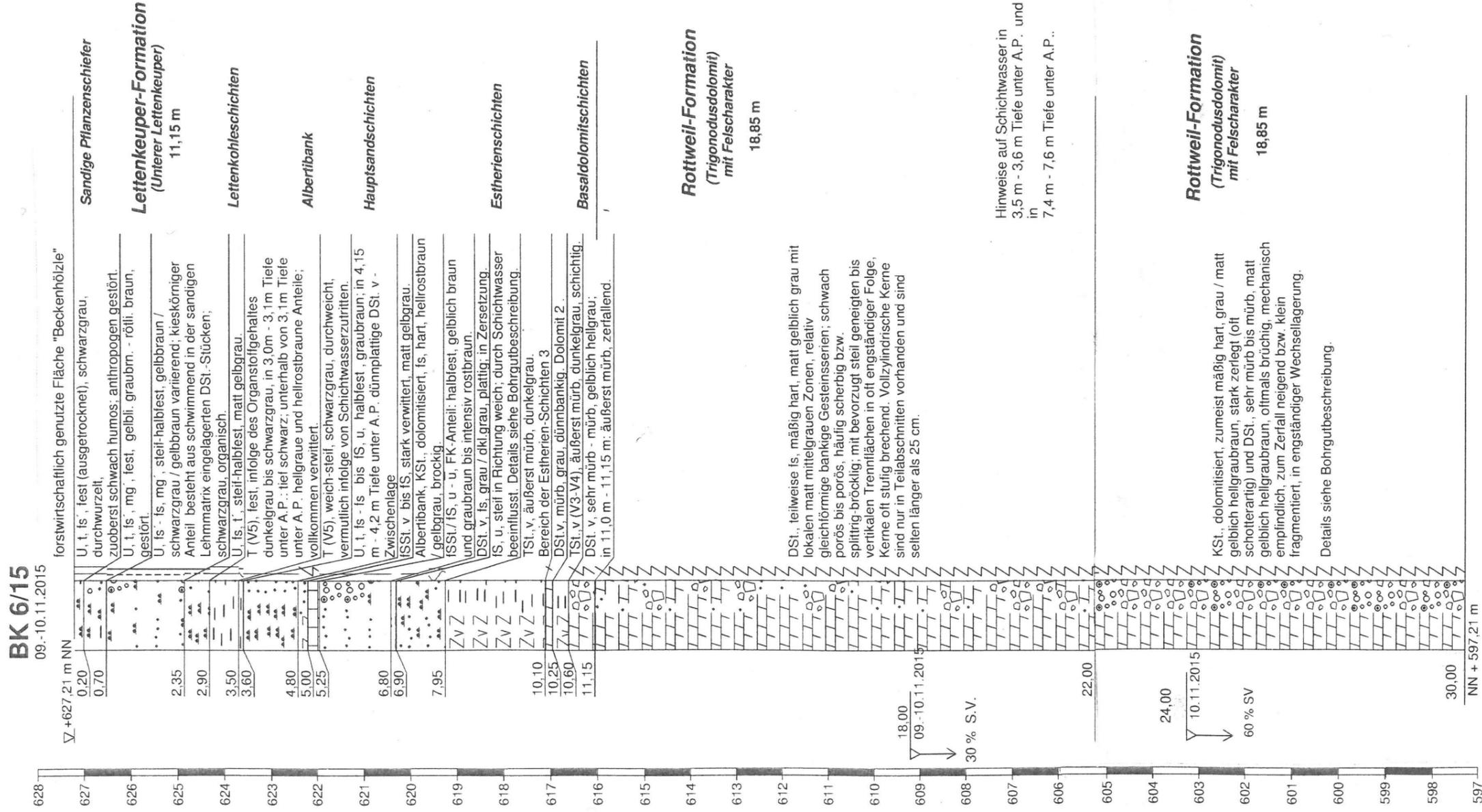
DSt./KSt., dolomitisiert, mäßig hart - hart, grau / matt gelblich grau, bankig.

30,3 588,25 Bohrlochendeufe.

Im Bohrgut zeigten sich keine sensorisch wahrnehmbaren Hinweise auf eine mögliche umweltrelevante Belastung.



BK 6/15



Die Schichten der Meissner-Formation wurden in BK 6/15 nicht
aufgeschlossen.

**Bohrgutbeschreibung****Bohrpunkt BK 6/15**

Rottweil-Esch, Fl.St. 2630/1. Waldstreifen im Distrikt *Beckenhölzle*, Abt. *Schachtloch*.

Bohransatzpunkt im Wald: R: 34 71 369,8 H: 53 38 481,9; 627,21 mNN; Bohrtiefe: 30,0 m.

Ausführendes Bohrunternehmen: *drillexpert GmbH, Teningen-Nimburg*, mit Raupenbohrgerät *Fraste FS 250*.

Ausführungszeitraum: 09.11.-10.11.2015.

Die Bohrung durchteufte bis in 2,35 m Tiefe unter A.P. durch anthropogene und natürliche Vorgänge gestörten *Lettenkeuper*-Verwitterungslehm mit Waldbodenauflage im Bereich einer forstlichen Rückegasse. Darunter folgten bis in 11,15 m Tiefe unter A.P. stark bis sehr stark verwitterte, teils dolomitische und teils tonig-sandige, vielfach stückig zerlegte Gesteinsserien des *Lettenkeupers* unterhalb der *Anthrakonitbank*, wobei sich die schwarzgrauen Schichten der *Lettenkohle-Gruppe* in 2,9 m - 4,8 m Tiefe unter A.P. farblich besonders hervorhoben. Die Grenzregion zwischen den Basalschichten des *Lettenkeupers* (*Obere Triaszeit*) und den relativ gleichförmigen, mäßig harten Dolomitgesteinsserien der *Rottweil-Formation* (*Mittlere Triaszeit*) wurde in 616,05 mNN angetroffen. Das Bohrgut aus den Gesteinsserien der *Rottweil-Formation* ließ eine Abfolge intensiv steil bis vertikal geklüfteter, abschnittsweise scherbilg zerlegter Gesteinsbänke mit Felscharakter erkennen. Nach visueller Deutung des Bohrgutes wurde die Schichtgrenze zur den Gesteinsserien der *Meissner-Formation* offenbar nicht durchteuft

Häufig lag das Bohrgut in Form von Gesteinsscherben, schotterartigen Fragmenten, Brocken und Kernscheiben bzw. Bruchstücken von Kernscheiben vor. Kompakte Gesteinsbänke, die die Gewinnung zylindrischer Bohrkerns ermöglicht haben waren vor allem zwischen 13,4 m und 20,35 m Tiefe unter A.P. anzutreffen. Die Festgesteinsserien wiesen zahlreiche Trennflächen (DG: 100%) auf.

Die Bohrung wurde nicht zur Messstelle ausgebaut.

Tiefe [m]	Tiefenband [m]	Höhe (mNN)	Bohrgutbeschreibung
			<u>Lettenkeuper-Formation (Erfurt-Formation)</u> inkl. Decklehm (erschlossene Mächtigkeit: 11,15 m)
			Verwitterungsdecke des Unteren Lettenkeupers (ku 1)
0,0	0-0,2 (0,2)	ca. 627,2	U, t, fs', fest (ausgetrocknet), schwarzgrau, durchwurzelt, zuoberst schwach humos und krümelig mit dünnem Wurzelgeflecht, teilweise bröckelig; anthropogen gestört, (forstliche Rückegasse). <i>Diluviale Neckarkiese</i> konnten im Bohrgut nicht nachweisen werden.
0,2	0,2-0,7 (0,5)	627,0	U, t, fs', fest, enthält DSt.-Korn in mG-Größe (vermutlich anthropogen eingetragen), gelblich graubraun bis rötlich braun, gestört.
0,7	0,7-2,35 (1,65)	626,5	U, fs' - fs, mg', steif-halbfest, gelbbraun / schwarzgrau / gelbbraun variierend; kieskörniger Anteil besteht aus schwimmend in der sandigen Lehmmatrix eingelagerten DSt.-Stücken; schwarzgraue Färbung infolge organischer Bestandteile; Durchwurzlung bis in ca. 1,3 m Tiefe unter A.P..
2,35		624,85	in 2,0 m - 2,1 m Tiefe unt. A.P.: w = 0,1980.

**Bohrgutbeschreibung****Bohrpunkt BK 6/15**

Tiefe [m]	Tiefenband [m]	Höhe (mNN)	Bohrgutbeschreibung
2,35		624,85	
	2,35-2,9 (0,55)		Sandige Pflanzenschiefer – (ku 1-As) U, fs, t', steif-halbfest, matt gelbgrau, vollkommen verwittert.
2,9		624,3	
	2,9-4,8 (1,9)		Schluff-Tongestein der Lettenkohle-Schicht – (ku 1 AsK) 2,9 m - 3,5 m: T (V5), fest, infolge des Organstoffgehaltes dunkelgrau bis schwarzgrau, in 3,0m - 3,1m Tiefe unter A.P.: tief schwarz; unterhalb von 3,1m Tiefe unter A.P. hellgraue und hellrostbraune Anteile; vollkommen verwittert; in 2,95 m - 3,05 m Tiefe unt. A.P.: w = 0,2659. In 3,5 m Tiefe unter A.P. Wechsel von Rammkernbohrverfahren zu Rotationskernbohrverfahren mit Wasserspülung. 3,5 m - 3,6 m: T (V5), weich-steif, schwarzgrau, durchweicht. in 3,5 m - 3,6 m Tiefe unt. A.P.: w = 0,2485. 3,6 m - 4,8 m: U, t, fs - $\bar{f}s$ bis fS, \bar{u} , halbfeste Zustandsform, großteils residuialschichtig (V5), graubraun; in 4,15 m - 4,2 m Tiefe unter A.P. dünnplattige DSt. \bar{v} - Zwischenlage.
4,8		622,4	
	4,8-5,25 (0,45)		Sandstein- und dolomitisches Kalkgestein der „Alberti-Bank“- Region – (ku 1 AB) 4,8 m - 5,0 m: fSSt. \bar{v} bis fS, stark verwittert, matt gelbgrau. 5,0 m - 5,25 m: KSt., dolomitisiert, fs, hart, hellrostbraun / gelbgrau, brockig (kein zylindr. Bohrgut)
5,25		621,95	
	5,25-7,95 (2,7)		Schichten in der Region des Hauptsandsteins – (ku 1 sH) 5,25 m - 6,0 m: fS, u - \bar{u} , FK-Anteil: halbfest, dkl.grau / gelblich dkl.grau, residuialschichtig. 6,0 m - 6,2 m: fSSt., stark verwittert, zerlegt in Bröckchen, intensiv rostbraun. 6,2 m - 6,8 m: fS, u - \bar{u} , FK-Anteil: halbfest, gelblich braun bis graubraun. in 6,4 m - 6,5 m Tiefe unt. A.P.: w = 0,2318 6,8 m - 7,0 m: DSt. \bar{v} , fs, grau / dunkelgrau, plattig; in Zersetzung befindlich. 7,0 m - 7,25 m: fS, u - \bar{u} , FK-Anteil: halbfest, gelblich braun bis graubraun.
7,25		619,95	

**Bohrgutbeschreibung****Bohrpunkt BK 6/15**

Tiefe [m]	Tiefenband [m]	Höhe (mNN)	Bohrgutbeschreibung
7,25		619,95	<p>7,25 m - 7,4 m: fS, \bar{u}, steif in Richtung weich. durch Schichtwasser beeinflusst.</p> <p>7,4 m - 7,6 m: fS, intensiv gelbbraun; sehr feucht bis nass; <u>Schichtwasserhorizont</u>.</p> <p>7,6 m - 7,95 m: fS, \bar{u} bis U, \bar{f}_s, FK-Anteil: steif, matt mittelgrau und gelbbraun; nach unten zunehmende Grautönung.</p>
7,95		619,25	<p>Ton-/Dolomitgestein der Estheriensichten – (ku 1 E)</p> <p>7,95 m - 10,1 m: TSt.,v, äußerst mürb, dunkelgrau. Bereich der <i>Estherien-Schichten 3</i> in 8,5 m - 8,6 m Tiefe unt. A.P.: w = 0,1721</p> <p>10,1 m - 10,25 m: DSt.v (V3), mürb, grau, dünnbankig. <i>Dolomit 2</i></p> <p>10,25 m - 10,6 m: TSt.,v (V3-V4), äußerst mürb, dunkelgrau, schichtig.</p>
	7,95-10,6 (2,65)		
10,6		616,6	<p>Basaldolomit-Region (Basisschichten - ku 1B)</p> <p>10,6 m - 11,15 m: DSt. \bar{v}, sehr mürb - mürb, gelblich hellgrau; in 11,0 m - 11,15 m: äußerst mürb, zerfallend.</p> <p>Übergang zum <i>Trigonodusdolomit</i>.</p>
	10,6-11,15 (0,55)		
11,15		616,05	<p><u>Rottweil-Formation</u> (<i>Trigonodusdolomit</i>) (erschlossene Mächtigkeit: 18,85 m)</p> <p>Dolomitgestein des Trigonodusdolomits (moδ) DSt., teilweise fs, mäßig hart, matt gelblich grau mit lokalen matt mittelgrauen Zonen, relativ gleichförmige bankige Gesteinsserien; schwach porös bis porös, häufig scherbzig bzw. splittrig-bröcklig; mit bevorzugt steil geneigten bis vertikalen Trennflächen in oft engständiger Folge, Kerne oft stufig brechend. Vollzylindrische Kerne sind nur in Teilabschnitten vorhanden und sind selten länger als 25 cm.</p> <p>11,15 m - 11,3 m: DSt., mäßig hart, zylindrischer Kern, gelblich hellgrau.</p> <p>11,3 m - 11,35 m: S, matt dunkelrotbraun; schwach mit DSt. verbacken.</p>
	11,15-30,0 (18,85)		
11,35		615,85	



Bohrgutbeschreibung

Bohrpunkt BK 6/15

Tiefe [m]	Tiefenband [m]	Höhe (mNN)	Bohrgutbeschreibung
11,35		615,85	
			11,35 m - 11,7 m: DSt., fs', mürb - mäßig hart, matt gelblich grau, zerfallener zylindrischer Kern.
			11,7 m - 12,4 m: DSt., fs', mäßig hart, matt gelblich grau, vorwiegend bankig.
			12,4 m - 13,4 m: DSt. fs', mäßig hart, matt gelblich grau; zu groben Scherben zerfallen.
			13,4 m - 15,5 m: DSt. fs', mäßig hart, matt gelblich grau, bankig.
			15,5 m - 16,9 m: DSt. fs', mäßig hart, gelblich hellgrau; dickbankig, relativ lange Kerne.
			16,9 m - 20,35 m: DSt. fs', mäßig hart, matt gelblich grau, bankig. ab 18,0m abwärts: 30% Spülwasserverlust.
			20,35 m - 21,7 m: DSt. fs', zerfallen zu mG-Körnern (kleinen Scherben).
			21,7 m - 25,45 m: DSt. fs', mäßig hart, matt gelblich grau, bankig. ab 24,0m abwärts: 60% Spülwasserverlust.
			25,45 m - 29,2 m: DSt. fs', mäßig hart, matt gelblich grau, mehrfacher Wechsel von scherbigen und bankigen Abschnitten.
			29,2 m - 30,0 m: DSt. fs', mäßig hart, matt gelblich grau, bankig.
30,0		597,2	Bohrlochendteufe.

Mit BK 6/15 wurde die *Meissner-Formation* nicht aufgeschlossen.

RQD-Indizes für den Bereich der *Rottweil-Formation*:

Tiefe (m)	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19	19-20
RQD-Index (%)	27	35	20	22	76	36	90	76	51	76
Tiefe (m)	20-21	21-22	22-23	23-24	24-25	25-26	26-27	27-28	28-29	29-30
RQD-Index (%)	15	0	46	52	46	38	44	10	0	76

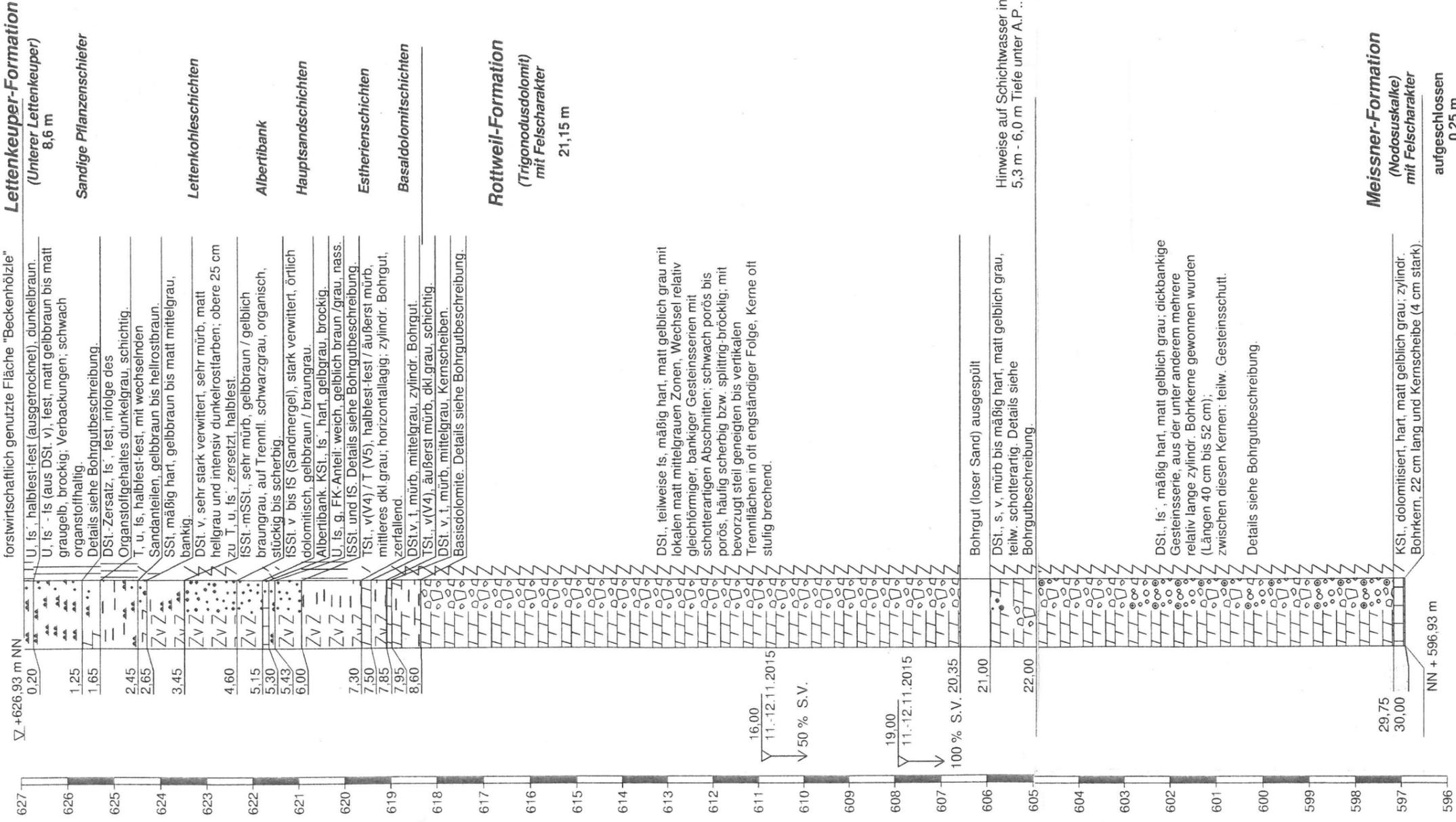
Im Bohrgut zeigten sich keine sensorisch wahrnehmbaren Hinweise auf eine mögliche umweltrelevante Belastung.



BK 7/15

BK 7/15

11.-12.11.2015



Hinweise auf Schichtwasser in 5,3 m - 6,0 m Tiefe unter A.P.:

**Bohrgutbeschreibung****Bohrpunkt BK 7/15**

Rottweil-Esch, Fl.St. 2630/1. Waldstreifen im Distrikt *Beckenhölzle*, Abt. *Schachtloch*.

Bohransatzpunkt im Wald: R: 34 71 456,0 H: 53 38 514,1; 626,93 mNN; Bohrtiefe: 30,0 m.

Ausführendes Bohrunternehmen: *drillexpert GmbH, Teningen-Nimburg*, mit Raupenbohrgerät *Fraste FS 250*.

Ausführungszeitraum: 11.11.-12.11.2015.

Die Bohrung durchteufte bis in 1,25 m Tiefe unter A.P. unter der Waldbodenaufgabe Verwitterungsböden der *Sandigen Pflanzenschiefer*. Darunter folgten bis in 4,6 m Tiefe unter A.P. stark bis sehr stark verwitterte, ausgeprägt sandige und z. T. dolomitische Gesteinsserien, die nach der Schichtenfolge des Normalprofils der *Lettenkohle-Gruppe* zuzuordnen sind. Unter diesen folgen bis in 8,6 m Tiefe unter A.P. die liegenden *Lettenkeuper*-Schichten. Die Grenzregion zwischen den Basalschichten des *Lettenkeupers* (*Obere Triaszeit*) und den relativ gleichförmigen, mäßig harten Dolomitgesteinsserien der *Rottweil-Formation* (*Mittlere Triaszeit*) wurde in 618,3 mNN angetroffen. Das Bohrgut aus den Gesteinsserien der *Rottweil-Formation* ließ eine Abfolge intensiv steil bis vertikal geklüfteter, abschnittsweise scherbilg zerlegter Gesteinsbänke mit Felscharakter erkennen. Häufig lag das Bohrgut in Form von Gesteinsscherben, schotterartigen Fragmenten, Brocken und Kernscheiben bzw. Bruchstücken von Kernscheiben vor. Kompakte Gesteinsbänke innerhalb der *Rottweil-Formation* waren vor allem zwischen 22 m und 25 m Tiefe unter A.P. anzutreffen. Die Festgesteinsserien wiesen zahlreiche Trennflächen (DG: 100%) auf.

Nach visueller Deutung des Bohrgutes wurde die Schichtgrenze zur den Gesteinsserien der *Meissner-Formation* in 29,75 m Tiefe unter A.P. erbohrt. Die Bohrung wurde nicht zur Messstelle ausgebaut.

Tiefe [m]	Tiefenband [m]	Höhe (mNN)	Bohrgutbeschreibung
			<u>Lettenkeuper-Formation (Erfurt-Formation)</u> inkl. Decklehm (erschlossene Mächtigkeit: 8,6 m)
			Verwitterungsdecke des Unteren Lettenkeupers (ku 1)
0,0	0-0,2 (0,2)	ca. 626,9	U, fs', halbfest-fest (ausgetrocknet), dunkelbraun, stark durchwurzelt; Schicht enthält holzige Mulchspäne. <i>Diluviale Neckarkiese</i> konnten im Bohrgut nicht nachweisen werden.
0,2	0,2-2,65 (2,45)	626,7	Sandige Pflanzenschiefer – (ku 1- As)
			0,2 m - 1,25 m: U, fs' - fs (aus DSt. \bar{v}), fest, matt gelbbraun bis matt graugelb, brockig; Verbackungen; unterhalb 0,65 m Tiefe unter A.P. mit gS-Anteil (Bohrklein). Unterh. 1,25 m Tiefe unt. A.P. Verbackungen noch ausgeprägter, matt dunkelgraubraun mit hellgrauen Sprenkeln, schwach organstoffhaltig; in 1,15 m - 1,25 m Tiefe unt. A.P.: w = 0,1502 .
			1,25 m - 1,65 m: DSt.-Zersatz, fs', fest, infolge des Organstoffgehaltes dunkelgrau, schichtig; in 1,3 m - 1,4 m Tiefe unt. A.P.: w = 0,1528; In 1,5 m Tiefe unter A.P. Wechsel von Rammkernbohrverfahren zu Rotationskernbohrverfahren mit Wasserspülung.
			1,65 m - 2,45 m: T, \bar{u} , halbfest-fest, oberhalb 2,2 m unter A.P.: fs' - fs (V5), gelbbraun, lokale Residualschichtung; unterhalb 2,2 m unter A.P.: fs - $\bar{f}s$, mit hellrostbraunen Sandanteilen; in 2,25 m - 2,35 m Tiefe unt. A.P.: w = 0,2562.
			2,45 m - 2,65 m: SSt, mäßig hart, gelbbraun bis matt mittelgrau bankig; noch unten in Auflösung (abgelöste mG- bis mG-Stücke).
2,65		624,25	

**Bohrgutbeschreibung****Bohrpunkt BK 7/15**

Tiefe [m]	Tiefenband [m]	Höhe (mNN)	Bohrgutbeschreibung
2,65		624,25	<p>Gesteine der Lettenkohle-Gruppe – (ku 1 AsK)</p> <p>Die Schwarzfärbung als Hinweis für den Organstoffgehalt ist im Profil BK 7/15 weniger stark ausgeprägt, als in anderen Bohrprofilen.</p> <p>2,65 m - 2,9 m: T, u. fs' (als Verwitterungsprodukt aus DSt.), halbfest, matt mittelgrau bis matt gelblich braun, schwach organstoffhaltig, zylindr. Bohrgut.</p> <p>2,9 m - 3,45 m: DSt. \bar{v}, sehr stark verwittert, sehr mürb, matt hellgrau und intensiv dunkelrostfarben, insbes. auf vertikalen Trennflächen, schichtig, horizontallagig, z. T. blättrig, bereichsw. organstoffhaltig; von Hand zerlegbar, mit Maurerkelle leicht teilbar; in 3,25 m - 3,35 m Tiefe unt. A.P.: w = 0,1169.</p> <p>3,45 m - 3,55 m: U, g, fs' - fs, t', <u>weich</u>, schlickartig, nass; <u>Schichtwasserhorizont</u>.</p> <p>3,55 m - 4,6 m: fSSt.-mSSt., sehr mürb, gelbbraun / gelblich braungrau, auf Trennflächen schwarzgrau, organisch verunreinigt, stückig bis scherbzig zerlegt; teilweise schwach glimmerführend; in der Regel von Hand aufbrechbar.</p> <p>ab 4,0m abwärts: 100% Spülwasserverlust.</p>
4,6	2,65-4,6 (1,95)	622,3	<p>Sandstein- und dolomitische Kalkgestein der „Alberti-Bank“- Region – (ku 1 AB)</p> <p>4,6 m - 5,15 m: fSSt. \bar{v} bis fS (Sandmergel), stark verwittert, örtlich dolomitisch, gelbbraun / braungrau, schwache Kornbindung; Bröckchen in der Regel zwischen den Fingern zerdrückbar oder lagenförmig aufbrechbar.</p> <p>5,15 m - 5,3 m: KSt., fs', hart, gelbgrau, brockig (kein zylindr. Bohrgut), stirnseitig hackiges Bruchbild, v-rissig, mit Calcit-Kristallen verheilte Schrägkluft.</p>
5,3	4,6-5,3 (0,7)	621,6	

**Bohrgutbeschreibung****Bohrpunkt BK 7/15**

Tiefe [m]	Tiefen- band [m]	Höhe (mNN)	Bohrgutbeschreibung																				
5,3		621,6																					
	5,3-6,0 (0,7)		<p>Schichten in der Region des Hauptsandsteins – (ku 1 sH)</p> <p>5,3 m - 5,43 m: U, \bar{f}_s, g, FK-Anteil: <u>weich</u>, gelblich braun / grau, nass. <u>Schichtwasserhorizont</u> als Ursache wahrscheinlich.</p> <p>5,43 m - 5,53 m: fSSt., dolomitisch, mäßig hart, hellgelbbraun, brockig; in 5,45 m - 5,53 m Tiefe unt. A.P.: $w = 0,1354$.</p> <p>5,53 m - 6,0 m: fS (Verwitterungsprodukt aus fSSt. \bar{v}), u, mit einzelnen fSSt.-Reliktstücken in mG-Größe; unterhalb 5,8 m Tiefe unt. A.P. stark aufgeweicht (<u>Schichtwasser</u>-Einwirkung); in 5,8 m - 5,9 m Tiefe unt. A.P.: $w = 0,6508$.</p> <p>Flügelscherfestigkeiten (GEONOR H20, Einsatz S)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Tiefe (m)</th> <th>undrained Scherfestigkeit C_u (kPa)</th> <th>Restscherfestigkeit C_{uR} (kPa)</th> <th>Verhältnis C_u/C_{uR}</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>5,7</td> <td>34</td> <td>< 2</td> <td>> 17</td> </tr> <tr> <td>5,8</td> <td>16</td> <td>< 2</td> <td>> 8</td> </tr> <tr> <td>5,9</td> <td>10</td> <td>< 2</td> <td>> 5</td> </tr> <tr> <td>5,95</td> <td>12</td> <td>< 2</td> <td>> 6</td> </tr> </tbody> </table>	Tiefe (m)	undrained Scherfestigkeit C_u (kPa)	Restscherfestigkeit C_{uR} (kPa)	Verhältnis C_u/C_{uR}	5,7	34	< 2	> 17	5,8	16	< 2	> 8	5,9	10	< 2	> 5	5,95	12	< 2	> 6
Tiefe (m)	undrained Scherfestigkeit C_u (kPa)	Restscherfestigkeit C_{uR} (kPa)	Verhältnis C_u/C_{uR}																				
5,7	34	< 2	> 17																				
5,8	16	< 2	> 8																				
5,9	10	< 2	> 5																				
5,95	12	< 2	> 6																				
6,0		620,9																					
	6,0-8,0 (2,0)		<p>Ton-/Dolomitgestein der Estheriensichten – (ku 1 E)</p> <p>6,0 m - 7,0 m: TSt., $\bar{v}(V4)$ / T (V5), halbfest-fest / äußerst mürb, mittleres dkl.grau; horizontallagig; zylindr. Bohrgut, zerfallend.</p> <p>7,0 m - 7,3 m: TSt., $\bar{v}(V4)$, äußerst mürb, dunkelgrau, horizontallagig; zylindr. Bohrgut Bereich der <i>Estherien-Schichten 3</i>.</p> <p>7,3m - 7,5m: DSt.v, t, mürb, mittelgrau, zylindr. Bohrgut. <i>Dolomit 2</i></p> <p>7,5 m - 7,85 m: TSt., $\bar{v}(V4)$, äußerst mürb, dkl.grau, schichtig; zylindr. Bohrgut. Bereich der <i>Estherien-Schichten 2</i>.</p> <p>7,85m - 7,95m: DSt. \bar{v}, t, mürb, mittelgrau, Kernscheiben. <i>Dolomit 1</i></p> <p>7,95 m - 8,0 m: TSt., $\bar{v}(V4)$ (T (V5)), halbfest-fest / äußerst mürb, mittleres dkl.grau; in Plättchen zerfallend, nass. Bereich der <i>Estherien-Schichten 1</i>.</p>																				
8,0		618,9																					

**Bohrgutbeschreibung****Bohrpunkt BK 7/15**

Tiefe [m]	Tiefenband [m]	Höhe (mNN)	Bohrgutbeschreibung
8,0		618,9	<p>Basaldolomit-Region (Basisschichten - ku 1B)</p> <p>8,0m - 8,4m: DSt.v, fs', mürb, gelblich hellgrau bis mittelgrau; zylindr. Bohrgut, Kerne 8 / 9 / 20 cm lang; in 8,15 m - 8,25 m Tiefe unt. A.P.: w = 0,1493.</p> <p>8,4 m - 8,45 m: TSt./T (V4/V5), äußerst mürb / fest, mittelgrau und rostbraun.</p> <p>8,45 m - 8,6 m: DSt., hart, splittrig; obere Hälfte scherbzig (Fragmente in mG-Größe), untere Hälfte des Bohrgutes: Kernscheibe.</p>
8,6		618,3	<p>Übergang zum <i>Trigonodusdolomit</i>.</p> <p><u>Rottweil-Formation (Trigonodusdolomit)</u> (erschlossene Mächtigkeit: 21,15 m)</p> <p>Dolomitgestein des Trigonodusdolomits (moδ) DSt., teilweise fs, mäßig hart, matt gelblich grau mit lokalen matt mittelgrauen Zonen, Wechsel relativ gleichförmiger, bankiger Gesteinsserien mit schotterartigen Abschnitten; schwach porös bis porös, häufig scherbzig bzw. splittrig-bröcklig; mit bevorzugt steil geneigten bis vertikalen Trennflächen in oft engständiger Folge, Kerne oft stufig brechend. Vollzylindrische Kerne mit Längen zwischen 40 cm und 52 cm wurden aus dem Tiefenbereich 22,35 m bis 27,5 m unter A.P. gewonnen.</p> <p>8,6 m - 8,85 m: DSt.,fs, v, mäßig hart, matt hellgrau mit rostbraunen Verfärbungen, scherbzig, porig.</p> <p>8,85 m - 9,0 m: DSt., fs', v̄, mürb-mäßig hart, stark gestört, mit zahlreichen Trennflächen; in 8,95 m Tiefe unter A.P.: S, matt dunkelrotbraun eingelagert.</p> <p>9,0 m -20,35 m: DSt.,fs', mäßig hart, matt gelblich mittelgrau, teilweise mit hellrostbraunen Verfärbungen auf den Trennflächen; mehrfacher Wechsel von bankigen Gesteinsserien mit schotterartigen Abschnitten.</p> <p>ab 16,0m abwärts: 50% Spülwasserverlust. ab 19,0m abwärts: 100% Spülwasserverlust.</p> <p>20,35 m - 21,0 m: <u>kein Bohrgut vorhanden</u>. Da beim Bohren stets Bohrwiderstand vorhanden war, ist davon auszugehen, dass eine Sandschicht durchteuft wurde. Dieser Sand ist durch die Wasserspülung weggespült worden.</p>
21,0		605,9	



Bohrgutbeschreibung

Bohrpunkt BK 7/15

Tiefe [m]	Tiefenband [m]	Höhe (mNN)	Bohrgutbeschreibung
21,0		605,9	<p>21,0 m - 21,15 m: DSt., \bar{s}, \bar{v}, mürb, matt gelblich grau; Gestein in fortgeschrittener sandiger Zersetzung.</p> <p>21,15 m - 21,3 m: DSt., \bar{s}, \bar{v}, mäßig hart, matt gelblich grau.</p> <p>21,3 m - 22,35 m: DSt., fs', mäßig hart; überwiegend schotterartige Fragmente.</p> <p>22,35 m - 27,5 m: DSt., fs', mäßig hart, matt gelblich grau; dickbankige Gesteinsserie, aus der unter anderem mehrere relativ lange zylindr. Bohrkern gewannen wurden (Längen 40 cm bis 52 cm); zwischen diesen Kernen: teilw. Gesteinsschutt.</p> <p>27,5 m - 29,75 m: DSt., fs', mäßig hart, matt gelblich grau; Folge kurzer Kerne und Kernscheiben;</p> <p>zwischen 28,0m und 28,5 m Tiefe unter A.P. Sedimente eines fluviatil eingespülten hellroten Sandes.</p>

RQD-Indizes für einen Teilbereich der *Rottweil-Formation*:

Tiefe (m)	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19	19-20
RQD-Index (%)	0	0	0	0	0	12	66	35	32	46

Tiefe (m)	20-21	21-22	22-23	23-24	24-25	25-26	26-27	27-28	28-29	29-30
RQD-Index (%)	0	0	68	66	74	0	0	58	16	49

29,75

597,15

29,75-30,0
(0,25)

Meissner-Formation (Nodosuskalk)
(erschlossene Mächtigkeit: 0,25 m)

Kalkgestein (dolomitisiert) der Nodosuskalke (mo 2)

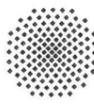
29,75m - 30,0m: KSt., dolomitisiert, hart, matt gelblich grau; zylindr. Bohrkern, 22 cm lang und Kernscheibe (4 cm stark).

30,0

596,9

Bohrlochendteufe.

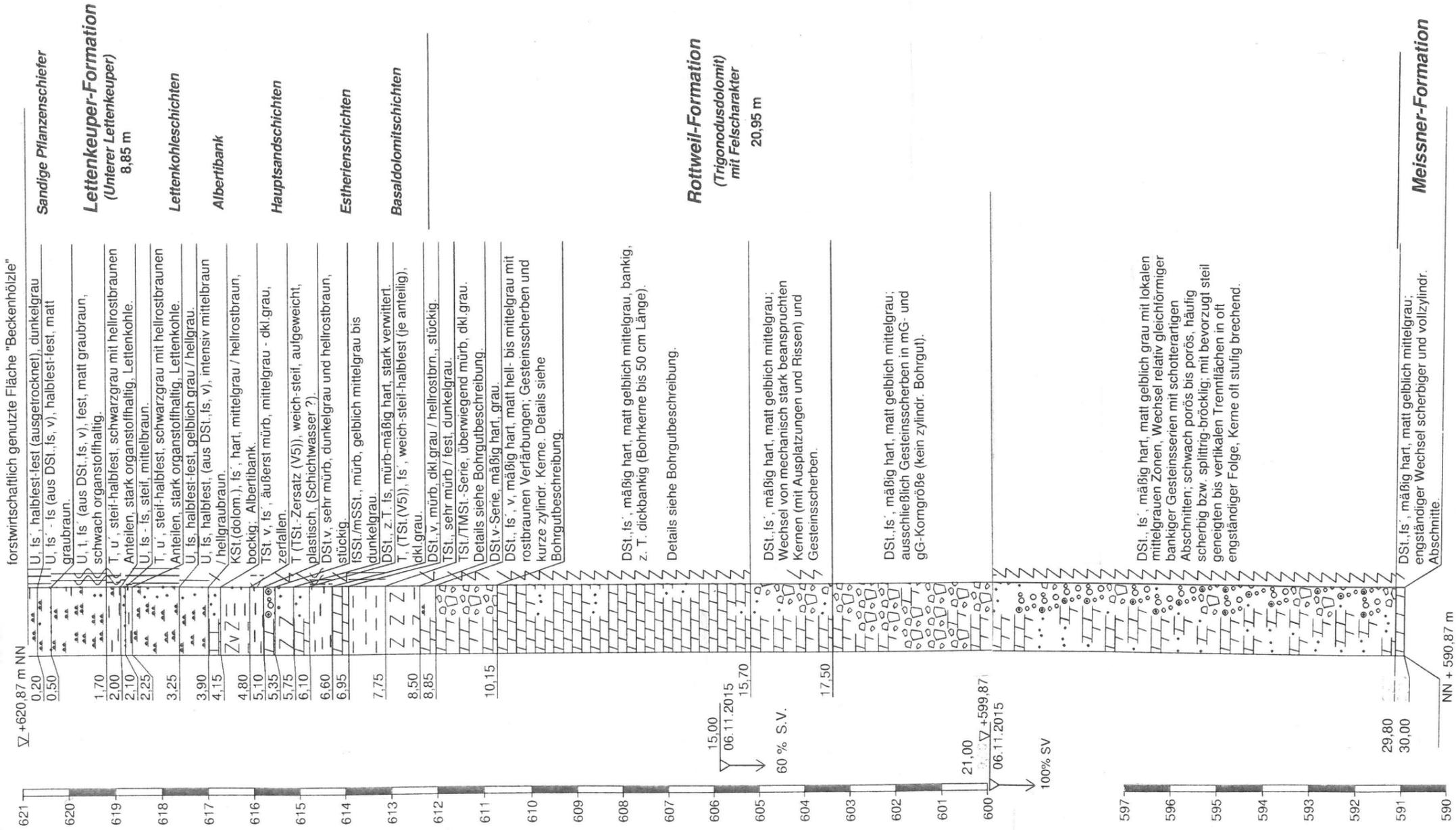
Im Bohrgut zeigten sich keine sensorisch wahrnehmbaren Hinweise auf eine mögliche umweltrelevante Belastung.



BK 8/15

BK 8/15

06.-09.11.2015



Sandige Pflanzenschiefer

Lettenkeuper-Formation
(Unterer Lettenkeuper)
8,85 m

Lettenkohleschichten

Albertibank

Hauptsandschichten

Estherienschichten

Basaldolomitschichten

Rottweil-Formation
(Trigonodusdolomit)
mit Felscharakter
20,95 m

Meissner-Formation

(Noduskalk)
mit Felscharakter
aufgeschlossen
0,2 m

offenes Grundwasser
wurde beim Bohren
nicht angetroffen



Bohrgutbeschreibung

Bohrpunkt BK 8/15

Rottweil-Esch, Fl.St. 2630/1. Waldstreifen im Distrikt *Beckenhölzle*, Abt. *Schachtloch*.

Bohransatzpunkt im Wald: R: 34 71 656,8 H: 53 38 571,7; 620,87 mNN; Bohrtiefe: 30,0 m.

Ausführendes Bohrunternehmen: *drillexpert GmbH, Teningen-Nimburg*, mit Raupenbohrgerät *Fraste FS 250*.

Ausführungszeitraum: 06.11.-09.11.2015.

Die Bohrung durchteufte bis in 1,7 m Tiefe unter A.P. unter der Waldbodenaufgabe Verwitterungsböden der *Sandigen Pflanzenschiefer*. Darunter folgten bis in 3,25 m Tiefe unter A.P. stark bis sehr stark verwitterte, sandige und z. T. dolomitische Gesteinsserien, die nach der Schichtenfolge des Normalprofils der *Lettenkohle-Gruppe* zuzuordnen sind. Unter diesen folgen bis in 8,85 m Tiefe unter A.P. die liegenden *Lettenkeuper*-Schichten. Die Grenzregion zwischen den Basalschichten des *Lettenkeupers* (*Obere Triaszeit*) und den relativ gleichförmigen, mäßig harten Dolomitgesteinsserien der *Rottweil-Formation* (*Mittlere Triaszeit*) wurde in 612,0 mNN angetroffen. Das Bohrgut aus den Gesteinsserien der *Rottweil-Formation* ließ eine Abfolge intensiv steil bis vertikal geklüfteter, abschnittsweise scherbilig zerlegter Gesteinsbänke mit Felscharakter erkennen. Häufig lag das Bohrgut in Form von Gesteinsscherben, schotterartigen Fragmenten, Brocken und Kernscheiben bzw. Bruchstücken von Kernscheiben vor. Kompakte Gesteinsbänke innerhalb der *Rottweil-Formation* waren vor allem zwischen 11,5 m und 15,7 m Tiefe unter A.P. anzutreffen. Die Festgesteinsserien wiesen zahlreiche Trennflächen (DG: 100%) auf.

Nach Deutung des Bohrgutes wurde die Schichtgrenze zur den Gesteinsserien der *Meissner-Formation* in einer Tiefe zwischen 29,5 m und 30 m unter A.P. erbohrt. Eine visuelle Identifikation der Schichtgrenze war jedoch anhand des Bohrgutes nicht möglich.

Die Bohrung wurde nicht zur Messstelle ausgebaut.

Tiefe [m]	Tiefenband [m]	Höhe (mNN)	Bohrgutbeschreibung
			<u>Lettenkeuper-Formation (Erfurt-Formation)</u> inkl. Decklehm (erschlossene Mächtigkeit: 8,85 m)
			Verwitterungsdecke des Unteren Lettenkeupers (ku 1)
0,0	0-0,2 (0,2)	ca. 620,85	U, fs', halbfest-fest (ausgetrocknet), dunkelgrau, schwach durchwurzelt; Schicht enthält holzige Mulchspäne. <i>Diluviale Neckarkiese</i> waren im Bohrgut nicht nachzuweisen.
0,2	0,2-1,7 (1,5)	620,65	Sandige Pflanzenschiefer – (ku 1- As)
			0,2 m - 0,7 m: U, fs' - fs (aus DSt.,fs, \bar{v}), halbfest-fest, matt graubraun; Bröckchen, von Hand zerdrückbar.
			0,7 m - 1,7 m: U, t, fs' (aus DSt.,fs, \bar{v}), fest, matt graubraun, schwach organstoffhaltig; in 0,75 m - 0,85 m Tiefe unt. A.P.: w = 0,1708.
1,7	1,7-3,25 (1,55)	619,15	Gesteine der Lettenkohle-Gruppe – (ku 1- AsK)
			1,7 m - 2,0 m: T, u', steif-halbhart, schwarzgrau mit hellrostbraunen Anteilen, stark organstoffhaltig; in 1,75 m - 1,85 m Tiefe unt. A.P.: w = 0,1730.
			2,0 m - 2,1 m: U, fs - \bar{f} s, steif, mittelbraun.
			2,1 m - 2,25 m: T, u', steif-halbhart, schwarzgrau mit hellrostbraunen Anteilen, stark organstoffhaltig.
			2,25 m - 3,25 m: U, fs, halbhart-fest, gelblich grau / hellgrau, residuallagernd, mehlsandig; in 3,0 m - 3,1 m Tiefe unt. A.P.: w = 0,1306.
3,25		617,6	

**Bohrgutbeschreibung****Bohrpunkt BK 8/15**

Tiefe [m]	Tiefen- band [m]	Höhe (mNN)	Bohrgutbeschreibung
3,25		617,6	<p>Tonmergelgestein und dolomitisches Kalkgestein der „Alberti-Bank“- Region – (ku 1 AB)</p> <p>3,25 m - 3,9 m: U, $\bar{f}s$, halbfest, (aus DSt., $\bar{f}s$, \bar{v}), intensiv mittelbraun / hellgraubraun; zuoberst einzelne TMSt.-Bröckel zwischengelagert; in 3,5 m - 3,6 m Tiefe unt. A.P.: $w = 0,1719$.</p> <p>3,9 m - 4,15 m: KSt.(dolomitiert), $f's'$, hart, mittelgrau / hellrostbraun, brockig (kein zylindr. Bohrgut).</p>
4,15	3,25-4,15 (0,9)		
		616,7	<p>Schichten in der Region des Hauptsandsteins – (ku 1 sH)</p> <p>4,15 m - 4,8 m: TSt. \bar{v}, $f's'$, äußerst mürb, mittelgrau - dkl.grau, zerfallen in Bröckel und Bröckchen von mG- / fG- / S-Korngröße.</p> <p>4,8 m - 5,1 m: T (TSt.-Zersatz (V5)), <u>weich</u>-steif, aufgeweicht, plastisch. in 4,9 m - 5,0 m Tiefe unter A.P.: DSt.v - Bröckel in mG-Größe eingebettet;</p> <p>In 5,0 m Tiefe unter A.P. Wechsel von Rammkernbohrverfahren zu Rotationskernbohrverfahren mit Wasserspülung. in 5,0 m - 5,1 m Tiefe unt. A.P.: $w = 0,2285$.</p> <p>5,1 m - 5,35 m: DSt.v, sehr mürb, dunkelgrau und hellrostbraun, stückig (Fragmente in mG- und gG-Größe), enthält organische Bestandteile.</p> <p>5,35 m - 5,75 m: fSSt./mSSt., mürb, gelblich mittelgrau bis dunkelgrau; zylindrische Bohrkerne.</p>
	4,15-5,75 (1,6)		
5,75		615,1	<p>Ton-/Dolomitgestein der Estherienschichten – (ku 1 E)</p> <p>5,75 m - 5,9 m: DSt., $f's$, \bar{v}, mürb, dkl.grau und rostbraun; mit organischen Anteilen; Kernscheibe (4 cm stark) und kurzer zylindr. Bohrkern (9 cm lang).</p> <p>5,9 m - 6,1 m: DSt.v, mürb-mäßig hart, dunkelgrau, zerbrochene Kernscheiben. <i>Dolomit 2.</i></p> <p>6,1 m - 6,6 m: T, (TSt.(V5)), $f's'$, weich-steif-halbfest (je anteilig), dunkelgrau, vereinzelt sind TSt.(V4)-Bröckchen enthalten. <i>Estherien-Schichten 2.</i></p> <p>6,6 m - 6,95 m: DSt. \bar{v}, mürb, dunkelgrau / hellrostbraun, stückig, stark verwittert. <i>Dolomit 1.</i></p> <p>6,95 m - 7,75 m: TSt., sehr mürb / fest, dunkelgrau; obere 55 cm: überwiegend zu Plättchen zerfallen, untere 25 cm: zyl. Bohrkern, schichtig, schiefrig. <i>Estherien-Schichten 1.</i></p>
	5,75-7,75 (2,0)		
7,75		613,1	

**Bohrgutbeschreibung****Bohrpunkt BK 8/15**

Tiefe [m]	Tiefenband [m]	Höhe (mNN)	Bohrgutbeschreibung
7,75		613,1	
	7,75-8,85 (1,1)		<p>Basaldolomit-Region (Basisschichten - ku 1B)</p> <p>7,75m - 8,0m: TMSt., mürb-mäßig hart, dunkelgrau; Kernscheiben; lokal finden sich Calcit-Kristallbildungen.</p> <p>8,0 m - 8,15 m: TSt./TMSt.v, mürb / äußerst mürb, dunkelgrau, schichtig; zylindr. Bohrgut.</p> <p>8,15 m - 8,5 m: TMSt., dolomitisch, mürb / äußerst mürb, dunkelgrau.</p> <p>8,5 m - 8,6 m: DSt.v, mäßig hart, grau; kurzer zylindr. Bohrkern, 11 cm lang; Trennflächen sind mit Calcit-Kristallen verheilt.</p> <p>8,6 m - 8,85 m: DSt.,v, mäßig hart, grau; zylindr. Kern.</p>
8,85		612,0	<p>Übergang zum <i>Trigonodusdolomit</i>.</p> <p><u>Rottweil-Formation (Trigonodusdolomit)</u> (erschlossene Mächtigkeit: ca. 20,95 m)</p> <p>Dolomitgestein des Trigonodusdolomits (moδ) DSt., teilweise fs, mäßig hart, matt gelblich grau mit lokalen matt mittelgrauen Zonen, Wechsel relativ gleichförmiger bankiger Gesteinsserien mit schotterartigen Abschnitten; schwach porös bis porös, häufig scherbzig bzw. splittrig-bröcklig; mit bevorzugt steil geneigten bis vertikalen Trennflächen in oft engständiger Folge, Kerne oft stufig brechend. Vollzylindrische Kerne mit Längen zwischen 40 cm und 50 cm wurden aus dem Tiefenbereich 11,5 m bis 15,7 m unter A.P. gewonnen .</p> <p>8,85 m - 9,1 m: DSt., fs', v, mäßig hart, matt hellgrau mit rostbraunen Verfärbungen, scherbzig (mG bis gG-Körner), porig.</p> <p>9,1 m - 10,0 m: DSt., fs',v, mäßig hart, matt grau; zylindr. Bohrgut; in 9,1 m Tiefe unter A.P.: S, matt dunkelrotbraun eingebacken.</p> <p>10,0 m -10,15 m: DSt.,fs', mäßig hart, matt gelblich mittelgrau, schotterartig zerlegt.</p>
10,15		610,7	



Bohrgutbeschreibung

Bohrpunkt BK 8/15

Tiefe [m]	Tiefenband [m]	Höhe (mNN)	Bohrgutbeschreibung
10,15		610,7	<p>10,15 m -15,7 m: DSt.,fs', mäßig hart, matt gelblich mittelgrau; oberhalb 11,5 m Tiefe unter A.P.: kurze zyl. Bohrkerne; in 11,5 m - 12,75 m Tiefe unter A.P. relativ lange zylindr. Kerne bis 50 cm Länge; unterhalb von 13,4 m Tiefe unter A.P.: rauhe Mantelflächen der Kerne; unterhalb 12,75 m Tiefe unter A.P.: kurze zyl. Bohrkerne.</p> <p>ab 15,0m abwärts: 60% Spülwasserverlust.</p>
			<p>15,7 m - 17,5 m: DSt.,fs', mäßig hart, matt gelblich mittelgrau; Wechsel von mechanisch stark beanspruchten Kernen (mit Ausplatzungen und Rissen) und Gesteinsscherben; in 17,0 m - 17,3 m Tiefe unter A.P. Einzelkern mit 32 cm Länge.</p>
			<p>17,5 m - 21,0 m: DSt.,fs', mäßig hart, matt gelblich mittelgrau; ausschließlich Gesteinsscherben in mG- und gG-Korngröße (kein zylindr. Bohrgut).</p> <p>ab 21,0m abwärts: 100% Spülwasserverlust.</p>
			<p>21,0 m - 29,8 m: DSt.,fs', mäßig hart, matt gelblich mittelgrau; mehrfacher Wechsel scherbiger und vollzylindr. Abschnitte.</p>
29,8		591,05	

RQD-Indizes für den Bereich der *Rottweil-Formation*:

Tiefe (m)	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19	19-20
RQD-Index (%)	62	64	26	81	42	59	11	18	40	0	0
Tiefe (m)	20-21	21-22	22-23	23-24	24-25	25-26	26-27	27-28	28-29	29-30	
RQD-Index (%)	0	64	0	24	36	44	22	32	20	37	

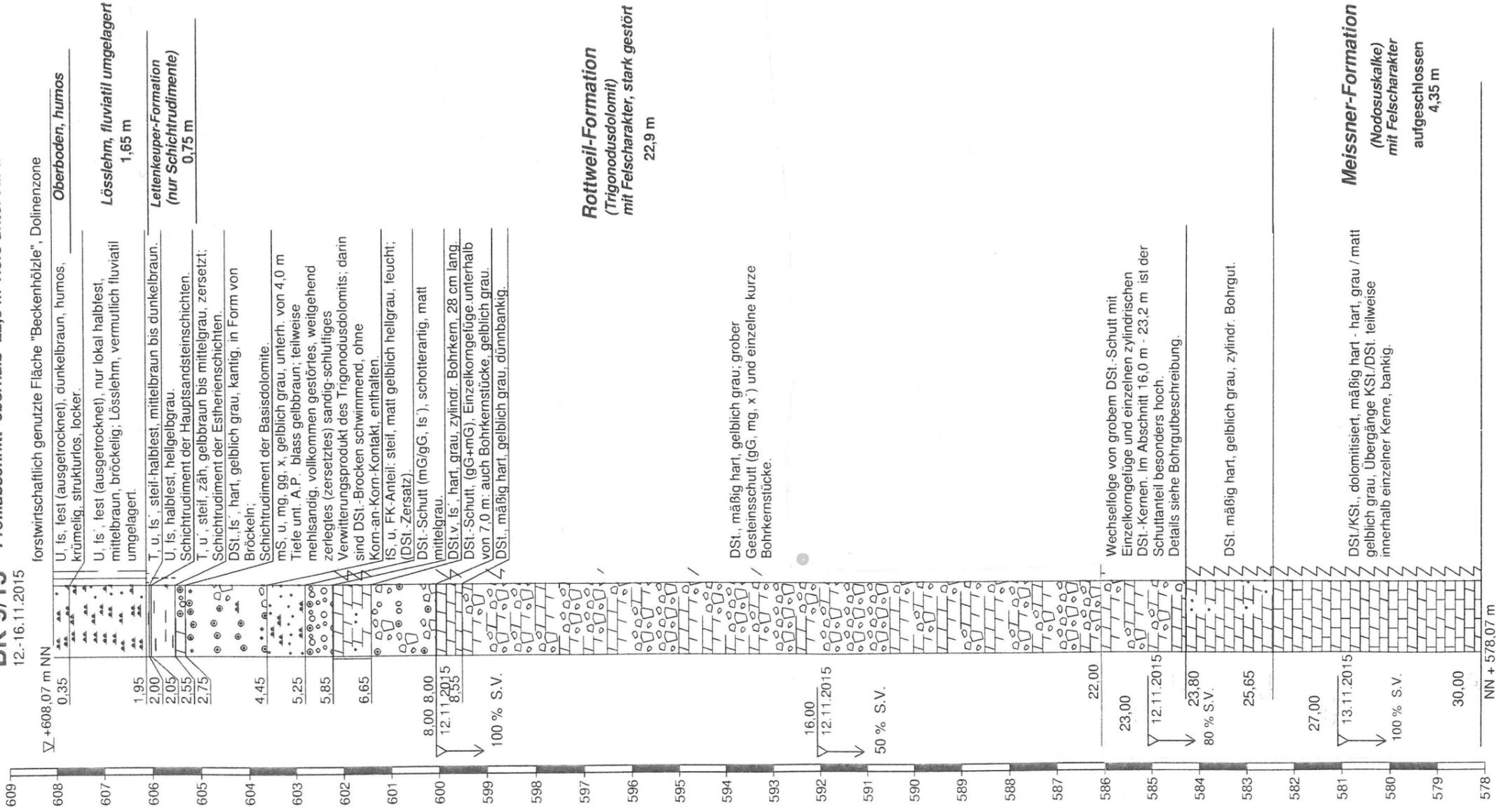
**Bohrgutbeschreibung****Bohrpunkt BK 8/15**

Tiefe [m]	Tiefen- band [m]	Höhe (mNN)	Bohrgutbeschreibung
29,8		591,05	<p><u>Meissner-Formation (Nodosuskalk)</u> (erschlossene Mächtigkeit: ca. 0,2 m)</p> <p>Nach Deutung des Bohrgutes wurde die Schichtgrenze zur den Gesteinsserien der <i>Meissner-Formation</i> in einer Tiefe zwischen 29,5 m und 30 m unter A.P. erbohrt. Eine visuelle Identifikation der Schichtgrenze war jedoch anhand des Bohrgutes nicht möglich.</p> <p>29,8 m - 30,0 m: DSt.,fs', mäßig hart, matt gelblich mittelgrau; Wechsel scherbigen und vollzylindrischen Bohrgutes.</p>
30,0		590,85	Bohrlochendeufe.

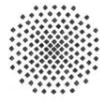
Im Bohrgut zeigten sich keine sensorisch wahrnehmbaren Hinweise auf eine mögliche umweltrelevante Belastung.

BK 9/15 Profilschnitt oberhalb 22,0 m Tiefe unter A.P..

12.-16.11.2015



BK 9/15





Bohrgutbeschreibung

Bohrpunkt BK 9/15

Rottweil-Esch, Fl.St. 2630/1. Waldstreifen im Distrikt *Beckenhölzle*, Abt. *Schachtloch*. Der Bohrpunkt liegt nordöstlich der bekannten Großdolin, wenige Meter neben einer kleinen Doline im Wald.

Bohransatzpunkt: R: 34 71 814,1 H: 53 38 633,6; 608,07 mNN; Bohrtiefe: 30,0 m.

Ausführendes Bohrunternehmen: *drillexpert GmbH, Teningen-Nimburg*, mit Raupenbohrgerät *Fraste FS 250*.

Ausführungszeitraum: 12.11.-16.11.2015.

Die Bohrung durchteufte stark gestörte Schichten, die bis in 2,55 m Tiefe unter A.P. aus Deckschichtlehmen und anteilig aus zersetzten Verwitterungslehmen des *Lettenkeupers* bestanden. Ab 2,55 m Tiefe unter A.P. folgten anteilig bröcklige bis sandige Festgesteinsreste aus der Grenzregion von *Lettenkeuper* und *Rottweil-Formation*. Das Bohrgut aus den mäßig harten Dolomitgesteinsserien der *Rottweil-Formation (Mittlere Triaszeit)* bestand bis in eine Tiefe von 14,85 m unter A.P. aus Gesteinsschutt mit nur ganz wenigen zylindrischen Bohrkernen. Bis in 25,65 m Tiefe unter A.P. wechselten schuttreiche Abschnitte mit gebankten Abschnitten. Der stratigraphische Übergang zu den Schichten der *Meissner Formation* (ca. 582,4 mNN) war anhand des Bohrgutes nicht zweifelsfrei erkennbar, da sich die Art und Beschaffenheit der Gesteinsserien (gebankte Dolomitgesteine und zumeist ausgeprägt dolomitisierte Kalkgesteine) in der *Rottweil Formation* und den oberen Zonen der *Meissner Formation* nicht wesentlich unterscheiden. Die Bohrkern aus der *Meissner Formation* lassen auf eine gebankte Festgesteinsserie schließen.

Die Bohrung wurde nicht zur Messstelle ausgebaut.

Tiefe [m]	Tiefenband [m]	Höhe (mNN)	Bohrgutbeschreibung
			<u>Lettenkeuper-Formation (Erfurt-Formation) inkl. Decklehm</u> (rudimentär erhaltene Mächtigkeit: 2,75 m)
			Lösslehm mit Übergang zur Verwitterungsdecke des Unteren Lettenkeupers (ku 1)
0,0	0-0,35 (0,35)	608,07	U, fs, fest (ausgetrocknet), dunkelbraun, humos, krümelig, strukturlos, locker, enthält holzige Mulchschnitzel; <i>Diluviale Neckarkiese</i> konnten im Bohrgut nicht nachweisen werden.
0,35	0,35-1,95 (1,6)	ca. 607,7	U, fs', fest (ausgetrocknet), nur lokal halbfest, mittelbraun, bröckelig; <i>Lösslehm</i> , vermutlich fluviatil umgelagert.
1,95	1,95-2,0 (0,05)	606,1	T, u, fs', steif-halbfest, mittelbraun bis dunkelbraun.
2,0	2,0-2,05 (0,05)	606,05	U, f̄s, halbfest, hellgelbgrau. Die Schicht ist nach der stratigraphischen Deutung als Verwitterungsrest der <i>Hauptsandsteinschichten</i> des <i>Unteren Lettenkeupers</i> anzusprechen.
2,05		606,0	

**Bohrgutbeschreibung****Bohrpunkt BK 9/15**

Tiefe [m]	Tiefenband [m]	Höhe (mNN)	Bohrgutbeschreibung												
2,05		606,0													
	2,05-2,55 (0,5)		<p>Tongestein der Estheriensichten – (ku 1 E) (nur rudimentär erhalten)</p> <p>T, u', steif, zäh, plastisch (zersetzt), gelbbraun bis mittelgrau Flügelscherfestigkeiten (GEONOR H20, Einsatz S)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Tiefe (m)</th> <th>undräßierte Scherfestigkeit C_u (kPa)</th> <th>Restscherfestigkeit C_{uR} (kPa)</th> <th>Verhältnis C_u/C_{uR}</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>2,3</td> <td>>340</td> <td>74</td> <td>>4,6</td> </tr> <tr> <td>2,4</td> <td>336</td> <td>34</td> <td>9,9</td> </tr> </tbody> </table>	Tiefe (m)	undräßierte Scherfestigkeit C _u (kPa)	Restscherfestigkeit C _{uR} (kPa)	Verhältnis C _u /C _{uR}	2,3	>340	74	>4,6	2,4	336	34	9,9
Tiefe (m)	undräßierte Scherfestigkeit C _u (kPa)	Restscherfestigkeit C _{uR} (kPa)	Verhältnis C _u /C _{uR}												
2,3	>340	74	>4,6												
2,4	336	34	9,9												
2,55		605,5													
	2,55-2,75 (0,2)		<p>Basaldolomit-Region (Basisschichten – ku 1B) (nur rudimentär erhalten)</p> <p>DSt., fs', hart, gelblich grau, kantig, in Form von Bröckeln; Bröckel schwer zerschlagbar.</p>												
2,75		605,3	<p>Übergang zum <i>Trigonodusdolomit</i>.</p> <p><u>Rottweil-Formation</u> (<i>Trigonodusdolomit</i>) (erschlossene Mächtigkeit: 22,9 m)</p>												
	2,75-25,65 (22,9)		<p>2,75m - 4,45m: mS, u, mg, gg, x, gelbli. grau, unterh. von 4,0 m Tiefe unt. A.P. blass gelbbraun; teilw. mehlsandig, vollkommen gestörtes, weitgehend zerlegtes (zersetztes) sandig-schluffiges Verwitterungsprodukt des <i>Trigonodusdolomits</i>; darin sind DSt.-Brocken schwimmend, ohne Korn-an-Korn-Kontakt, enthalten.</p>												
4,45		603,6													
	4,45-5,25 (0,8)		<p>fS, u, FK-Anteil: steif, matt gelblich hellgrau, feucht; (DSt.-Zersatz);</p> <p>in 4,8 m - 4,9 m Tiefe unt. A.P.: w = 0,1767.</p> <p>In 5,0 m Tiefe unter A.P. Wechsel von Rammkernbohrverfahren zu Rotationskernbohrverfahren mit Wasserspülung.</p>												
5,25		602,8													
	5,25-5,85 (0,6)		<p>Dolomitgestein des Trigonodusdolomits (moδ)</p> <p>DSt., fs, mäßig hart, matt gelblich grau mit lokalen matt mittelgrauen Zonen, relativ gleichförmige bankige Gesteinsserien; schwach porös bis porös, örtlich löchrig, häufig scherbilig bzw. splittrig-bröcklig, mit bevorzugt steil geneigten bis vertikalen Trennflächen in oft engständiger Folge; Kerne oft stufig brechend. Vollzylindrische Kerne sind selten länger als 10 cm (extremal 20 cmlang) und wechseln mit scherbiligen Abschnitten der Bohrstrecke.</p> <p>5,25 m - 5,85 m: DSt.-Schutt (mG/gG, fs'), schotterartig, matt mittelgrau.</p>												
5,85		602,2													

**Bohrgutbeschreibung****Bohrpunkt BK 9/15**

Tiefe [m]	Tiefenband [m]	Höhe (mNN)	Bohrgutbeschreibung
5,85		602,2	<p>5,85 m - 6,65 m: DSt.v, fs', hart, grau, zylindr. Bohrkern, 28 cm lang.</p> <p>6,65 m - 7,0 m: DSt.-Schutt, (gG+mG), Einzelkorngefüge. gelblich grau.</p> <p>7,0 m - 8,0 m: DSt.-Schutt bestehend aus kurzen Bohrkernstücken, Scherben, Kernscheiben und zerbrochenen Kernscheiben.</p> <p>ab 8,0m abwärts: 100% Spülwasserverlust.</p> <p>8,0 m - 8,55 m: DSt., mäßig hart, gelblich grau, bankig (3 zylindr. Kerne, 17 / 10 / 20 cm lang).</p> <p>8,55 m - 14,85 m: DSt., mäßig hart, gelblich grau; grober Gesteinsschutt (gG, mg, x') und einzelne mechanisch beeinträchtigte kurze Bohrkernstücke in den Tiefen 11,35m - 11,5m; 13,35m - 13,5 m; 14,6m - 14,85m.</p> <p>14,85 m - 23,8 m: Wechselfolge von grobem DSt.-Schutt mit Einzelkorngefüge und einzelnen zylindrischen DSt.-Kernen. Im Abschnitt 16,0 m - 23,2 m ist der Schuttanteil besonders hoch.</p> <p>ab 16,0m abwärts: 50% Spülwasserverlust.</p> <p>23,8 m - 25,65 m: DSt. mäßig hart, gelblich grau, zylindr. Bohrgut.</p> <p>ab 23,0m abwärts: 80% Spülwasserverlust.</p>
25,65		582,4	<p><u>Meissner-Formation (Nodosuskalke)</u> (erschlossene Mächtigkeit: 4,35 m)</p> <p>Dolomitgestein und dolomitisiertes Kalkgestein der obersten Region der Nodosuskalke (mo2)</p> <p>DSt./KSt., dolomitisiert, mäßig hart - hart, grau / matt gelblich grau, Übergänge KSt./DSt. teilweise innerhalb einzelner Kerne, bankig.</p> <p>ab 27,0m abwärts: 100% Spülwasserverlust.</p>
	25,65-30,0 (4,35)		
30,0		578,05	Bohrlochendeufe.



Bohrgutbeschreibung

Bohrpunkt BK 9/15

RQD-Indizes für den Bereich der *Rottweil-Formation* und der *Meissner-Formation*:

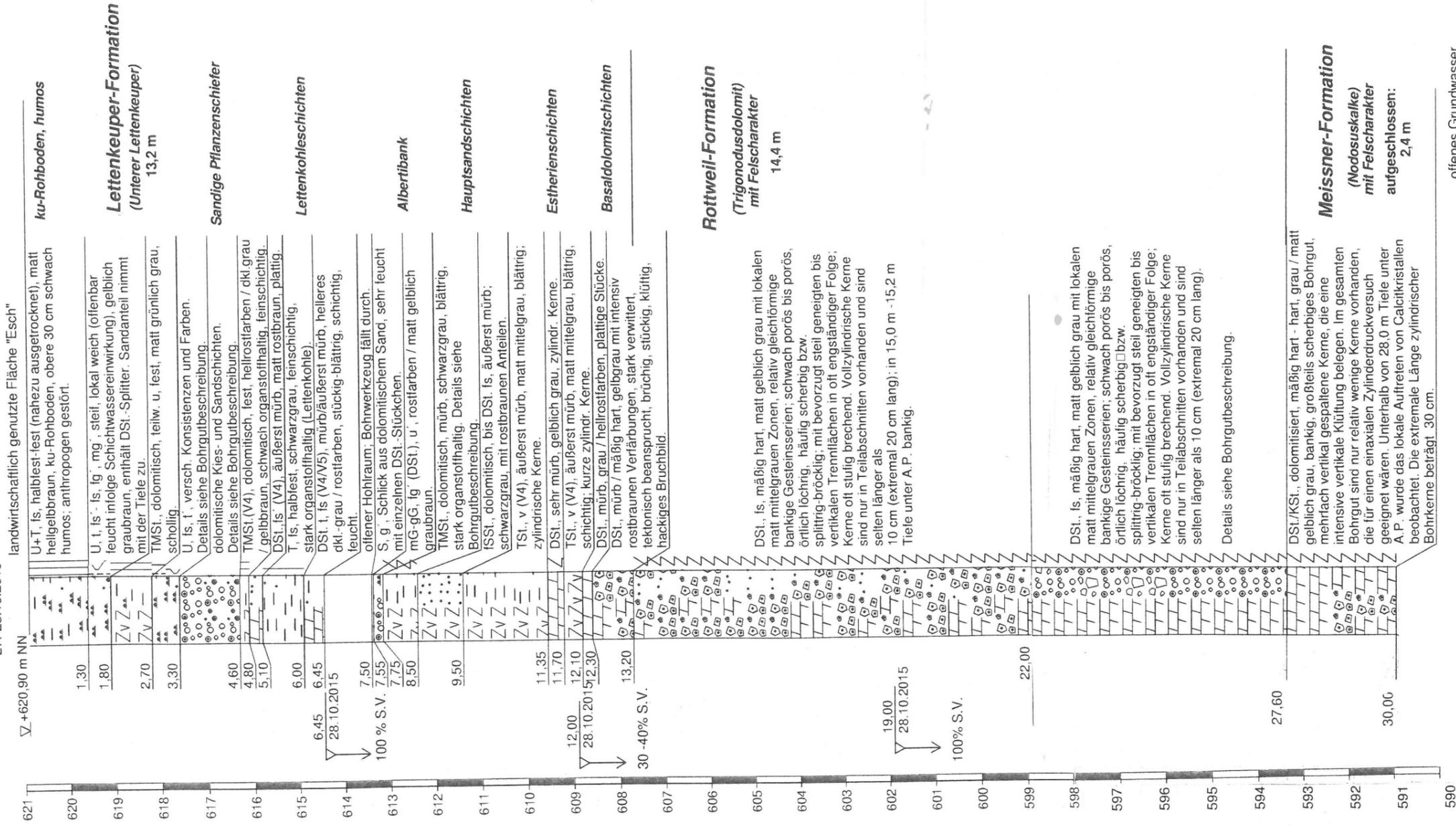
Tiefe (m)	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18
RQD-Index (%)	20	0	45	11	0	10	0	15	15	70	0	0
Tiefe (m)	18-19	19-20	20-21	21-22	22-23	23-24	24-25	25-26	26-27	27-28	28-29	29-30
RQD-Index (%)	20	17	0	0	0	38	48	56	60	68	70	67

Im Bohrgut zeigten sich keine sensorisch wahrnehmbaren Hinweise auf eine mögliche umweltrelevante Belastung.



BK 10/15

BK 10/15
27.-28.10.2015



**Bohrgutbeschreibung****Bohrpunkt BK 10/15**

Rottweil-Esch, Fl.St. 2634, langjährig als landwirtschaftliche Anbaufläche genutztes Flurstück südlich des *Neckarburgsträßchens*. Der Bohrpunkt erschloss eine Karsthohlräum-Verdachtszone, die im Jahre 2009 bei geophysikalischen Untersuchungen identifiziert worden war.

Bohransatzpunkt: R: 34 71 616,8 H: 53 38 728,4; 620,90 mNN; Bohrtiefe: 30,0 m.

Ausführendes Bohrunternehmen: *drillexpert GmbH, Teningen-Nimburg*, mit Raupenbohrgerät *Fraste FS 250*.

Ausführungszeitraum: 27.10.-28.10.2015.

Die Bohrung durchteufte unter der Ackerfläche bis in 0,3 m Tiefe unter A.P. humusarmen, schwach sandigen Rohboden des *Lettenkeupers*. Darunter folgten bis in 13,2 m Tiefe unter A.P. stark bis sehr stark verwitterte, teils dolomitische und teils tonig-sandige, vielfach stückig zerlegte Gesteinsserien des *Lettenkeupers* unterhalb der *Anthrakonitbank*, wobei sich die schwarzgrauen *Lettenkohle*-Schichten in 5,1 m - 6,45 m Tiefe unter A.P. farblich besonders abhoben. Die Grenzregion zwischen den Basalschichten des *Lettenkeupers* (*Obere Triaszeit*) und den relativ gleichförmigen, mäßig harten Dolomitgesteinsserien der *Rottweil-Formation* (*Mittlere Triaszeit*) wurde in 607,7 mNN angetroffen. Das Bohrgut aus den Gesteinsserien der *Rottweil-Formation* ließ eine Abfolge intensiv steil bis vertikal geklüfteter, abschnittsweise scherbilig zerlegter Gesteinsbänke erkennen. Der stratigraphische Übergang zu den Schichten der *Meissner Formation* (ca. 27,6 m tief unter A.P.) war anhand des Bohrgutes nicht zweifelsfrei erkennbar, da sich die Art und Beschaffenheit der Gesteinsserien (gebankte Dolomitgesteine und zumeist ausgeprägt dolomitisierte Kalkgesteine) in der *Rottweil Formation* und den oberen Zonen der *Meissner Formation* nicht wesentlich unterscheiden.

Neben den aus kompakten Felsbänken gewonnenen Bohrkernen lag das Bohrgut in Form von Gesteinsscherben, schotterartigen Fragmenten, Brocken und Kernscheiben bzw. Bruchstücken von Kernscheiben vor. Die Festgesteinsserien wiesen zahlreiche Trennflächen (DG: 100%) auf.

Die Bohrung wurde nicht ausgebaut.

Tiefe [m]	Tiefenband [m]	Höhe (mNN)	Bohrgutbeschreibung
<u>Lettenkeuper-Formation (Erfurt-Formation)</u> (erschlossene Mächtigkeit: 12,65 m)			
Verwitterungsdecke des Unteren Lettenkeupers (ku 1)			
0,0	0-1,3 (1,3)	620,9	U+T, fs, halbfest-fest, matt hellgelbbraun, ku-Rohboden, obere 30 cm schwach humos; anthropogen gestört, enthält durch landwirtschaftliche Bearbeitung empor geförderte DSt.-Stückchen und kleine TSt.-Klumpen mit Residualschichtung. <i>Diluviale Neckarkiese</i> konnten im Bohrgut nicht nachweisen werden. Diese sind aber an der GOK im Nahbereich der Bohrung erkennbar; in 0,7 m - 0,8 m Tiefe unt. A.P.: w = 0,1287.
1,3	1,3-1,8 (0,5)	619,6	U, t, fs' - fs, fg', mg', steif, lokal weich (offenbar feucht infolge Schichtwassereinwirkung), gelblich graubraun, enthält DSt.-Splitterchen. Sandanteil nimmt mit der Tiefe zu. in 1,6 m - 1,7 m Tiefe unt. A.P.: w = 0,1394.
1,8	1,8-2,7 (0,9)	619,1	TMSt., dolomitisch, teilw. u, fest, matt grünlich grau, schollig; in 1,9 m - 2,0 m Tiefe unt. A.P.: w = 0,1520.
2,7		618,2	



Bohrgutbeschreibung

Bohrpunkt BK 10/15

Tiefe [m]	Tiefenband [m]	Höhe (mNN)	Bohrgutbeschreibung												
2,7	2,7-3,3 (0,6)	618,2	<p>Sandige Pflanzenschiefer – (ku 1-As)</p> <p>U, \bar{f}_s, t', Konsistenzen: oberhalb 3,0 m: steif-(halbfest); in 3,0 m - 3,1 m: steif; in 3,1 m - 3,3 m: weich ! (Schichtwassereinfluss) Farbe: oberh. 3,1 m: graubraun; in 3,1 m - 3,3 m: bläulich hellgrau; in 2,8 m - 2,9 m Tiefe unt. A.P.: $w = 0,1921$.</p> <p>Flügselscherfestigkeit (GEONOR H20, Einsatz S)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Tiefe (m)</th> <th>undrÄnrierte Scherfestigkeit c_u (kPa)</th> <th>Restscherfestigkeit c_{uR} (kPa)</th> <th>VerhÄltnis c_u/c_{uR}</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>2,8</td> <td>32</td> <td>14</td> <td>2,3</td> </tr> <tr> <td>3,1</td> <td>34</td> <td>8</td> <td>4,3</td> </tr> </tbody> </table>	Tiefe (m)	undrÄnrierte Scherfestigkeit c_u (kPa)	Restscherfestigkeit c_{uR} (kPa)	VerhÄltnis c_u/c_{uR}	2,8	32	14	2,3	3,1	34	8	4,3
Tiefe (m)	undrÄnrierte Scherfestigkeit c_u (kPa)	Restscherfestigkeit c_{uR} (kPa)	VerhÄltnis c_u/c_{uR}												
2,8	32	14	2,3												
3,1	34	8	4,3												
3,3	3,3-3,45 (0,15)	617,6	mG (DSt.-Stücke), grau + fS, matt gelbbraun.												
3,45	3,45-4,0 (0,55)	617,45	<p>mS+fG, \bar{m}_g (DSt.-Stücke), lokal u', sehr feucht; DSt.-Stücke matt hellgrau, z. T. splittrig (faziell dem DSt. der Rottweil-Formation sehr Ähnlich); in 3,5 m - 3,6 m Tiefe unt. A.P.: $w = 0,1155$.</p>												
4,0	4,0-4,1 (0,1)	616,9	fS, u, t' , ms' , matt hellgraubraun.												
4,1	4,1-4,6 (0,5)	616,8	<p>mG+fG (KSt., dolomitisiert), oberh. 3,35 m: stÜckig, darunter splittrig; Farbe: mattes helleres mittelgrau. In 4,5 m Tiefe unter A.P. Wechsel von Rammkernbohrverfahren zu Rotationskernbohrverfahren mit WasserspÜlung.</p>												
4,6	4,6-4,8 (0,2)	616,3	<p>TMSt.(V4), dolomitisch, fest, hellrostfarben / dkl.grau / gelbbraun, schwach organstoffhaltig, feinschichtig; in 4,7 m - 4,8 m Tiefe unt. A.P.: $w = 0,1081$.</p>												
4,8	4,8-5,1 (0,3)	616,1	DSt., fs' (V4), Äußerst mÜrb, matt rostbraun, plattig; mit Maurerkelle durch Einstechen teilbar.												
5,1		615,8													

**Bohrgutbeschreibung****Bohrpunkt BK 10/15**

Tiefe [m]	Tiefenband [m]	Höhe (mNN)	Bohrgutbeschreibung
5,1	5,1-7,75 (2,65)	615,8	<p>Schluff-Tongestein und Dolomitgesteine der Lettenkohle-Schicht – (ku 1 - AsK)</p> <p>5,1 m - 6,0 m: T, fs, halbfest, schwarzgrau, feinschichtig, stark organstoffhaltig; ab 5,45 m Tiefe schwach abnehmender Organgehalt; in 5,1 m - 5,2 m Tiefe unt. A.P.: w = 0,1628; in 5,8 m - 5,9 m Tiefe unt. A.P.: w = 0,1159.</p> <p>6,0 m - 6,25 m: DSt., t (V4), mürb, stückig, helleres dunkelgrau / rostfarben, schichtig, Fragmente v. Kernscheiben.</p> <p>6,25 m - 6,45 m: DSt., t̄, fs (V4/V5), äußerst mürb, helleres dkl.-grau / rostfarben, blättrig, schichtig, feucht, mit den Fingern zerquetschbar.</p> <p>6,45 m - 7,5 m: <u>offener Hohlraum</u>; Bohrwerkzeug fällt durch. 100 % Spülwasserverlust bis in 7,75 m Tiefe.</p> <p>7,5 m - 7,55 m: S, g', Schlick aus dolomitischem Sand, sehr feucht mit einzelnen DSt.-Stückchen.</p> <p>7,55 m - 7,75 m: mG-gG, fg' (DSt.), u', rostfarben / matt gelblich graubraun.</p>
7,75	7,75-8,5 (0,75)	613,15	<p>Dolomitgestein der „Alberti-Bank“- Region – (ku 1 AB)</p> <p>7,75 m - 8,5 m: TMSt., dolomitisch, mürb, schwarzgrau, blättrig, stark organstoffhaltig; mit Maurerkelle problemlos teilbar; oberhalb 8,3 m Tiefe unter A.P. z. T. brüchiges zylindr. Bohrgut; darunter: stückig-scherbig, mit matt rostbraunen Anteilen; in 7,8 m - 7,9 m Tiefe unt. A.P.: w = 0,0981.</p>
8,5	8,5-9,5 (1,0)	612,4	<p>Schichten in der Region des Hauptsandsteins – (ku 1 sH)</p> <p>8,5 m - 9,5 m: fSSt., dolomitisch, bis DSt. f̄s, äußerst mürb; schwarzgrau, mit rostbraunen Anteilen, schichtig; leicht mit Maurerkelle teilbar.</p>
9,5		611,4	

**Bohrgutbeschreibung****Bohrpunkt BK 10/15**

Tiefe [m]	Tiefenband [m]	Höhe (mNN)	Bohrgutbeschreibung
9,5	9,5-12,3 (2,8)	611,4	<p>Ton-/Dolomitgestein der Estheriensichten – (ku 1 E)</p> <p>9,5 m - 11,35 m: TSt., \bar{v} (V4), äußerst mürb, matt mittelgrau, blättrig; zylindrische Kerne; in 9,8 m - 9,9 m Tiefe unt. A.P.: $w = 0,1480$.</p> <p>11,35 m - 11,7 m: DSt., sehr mürb, gelblich grau, zylindr. Kerne.</p> <p>11,7 m - 12,1 m: TSt., \bar{v} (V4), äußerst mürb, matt mittelgrau, blättrig, schichtig; kurze zylindr. Kerne; ab 12,0 m abwärts: 30% - 40% Spülwasserverlust.</p> <p>12,1 m - 12,3 m: DSt., mürb, grau / hellrostfarben, plattige Stücke.</p>
12,3	12,3-13,2 (0,9)	608,6	<p>Basaldolomit-Region (Basisschichten - ku 1B)</p> <p>12,3 m - 12,65 m: DSt., mäßig hart, gelblich grau, spröde, hackiges Bruchbild; Kernscheiben und mG-Splitter.</p> <p>12,65 m - 13,2 m: DSt.(V4), mürb, gelbgrau mit intensiv rostbraunen Verfärbungen, stark verwittert, tektonisch beansprucht, brüchig, stückig, klüftig, hackiges Bruchbild; unterhalb von 13,0 m: auch splittrig (fG-/ mG-Anteile).</p> <p>Übergang zum <i>Trigonodusdolomit</i>.</p>
13,2	13,2-27,6 (14,4)	607,7	<p><u>Rottweil-Formation</u> (Trigonodusdolomit) (erschlossene Mächtigkeit: 14,4 m)</p> <p>Dolomitgestein des Trigonodusdolomits (moδ) DSt., fs, mäßig hart, matt gelblich grau mit lokalen matt mittelgrauen Zonen, relativ gleichförmige bankige Gesteinsserien; schwach porös bis porös, örtlich löchrig, häufig scherbzig bzw. splittrig-bröcklig; mit bevorzugt steil geneigten bis vertikalen Trennflächen in oft engständiger Folge; Kerne oft stufig brechend. Vollzylindrische Kerne sind nur in Teilabschnitten vorhanden und sind selten länger als 10 cm (extremal 20 cm lang).</p> <p>13,2 m - 16,0 m: DSt., fs, überw. Gesteinsbruchstücke und -scherben; in 15,0 m - 15,2 m Tiefe unter A.P. bankig (zyl. Bohrkern 10 / 20 cm lang).</p> <p>16,0 m - 27,6 m: DSt., fs, überw. Gesteinsbruchstücke und -scherben; lokal mit zwischengelagerten, teilw. unvollständigen kurzen Kernen; (zyl. Bohrkern 10 / 20 cm lang). ab 19,0 m abwärts: 100% Spülwasserverlust.</p>
27,6		593,3	



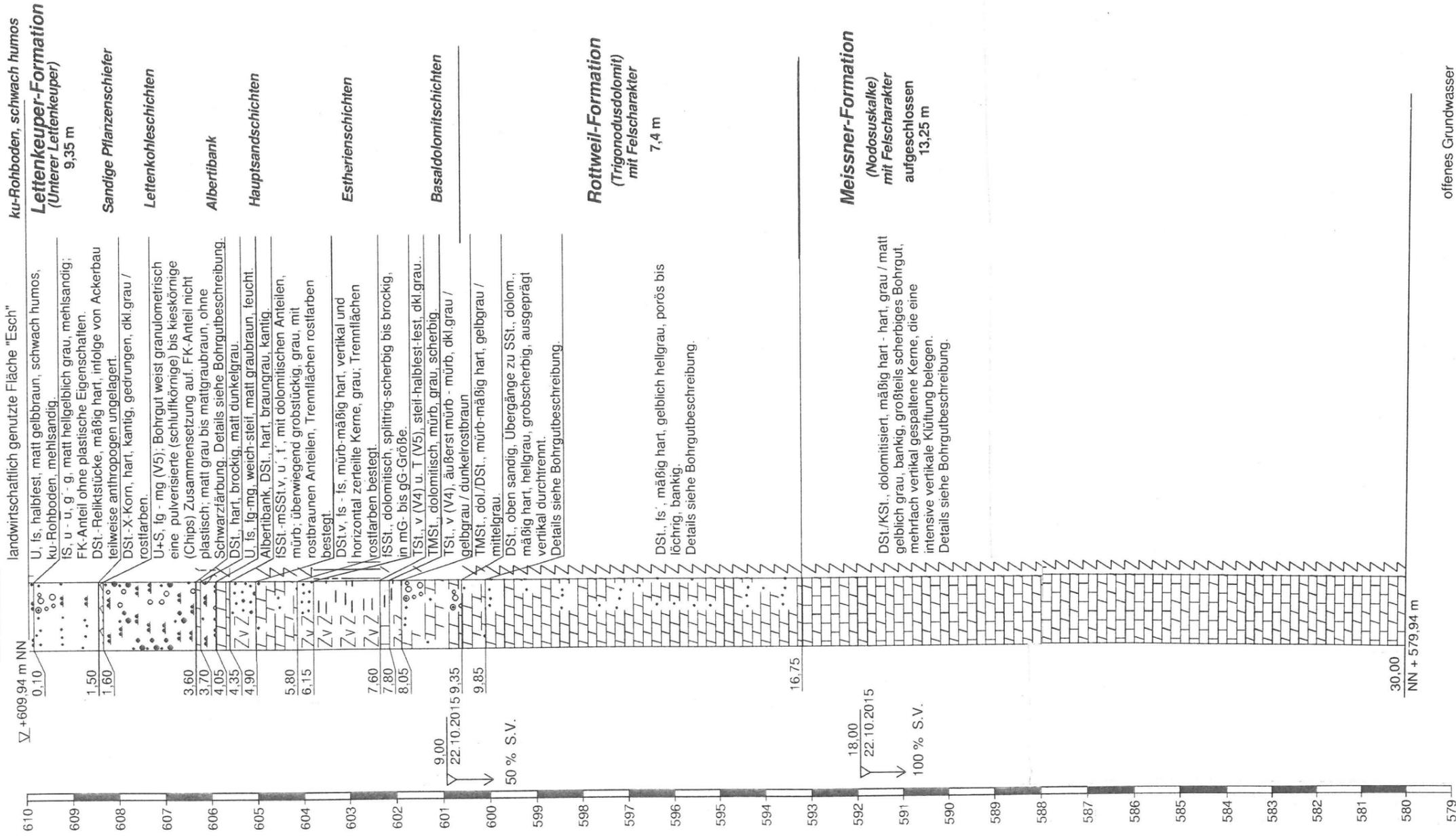
Bohrgutbeschreibung

Bohrpunkt BK 10/15

Tiefe [m]	Tiefen- band [m]	Höhe (mNN)	Bohrgutbeschreibung
27,6		593,3	<p><u>Meissner-Formation (Nodosuskalke)</u> (erschlossene Mächtigkeit: 2,4 m)</p> <p>Dolomitgestein und dolomitisiertes Kalkgestein der obersten Region der Nodosuskalke (mo2)</p> <p>DSt./KSt., dolomitisiert, mäßig hart - hart, grau / matt gelblich grau, bankig, größtenteils scherbüchiges Bohrgut, mehrfach vertikal gespaltene Kerne, die eine intensive vertikale Klüftung belegen. Im gesamten Bohrgut sind nur relativ wenige Kerne vorhanden, die für einen einaxialen Zylinderdruckversuch geeignet wären.</p> <p>Unterhalb von 28,0 m Tiefe unter A.P. wurde das lokale Auftreten von Calcitkristallen beobachtet.</p> <p>Die maximale Länge zylindrischer Bohrkernbe beträgt 30 cm.</p>
	27,6-30,0 (2,4)		
30,0		590,9	Bohrlochendeufe.

Im Bohrgut zeigten sich keine sensorisch wahrnehmbaren Hinweise auf eine mögliche umweltrelevante Belastung.

BK 11/15
22.-26.10.2015



**Bohrgutbeschreibung****Bohrpunkt BK 11/15**

Rottweil-Esch, Fl.St. 2634, langjährig als landwirtschaftliche Anbaufläche genutztes Flurstück südlich des *Neckarburgsträßchens*.

Bohransatzpunkt: R: 34 71 721,9 H: 53 39 193,1; 609,94 mNN; Bohrtiefe: 30,0 m.

Ausführendes Bohrunternehmen: *drillexpert GmbH, Teningen-Nimburg*, mit Raupenbohrgerät *Fraste FS 250*.

Ausführungszeitraum: 22.10.-26.10.2015.

Die Bohrung durchteufte unter der Ackerfläche bis in 0,1 m Tiefe unter A.P. humusarmen, schwach sandigen Rohboden des *Lettenkeupers*. Darunter folgten bis in 9,35 m Tiefe unter A.P. stark bis sehr stark verwitterte, teils dolomitische und teils tonig-sandige, vielfach stückig zerlegte Gesteinsserien des *Lettenkeupers* unterhalb der *Anthrakonitbank*, wobei die schwarzgrauen *Lettenkohle*-Schichten in 1,6 m - 3,6 m Tiefe unter A.P. im Gegensatz zu anderen Bohrprofilen farblich nicht besonders in Erscheinung traten. Die Grenzregion zwischen den Basalschichten des *Lettenkeupers* (*Obere Triaszeit*) und den relativ gleichförmigen, mäßig harten Dolomitgesteinsserien der *Rottweil-Formation* (*Mittlere Triaszeit*) wurde in 600,6 mNN angetroffen. Das Bohrgut aus den Gesteinsserien der *Rottweil-Formation* ließ eine Abfolge intensiv steil bis vertikal geklüfteter, abschnittsweise scherbilig zerlegter Gesteinsbänke, aber auch solcher kompakter Felsbänke von bis zu 66 cm Trennflächenabstand erkennen. Der stratigraphische Übergang zu den Schichten der *Meissner Formation* (ca. 16,75 m tief unter A.P.) war anhand des Bohrgutes nicht zweifelsfrei erkennbar, da sich die Art und Beschaffenheit der Gesteinsserien (gebankte Dolomitgesteine und zumeist ausgeprägt dolomitisierte Kalkgesteine) in der *Rottweil Formation* und den oberen Zonen der *Meissner Formation* nicht wesentlich unterscheiden.

Neben den aus kompakten Felsbänken gewonnenen Bohrkernen lag das Bohrgut in Form von Gesteinsscherben, schotterartigen Fragmenten, Brocken und Kernscheiben bzw. Bruchstücken von Kernscheiben vor. Die Festgesteinsserien wiesen zahlreiche Trennflächen (DG: 100%) auf.

Die Bohrung wurde nicht ausgebaut.

Tiefe [m]	Tiefenband [m]	Höhe (mNN)	Bohrgutbeschreibung
			<u>Lettenkeuper-Formation (Erfurt-Formation)</u> (erschlossene Mächtigkeit: 9,35 m)
			Verwitterungsdecke des Unteren Lettenkeupers (ku 1)
0,0	0-0,1 (0,1)	609,94	U, fs, halbfest (nahezu ausgetrocknet), matt hellgelbbraun, mehlsandig, ku-Rohboden, zuoberst schwach humos; anthropogen gestört, enthält durch landwirtschaftliche Bearbeitung empor geförderte DSt.-Stückchen. <i>Diluviale Neckarkiese</i> konnten im Bohrgut nicht nachweisen werden. Diese sind aber an der GOK im Nahbereich der Bohrung erkennbar.
0,1		ca. 609,8	
	0,1-1,6 (1,5)		Sandige Pflanzenschiefer – (ku 1-As)
			0,1 m - 1,5 m: fS, u - \bar{u} , g' - g, matt hellgelblich grau, mehlsandig; FK-Anteil ohne plastische Eigenschaften. DSt.-Reliktstücke, mäßig hart, in Splitter- bis Faustgröße enthalten (ggf. Reste <i>Anthrakonitbank</i> ?); infolge von Ackerbau teilweise anthropogen ungelagert.
			1,5 m - 1,6 m: DSt.-X-Korn, hart, kantig, gedrungen, dkl.grau / rostfarben.
1,6		608,3	

**Bohrgutbeschreibung****Bohrpunkt BK 11/15**

Tiefe [m]	Tiefenband [m]	Höhe (mNN)	Bohrgutbeschreibung
1,6		608,3	<p>Schluff-Tongestein und Dolomitgesteine der Lettenkohle-Schicht – (ku 1 AsK)</p> <p>1,6 m - 3,6 m: U+S, $\bar{f}g$ - mg (V5); Bohrgut weist granulometrisch eine pulverisierte (schluffkörnige) bis kieskörnige (Chips) Zusammensetzung auf. FK-Anteil nicht plastisch; matt grau bis matt graubraun, ohne Schwarzfärbung, in 3,0 m - 3,6 m Tiefe unter A.P. hellrostbraune Anteile. Beim Aufbrechen von Chips ist teilweise eine Residualschichtung erkennbar.</p> <p>3,6 m - 3,7 m: DSt., hart, brockig, matt dunkelgrau.</p> <p>3,7 m - 4,05 m: U, $\bar{f}s$, fg-mg, weich-steif, matt graubraun, feucht.</p>
	1,6-4,05 (2,45)		
4,05		605,3	<p>Dolomitgestein der „Alberti-Bank“- Region – (ku 1 AB)</p> <p>4,05 m - 4,2 m: mG-gG (DSt.), harte kantige Körner, braungrau.</p> <p>4,2 m - 4,3 m: DSt., hart, braungrau, zyl. Bohrkern, 10 cm lang</p> <p>In 4,2 m Tiefe unter A.P. Wechsel von Rammkernbohrverfahren zu Rotationskernbohrverfahren mit Wasserspülung.</p> <p>4,3 m - 4,35 m: DSt., hart, scherbilig, mit adhäsiver U, fs - Anhaftung.</p>
	4,05-4,35 (0,3)		
4,35		605,0	<p>Schichten in der Region des Hauptsandsteins – (ku 1 sH)</p> <p>4,35 m - 4,9 m: fSSt.-mSSt.v, u', t', mit dolomitischen Anteilen, mürb; überwiegend grobstückig, grau, mit rostbraunen Anteilen, Trennflächen rostfarben bestegt;</p> <p>in 4,6 m - 4,7 m Tiefe unt. A.P.: w = 0,1783.</p> <p>4,9 m - 5,8 m: DSt.v, fs - $\bar{f}s$, mürb-mäßig hart, vertikal und horizontal zerteilte Kerne, grau; Trennflächen rostfarben bestegt.</p> <p>5,8 m - 6,15 m: fSSt., dolomitisch, splittrig-scherbig bis brockig, in mG- bis gG-Größe.</p>
	4,35-6,15 (1,8)		
6,15		603,2	



Bohrgutbeschreibung

Bohrpunkt BK 11/15

Tiefe [m]	Tiefenband [m]	Höhe (mNN)	Bohrgutbeschreibung								
6,15		603,2									
	6,15-8,05 (1,9)		<p>Ton-/Dolomitgestein der Estheriensichten – (ku 1 E)</p> <p>6,15 m - 7,6 m: TSt., \bar{v} (V4) u. T (V5), in d. Konsistenzspektren steif-halbfest (oberhalb 6,9 m Tiefe unter A.P.) und halbfest-fest (unterh. 6,9 m Tiefe unt. A.P.); Bohrgut ist von zylindrischer bis scherbiger Zustandsform, dunkelgrau. Anhand des Bohrgutes ist keine sichere Feinuntergliederung der Schicht möglich.</p> <p>Flügelscherfestigkeit (GEONOR H20, Einsatz S)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Tiefe (m)</th> <th>undrännierte Scherfestigkeit C_u (kPa)</th> <th>Restscherfestigkeit C_{uR} (kPa)</th> <th>Verhältnis C_u/C_{uR}</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>6,65</td> <td>32</td> <td>reißt</td> <td>---</td> </tr> </tbody> </table> <p>7,6 m - 7,8 m: TMSt., dolomitisch, mürb, grau, scherbig.</p> <p>7,8 m - 8,05m: TSt., \bar{v} (V4), äußerst mürb - mürb, dkl.grau / gelbgrau / dunkelrostbraun; teilweise mit den Fingern zerlegbar; in 7,9 m - 8,0 m Tiefe unt. A.P.: $w = 0,0924$.</p>	Tiefe (m)	undrännierte Scherfestigkeit C_u (kPa)	Restscherfestigkeit C_{uR} (kPa)	Verhältnis C_u/C_{uR}	6,65	32	reißt	---
Tiefe (m)	undrännierte Scherfestigkeit C_u (kPa)	Restscherfestigkeit C_{uR} (kPa)	Verhältnis C_u/C_{uR}								
6,65	32	reißt	---								
8,05		601,9									
	8,05-9,35 (1,3)		<p>Basaldolomit-Region (Basisschichten - ku 1B)</p> <p>8,05m - 8,3m: TMSt., dolomit. bis DSt., fließender Übergang der Tiefe zunehmender Dolomitgehalt; überwiegend matt gelbgraue Farbtöne; unterhalb 8,2 m Tiefe unter A.P. nicht mehr mit den Fingern zerlegbar.</p> <p>8,3m - 8,5m: DSt., mürb, gelbgrau, vollzylindr. Bohrgut, 11 cm / 15 cm lang.</p> <p>8,5 m - 9,35 m: DSt., mäßig hart, matt mittelgrau; splittrig-scherbig bis stückig, kein zylindr. Bohrgut; Reste der <i>Blaubank</i>; in 8,8 m - 8,9 m Tiefe unt. A.P.: $w = 0,0969$; ab 9,0m abwärts: 50% Spülwasserverlust.</p> <p>In 9,25 m - 9,35 m Tiefe unter A.P. rotbrauner fluviatiler Sand zwischengelagert.</p> <p>Übergang zum <i>Trigonodusdolomit</i>.</p>								
9,35		600,6									

**Bohrgutbeschreibung****Bohrpunkt BK 11/15**

Tiefe [m]	Tiefen- band [m]	Höhe (mNN)	Bohrgutbeschreibung
9,35		600,6	
	9,35-16,75 (7,4)		<p><u>Rottweil-Formation (Trigonodusdolomit)</u> (erschlossene Mächtigkeit: ca. 7,4 m)</p> <p>Dolomitgestein des Trigonodusdolomits (moδ) DSt., teilweise fs, mäßig hart, matt gelblich grau mit lokalen matt mittelgrauen Zonen, relativ gleichförmige bankige Gesteinsserien; schwach porös bis porös, örtlich löchrig, häufig scherbilig bzw. splittrig-bröcklig; mit bevorzugt steil geneigten bis vertikalen Trennflächen in oft engständiger Folge; Kerne oft stufig brechend. Vollzylindrische Kerne sind nur in Teilabschnitten vorhanden und sind selten länger als 25 cm.</p> <p>In der Grenzregion zu den <i>Basaldolomiten</i> der <i>Lettenkeuper-Formation</i> befindet sich in 9,25 m -9,35 m eine matt rotbraune Lage fluviatilen Sandes, die in mehreren Bohrungen angetroffen wurde.</p> <p>9,35 m - 9,85 m: DSt., oben sandig, Übergänge zu SSt., dolom., mäßig hart, hellgrau, grobscherbig, ausgeprägt vertikal durchtrennt; Teile von Kernscheiben und kurzen zylindr. Kernen.</p> <p>9,85 m - 10,75 m: DSt., fs', mäßig hart, gelblich hellgrau, vertikal gespaltene Kerne, bankig, bis 20 cm Bankstärke.</p> <p>10,75 m - 12,05 m: DSt., fs', mäßig hart, gelblich hellgrau, porös bis löchrig, bankig, durchschnittl. Kernlänge 13 cm, max. Kernlänge 27 cm.</p> <p>12,05 m - 16,75 m: DSt., fs', mäßig hart, gelbl. hellgrau, streckenw. löchrig, bankig bis dickbankig, maximale Kernlängen 56 cm (in 13,05 m - 13,63 m) und 66 cm (in 14,03 m - 14,7 m); einzelne scherbilige Zwischenabschnitte (z. B. in 14,7 m - 14,85 m); Bohrkerne teilweise vertikalrissig.</p>
16,75		593,2	



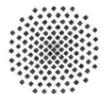
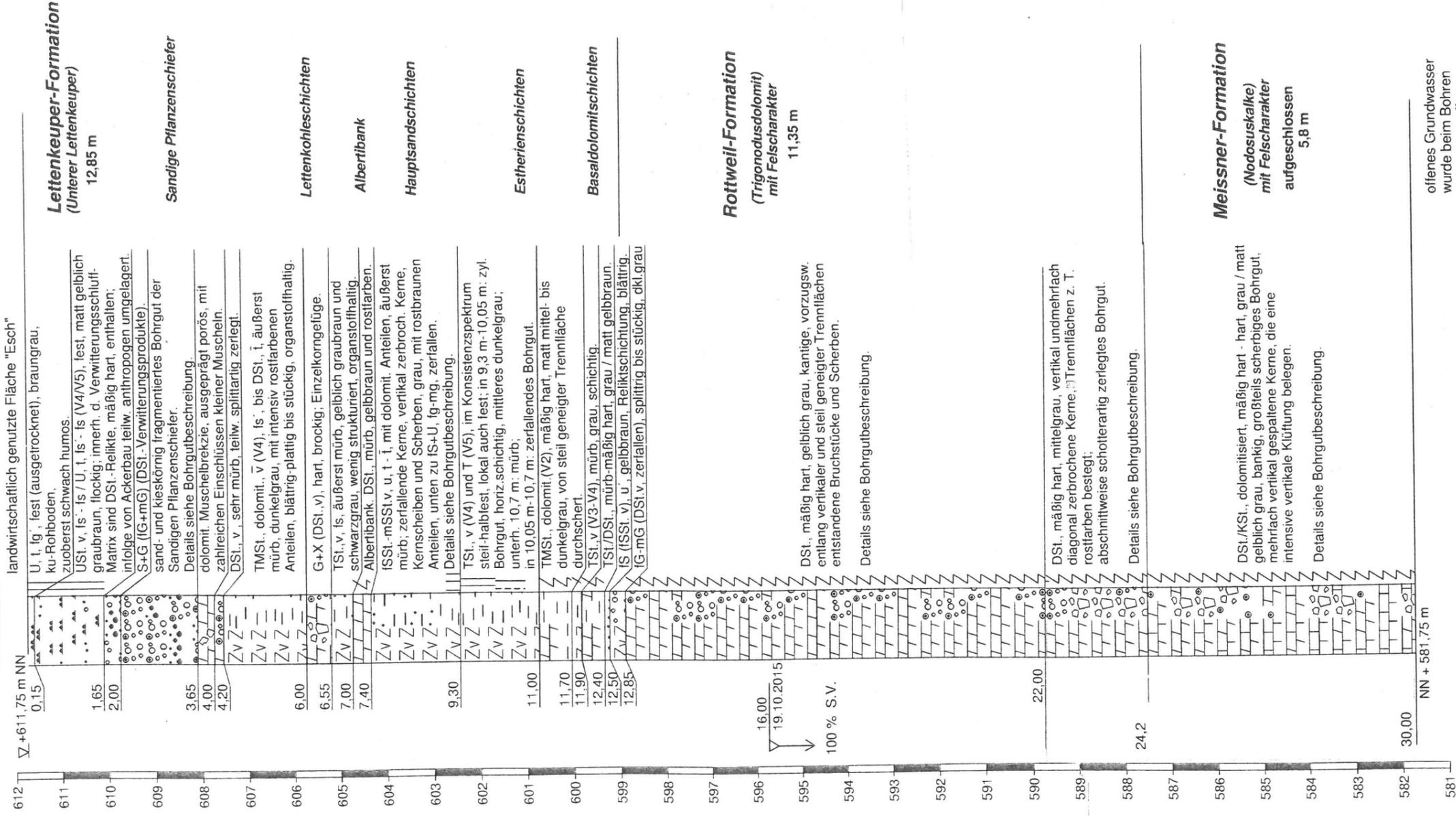
Bohrgutbeschreibung

Bohrpunkt BK 11/15

Tiefe [m]	Tiefenband [m]	Höhe (mNN)	Bohrgutbeschreibung
16,75		593,2	
	16,75-30,0 (13,25)		<p><u>Meissner-Formation (Nodosuskalke)</u> (erschlossene Mächtigkeit: 13,25 m)</p> <p>Dolomitgestein und dolomitisiertes Kalkgestein der obersten Region der Nodosuskalke (mo2)</p> <p>DSt./KSt., dolomitisiert, mäßig hart - hart, grau / matt gelblich grau, bankig, großteils scherbiges Bohrgut, mehrfach vertikal gespaltene Kerne, die eine intensive vertikale Klüftung belegen.</p> <p>In 16,75 m - 19,5 m Tiefe unter A.P.: Wechsel von DSt. und dolomitisiertem KSt., mäßig hart, von je ca. 35 cm Bankstärke, ausgeprägt vertikalrissig, unregelmäßig stufig brechend; mit kurzen Zwischenabschnitten grober Gesteinsscherben.</p> <p>ab 18,0m abwärts: 100% Spülwasserverlust.</p> <p>Unterhalb von 19,5 m Tiefe unter A.P. sind nur relativ wenige Kerne vorhanden, die für einen einaxialen Zylinderdruckversuch geeignet wären.</p> <p>Die Bohrkerne aus 20,45 m - 20,75 m Tiefe unter A.P. zeigen eine auffallende Porosität.</p> <p>Unterhalb von 24,3 m Tiefe unter A.P. wurden vermehrt spaltenreiche Kerne mit überdurchschnittlich starken Kalkspatbildungen in Verbindung mit der Anwesenheit fluviatilen Lehms angetroffen. Diese Phänomene deuten auf die Existenz von Hohlräumen hin.</p> <p>Die Mantelflächen der Kerne sind auffallend rauh.</p>
30,0		579,95	Bohrlochendeufe.

Im Bohrgut zeigten sich keine sensorisch wahrnehmbaren Hinweise auf eine mögliche umweltrelevante Belastung.

BK 12/15
19.21.10.2015



BK 12/15

**Bohrgutbeschreibung****Bohrpunkt BK 12/15**

Rottweil-Esch, Fl.St. 2637, langjährig als landwirtschaftliche Anbaufläche genutztes Flurstück am Rand der Wasserschutzzone III, *Neckarburg*, nördlich angrenzend an das *Neckarburgsträßchen*.

Bohransatzpunkt: R: 34 71 635,3 H: 53 39 210,5; 611,75 mNN; Bohrtiefe: 30,0 m.

Ausführendes Bohrunternehmen: *drillexpert GmbH, Teningen-Nimburg*, mit Raupenbohrgerät *Fraste FS 250*.

Ausführungszeitraum: 19.10.-21.10.2015.

Die Bohrung durchteufte unter der Ackerfläche bis in 0,15 m Tiefe unter A.P. humusarmen, schwach sandigen Rohboden des *Lettenkeupers*. Darunter folgten bis in 12,85 m Tiefe unter A.P. stark bis sehr stark verwitterte, teils dolomitische und teils tonig-sandige, vielfach stückig zerlegte Gesteinsserien des *Lettenkeupers* unterhalb der *Anthrakonitbank*, wobei sich die schwarzgrauen *Lettenkohle*-Schichten in 4,2 m - 7,0 m Tiefe unter A.P. farblich besonders hervorhoben. Die Grenzregion zwischen den Basalschichten des *Lettenkeupers* (*Obere Triaszeit*) und den relativ gleichförmigen, mäßig harten Dolomitgesteinsserien der *Rottweil-Formation* (*Mittlere Triaszeit*) wurde in 598,95 mNN angetroffen. Das Bohrgut aus den Gesteinsserien der *Rottweil-Formation* ließ eine Abfolge intensiv steil bis vertikal geklüfteter, abschnittsweise scherbilig zerlegter Gesteinsbänke mit Felscharakter erkennen. Der stratigraphische Übergang zu den Schichten der *Meissner Formation* (ca. 24,2 m tief unter A.P.) war anhand des Bohrgutes nicht zweifelsfrei erkennbar, da sich die Art und Beschaffenheit der Gesteinsserien (gebankte Dolomitgesteine und zumeist ausgeprägt dolomitisierte Kalkgesteine) in der *Rottweil Formation* und den oberen Zonen der *Meissner Formation* nicht wesentlich unterscheiden.

Häufig lag das Bohrgut in Form von Gesteinsscherben, schotterartigen Fragmenten, Brocken und Kernscheiben bzw. Bruchstücken von Kernscheiben vor. Kompakte Gesteinsbänke, die die Gewinnung zylindrischer Bohrkerne ermöglicht hätten, waren im Vergleich dazu nur untergeordnet vertreten. Die Festgesteinsserien wiesen zahlreiche Trennflächen (DG: 100%) auf.

Die Bohrung wurde zum Pegel mit Überflurhydrant ausgebaut. Die Filterstrecke liegt zwischen 5 m und 10 m unter A.P..

Tiefe [m]	Tiefenband [m]	Höhe (mNN)	Bohrgutbeschreibung
			<u>Lettenkeuper-Formation (Erfurt-Formation)</u> (erschlossene Mächtigkeit: 12,85 m)
			Verwitterungsdecke des Unteren Lettenkeupers (ku 1)
0,0	0-0,15 (0,15)	ca. 611,75	U, t, fg', fest (ausgetrocknet), braungrau, ku-Rohboden, zuoberst schwach humos mit dünnem Wurzelgeflecht und Strohresten; anthropogen gestört, enthält durch landwirtschaftliche Bearbeitung empor geförderte TSt.-Bröckchen. <i>Diluviale Neckarkiese</i> konnten im Bohrgut nicht nachweisen werden. Diese sind aber an der GOK im Nahbereich der Bohrung erkennbar.
0,15	0,15-4,2 (4,05)	611,6	Lettenkeuper bis Sandige Pflanzenschiefer – (ku 1-As) 0,15 m - 1,65 m: USt. \bar{v} , fs'- fs / U, t, fs'- fs (V4/V5), fest, matt gelblich graubraun, flockig; innerhalb der Verwitterungsschluff-Matrix sind DSt.-Reliktstücke, mäßig hart, in Splitter- bis Faustgröße enthalten (ggf. Reste <i>Anthrakonitbank</i> ?); in 1,6 m -1,65 m Tiefe unter A.P. als Verbackung, halbfest-fest; infolge von Ackerbau teilweise anthropogen umgelagert; in 0,7 m - 0,8 m Tiefe unt. A.P.: w = 0,1056. 1,65 m - 2,0 m: S+G (fG+mG) (DSt.-Verwitterungsprodukte); Anteil > 2 mm kantig; in 1,65 m - 1,75 m Tiefe unt. A.P.: w = 0,1031.
2,0		609,75	

**Bohrgutbeschreibung****Bohrpunkt BK 12/15**

Tiefe [m]	Tiefenband [m]	Höhe (mNN)	Bohrgutbeschreibung
2,0		609,75	<p>2,0 m - 2,4 m: G (DSt.,v), graubraun; vermutl. Reste einer zu kieskorngroßen Fragmenten zerlegten DSt.-Bank; Stücke bis gG-Größe, graubraun.</p> <p>2,4 m - 3,2 m: S, \bar{g} (DSt.,v), graubraun, schwach feucht; in 2,4 m - 2,5 m Tiefe unt. A.P.: $w = 0,0766$.</p> <p>3,2 m - 3,3 m: mG, fg, s (DSt.,v), graubraun, G-Anteil splittrig.</p> <p>In 3,3 m Tiefe unter A.P. Wechsel von Rammkernbohrverfahren zu Rotationskernbohrverfahren mit Wasserspülung.</p> <p>3,3 m - 3,65 m: S, u', nass; offenes Wasser in Kernkiste, relativ wenig Bohrgut vorhanden.</p> <p>3,65 m - 4,0 m: dolomit. Muschelbrekzie, ausgeprägt porös, mit zahlreichen Einschlüssen kleiner Muscheln auf engstem Raum; leicht zerschlagbar.</p> <p>4,0 m - 4,2 m: DSt., \bar{v}, sehr mürb, teilw. splittartig zerlegt, blättrig bis plattig.</p>
4,2		607,55	<p>Schluff-Tongestein und Dolomitgesteine der Lettenkohle-Schicht – (ku 1 AsK)</p> <p>4,2 m - 6,0 m: TMSt., dolomit., \bar{v} (V4), fs', bis DSt., \bar{t}, äußerst mürb, dunkelgrau, mit intensiv rostfarbenen Anteilen, blättrig-plattig bis stückig, organstoffhaltig; in 4,35 m - 4,45 m Tiefe unt. A.P.: $w = 0,1132$. in 4,6 m - 4,7 m Tiefe unt. A.P.: $w = 0,0924$.</p> <p>6,0 m - 6,55 m: G+X (DSt.,v), hart, brockig; Einzelkorngefüge.</p> <p>6,55 m - 7,0 m: TSt.,v, fs, äußerst mürb, gelblich graubraun und schwarzgrau, wenig strukturiert, organstoffhaltig in 6,65 m - 6,75 m Tiefe unt. A.P.: $w = 0,1217$.</p>
7,0		604,75	<p>Dolomitstein- und Schluff-Tongestein der „Alberti-Bank“- Region – (ku 1 AB)</p> <p>7,0 m - 7,4 m: DSt., mürb, gelbbraun und rostfarben.</p>
7,4		604,35	



Bohrgutbeschreibung

Bohrpunkt BK 12/15

Tiefe [m]	Tiefenband [m]	Höhe (mNN)	Bohrgutbeschreibung												
7,4		604,35	<p>Schichten in der Region des Hauptsandsteins – (ku 1 sH)</p> <p>7,4 m - 8,7 m: fSSt.-mSSt.v, u, t - \bar{t}, mit dolomitischen Anteilen, äußerst mürb; zerfallende Kerne, vertikal zerbrochene Kerne, Kernscheiben und Scherben, grau, mit rostbraunen Anteilen, Trennflächen rostfarben bestegt; von Hand zerlegbar bzw. sehr leicht mit Handhammer teilbar.</p> <p>8,7 m - 9,0 m: fG-mG (fSSt.-mSSt.v, \bar{u}, t, mit dolomitischen Anteilen), zerfallenes Bohrgut; Stücke in bindiger Matrix verklebt, schmutzig gelbbraun.</p> <p>9,0 m - 9,3 m: fS + U, schwach verfestigt, verbacken, FK-Anteil: halbfest-fest; mit Maurerkelle teilbar; enthält fSSt./mSSt.-Stücke in fG- bis mG-Größe.</p>												
9,3	7,4-9,3 (1,9)	602,45	<p>Ton-/Dolomitgestein der Estheriensichten – (ku 1 E)</p> <p>9,3 m - 10,7 m: TSt., \bar{v} (V4) und T (V5), im Konsistenzspektrum steif-halbfest, lokal auch fest; in 9,3 m-10,05 m: zyl. Bohrgut, horiz.schichtig, mittleres dunkelgrau; in 9,15 m - 9,2 m Tiefe unt. A.P.: w = 0,2555; in 9,5 m - 9,55 m Tiefe unt. A.P.: w = 0,1445; in 9,6 m - 9,7 m Tiefe unt. A.P.: w = 0,1031; in 9,9 m - 10,0 m Tiefe unt. A.P.: w = 0,1276; in 10,05 m-10,7 m: zerfallendes Bohrgut; in 10,5 m - 10,6 m Tiefe unt. A.P.: w = 0,1147.</p> <p>Anhand des Bohrgutes ist keine sichere Feinuntergliederung der Schicht möglich.</p>												
	9,3-11,9 (2,6)		<p>Flügelscherfestigkeiten (GEONOR H20, Einsatz S)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Tiefe (m)</th> <th>undrännierte Scherfestigkeit C_u (kPa)</th> <th>Restscherfestigkeit C_{uR} (kPa)</th> <th>Verhältnis C_u/C_{uR}</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>9,45</td> <td>62</td> <td>12</td> <td>5,2</td> </tr> <tr> <td>9,55</td> <td>68</td> <td>22</td> <td>3,1</td> </tr> </tbody> </table>	Tiefe (m)	undrännierte Scherfestigkeit C_u (kPa)	Restscherfestigkeit C_{uR} (kPa)	Verhältnis C_u/C_{uR}	9,45	62	12	5,2	9,55	68	22	3,1
Tiefe (m)	undrännierte Scherfestigkeit C_u (kPa)	Restscherfestigkeit C_{uR} (kPa)	Verhältnis C_u/C_{uR}												
9,45	62	12	5,2												
9,55	68	22	3,1												
11,0		600,75	<p>10,7m-11,0m: TSt., \bar{v} (V4), mürb, dkl.grau, stückig. in 10,4 m - 10,5 m: w = 0,1326</p>												

**Bohrgutbeschreibung****Bohrpunkt BK 12/15**

Tiefe [m]	Tiefenband [m]	Höhe (mNN)	Bohrgutbeschreibung
11,0		600,75	<p>11,0m - 11,2m: TMSt., dolomit.(V2), mäßig hart, matt mittel- bis dunkelgrau, von steil geneigter Trennfläche durchschert.</p> <p>11,2m - 11,9m: TSt.,v (V3-V4), mürb, grau, schichtig; zuoberst zylindr. Kern, 20 cm lang, darunter Scherben und sehr kurze, bevorzugt horizontallagig aufspaltende zylindr. Kerne.</p>
11,9	11,9-12,85 (0,95)	599,85	<p>Basaldolomit-Region (Basisschichten - ku 1B)</p> <p>11,9 m - 12,0 m: Fließender Übergang TSt./DSt., mürb, grau / matt hellgelbbraun, Kernscheiben.</p> <p>12,0 m - 12,4 m: DSt., mäßig hart, gelblich grau; kurze zylindr. Stücke mit steil abgetrennten Abplatzungen.</p> <p>12,4 m - 12,5 m: fS (fSSt. \bar{v}), u', gelbbraun, Reliktschichtung, blättrig.</p> <p>12,5 m - 12,85 m: fG-mG (DSt.v, zerfallen), splittrig bis stückig, dunkelgrau, schotterartig, kantig, hackiger Bruch, kantig. Reste der <i>Blaubank</i>. Übergang zum <i>Trigonodusdolomit</i>.</p>
12,85		598,95	<p><u>Rottweil-Formation (Trigonodusdolomit)</u> (erschlossene Mächtigkeit: ca. 11,35 m)</p> <p>Dolomitgestein des Trigonodusdolomits (moδ) DSt., teilweise fs, mäßig hart, matt gelblich grau mit lokalen matt mittelgrauen Zonen, relativ gleichförmige bankige Gesteinsserien; schwach porös bis porös, örtlich löchrig, häufig scherbilig bzw. splittrig-bröcklig; mit bevorzugt steil geneigten bis vertikalen Trennflächen in oft engständiger Folge; Kerne oft stufig brechend. Vollzylindrische Kerne sind nur in Teilabschnitten vorhanden und sind selten länger als 25 cm.</p> <p>In der Grenzregion zu den <i>Basaldolomiten</i> des <i>Lettenkeupers</i> befindet sich in 13,0 m -13,15 m eine matt rotbraune Lage fluviatilen Sandes, die in mehreren Bohrungen angetroffen wurde.</p> <p>12,85 m - 13,0 m: DSt., mäßig hart, hellgrau, zylindr., rissig, Stirnflächen mit hackig-stufigem Bruchbild.</p> <p>13,0 m - 13,2 m: DSt., mäßig hart, kantige, vorzugsw. entlang vertikaler Trennflächen entstandene Bruchstücke, dazwischen fluviatiler Sand (s. o.).</p> <p>13,2 m - 18,35 m: DSt., mäßig hart, hellgrau, porös bis löchrig, überwiegend vertikal bis steil geklüftete Kerne. ab 16,0m abwärts: 100% Spülwasserverlust.</p>
18,35	12,85-24,2 (11,35)	593,4	

**Bohrgutbeschreibung****Bohrpunkt BK 12/15**

Tiefe [m]	Tiefenband [m]	Höhe (mNN)	Bohrgutbeschreibung
18,35		593,4	<p>18,35 m - 23,3 m: mG+gG (DSt.), schotterartig zerlegt, hellgrau, kein zylindr. Bohrgut, unterh. 21,8 m Tiefe unt. A.P. mit fS-Anteil.</p> <p>23,3 m - 24,0 m: DSt., mäßig hart, mittelgrau, vertikal und mehrfach diagonal zerbrochene Kerne, Trennflächen z. T. rostfarben bestegt; unterhalb von 23,7 m Tiefe unt. A.P. DSt.-Scherben, schotterartig.</p> <p>24,0 m - 24,2 m: DSt., mäßig hart, mittelgrau; Bruchstücke kurzer zylindr. Kerne.</p>
24,2		587,55	
	24,2-30,0 (5,8)		<p><u>Meissner-Formation (Nodosuskalke)</u> (erschlossene Mächtigkeit: 5,8 m)</p> <p>Dolomitgestein und dolomitisiertes Kalkgestein der obersten Region der Nodosuskalke (mo2)</p> <p>DSt./KSt., dolomitisiert, mäßig hart - hart, grau / matt gelblich grau, bankig, großteils scherbiges Bohrgut, mehrfach vertikal gespaltene Kerne, die eine intensive vertikale Klüftung belegen. Im gesamten Bohrgut sind nur relativ wenige Kerne vorhanden, die für einen einaxialen Zylinderdruckversuch geeignet wären.</p> <p>Unterhalb von 28,2 m Tiefe unter A.P. wurden vermehrt spaltenreiche Kerne mit überdurchschnittlich starken Kalkspatbildungen in Verbindung mit der Anwesenheit fluviatilen Lehms angetroffen. Diese Phänomene deuten auf die Existenz von Hohlräumen hin.</p> <p>Die Mantelflächen der Kerne sind auffallend rauh.</p>
30,0		581,75	Bohrlochendeufe.

Im Bohrgut zeigten sich keine sensorisch wahrnehmbaren Hinweise auf eine mögliche umweltrelevante Belastung.



Schichtenbeschreibung

Schurf SCH 1/15

Rottweil-Esch, Fl.St. 2630/1, Walddistrikt *Beckenhölzle*, Abteilung *Schachtloch*, Holzlagerplatz am befahrbaren Stichweg, der in nordöstlicher Richtung vom *Otto-Gulde-Weg* abzweigt;
Lage des Schurfs: R: 34 71 886,25 H: 53 38 607,20; GOK: 616,02 mNN; Aushubtiefe: 5,5 m.
Ausführendes Bauunternehmen: *Gebr. Bantle GmbH & Co. KG, Böisingen*, mit Tieflöffelbagger *Liebherr 936*.
Ausführungszeitraum: 09.11.2015.

Der Schurf erschloss bis in 1,3 m Tiefe unter GOK eine überwiegend aus groben Kalksteinen bestehende künstliche Auffüllung. Darunter folgten bis in 5,5 m Tiefe unter A.P. Schichtglieder des *Unteren Lettenkeupers*. Diese waren mit Ausnahme der *Alberti-Bank* leicht baggerbar. Die Felsblöcke der *Alberti-Bank* waren nach dem Aufbrechen der Bank von oben und Entnahme einiger Felsblöcke ebenfalls relativ leicht baggerbar. Solange der Schurf (ca. 15 bis 20 Minuten lang) offen stand, trat kein offenes Schichtwasser aus den Schurfwandungen aus.

Im oberen Teil des Schurfs war ein schwach brandiger Geruch wahrnehmbar (vermutlich vom Bagger emittiert).

Tiefe [m]	Tiefenband [m]	Höhe (mNN)	Schichtenbeschreibung
			<u>Künstliche Auffüllung</u> (erschlossene Mächtigkeit: 1,3 m)
0,0	0,0-0,15 (0,15)	616,0	A (U, t, g), halbf., humos; gemischtkörnige Auffüllungsschicht, eingeebnete Lagerfläche für Stammholzpolder.
0,15	0,15-0,6 (0,45)	615,85	A (G+U); GK-Anteil besteht aus kantigen, plattigen KSt.-Komponenten, („schroppenähnlich“). Innerhalb der Schicht war eine dünne schwarze, vermutlich organische Zwischenlage (U, g, steif, ohne spezifischen Geruch).
0,6	0,6-0,8 (0,2)	615,4	A (X; Ybz); GK-Komponenten bestehen teilweise aus plattenartigen KSt.-Stücken und einzelnen Ziegelstücken. Es besteht Korn-an-Korn-Kontakt.
0,8	0,8-1,3 (0,5)	615,2	A (X, u - \bar{u} , y' - y); GK-Komponenten setzen sich überwiegend Kalksteinbrocken und untergeordnet aus Betonbrocken zusammen.
1,3		614,7	
			<u>Lettenkeuper-Formation (Erfurt-Formation)</u> (erschlossene Mächtigkeit: 4,2 m)
	1,3-5,5 (4,2)		Restprofil der Sandigen Pflanzenschiefer – (ku 1-As)
			1,3 m - 2,4 m: S + G (DSt.) mit Keupermergelbröckchen, (rötlich) gelbgrau, teilw. verklumpt, stückig.
			2,4 m - 2,7 m: U, fs, steif-halbfest, mergelig, gelbgraue und dunkelgraue Anteile, ab 2,5 m: rostfarbene Anteile enthalten.
2,7		613,3	

**Schichtenbeschreibung****Schurf SCH 1/15**

Tiefe [m]	Tiefenband [m]	Höhe (mNN)	Schichtenbeschreibung
2,7		613,3	<p>Schluff-Tongestein der Lettenkohle-Schicht – (ku 1 AsK)</p> <p>2,7 m - 4,0 m: TSt., fs', äußerst mürb, und T, mergelig, dunkelgrau bis schwarzgrau, organstoffhaltig; ab 3,1 m Tiefe unter GOK: mit mittelgrauen und rostbraunen Anteilen, unterh. 3,8 m Tiefe unter GOK zunehmend plattig.</p>
4,0	4,0-5,0 (1,0)	612,0	<p>Dolomitgestein der „Alberti-Bank“- Region – (ku 1 AB)</p> <p>4,0 m - 4,5 m: DSt.,fs, hart, hellrostfarben, stückig.</p> <p>4,5 m - 5,0 m: DSt., fs, hart, brn.grau, teilw. hellrostfarben, quadrig-bankig, nass. Bank muss von oben mit Bagger aufgebrochen werden.</p> <p>Offensichtlich zirkuliert im Kluftsystem der Gesteine der <i>Albertibank</i>-Gruppe Schichtwasser.</p>
5,0	5,0-5,5 (0,5)	611,0	<p>Schichten in der Region des Hauptsandsteins – (ku 1 sH)</p> <p>5,0 m - 5,5 m: TSt.,fs', mürb und DSt., t̄, mergelig, dunkelgrau.</p>
5,5		610,5	Schurfsohle.



Schichtenbeschreibung

Schurf SCH 2/15

Rottweil-Esch, Fl.St. 2630/1, Walldistrikt *Beckenhölzle*, Abteilung *Schachtloch*, Schurf nordwestlich von Sch 1/15 an der mit Schotter ertüchtigten Rückegasse, die parallel zum *Otto-Gulde-Weg* verläuft; Lage des Schurfs: R: 34 71 872,97 H: 53 38 620,26; GOK: 614,05 mNN; Aushubtiefe: 5,7 m. Ausführendes Bauunternehmen: *Gebr. Bantle GmbH & Co. KG, Böisingen*, mit Tieflöffelbagger *Liebherr 936*. Ausführungszeitraum: 09.11.2015.

Der Schurf erschloss unter einer dünnen, durchwurzelt Waldbodenschicht bis in 1,5 m Tiefe unter GOK eine überwiegend aus groben Kalksteinen bestehende künstliche Auffüllung. Darunter folgten bis in 5,7 m Tiefe unter A.P. Schichtglieder des *Unteren Lettenkeupers*.

Diese waren mit Ausnahme der *Alberti-Bank* leicht baggerbar. Die Felsblöcke der *Alberti-Bank* waren nach dem Aufbrechen der Bank von oben und Entnahme einiger Felsblöcke ebenfalls relativ leicht baggerbar.

Solange der Schurf (ca. 15 bis 20 Minuten lang) offen stand, trat kein offenes Schichtwasser aus den Schurfwandungen aus.

Im oberen Teil des Schurfs war ein schwach brandiger Geruch wahrnehmbar (vermutlich vom Bagger emittiert).

Tiefe [m]	Tiefenband [m]	Höhe (mNN)	Schichtenbeschreibung
			<u>Künstliche Auffüllung</u> (erschlossene Mächtigkeit: 1,5 m)
0,0	0,0-0,1 (0,1)	614,05	A (U, t, g), halbfest, humos, durchwurzelt (Waldboden).
0,1	0,1-1,5 (1,4)	613,95	A (X, gG, u); GK-Anteil besteht aus kantigen, vermutlich teilweise gebrochenen KSt.-Komponenten; Brocken bis ca. 30 cm x 20 cm x 6 cm, ferner: „schroffenähnliches“, teilweise auch plattiges Material und wenigen Ziegelstücken. Der Lehmanteil nimmt mit der Tiefe zu.
1,5		612,55	<u>Lettenkeuper-Formation (Erfurt-Formation)</u> (erschlossene Mächtigkeit: 4,2 m)
	1,5-5,7 (4,2)		Restprofil der Lettenkohle-Schicht – (ku 1 AsK)
			1,5 m - 1,7 m: U, fs (Keupermergel), halbfest, grau, brockig.
			1,7 m - 1,9 m: U, fs, steif-halbfest, mergelig, gelbgraue und oberhalb 1,8 m Tiefe: gelbbraun, schwach rostfarben; unterhalb 1,8 m Tiefe unter GOK: mittelbraun.
			Dolomitgestein der „Alberti-Bank“-Region – (ku 1 AB)
			1,9 m - 2,2 m: DSt., fs, hart, grau / hellrostfarben, quadrig-bankig; Blockgröße max. 60 cm x 50 cm x 30 cm.
			Offensichtlich zirkuliert im Kluftsystem der Gesteine der <i>Alberti-bank</i> -Gruppe zumindest temporär Schichtwasser (jedoch nicht bei der Herstellung der Schürfgarbe).
2,2		611,85	



Schichtenbeschreibung

Schurf SCH 2/15

Tiefe [m]	Tiefen- band [m]	Höhe (mNN)	Schichtenbeschreibung
2,2		611,85	<p>Schichten in der Region des Hauptsandsteins – (ku 1 sH)</p> <p>2,2 m - ca.2,4 m: U, fs' - fs, weich-steif (Schichtwassereinfluss); sehr feucht bis nass und stark verwitterte SSt.-Brocken.</p>
ca. 2,4		ca. 611,65	<p>Ton-/Dolomitgestein der Estherienschichten - (ku 1 E)</p> <p>ca. 2,4 m - 2,8 m: TSt./DSt. \bar{v}, mürb, dkl.grau, schiefrig, horizontalschichtig, mergelig; mit der Tiefe zunehmend plattig; TSt.-DSt.-Wechselfolge, grau / rostfarben; in 2,8 m Tiefe unt. GOK: unterste DSt.-Lage.</p> <p>2,8 m - 5,7 m: TSt., mürb, grau, mergelig.</p>
5,7		608,35	Schurfsohle.



Schichtenbeschreibung

Schurf SCH 3/15

Rottweil-Esch, Fl.St. 2630/1, Walldistrikt *Beckenhölzle*, Abteilung *Schachtloch*,

Schurf wenige Meter südöstlich von BK 9/15, an der mit Schotter ertüchtigten Rückegasse, die parallel zum *Otto-Gulde-Weg* verläuft;

Lage des Schurfs: R: 34 71 848,72 H: 53 38 612,35; GOK: 613,38 mNN; Aushubtiefe: 5,2 m.

Ausführendes Bauunternehmen: *Gebr. Bantle GmbH & Co. KG, Böisingen*, mit Tieflöffelbagger *Liebherr 936*.

Ausführungszeitraum: 09.11.2015.

Der Schurf erschloss unter einer dünnen, durchwurzelt Waldbodenschicht bis in 1,4 m Tiefe unter GOK eine überwiegend aus groben Kalksteinen bestehende künstliche Auffüllung. Darunter folgten bis in 5,2 m Tiefe unter A.P. Schichtglieder des *Unteren Lettenkeupers*.

Diese waren mit Ausnahme der *Alberti-Bank* leicht baggerbar. Die Felsblöcke der *Alberti-Bank* waren nach dem Aufbrechen der Bank von oben und Entnahme einiger Felsblöcke ebenfalls relativ leicht baggerbar.

Solange der Schurf (ca. 15 bis 20 Minuten lang) offen stand, trat kein offenes Schichtwasser aus den Schurfwandungen bzw. der Schurfsohle aus.

Tiefe [m]	Tiefenband [m]	Höhe (mNN)	Schichtenbeschreibung
			<u>Künstliche Auffüllung</u> (erschlossene Mächtigkeit: 1,5 m)
0,0	0,0-0,1 (0,1)	613,4	A (U, t, g), halbfest, humos, durchwurzelt (Waldboden).
0,1	0,1-1,4 (1,3)	613,3	A (X, gG, u); GK-Anteil besteht aus kantigen, vermutlich teilweise gebrochenen KSt.-Komponenten; überwiegend „schroppenähnliches“, teilweise auch plattiges Material.
1,4		612,0	<u>Lettenkeuper-Formation (Erfurt-Formation)</u> (erschlossene Mächtigkeit: 3,7 m)
	1,4-5,2 (3,8)		mutmaßliches Restprofil der Sandigen Pflanzenschiefer – (ku 1-As) 1,4 m - 1,5 m: DSt., fs', mürb, grau / gelblich-hellrostfarben.
			Lettenkohle-Schicht – (ku 1 AsK) 1,5 m - 3,1 m: TSt., mergelig, mittelgrau, plattig.
			Dolomitgestein der „Alberti-Bank“-Region – (ku 1 AB) 3,1 m - 3,6 m: DSt., fs, hart, grau / hellrostfarben, quadrigbankig, lokal mehlsandig.
3,6		609,6	



Schichtenbeschreibung

Schurf SCH 3/15

Tiefe [m]	Tiefen- band [m]	Höhe (mNN)	Schichtenbeschreibung
3,6		609,6	Schichten in den Regionen Hauptsandstein (ku 1 sH) / Estherienschiefer (ku 1 E), ungliedert 3,6 m - 5,2 m: TSt./DSt, mürb, grau, mergelig, stückig.
5,2		698,85	Schurfsohle.



Schichtenbeschreibung

Schurf SCH 4/15

Rottweil-Esch, Fl.St. 2630/1, Walldistrikt *Beckenhölzle*, Abteilung *Schachtloch*,

Schurf an der westlichen Steilstufe der forstlichen Rückegasse, die diagonal durch das Gelände verläuft und am Jägersitz vorbei zum befahrbaren Stichweg führt;

Lage des Schurfs: R: 34 71 851,19 H: 53 38 592,69; GOK: 615,45 mNN; Aushubtiefe: 5,5 m.

Ausführendes Bauunternehmen: *Gebr. Bantle GmbH & Co. KG, Bössingen*, mit Tieflöffelbagger *Liebherr 936*.

Ausführungszeitraum: 09.11.2015.

Der Schurf erschloss unter einer dünnen, durchwurzelt Waldbodenschicht bis in 2,0 m Tiefe unter GOK eine überwiegend aus groben Kalksteinen bestehende künstliche Auffüllung. Darunter folgten bis in 5,5 m Tiefe unter A.P. Schichtglieder des *Unteren Lettenkeupers*.

Diese waren leicht baggerbar.

Solange der Schurf (ca. 15 bis 20 Minuten lang) offen stand, trat kein offenes Schichtwasser aus den Schurfwandungen bzw. der Schurfsohle aus.

Tiefe [m]	Tiefenband [m]	Höhe (mNN)	Schichtenbeschreibung
			<u>Künstliche Auffüllung</u> (erschlossene Mächtigkeit: 2,0 m)
0,0	0,0-0,1 (0,1)	615,45	A (U, t, g), halbfest, humos, durchwurzelt (Waldboden).
0,1	0,1-2,0 (1,9)	615,35	A (X, gG, u); GK-Anteil besteht aus kantigen, vermutlich teilweise gebrochenen KSt.-Komponenten; Blöcke und „schroppenähnliches“, teilweise auch plattiges Material.
2,0		613,45	<u>Lettenkeuper-Formation (Erfurt-Formation)</u> (erschlossene Mächtigkeit: 3,5 m)
	2,0-5,5 (3,5)		mutmaßliches Restprofil der Sandigen Pflanzenschiefer – (ku 1-As) 2,0 m - 2,7 m: U, t, mergelig, halbfest, und TSt. \bar{v} , mürb, gelblich-mittelgrau. 2,7 m - 3,4 m: DSt., fs, mürb bis mäßig hart, gelbbraun / hellrostfarben.
			Lettenkohle-Schicht – (ku 1 AsK) 3,4 m - 4,0 m: TSt., mergelig, schwarzgrau, organisch; mit der Tiefe leicht abnehmender Organgehalt
			Schichten der Alberti-Bank-Region (ku 1 AB) Schichten in den Regionen Hauptsandstein (ku 1 sH) / ungegliedert 4,0 m - 5,5 m: TSt., mergelig, mürb, grau, horizontalschichtig. (keine harten Gesteinsbänke).
5,5		609,95	Schurfsohle.



Schichtenbeschreibung

Schurf SCH 5/15

Rottweil-Esch, Fl.St. 2630/1, Walldistrikt *Beckenhölzle*, Abteilung *Schachtloch*,

Schurf an der wenige Meter südlich der forstlichen Rückegasse, die diagonal durch das Gelände verläuft und am Jägersitz vorbei zum befahrbaren Stichweg führt;

Lage des Schurfs: R: 34 71 855,28 H: 53 38 581,71; GOK: 616,20 mNN; Aushubtiefe: 5,0 m.

Ausführendes Bauunternehmen: *Gebr. Bantle GmbH & Co. KG, Böisingen*, mit Tieflöffelbagger *Liebherr 936*.

Ausführungszeitraum: 09.11.2015.

Der Schurf erschloss unter einer dünnen, durchwurzelt Waldbodenschicht bis in 1,0 m Tiefe unter GOK eine überwiegend aus groben Kalksteinen bestehende künstliche Auffüllung. Darunter folgten bis in 5,0 m Tiefe unter A.P. Schichtglieder des *Unteren Lettenkeupers*.

Diese waren mit Ausnahme der *Alberti*-Bank leicht baggerbar. Die Felsblöcke der *Alberti*-Bank waren nach dem Aufbrechen der Bank von oben und Entnahme einiger Felsblöcke ebenfalls relativ leicht baggerbar.

Solange der Schurf (ca. 15 bis 20 Minuten lang) offen stand, trat kein offenes Schichtwasser aus den Schurfwandungen bzw. der Schurfsohle aus.

Tiefe [m]	Tiefenband [m]	Höhe (mNN)	Schichtenbeschreibung
			<u>Künstliche Auffüllung</u> (erschlossene Mächtigkeit: 1,0 m)
0,0	0,0-0,1 (0,1)	616,20	A (U, t, g), halbfest, humos, durchwurzelt (Waldboden).
0,1	0,1-1,0 (0,9)	616,10	A (X, gG, u); GK-Anteil besteht aus kantigen, vermutlich teilweise gebrochenen KSt.-Komponenten; überwiegend „schroppenähnliches“, teilweise auch plattiges Material.
1,0	1,0-5,0 (4,0)	615,20	<u>Lettenkeuper-Formation (Erfurt-Formation)</u> (erschlossene Mächtigkeit: 4,0 m) Restprofil der Sandigen Pflanzenschiefer – (ku 1-As) 1,0 m - 2,2 m: DSt., fs'-fs, mergelig, mürb, matt hellgelbbraun, samtsandig; keine Gesteinsbänke, kein harter Fels. Lettenkohle-Schicht – (ku 1 AsK) 2,2 m - 3,7 m: TSt.v, zuoberst dünne sandmergelige Lage, rostbraun; darunter in 2,3 m - 2,4 m Tiefe unt. GOK: schwarzgraue kohlehaltige Schicht; unterhalb 2,4 m Tiefe unter GOK: matt mittel- bis dunkelgrau. Kalkgestein der „Alberti-Bank“-Region – (ku 1 AB) 3,7 m - 4,0 m: KSt., hart, grau / rostbraun, quadrigbankig, lokal mehlsandig; Schicht mittels Bagger von oben erst nach Aufbrechen der Gesteinsbank und Entnahme einiger Blöcke problemlos lösbar.
4,0		612,20	



Schichtenbeschreibung

Schurf SCH 5/15

Tiefe [m]	Tiefenband [m]	Höhe (mNN)	Schichtenbeschreibung
4,0		612,20	Schichten in der Region des Hauptsandsteins – (ku 1 sH)
	4,0-5,0 (1,0)		4,0 m - 5,0 m: TSt.,fs', mürb und DSt., t̄, mergelig, dunkelgrau.
5,0		611,20	Schurfsohle.



Schichtenbeschreibung

Schurf SCH 6/15

Rottweil-Esch, Fl.St. 2630/1, Walldistrikt *Beckenhölzle*, Abteilung *Schachtloch*,

Schurf an der wenige Meter nördlich der forstlichen Rückegasse, die diagonal durch das Gelände verläuft und am Jägersitz vorbei zum befahrbaren Stichweg führt;

Lage des Schurfs: R: 34 71 864,00 H: 53 38 596,56; GOK: 615,64 mNN; Aushubtiefe: 3,6 m.

Ausführendes Bauunternehmen: *Gebr. Bantle GmbH & Co. KG, Bössingen*, mit Tieflöffelbagger *Liebherr 936*.

Ausführungszeitraum: 09.11.2015.

Der Schurf erschloss unter einer dünnen, durchwurzelten Waldbodenschicht bis in 0,9 m Tiefe unter GOK eine überwiegend aus groben Kalksteinen bestehende künstliche Auffüllung. Darunter folgten bis in 3,6 m Tiefe unter A.P. Schichtglieder des *Unteren Lettenkeupers*.

Diese waren mit Ausnahme der *Alberti*-Bank leicht baggerbar. Die Felsblöcke der *Alberti*-Bank waren nach dem Aufbrechen der Bank von oben und Entnahme einiger Felsblöcke ebenfalls relativ leicht baggerbar.

Solange der Schurf (ca. 15 bis 20 Minuten lang) offen stand, trat kein offenes Schichtwasser aus den Schurfwandungen bzw. der Schurfsohle aus.

Tiefe [m]	Tiefenband [m]	Höhe (mNN)	Schichtenbeschreibung
			<u>Künstliche Auffüllung</u> (erschlossene Mächtigkeit: 0,9 m)
0,0	0,0-0,05 (0,05)	615,65	A (U, t, g), halbfest, humos, durchwurzelt (Waldboden).
0,05	0,05-0,9 (0,85)	615,6	A (X, gG, y', u'); GK-Anteil besteht aus kantigen, vermutlich teilweise gebrochenen KSt.-Komponenten; Blöcke und „schroppenähnliches“, teilweise auch plattiges Material sowie einzelnen Ziegelstücken.
0,9		614,75	<u>Lettenkeuper-Formation (Erfurt-Formation)</u> (erschlossene Mächtigkeit: 2,7 m)
	0,9-3,6 (2,7)		Restprofil der Sandigen Pflanzenschiefer – (ku 1-As)
			0,9 m - 1,3 m: U, t, fs, mergelig, halbfest, matt gelblich-mittelgrau.
			1,3 m - 1,6 m: TSt. \bar{v} , mürb, mittelgrau / z. T. gelbbraun, stückig.
			Lettenkohle-Schicht – (ku 1 AsK)
			1,6 m - 2,6 m: TSt. \bar{v} , mergelig, schwarzgrau, organisch; mit der Tiefe leicht abnehmender Organgehalt unterhalb 1,8 m Tiefe unter GOK: matt mittel- bis dunkelgrau.
2,6		613,05	

**Schichtenbeschreibung****Schurf SCH 6/15**

Tiefe [m]	Tiefenband [m]	Höhe (mNN)	Schichtenbeschreibung
2,6		613,05	Schichten der Alberti-Bank-Region (ku 1 AB) 2,6 m - 3,1 m: fS, (fSSt.-Zersatz) rostbraun, feucht. 3,1 m - 3,4 m: KSt., hart, grau / rostbraun, kantig, quadrig-bankig. Blöcke mit max. Kantenlängen von 60 cm (im Lager). Schicht in der Region Hauptsandstein (ku 1 sH) 3,4 m - 3,6 m: TSt., mergelig, mürb, grau, horizontal-schichtig.
3,6		612,05	Schurfsohle.



Schichtenbeschreibung

Schurf SCH 7/15

Rottweil-Esch, Fl.St. 2630/1, Walldistrikt *Beckenhölzle*, Abteilung *Schachtloch*,

Schurf an der wenige Meter nördlich der forstlichen Rückegasse, die diagonal durch das Gelände verläuft und am Jägersitz vorbei zum befahrbaren Stichweg führt (nördlich der großen Doline am Jägersitz);

Lage des Schurfs: R: 34 71 873,40 H: 53 38 596,14; GOK: 616,27 mNN; Aushubtiefe: 4,1 m.

Ausführendes Bauunternehmen: *Gebr. Bantle GmbH & Co. KG, Böisingen*, mit Tieflöffelbagger *Liebherr 936*.

Ausführungszeitraum: 09.11.2015.

Der Schurf erschloss unter einer 0,2 m starken, durchwurzelt Waldbodenschicht bis in 0,9 m Tiefe unter GOK ein künstlich aufgefülltes Gemisch aus Waldboden und groben Kalksteinen. Darunter folgten bis in 4,1 m Tiefe unter A.P. Schichtglieder des *Unteren Lettenkeupers*.

Diese waren mit Ausnahme der *Alberti*-Bank leicht baggerbar. Die Felsblöcke der *Alberti*-Bank waren nach dem Aufbrechen der Bank von oben und Entnahme einiger Felsblöcke ebenfalls relativ leicht baggerbar.

Solange der Schurf (ca. 15 bis 20 Minuten lang) offen stand, trat kein offenes Schichtwasser aus den Schurfwandungen bzw. der Schurfsohle aus.

Tiefe [m]	Tiefenband [m]	Höhe (mNN)	Schichtenbeschreibung
			<u>Künstliche Auffüllung</u> (erschlossene Mächtigkeit: 0,9 m)
0,0	0,0-0,2 (0,2)	616,25	A (U, t, g), halbfest, humos, durchwurzelt (Waldboden).
0,2	0,2-0,9 (0,7)	616,05	A (U+X, gG, Ybs); GK-Anteil besteht aus kantigen, vermutlich teilweise gebrochenen KSt.-Komponenten; Steine und „schuppenähnliches“, teilweise auch plattiges Material sowie einem Asphaltbrocken. Das KSt.-Material ist stark erdig (Waldboden) durchsetzt. FK-Anteil: (steif)-halbfest.
0,9		615,35	<u>Lettenkeuper-Formation (Erfurt-Formation)</u> (erschlossene Mächtigkeit: 3,2 m)
	0,9-4,1 (3,2)		Restprofil der Sandigen Pflanzenschiefer – (ku 1-As) 0,9 m - 2,2 m: DSt., fs /TSt., dolom., mürb, matt gelbbraun; plattig / stückig bzw. brockig.
			Lettenkohle-Schicht – (ku 1 AsK) 2,2 m - 3,3 m: TSt. \bar{v} , mergelig, schwarzgrau, organisch; mit der Tiefe leicht abnehmender Organgehalt unterhalb 2,5 m Tiefe unter GOK: matt mittel- bis dunkelgrau.
3,3		612,95	



Schichtenbeschreibung

Schurf SCH 7/15

Tiefe [m]	Tiefenband [m]	Höhe (mNN)	Schichtenbeschreibung
3,3		612,95	<p>Schichten der Alberti-Bank-Region (ku 1 AB)</p> <p>3,3 m - 3,4 m: fS, (fSSt.-Zersatz) rostbraun, feucht.</p> <p>3,4 m - 3,8 m: KSt., hart, grau / rostbraun, kantig, quadrig-bankig. Blöcke mit max. Kantenlängen von 60 cm (im Lager).</p> <p>Schicht in der Region Hauptsandstein (ku 1 sH) /</p> <p>3,8 m - 4,1 m: TSt., mergelig, mürb, grau, horizontal-schichtig.</p>
4,1		612,15	

Obwohl der Schurf Sch 7/15 unmittelbar neben der großen Doline lag, die sich am Jägersitz (Stichweg) befindet, waren keine Schichtauffälligkeiten im Schurf erkennbar.



Schichtenbeschreibung

Schurf SCH 8/15

Rottweil-Esch, Fl.St. 2630/1, Walldistrikt *Beckenhölzle*, Abteilung *Schachtloch*,
Schurf auf der forstlichen Rückegasse, die diagonal durch das Gelände verläuft und am Jägersitz vorbei zum befahrbaren Stichweg führt (direkt am südlichen Rand der großen Doline am Jägersitz);
Lage des Schurfs: R: 34 71 879,80 H: 53 38 578,23; GOK: 617,70 mNN; Aushubtiefe: 4,2 m.
Ausführendes Bauunternehmen: *Gebr. Bantle GmbH & Co. KG, Böisingen*, mit Tieflöffelbagger *Liebherr 936*.
Ausführungszeitraum: 09.11.2015.

Der Schurf erschloss unter einer 0,1 m starken, durchwurzelt Waldbodenschicht bis in 0,8 m Tiefe unter GOK ein künstlich aufgefülltes Gemisch aus Waldboden und groben Kalksteinen. Darunter folgten bis in 4,2 m Tiefe unter A.P. Schichtglieder des *Unteren Lettenkeupers*.

Diese waren mit Ausnahme der *Alberti*-Bank leicht baggerbar. Die Felsblöcke der *Alberti*-Bank waren nach dem Aufbrechen der Bank von oben und Entnahme einiger Felsblöcke ebenfalls relativ leicht baggerbar. Solange der Schurf (ca. 15 bis 20 Minuten lang) offen stand, trat kein offenes Schichtwasser aus den Schurfwandungen bzw. der Schurfsohle aus.

Tiefe [m]	Tiefenband [m]	Höhe (mNN)	Schichtenbeschreibung
			<u>Künstliche Auffüllung</u> (erschlossene Mächtigkeit: 0,8 m)
0,0	0,0-0,1 (0,1)	617,7	A (U, t, g), halbfest, humos, durchwurzelt (Waldboden).
0,1	0,1-0,8 (0,7)	617,6	A (X, gG, u); GK-Anteil besteht aus kantigen, vermutlich teilweise gebrochenen KSt.-Komponenten; Steine und „schroffenähnliches“, teilweise auch plattiges Material. Das KSt.-Material ist erdig (Waldboden) durchsetzt. FK-Anteil: (steif)-halbfest.
0,8		616,9	<u>Lettenkeuper-Formation (Erfurt-Formation)</u> (erschlossene Mächtigkeit: 3,4 m)
	0,8-4,2 (3,4)		Restprofil der Sandigen Pflanzenschiefer – (ku 1-As) 0,8 m - 1,3 m: TSt., mergelig, mürb, matt gelbbraun, brockig, relativ trocken. 1,3 m - 2,6 m: DSt., fs, mürb, matt hellgelbgrau, stückig.
			Lettenkohle-Schicht – (ku 1 AsK) nicht entwickelt bzw. nicht identifizierbar.
2,6		615,1	



Schichtenbeschreibung

Schurf SCH 8/15

Tiefe [m]	Tiefenband [m]	Höhe (mNN)	Schichtenbeschreibung
2,6		615,1	Schichten der Alberti-Bank-Region (ku 1 AB) und Schicht in der Region Hauptsandstein (ku 1 sH) ungegliedert 2,6 m - 4,1 m: DSt.,fs, hart, hellgrau, kantig, quadrig-bankig. Blöcke mit max. Kantenlängen im Dezimeterbereich, teilweise auch nur stückig. Blöcke werden mittels Bagger herausgeholt.
4,1		613,6	Schurfsohle.

**Orientierende laborchemische Untersuchung von Bodenproben auf geogene Belastungen durch Schwermetalle und Arsen**

Beurteilungsgrundlage: VwV Verwertung Boden, Tab. 6-1, März 2007

BK 1/15
1,8 m - 1,9 m**Unterer Lettenkeuper - Sandige Pflanzenschiefer**

Parameter	Einheit	Art	Probe BK 1/15 1,8 m - 1,9 m	Z0 Sand	Z0 Lehm / Schluff	Z0 Ton	Z0* III A	Z0*	Z 1.1	Z 1.2	Z 2	Bestim- mungs- grenze
Eluat												
pH-Wert	---	EL	8,55	6,5-9,5						6-12	5,5-12	0
Elektr. Leitfähigkeit	µS/cm	EL	90	250						1.500	2.000	10
Temperatur Eluat	°C	EL										0
Arsen (As)	mg/l	EL	0,005	---	---	---	0,014	0,014	0,014	0,02	0,06	0,005
Blei (Pb)	mg/l	EL	< 0,005	---	---	---	0,04	0,04	0,04	0,08	0,2	0,005
Cadmium (Cd)	mg/l	EL	< 0,0005	---	---	---	0,0015	0,0015	0,0015	0,03	0,006	0,0005
Chrom (Cr)	mg/l	EL	< 0,005	---	---	---	0,0125	0,0125	0,0125	0,025	0,06	0,005
Kupfer (Cu)	mg/l	EL	< 0,005	---	---	---	0,02	0,02	0,02	0,06	0,1	0,005
Nickel (Ni)	mg/l	EL	< 0,005	---	---	---	0,015	0,015	0,015	0,02	0,07	0,005
Quecksilber (Hg)	mg/l	EL	< 0,0002	---	---	---	0,0005	0,0005	0,0005	0,001	0,002	0,0002
Thallium (Tl)	mg/l	EL	< 0,0005	---	---	---	---	---	---	---	---	0,001
Zink (Zn)	mg/l	EL	< 0,05	---	---	---	0,15	0,15	0,15	0,2	0,6	0,05
Feststoff												
Trockensubstanz	M.-%	FS	87,8									0,1
Arsen (Ar)	mg/kg	FS	38	10	15	20	15/20**	15/20**	45	45	150	2
Blei (Pb)	mg/kg	FS	90	40	70	100	100	140	210	210	700	4
Cadmium (Cd)	mg/kg	FS	0,9	0,4	1,0	1,5	1,0	1,0	3,0	3,0	10	0,2
Chrom (Cr) (ges.)	mg/kg	FS	25	30	60	100	100	120	180	180	600	1
Kupfer (Cu)	mg/kg	FS	44	20	40	60	60	80	120	120	400	1
Nickel (Ni)	mg/kg	FS	30	15	50	70	70	100	150	150	500	1
Quecksilber (Hg)	mg/kg	FS	< 0,05	0,1	0,5	1,0	1,0	1,0	1,5	1,5	5	0,05
Thallium (Tl)	mg/kg	FS	0,4	0,4	0,7	1,0	0,7	0,7	2,1	2,1	7	0,1
Zink (Zn)	mg/kg	FS	204	60	150	200	200	300	450	450	1.500	2

* gem. Eckpunktepapier By

** für Bodenarten Sand, Lehm Schluff gelten 15 mg/kg; für Bodenart Ton gilt 20 mg/kg.

Für die vollständige Deklaration des Aushubmaterials bzw. die Einstufung in Zuordnungsklassen ist sowohl nach der Deponieverordnung (DepV), Tabelle 2, als auch nach der VwV Verwertung Boden, Tab. 6-1, die Bestimmung weiterer Parameter erforderlich.

**Orientierende laborchemische Untersuchung von Bodenproben auf geogene Belastungen durch Schwermetalle und Arsen**

Beurteilungsgrundlage: VwV Verwertung Boden, Tab. 6-1, März 2007

BK 1/15
3,3 m - 3,4 m**Unterer Lettenkeuper - Sandige Pflanzenschiefer**

Parameter	Einheit	Art	Probe BK 1/15 1,8 m - 1,9 m	Z0 Sand	Z0 Lehm / Schluff	Z0 Ton	Z0* III A	Z0*	Z 1.1	Z 1.2	Z 2	Bestim- mungs- grenze
Eluat												
pH-Wert	---	EL	8,34	6,5-9,5						6-12	5,5-12	0
Elektr. Leitfähigkeit	µS/cm	EL	53	250						1.500	2.000	10
Temperatur Eluat	°C	EL										0
Arsen (As)	mg/l	EL	< 0,005	---	---	---	0,014	0,014	0,014	0,02	0,06	0,005
Blei (Pb)	mg/l	EL	< 0,005	---	---	---	0,04	0,04	0,04	0,08	0,2	0,005
Cadmium (Cd)	mg/l	EL	< 0,0005	---	---	---	0,0015	0,0015	0,0015	0,03	0,006	0,0005
Chrom (Cr)	mg/l	EL	< 0,005	---	---	---	0,0125	0,0125	0,0125	0,025	0,06	0,005
Kupfer (Cu)	mg/l	EL	< 0,005	---	---	---	0,02	0,02	0,02	0,06	0,1	0,005
Nickel (Ni)	mg/l	EL	< 0,005	---	---	---	0,015	0,015	0,015	0,02	0,07	0,005
Quecksilber (Hg)	mg/l	EL	< 0,0002	---	---	---	0,0005	0,0005	0,0005	0,001	0,002	0,0002
Thallium (Tl)	mg/l	EL	< 0,0005	---	---	---	---	---	---	---	---	0,001
Zink (Zn)	mg/l	EL	< 0,005	---	---	---	0,15	0,15	0,15	0,2	0,6	0,05
Feststoff												
Trockensubstanz	M.-%	FS	86,9									0,1
Arsen (Ar)	mg/kg	FS	10	10	15	20	15/20**	15/20**	45	45	150	2
Blei (Pb)	mg/kg	FS	11	40	70	100	100	140	210	210	700	4
Cadmium (Cd)	mg/kg	FS	< 0,2	0,4	1,0	1,5	1,0	1,0	3,0	3,0	10	0,2
Chrom (Cr) (ges.)	mg/kg	FS	11	30	60	100	100	120	180	180	600	1
Kupfer (Cu)	mg/kg	FS	17	20	40	60	60	80	120	120	400	1
Nickel (Ni)	mg/kg	FS	21	15	50	70	70	100	150	150	500	1
Quecksilber (Hg)	mg/kg	FS	< 0,05	0,1	0,5	1,0	1,0	1,0	1,5	1,5	5	0,05
Thallium (Tl)	mg/kg	FS	0,3	0,4	0,7	1,0	0,7	0,7	2,1	2,1	7	0,1
Zink (Zn)	mg/kg	FS	18,8	60	150	200	200	300	450	450	1.500	2

* gem. Eckpunktepapier By

** für Bodenarten Sand, Lehm Schluff gelten 15 mg/kg; für Bodenart Ton gilt 20 mg/kg.

Für die vollständige Deklaration des Aushubmaterials bzw. die Einstufung in Zuordnungsklassen ist sowohl nach der Deponieverordnung (DepV), Tabelle 2, als auch nach der VwV Verwertung Boden, Tab. 6-1, die Bestimmung weiterer Parameter erforderlich.

**Orientierende laborchemische Untersuchung von Bodenproben auf geogene Belastungen durch Schwermetalle und Arsen**

Beurteilungsgrundlage: VwV Verwertung Boden, Tab. 6-1, März 2007

BK 1/15
4,9 m - 5,0 m**Unterer Lettenkeuper - Sandige Pflanzenschiefer**

Parameter	Einheit	Art	Probe BK 1/15 4,9 m - 5,0 m	Z0 Sand	Z0 Lehm / Schluff	Z0 Ton	Z0* III A	Z0*	Z 1.1	Z 1.2	Z 2	Bestim- mungs- grenze
Eluat												
pH-Wert	---	EL	8,44	6,5-9,5						6-12	5,5-12	0
Elektr. Leitfähigkeit	µS/cm	EL	55	250						1.500	2.000	10
Temperatur Eluat	°C	EL										0
Arsen (As)	mg/l	EL	< 0,005	---	---	---	0,014	0,014	0,014	0,02	0,06	0,005
Blei (Pb)	mg/l	EL	< 0,005	---	---	---	0,04	0,04	0,04	0,08	0,2	0,005
Cadmium (Cd)	mg/l	EL	< 0,0005	---	---	---	0,0015	0,0015	0,0015	0,03	0,006	0,0005
Chrom (Cr)	mg/l	EL	< 0,005	---	---	---	0,0125	0,0125	0,0125	0,025	0,06	0,005
Kupfer (Cu)	mg/l	EL	< 0,005	---	---	---	0,02	0,02	0,02	0,06	0,1	0,005
Nickel (Ni)	mg/l	EL	< 0,005	---	---	---	0,015	0,015	0,015	0,02	0,07	0,005
Quecksilber (Hg)	mg/l	EL	< 0,0002	---	---	---	0,0005	0,0005	0,0005	0,001	0,002	0,0002
Thallium (Tl)	mg/l	EL	< 0,0005	---	---	---	---	---	---	---	---	0,001
Zink (Zn)	mg/l	EL	< 0,005	---	---	---	0,15	0,15	0,15	0,2	0,6	0,05
Feststoff												
Trockensubstanz	M.-%	FS	86,9									0,1
Arsen (Ar)	mg/kg	FS	7	10	15	20	15/20**	15/20**	45	45	150	2
Blei (Pb)	mg/kg	FS	6	40	70	100	100	140	210	210	700	4
Cadmium (Cd)	mg/kg	FS	< 0,2	0,4	1,0	1,5	1,0	1,0	3,0	3,0	10	0,2
Chrom (Cr) (ges.)	mg/kg	FS	4	30	60	100	100	120	180	180	600	1
Kupfer (Cu)	mg/kg	FS	7,5	20	40	60	60	80	120	120	400	1
Nickel (Ni)	mg/kg	FS	9,4	15	50	70	70	100	150	150	500	1
Quecksilber (Hg)	mg/kg	FS	< 0,05	0,1	0,5	1,0	1,0	1,0	1,5	1,5	5	0,05
Thallium (Tl)	mg/kg	FS	0,6	0,4	0,7	1,0	0,7	0,7	2,1	2,1	7	0,1
Zink (Zn)	mg/kg	FS	10,6	60	150	200	200	300	450	450	1.500	2

* gem. Eckpunktepapier By

** für Bodenarten Sand, Lehm Schluff gelten 15 mg/kg; für Bodenart Ton gilt 20 mg/kg.

Für die vollständige Deklaration des Aushubmaterials bzw. die Einstufung in Zuordnungsklassen ist sowohl nach der Deponieverordnung (DepV), Tabelle 2, als auch nach der VwV Verwertung Boden, Tab. 6-1, die Bestimmung weiterer Parameter erforderlich.

**Orientierende laborchemische Untersuchung von Bodenproben auf geogene Belastungen durch Schwermetalle und Arsen**

Beurteilungsgrundlage: VwV Verwertung Boden, Tab. 6-1, März 2007

BK 1/15
6,6 m - 6,7 m**Unterer Lettenkeuper - Lettenkohle**

Parameter	Einheit	Art	Probe BK 1/15 6,6 m - 6,7 m	Z0 Sand	Z0 Lehm / Schluff	Z0 Ton	Z0* III A	Z0*	Z 1.1	Z 1.2	Z 2	Bestim- mungs- grenze
Eluat												
pH-Wert	---	EL	7,35	6,5-9,5						6-12	5,5-12	0
Elektr. Leitfähigkeit	µS/cm	EL	145	250						1.500	2.000	10
Temperatur Eluat	°C	EL										0
Arsen (As)	mg/l	EL	< 0,005	---	---	---	0,014	0,014	0,014	0,02	0,06	0,005
Blei (Pb)	mg/l	EL	< 0,005	---	---	---	0,04	0,04	0,04	0,08	0,2	0,005
Cadmium (Cd)	mg/l	EL	< 0,0005	---	---	---	0,0015	0,0015	0,0015	0,03	0,006	0,0005
Chrom (Cr)	mg/l	EL	< 0,005	---	---	---	0,0125	0,0125	0,0125	0,025	0,06	0,005
Kupfer (Cu)	mg/l	EL	< 0,005	---	---	---	0,02	0,02	0,02	0,06	0,1	0,005
Nickel (Ni)	mg/l	EL	0,022	---	---	---	0,015	0,015	0,015	0,02	0,07	0,005
Quecksilber (Hg)	mg/l	EL	< 0,0002	---	---	---	0,0005	0,0005	0,0005	0,001	0,002	0,0002
Thallium (Tl)	mg/l	EL	< 0,0005	---	---	---	---	---	---	---	---	0,001
Zink (Zn)	mg/l	EL	< 0,005	---	---	---	0,15	0,15	0,15	0,2	0,6	0,05
Feststoff												
Trockensubstanz	M.-%	FS	91,5									0,1
Arsen (Ar)	mg/kg	FS	7,8	10	15	20	15/20**	15/20**	45	45	150	2
Blei (Pb)	mg/kg	FS	29	40	70	100	100	140	210	210	700	4
Cadmium (Cd)	mg/kg	FS	< 0,2	0,4	1,0	1,5	1,0	1,0	3,0	3,0	10	0,2
Chrom (Cr) (ges.)	mg/kg	FS	33	30	60	100	100	120	180	180	600	1
Kupfer (Cu)	mg/kg	FS	21	20	40	60	60	80	120	120	400	1
Nickel (Ni)	mg/kg	FS	61	15	50	70	70	100	150	150	500	1
Quecksilber (Hg)	mg/kg	FS	0,08	0,1	0,5	1,0	1,0	1,0	1,5	1,5	5	0,05
Thallium (Tl)	mg/kg	FS	0,7	0,4	0,7	1,0	0,7	0,7	2,1	2,1	7	0,1
Zink (Zn)	mg/kg	FS	40,5	60	150	200	200	300	450	450	1.500	2

* gem. Eckpunktepapier By

** für Bodenarten Sand, Lehm Schluff gelten 15 mg/kg; für Bodenart Ton gilt 20 mg/kg.

Für die vollständige Deklaration des Aushubmaterials bzw. die Einstufung in Zuordnungsklassen ist sowohl nach der Deponieverordnung (DepV), Tabelle 2, als auch nach der VwV Verwertung Boden, Tab. 6-1, die Bestimmung weiterer Parameter erforderlich.

**Orientierende laborchemische Untersuchung von Bodenproben auf geogene Belastungen durch Schwermetalle und Arsen**

Beurteilungsgrundlage: VwV Verwertung Boden, Tab. 6-1, März 2007

BK 1/15
9,5 m - 9,6 m**Unterer Lettenkeuper – Lettenkohle (DSt.)**

Parameter	Einheit	Art	Probe BK 1/15 9,5 m - 9,6 m	Z0 Sand	Z0 Lehm / Schluff	Z0 Ton	Z0* III A	Z0*	Z 1.1	Z 1.2	Z 2	Bestim- mungs- grenze
Eluat												
pH-Wert	---	EL	8,1	6,5-9,5						6-12	5,5-12	0
Elektr. Leitfähigkeit	µS/cm	EL	249	250						1.500	2.000	10
Temperatur Eluat	°C	EL										0
Arsen (As)	mg/l	EL	< 0,005	---	---	---	0,014	0,014	0,014	0,02	0,06	0,005
Blei (Pb)	mg/l	EL	< 0,005	---	---	---	0,04	0,04	0,04	0,08	0,2	0,005
Cadmium (Cd)	mg/l	EL	< 0,0005	---	---	---	0,0015	0,0015	0,0015	0,03	0,006	0,0005
Chrom (Cr)	mg/l	EL	< 0,005	---	---	---	0,0125	0,0125	0,0125	0,025	0,06	0,005
Kupfer (Cu)	mg/l	EL	< 0,005	---	---	---	0,02	0,02	0,02	0,06	0,1	0,005
Nickel (Ni)	mg/l	EL	0,006	---	---	---	0,015	0,015	0,015	0,02	0,07	0,005
Quecksilber (Hg)	mg/l	EL	< 0,0002	---	---	---	0,0005	0,0005	0,0005	0,001	0,002	0,0002
Thallium (Tl)	mg/l	EL	0,0006	---	---	---	---	---	---	---	---	0,001
Zink (Zn)	mg/l	EL	< 0,005	---	---	---	0,15	0,15	0,15	0,2	0,6	0,05
Feststoff												
Trockensubstanz	M.-%	FS	91,1									0,1
Arsen (Ar)	mg/kg	FS	6,3	10	15	20	15/20**	15/20**	45	45	150	2
Blei (Pb)	mg/kg	FS	27	40	70	100	100	140	210	210	700	4
Cadmium (Cd)	mg/kg	FS	< 0,2	0,4	1,0	1,5	1,0	1,0	3,0	3,0	10	0,2
Chrom (Cr) (ges.)	mg/kg	FS	30	30	60	100	100	120	180	180	600	1
Kupfer (Cu)	mg/kg	FS	23	20	40	60	60	80	120	120	400	1
Nickel (Ni)	mg/kg	FS	55	15	50	70	70	100	150	150	500	1
Quecksilber (Hg)	mg/kg	FS	0,07	0,1	0,5	1,0	1,0	1,0	1,5	1,5	5	0,05
Thallium (Tl)	mg/kg	FS	2,1	0,4	0,7	1,0	0,7	0,7	2,1	2,1	7	0,1
Zink (Zn)	mg/kg	FS	24,2	60	150	200	200	300	450	450	1.500	2

* gem. Eckpunktepapier By

** für Bodenarten Sand, Lehm Schluff gelten 15 mg/kg; für Bodenart Ton gilt 20 mg/kg.

Für die vollständige Deklaration des Aushubmaterials bzw. die Einstufung in Zuordnungsklassen ist sowohl nach der Deponieverordnung (DepV), Tabelle 2, als auch nach der VwV Verwertung Boden, Tab. 6-1, die Bestimmung weiterer Parameter erforderlich.

**Orientierende laborchemische Untersuchung von Bodenproben auf geogene Belastungen durch Schwermetalle und Arsen**

Beurteilungsgrundlage: VwV Verwertung Boden, Tab. 6-1, März 2007

BK 1/15
10,7 m - 10,8 m**Unterer Lettenkeuper – Estheriensichten (DSt.)**

Parameter	Einheit	Art	Probe BK 1/15 10,7m - 10,8m	Z0 Sand	Z0 Lehm / Schluff	Z0 Ton	Z0* III A	Z0*	Z 1.1	Z 1.2	Z 2	Bestim- mungs- grenze
Eluat												
pH-Wert	---	EL	8,86	6,5-9,5						6-12	5,5-12	0
Elektr. Leitfähigkeit	µS/cm	EL	76	250						1.500	2.000	10
Temperatur Eluat	°C	EL										0
Arsen (As)	mg/l	EL	< 0,005	---	---	---	0,014	0,014	0,014	0,02	0,06	0,005
Blei (Pb)	mg/l	EL	< 0,005	---	---	---	0,04	0,04	0,04	0,08	0,2	0,005
Cadmium (Cd)	mg/l	EL	< 0,0005	---	---	---	0,0015	0,0015	0,0015	0,03	0,006	0,0005
Chrom (Cr)	mg/l	EL	< 0,005	---	---	---	0,0125	0,0125	0,0125	0,025	0,06	0,005
Kupfer (Cu)	mg/l	EL	< 0,005	---	---	---	0,02	0,02	0,02	0,06	0,1	0,005
Nickel (Ni)	mg/l	EL	< 0,005	---	---	---	0,015	0,015	0,015	0,02	0,07	0,005
Quecksilber (Hg)	mg/l	EL	< 0,0002	---	---	---	0,0005	0,0005	0,0005	0,001	0,002	0,0002
Thallium (Tl)	mg/l	EL	< 0,0005	---	---	---	---	---	---	---	---	0,001
Zink (Zn)	mg/l	EL	< 0,005	---	---	---	0,15	0,15	0,15	0,2	0,6	0,05
Feststoff												
Trockensubstanz	M.-%	FS	88,6									0,1
Arsen (Ar)	mg/kg	FS	7,5	10	15	20	15/20**	15/20**	45	45	150	2
Blei (Pb)	mg/kg	FS	22	40	70	100	100	140	210	210	700	4
Cadmium (Cd)	mg/kg	FS	< 0,2	0,4	1,0	1,5	1,0	1,0	3,0	3,0	10	0,2
Chrom (Cr) (ges.)	mg/kg	FS	37	30	60	100	100	120	180	180	600	1
Kupfer (Cu)	mg/kg	FS	31	20	40	60	60	80	120	120	400	1
Nickel (Ni)	mg/kg	FS	50	15	50	70	70	100	150	150	500	1
Quecksilber (Hg)	mg/kg	FS	0,11	0,1	0,5	1,0	1,0	1,0	1,5	1,5	5	0,05
Thallium (Tl)	mg/kg	FS	1	0,4	0,7	1,0	0,7	0,7	2,1	2,1	7	0,1
Zink (Zn)	mg/kg	FS	38,1	60	150	200	200	300	450	450	1.500	2

* gem. Eckpunktepapier By

** für Bodenarten Sand, Lehm Schluff gelten 15 mg/kg; für Bodenart Ton gilt 20 mg/kg.

Für die vollständige Deklaration des Aushubmaterials bzw. die Einstufung in Zuordnungsklassen ist sowohl nach der Deponieverordnung (DepV), Tabelle 2, als auch nach der VwV Verwertung Boden, Tab. 6-1, die Bestimmung weiterer Parameter erforderlich.

**Orientierende laborchemische Untersuchung von Bodenproben auf geogene Belastungen durch Schwermetalle und Arsen**

Beurteilungsgrundlage: VwV Verwertung Boden, Tab. 6-1, März 2007

BK 1/15
12,3 m - 12,4 m**Unterer Lettenkeuper – Estheriensichten (TSt.)**

Parameter	Einheit	Art	Probe BK 1/15 12,3m - 12,4m	Z0 Sand	Z0 Lehm / Schluff	Z0 Ton	Z0* III A	Z0*	Z 1.1	Z 1.2	Z 2	Bestim- mungs- grenze
Eluat												
pH-Wert	---	EL	8,71	6,5-9,5						6-12	5,5-12	0
Elektr. Leitfähigkeit	µS/cm	EL	184	250						1.500	2.000	10
Temperatur Eluat	°C	EL										0
Arsen (As)	mg/l	EL	< 0,005	---	---	---	0,014	0,014	0,014	0,02	0,06	0,005
Blei (Pb)	mg/l	EL	< 0,005	---	---	---	0,04	0,04	0,04	0,08	0,2	0,005
Cadmium (Cd)	mg/l	EL	< 0,0005	---	---	---	0,0015	0,0015	0,0015	0,03	0,006	0,0005
Chrom (Cr)	mg/l	EL	< 0,005	---	---	---	0,0125	0,0125	0,0125	0,025	0,06	0,005
Kupfer (Cu)	mg/l	EL	< 0,005	---	---	---	0,02	0,02	0,02	0,06	0,1	0,005
Nickel (Ni)	mg/l	EL	< 0,005	---	---	---	0,015	0,015	0,015	0,02	0,07	0,005
Quecksilber (Hg)	mg/l	EL	< 0,0002	---	---	---	0,0005	0,0005	0,0005	0,001	0,002	0,0002
Thallium (Tl)	mg/l	EL	< 0,0005	---	---	---	---	---	---	---	---	0,001
Zink (Zn)	mg/l	EL	< 0,005	---	---	---	0,15	0,15	0,15	0,2	0,6	0,05
Feststoff												
Trockensubstanz	M.-%	FS	89,4									0,1
Arsen (Ar)	mg/kg	FS	7,7	10	15	20	15/20**	15/20**	45	45	150	2
Blei (Pb)	mg/kg	FS	9	40	70	100	100	140	210	210	700	4
Cadmium (Cd)	mg/kg	FS	< 0,2	0,4	1,0	1,5	1,0	1,0	3,0	3,0	10	0,2
Chrom (Cr) (ges.)	mg/kg	FS	32	30	60	100	100	120	180	180	600	1
Kupfer (Cu)	mg/kg	FS	39	20	40	60	60	80	120	120	400	1
Nickel (Ni)	mg/kg	FS	60	15	50	70	70	100	150	150	500	1
Quecksilber (Hg)	mg/kg	FS	< 0,05	0,1	0,5	1,0	1,0	1,0	1,5	1,5	5	0,05
Thallium (Tl)	mg/kg	FS	0,2	0,4	0,7	1,0	0,7	0,7	2,1	2,1	7	0,1
Zink (Zn)	mg/kg	FS	48,7	60	150	200	200	300	450	450	1.500	2

* gem. Eckpunktepapier By

** für Bodenarten Sand, Lehm Schluff gelten 15 mg/kg; für Bodenart Ton gilt 20 mg/kg.

Für die vollständige Deklaration des Aushubmaterials bzw. die Einstufung in Zuordnungsklassen ist sowohl nach der Deponieverordnung (DepV), Tabelle 2, als auch nach der VwV Verwertung Boden, Tab. 6-1, die Bestimmung weiterer Parameter erforderlich.

**Orientierende laborchemische Untersuchung von Bodenproben auf geogene Belastungen durch Schwermetalle und Arsen**

Beurteilungsgrundlage: VwV Verwertung Boden, Tab. 6-1, März 2007

BK 2/15
0,9 m - 1,0 m**Unterer Lettenkeuper – Sandige Pflanzenschiefer**

Parameter	Einheit	Art	Probe BK 2/15 0,9 m - 1,0m	Z0 Sand	Z0 Lehm / Schluff	Z0 Ton	Z0* III A	Z0*	Z 1.1	Z 1.2	Z 2	Bestim- mungs- grenze
Eluat												
pH-Wert	---	EL	9	6,5-9,5						6-12	5,5-12	0
Elektr. Leitfähigkeit	µS/cm	EL	42	250						1.500	2.000	10
Temperatur Eluat	°C	EL										0
Arsen (As)	mg/l	EL	< 0,005	---	---	---	0,014	0,014	0,014	0,02	0,06	0,005
Blei (Pb)	mg/l	EL	< 0,005	---	---	---	0,04	0,04	0,04	0,08	0,2	0,005
Cadmium (Cd)	mg/l	EL	< 0,0005	---	---	---	0,0015	0,0015	0,0015	0,03	0,006	0,0005
Chrom (Cr)	mg/l	EL	< 0,005	---	---	---	0,0125	0,0125	0,0125	0,025	0,06	0,005
Kupfer (Cu)	mg/l	EL	< 0,005	---	---	---	0,02	0,02	0,02	0,06	0,1	0,005
Nickel (Ni)	mg/l	EL	< 0,005	---	---	---	0,015	0,015	0,015	0,02	0,07	0,005
Quecksilber (Hg)	mg/l	EL	< 0,0002	---	---	---	0,0005	0,0005	0,0005	0,001	0,002	0,0002
Thallium (Tl)	mg/l	EL	< 0,0005	---	---	---	---	---	---	---	---	0,001
Zink (Zn)	mg/l	EL	< 0,005	---	---	---	0,15	0,15	0,15	0,2	0,6	0,05
Feststoff												
Trockensubstanz	M.-%	FS	87,2									0,1
Arsen (Ar)	mg/kg	FS	19	10	15	20	15/20**	15/20**	45	45	150	2
Blei (Pb)	mg/kg	FS	14	40	70	100	100	140	210	210	700	4
Cadmium (Cd)	mg/kg	FS	< 0,2	0,4	1,0	1,5	1,0	1,0	3,0	3,0	10	0,2
Chrom (Cr) (ges.)	mg/kg	FS	40	30	60	100	100	120	180	180	600	1
Kupfer (Cu)	mg/kg	FS	23	20	40	60	60	80	120	120	400	1
Nickel (Ni)	mg/kg	FS	39	15	50	70	70	100	150	150	500	1
Quecksilber (Hg)	mg/kg	FS	< 0,05	0,1	0,5	1,0	1,0	1,0	1,5	1,5	5	0,05
Thallium (Tl)	mg/kg	FS	0,4	0,4	0,7	1,0	0,7	0,7	2,1	2,1	7	0,1
Zink (Zn)	mg/kg	FS	43,6	60	150	200	200	300	450	450	1.500	2

* gem. Eckpunktepapier By

** für Bodenarten Sand, Lehm Schluff gelten 15 mg/kg; für Bodenart Ton gilt 20 mg/kg.

Für die vollständige Deklaration des Aushubmaterials bzw. die Einstufung in Zuordnungsklassen ist sowohl nach der Deponieverordnung (DepV), Tabelle 2, als auch nach der VwV Verwertung Boden, Tab. 6-1, die Bestimmung weiterer Parameter erforderlich.

**Orientierende laborchemische Untersuchung von Bodenproben auf geogene Belastungen durch Schwermetalle und Arsen**

Beurteilungsgrundlage: VwV Verwertung Boden, Tab. 6-1, März 2007

BK 2/15
2,1 m - 2,2 m**Unterer Lettenkeuper – Sandige Pflanzenschiefer**

Parameter	Einheit	Art	Probe BK 2/15 2,1 m - 2,2 m	Z0 Sand	Z0 Lehm / Schluff	Z0 Ton	Z0* III A	Z0*	Z 1.1	Z 1.2	Z 2	Bestim- mungs- grenze
Eluat												
pH-Wert	---	EL	8,49	6,5-9,5						6-12	5,5-12	0
Elektr. Leitfähigkeit	µS/cm	EL	45	250						1.500	2.000	10
Temperatur Eluat	°C	EL										0
Arsen (As)	mg/l	EL	< 0,005	---	---	---	0,014	0,014	0,014	0,02	0,06	0,005
Blei (Pb)	mg/l	EL	< 0,005	---	---	---	0,04	0,04	0,04	0,08	0,2	0,005
Cadmium (Cd)	mg/l	EL	< 0,0005	---	---	---	0,0015	0,0015	0,0015	0,03	0,006	0,0005
Chrom (Cr)	mg/l	EL	< 0,005	---	---	---	0,0125	0,0125	0,0125	0,025	0,06	0,005
Kupfer (Cu)	mg/l	EL	< 0,005	---	---	---	0,02	0,02	0,02	0,06	0,1	0,005
Nickel (Ni)	mg/l	EL	< 0,005	---	---	---	0,015	0,015	0,015	0,02	0,07	0,005
Quecksilber (Hg)	mg/l	EL	< 0,0002	---	---	---	0,0005	0,0005	0,0005	0,001	0,002	0,0002
Thallium (Tl)	mg/l	EL	< 0,0005	---	---	---	---	---	---	---	---	0,001
Zink (Zn)	mg/l	EL	< 0,005	---	---	---	0,15	0,15	0,15	0,2	0,6	0,05
Feststoff												
Trockensubstanz	M.-%	FS	84,1									0,1
Arsen (Ar)	mg/kg	FS	25	10	15	20	15/20**	15/20**	45	45	150	2
Blei (Pb)	mg/kg	FS	15	40	70	100	100	140	210	210	700	4
Cadmium (Cd)	mg/kg	FS	0,2	0,4	1,0	1,5	1,0	1,0	3,0	3,0	10	0,2
Chrom (Cr) (ges.)	mg/kg	FS	20	30	60	100	100	120	180	180	600	1
Kupfer (Cu)	mg/kg	FS	18	20	40	60	60	80	120	120	400	1
Nickel (Ni)	mg/kg	FS	23	15	50	70	70	100	150	150	500	1
Quecksilber (Hg)	mg/kg	FS	< 0,05	0,1	0,5	1,0	1,0	1,0	1,5	1,5	5	0,05
Thallium (Tl)	mg/kg	FS	0,6	0,4	0,7	1,0	0,7	0,7	2,1	2,1	7	0,1
Zink (Zn)	mg/kg	FS	31,8	60	150	200	200	300	450	450	1.500	2

* gem. Eckpunktepapier By

** für Bodenarten Sand, Lehm Schluff gelten 15 mg/kg; für Bodenart Ton gilt 20 mg/kg.

Für die vollständige Deklaration des Aushubmaterials bzw. die Einstufung in Zuordnungsklassen ist sowohl nach der Deponieverordnung (DepV), Tabelle 2, als auch nach der VwV Verwertung Boden, Tab. 6-1, die Bestimmung weiterer Parameter erforderlich.

**Orientierende laborchemische Untersuchung von Bodenproben auf geogene Belastungen durch Schwermetalle und Arsen**

Beurteilungsgrundlage: VwV Verwertung Boden, Tab. 6-1, März 2007

BK 2/15
4,2 m - 4,3 m**Unterer Lettenkeuper – Sandige Pflanzenschiefer**

Parameter	Einheit	Art	Probe BK 2/15 4,2 m - 4,3m	Z0 Sand	Z0 Lehm / Schluff	Z0 Ton	Z0* III A	Z0*	Z 1.1	Z 1.2	Z 2	Bestim- mungs- grenze
Eluat												
pH-Wert	---	EL	8,98	6,5-9,5						6-12	5,5-12	0
Elektr. Leitfähigkeit	µS/cm	EL	48	250						1.500	2.000	10
Temperatur Eluat	°C	EL										0
Arsen (As)	mg/l	EL	< 0,005	---	---	---	0,014	0,014	0,014	0,02	0,06	0,005
Blei (Pb)	mg/l	EL	< 0,005	---	---	---	0,04	0,04	0,04	0,08	0,2	0,005
Cadmium (Cd)	mg/l	EL	< 0,0005	---	---	---	0,0015	0,0015	0,0015	0,03	0,006	0,0005
Chrom (Cr)	mg/l	EL	< 0,005	---	---	---	0,0125	0,0125	0,0125	0,025	0,06	0,005
Kupfer (Cu)	mg/l	EL	< 0,005	---	---	---	0,02	0,02	0,02	0,06	0,1	0,005
Nickel (Ni)	mg/l	EL	< 0,005	---	---	---	0,015	0,015	0,015	0,02	0,07	0,005
Quecksilber (Hg)	mg/l	EL	< 0,0002	---	---	---	0,0005	0,0005	0,0005	0,001	0,002	0,0002
Thallium (Tl)	mg/l	EL	< 0,0005	---	---	---	---	---	---	---	---	0,001
Zink (Zn)	mg/l	EL	< 0,005	---	---	---	0,15	0,15	0,15	0,2	0,6	0,05
Feststoff												
Trockensubstanz	M.-%	FS	91									0,1
Arsen (Ar)	mg/kg	FS	15	10	15	20	15/20**	15/20**	45	45	150	2
Blei (Pb)	mg/kg	FS	23	40	70	100	100	140	210	210	700	4
Cadmium (Cd)	mg/kg	FS	< 0,2	0,4	1,0	1,5	1,0	1,0	3,0	3,0	10	0,2
Chrom (Cr) (ges.)	mg/kg	FS	15	30	60	100	100	120	180	180	600	1
Kupfer (Cu)	mg/kg	FS	33	20	40	60	60	80	120	120	400	1
Nickel (Ni)	mg/kg	FS	62	15	50	70	70	100	150	150	500	1
Quecksilber (Hg)	mg/kg	FS	0,07	0,1	0,5	1,0	1,0	1,0	1,5	1,5	5	0,05
Thallium (Tl)	mg/kg	FS	0,7	0,4	0,7	1,0	0,7	0,7	2,1	2,1	7	0,1
Zink (Zn)	mg/kg	FS	23,5	60	150	200	200	300	450	450	1.500	2

* gem. Eckpunktepapier By

** für Bodenarten Sand, Lehm Schluff gelten 15 mg/kg; für Bodenart Ton gilt 20 mg/kg.

Für die vollständige Deklaration des Aushubmaterials bzw. die Einstufung in Zuordnungsklassen ist sowohl nach der Deponieverordnung (DepV), Tabelle 2, als auch nach der VwV Verwertung Boden, Tab. 6-1, die Bestimmung weiterer Parameter erforderlich.



Orientierende laborchemische Untersuchung von Bodenproben auf geogene Belastungen durch Schwermetalle und Arsen

Beurteilungsgrundlage: VwV Verwertung Boden, Tab. 6-1, März 2007

BK 2/15
4,9 m - 5,0 m

Unterer Lettenkeuper – Sandige Pflanzenschiefer

Parameter	Einheit	Art	Probe BK 2/15 4,9 m - 5,0m	Z0 Sand	Z0 Lehm / Schluff	Z0 Ton	Z0* III A	Z0*	Z 1.1	Z 1.2	Z 2	Bestim- mungs- grenze
Eluat												
pH-Wert	---	EL	9,14	6,5-9,5						6-12	5,5-12	0
Elektr. Leitfähigkeit	µS/cm	EL	71	250						1.500	2.000	10
Temperatur Eluat	°C	EL										0
Arsen (As)	mg/l	EL	< 0,005	---	---	---	0,014	0,014	0,014	0,02	0,06	0,005
Blei (Pb)	mg/l	EL	< 0,005	---	---	---	0,04	0,04	0,04	0,08	0,2	0,005
Cadmium (Cd)	mg/l	EL	< 0,0005	---	---	---	0,0015	0,0015	0,0015	0,03	0,006	0,0005
Chrom (Cr)	mg/l	EL	< 0,005	---	---	---	0,0125	0,0125	0,0125	0,025	0,06	0,005
Kupfer (Cu)	mg/l	EL	< 0,005	---	---	---	0,02	0,02	0,02	0,06	0,1	0,005
Nickel (Ni)	mg/l	EL	< 0,005	---	---	---	0,015	0,015	0,015	0,02	0,07	0,005
Quecksilber (Hg)	mg/l	EL	< 0,0002	---	---	---	0,0005	0,0005	0,0005	0,001	0,002	0,0002
Thallium (Tl)	mg/l	EL	< 0,0005	---	---	---	---	---	---	---	---	0,001
Zink (Zn)	mg/l	EL	< 0,005	---	---	---	0,15	0,15	0,15	0,2	0,6	0,05
Feststoff												
Trockensubstanz	M.-%	FS	87,6									0,1
Arsen (Ar)	mg/kg	FS	19	10	15	20	15/20**	15/20**	45	45	150	2
Blei (Pb)	mg/kg	FS	17	40	70	100	100	140	210	210	700	4
Cadmium (Cd)	mg/kg	FS	< 0,2	0,4	1,0	1,5	1,0	1,0	3,0	3,0	10	0,2
Chrom (Cr) (ges.)	mg/kg	FS	12	30	60	100	100	120	180	180	600	1
Kupfer (Cu)	mg/kg	FS	26	20	40	60	60	80	120	120	400	1
Nickel (Ni)	mg/kg	FS	47	15	50	70	70	100	150	150	500	1
Quecksilber (Hg)	mg/kg	FS	0,06	0,1	0,5	1,0	1,0	1,0	1,5	1,5	5	0,05
Thallium (Tl)	mg/kg	FS	1,1	0,4	0,7	1,0	0,7	0,7	2,1	2,1	7	0,1
Zink (Zn)	mg/kg	FS	14,8	60	150	200	200	300	450	450	1.500	2

* gem. Eckpunktepapier By

** für Bodenarten Sand, Lehm Schluff gelten 15 mg/kg; für Bodenart Ton gilt 20 mg/kg.

Für die vollständige Deklaration des Aushubmaterials bzw. die Einstufung in Zuordnungsklassen ist sowohl nach der Deponieverordnung (DepV), Tabelle 2, als auch nach der VwV Verwertung Boden, Tab. 6-1, die Bestimmung weiterer Parameter erforderlich.

**Orientierende laborchemische Untersuchung von Bodenproben auf geogene Belastungen durch Schwermetalle und Arsen**

Beurteilungsgrundlage: VwV Verwertung Boden, Tab. 6-1, März 2007

BK 2/15
5,2 m - 5,3 m**Unterer Lettenkeuper – Sandige Pflanzenschiefer**

Parameter	Einheit	Art	Probe BK 2/15 5,2 m - 5,3m	Z0 Sand	Z0 Lehm / Schluff	Z0 Ton	Z0* III A	Z0*	Z 1.1	Z 1.2	Z 2	Bestim- mungs- grenze
Eluat												
pH-Wert	---	EL	8,31	6,5-9,5						6-12	5,5-12	0
Elektr. Leitfähigkeit	µS/cm	EL	96	250						1.500	2.000	10
Temperatur Eluat	°C	EL										0
Arsen (As)	mg/l	EL	< 0,005	---	---	---	0,014	0,014	0,014	0,02	0,06	0,005
Blei (Pb)	mg/l	EL	< 0,005	---	---	---	0,04	0,04	0,04	0,08	0,2	0,005
Cadmium (Cd)	mg/l	EL	< 0,0005	---	---	---	0,0015	0,0015	0,0015	0,03	0,006	0,0005
Chrom (Cr)	mg/l	EL	< 0,005	---	---	---	0,0125	0,0125	0,0125	0,025	0,06	0,005
Kupfer (Cu)	mg/l	EL	< 0,005	---	---	---	0,02	0,02	0,02	0,06	0,1	0,005
Nickel (Ni)	mg/l	EL	< 0,005	---	---	---	0,015	0,015	0,015	0,02	0,07	0,005
Quecksilber (Hg)	mg/l	EL	< 0,0002	---	---	---	0,0005	0,0005	0,0005	0,001	0,002	0,0002
Thallium (Tl)	mg/l	EL	< 0,0005	---	---	---	---	---	---	---	---	0,001
Zink (Zn)	mg/l	EL	< 0,005	---	---	---	0,15	0,15	0,15	0,2	0,6	0,05
Feststoff												
Trockensubstanz	M.-%	FS	91,3									0,1
Arsen (Ar)	mg/kg	FS	9,2	10	15	20	15/20**	15/20**	45	45	150	2
Blei (Pb)	mg/kg	FS	20	40	70	100	100	140	210	210	700	4
Cadmium (Cd)	mg/kg	FS	< 0,2	0,4	1,0	1,5	1,0	1,0	3,0	3,0	10	0,2
Chrom (Cr) (ges.)	mg/kg	FS	15	30	60	100	100	120	180	180	600	1
Kupfer (Cu)	mg/kg	FS	20	20	40	60	60	80	120	120	400	1
Nickel (Ni)	mg/kg	FS	45	15	50	70	70	100	150	150	500	1
Quecksilber (Hg)	mg/kg	FS	0,07	0,1	0,5	1,0	1,0	1,0	1,5	1,5	5	0,05
Thallium (Tl)	mg/kg	FS	0,7	0,4	0,7	1,0	0,7	0,7	2,1	2,1	7	0,1
Zink (Zn)	mg/kg	FS	20,2	60	150	200	200	300	450	450	1.500	2

* gem. Eckpunktepapier By

** für Bodenarten Sand, Lehm Schluff gelten 15 mg/kg; für Bodenart Ton gilt 20 mg/kg.

Für die vollständige Deklaration des Aushubmaterials bzw. die Einstufung in Zuordnungsklassen ist sowohl nach der Deponieverordnung (DepV), Tabelle 2, als auch nach der VwV Verwertung Boden, Tab. 6-1, die Bestimmung weiterer Parameter erforderlich.

**Orientierende laborchemische Untersuchung von Bodenproben auf geogene Belastungen durch Schwermetalle und Arsen**

Beurteilungsgrundlage: VwV Verwertung Boden, Tab. 6-1, März 2007

BK 2/15
6,5 m - 6,6 m**Unterer Lettenkeuper – Lettenkohle (DSt.)**

Parameter	Einheit	Art	Probe BK 2/15 6,5 m - 6,6 m	Z0 Sand	Z0 Lehm / Schluff	Z0 Ton	Z0* III A	Z0*	Z 1.1	Z 1.2	Z 2	Bestim- mungs- grenze
Eluat												
pH-Wert	---	EL	7,83	6,5-9,5						6-12	5,5-12	0
Elektr. Leitfähigkeit	µS/cm	EL	24	250						1.500	2.000	10
Temperatur Eluat	°C	EL										0
Arsen (As)	mg/l	EL	< 0,005	---	---	---	0,014	0,014	0,014	0,02	0,06	0,005
Blei (Pb)	mg/l	EL	< 0,005	---	---	---	0,04	0,04	0,04	0,08	0,2	0,005
Cadmium (Cd)	mg/l	EL	< 0,0005	---	---	---	0,0015	0,0015	0,0015	0,03	0,006	0,0005
Chrom (Cr)	mg/l	EL	< 0,005	---	---	---	0,0125	0,0125	0,0125	0,025	0,06	0,005
Kupfer (Cu)	mg/l	EL	< 0,005	---	---	---	0,02	0,02	0,02	0,06	0,1	0,005
Nickel (Ni)	mg/l	EL	< 0,005	---	---	---	0,015	0,015	0,015	0,02	0,07	0,005
Quecksilber (Hg)	mg/l	EL	< 0,0002	---	---	---	0,0005	0,0005	0,0005	0,001	0,002	0,0002
Thallium (Tl)	mg/l	EL	< 0,0005	---	---	---	---	---	---	---	---	0,001
Zink (Zn)	mg/l	EL	< 0,005	---	---	---	0,15	0,15	0,15	0,2	0,6	0,05
Feststoff												
Trockensubstanz	M.-%	FS	93,4									0,1
Arsen (Ar)	mg/kg	FS	3,6	10	15	20	15/20**	15/20**	45	45	150	2
Blei (Pb)	mg/kg	FS	7	40	70	100	100	140	210	210	700	4
Cadmium (Cd)	mg/kg	FS	< 0,2	0,4	1,0	1,5	1,0	1,0	3,0	3,0	10	0,2
Chrom (Cr) (ges.)	mg/kg	FS	33	30	60	100	100	120	180	180	600	1
Kupfer (Cu)	mg/kg	FS	35	20	40	60	60	80	120	120	400	1
Nickel (Ni)	mg/kg	FS	55	15	50	70	70	100	150	150	500	1
Quecksilber (Hg)	mg/kg	FS	0,05	0,1	0,5	1,0	1,0	1,0	1,5	1,5	5	0,05
Thallium (Tl)	mg/kg	FS	0,6	0,4	0,7	1,0	0,7	0,7	2,1	2,1	7	0,1
Zink (Zn)	mg/kg	FS	28,5	60	150	200	200	300	450	450	1.500	2

* gem. Eckpunktepapier By

** für Bodenarten Sand, Lehm Schluff gelten 15 mg/kg; für Bodenart Ton gilt 20 mg/kg.

Für die vollständige Deklaration des Aushubmaterials bzw. die Einstufung in Zuordnungsklassen ist sowohl nach der Deponieverordnung (DepV), Tabelle 2, als auch nach der VwV Verwertung Boden, Tab. 6-1, die Bestimmung weiterer Parameter erforderlich.

**Orientierende laborchemische Untersuchung von Bodenproben auf geogene Belastungen durch Schwermetalle und Arsen**

Beurteilungsgrundlage: VwV Verwertung Boden, Tab. 6-1, März 2007

BK 2/15
10,4 m - 10,5 m**Unterer Lettenkeuper – Estheriensichten (TSt.)**

Parameter	Einheit	Art	Probe BK 2/15 10,4m - 10,5m	Z0 Sand	Z0 Lehm / Schluff	Z0 Ton	Z0* III A	Z0*	Z 1.1	Z 1.2	Z 2	Bestim- mungs- grenze
Eluat												
pH-Wert	---	EL	8,06	6,5-9,5						6-12	5,5-12	0
Elektr. Leitfähigkeit	µS/cm	EL	118	250						1.500	2.000	10
Temperatur Eluat	°C	EL										0
Arsen (As)	mg/l	EL	< 0,005	---	---	---	0,014	0,014	0,014	0,02	0,06	0,005
Blei (Pb)	mg/l	EL	< 0,005	---	---	---	0,04	0,04	0,04	0,08	0,2	0,005
Cadmium (Cd)	mg/l	EL	< 0,0005	---	---	---	0,0015	0,0015	0,0015	0,03	0,006	0,0005
Chrom (Cr)	mg/l	EL	< 0,005	---	---	---	0,0125	0,0125	0,0125	0,025	0,06	0,005
Kupfer (Cu)	mg/l	EL	< 0,005	---	---	---	0,02	0,02	0,02	0,06	0,1	0,005
Nickel (Ni)	mg/l	EL	< 0,005	---	---	---	0,015	0,015	0,015	0,02	0,07	0,005
Quecksilber (Hg)	mg/l	EL	< 0,0002	---	---	---	0,0005	0,0005	0,0005	0,001	0,002	0,0002
Thallium (Tl)	mg/l	EL	< 0,0005	---	---	---	---	---	---	---	---	0,001
Zink (Zn)	mg/l	EL	< 0,005	---	---	---	0,15	0,15	0,15	0,2	0,6	0,05
Feststoff												
Trockensubstanz	M.-%	FS	87,8									0,1
Arsen (Ar)	mg/kg	FS	3,3	10	15	20	15/20**	15/20**	45	45	150	2
Blei (Pb)	mg/kg	FS	4	40	70	100	100	140	210	210	700	4
Cadmium (Cd)	mg/kg	FS	< 0,2	0,4	1,0	1,5	1,0	1,0	3,0	3,0	10	0,2
Chrom (Cr) (ges.)	mg/kg	FS	45	30	60	100	100	120	180	180	600	1
Kupfer (Cu)	mg/kg	FS	29	20	40	60	60	80	120	120	400	1
Nickel (Ni)	mg/kg	FS	54	15	50	70	70	100	150	150	500	1
Quecksilber (Hg)	mg/kg	FS	< 0,05	0,1	0,5	1,0	1,0	1,0	1,5	1,5	5	0,05
Thallium (Tl)	mg/kg	FS	0,3	0,4	0,7	1,0	0,7	0,7	2,1	2,1	7	0,1
Zink (Zn)	mg/kg	FS	41,4	60	150	200	200	300	450	450	1.500	2

* gem. Eckpunktepapier By

** für Bodenarten Sand, Lehm Schluff gelten 15 mg/kg; für Bodenart Ton gilt 20 mg/kg.

Für die vollständige Deklaration des Aushubmaterials bzw. die Einstufung in Zuordnungsklassen ist sowohl nach der Deponieverordnung (DepV), Tabelle 2, als auch nach der VwV Verwertung Boden, Tab. 6-1, die Bestimmung weiterer Parameter erforderlich.

**Orientierende laborchemische Untersuchung von Bodenproben auf geogene Belastungen durch Schwermetalle und Arsen**

Beurteilungsgrundlage: VwV Verwertung Boden, Tab. 6-1, März 2007

BK 4/15
2,0 m - 2,1 m**Unterer Lettenkeuper – Sandige Pflanzenschiefer**

Parameter	Einheit	Art	Probe BK 4/15 2,0 m - 2,1 m	Z0 Sand	Z0 Lehm / Schluff	Z0 Ton	Z0* III A	Z0*	Z 1.1	Z 1.2	Z 2	Bestim- mungs- grenze
Eluat												
pH-Wert	---	EL	8,4	6,5-9,5						6-12	5,5-12	0
Elektr. Leitfähigkeit	µS/cm	EL	26	250						1.500	2.000	10
Temperatur Eluat	°C	EL										0
Arsen (As)	mg/l	EL	< 0,005	---	---	---	0,014	0,014	0,014	0,02	0,06	0,005
Blei (Pb)	mg/l	EL	< 0,005	---	---	---	0,04	0,04	0,04	0,08	0,2	0,005
Cadmium (Cd)	mg/l	EL	< 0,0005	---	---	---	0,0015	0,0015	0,0015	0,03	0,006	0,0005
Chrom (Cr)	mg/l	EL	< 0,005	---	---	---	0,0125	0,0125	0,0125	0,025	0,06	0,005
Kupfer (Cu)	mg/l	EL	< 0,005	---	---	---	0,02	0,02	0,02	0,06	0,1	0,005
Nickel (Ni)	mg/l	EL	< 0,005	---	---	---	0,015	0,015	0,015	0,02	0,07	0,005
Quecksilber (Hg)	mg/l	EL	< 0,0002	---	---	---	0,0005	0,0005	0,0005	0,001	0,002	0,0002
Thallium (Tl)	mg/l	EL	< 0,0005	---	---	---	---	---	---	---	---	0,001
Zink (Zn)	mg/l	EL	< 0,005	---	---	---	0,15	0,15	0,15	0,2	0,6	0,05
Feststoff												
Trockensubstanz	M.-%	FS	80,6									0,1
Arsen (Ar)	mg/kg	FS	19	10	15	20	15/20**	15/20**	45	45	150	2
Blei (Pb)	mg/kg	FS	25	40	70	100	100	140	210	210	700	4
Cadmium (Cd)	mg/kg	FS	0,2	0,4	1,0	1,5	1,0	1,0	3,0	3,0	10	0,2
Chrom (Cr) (ges.)	mg/kg	FS	44	30	60	100	100	120	180	180	600	1
Kupfer (Cu)	mg/kg	FS	18	20	40	60	60	80	120	120	400	1
Nickel (Ni)	mg/kg	FS	36	15	50	70	70	100	150	150	500	1
Quecksilber (Hg)	mg/kg	FS	< 0,05	0,1	0,5	1,0	1,0	1,0	1,5	1,5	5	0,05
Thallium (Tl)	mg/kg	FS	0,3	0,4	0,7	1,0	0,7	0,7	2,1	2,1	7	0,1
Zink (Zn)	mg/kg	FS	70,2	60	150	200	200	300	450	450	1.500	2

* gem. Eckpunktepapier By

** für Bodenarten Sand, Lehm Schluff gelten 15 mg/kg; für Bodenart Ton gilt 20 mg/kg.

Für die vollständige Deklaration des Aushubmaterials bzw. die Einstufung in Zuordnungsklassen ist sowohl nach der Deponieverordnung (DepV), Tabelle 2, als auch nach der VwV Verwertung Boden, Tab. 6-1, die Bestimmung weiterer Parameter erforderlich.

**Orientierende laborchemische Untersuchung von Bodenproben auf geogene Belastungen durch Schwermetalle und Arsen**

Beurteilungsgrundlage: VwV Verwertung Boden, Tab. 6-1, März 2007

BK 4/15
2,8 m - 2,9 m**Unterer Lettenkeuper – Sandige Pflanzenschiefer**

Parameter	Einheit	Art	Probe BK 4/15 2,8 m - 2,9 m	Z0 Sand	Z0 Lehm / Schluff	Z0 Ton	Z0* III A	Z0*	Z 1.1	Z 1.2	Z 2	Bestim- mungs- grenze
Eluat												
pH-Wert	---	EL	8,17	6,5-9,5						6-12	5,5-12	0
Elektr. Leitfähigkeit	µS/cm	EL	36	250						1.500	2.000	10
Temperatur Eluat	°C	EL										0
Arsen (As)	mg/l	EL	< 0,005	---	---	---	0,014	0,014	0,014	0,02	0,06	0,005
Blei (Pb)	mg/l	EL	< 0,005	---	---	---	0,04	0,04	0,04	0,08	0,2	0,005
Cadmium (Cd)	mg/l	EL	< 0,0005	---	---	---	0,0015	0,0015	0,0015	0,03	0,006	0,0005
Chrom (Cr)	mg/l	EL	< 0,005	---	---	---	0,0125	0,0125	0,0125	0,025	0,06	0,005
Kupfer (Cu)	mg/l	EL	< 0,005	---	---	---	0,02	0,02	0,02	0,06	0,1	0,005
Nickel (Ni)	mg/l	EL	< 0,005	---	---	---	0,015	0,015	0,015	0,02	0,07	0,005
Quecksilber (Hg)	mg/l	EL	< 0,0002	---	---	---	0,0005	0,0005	0,0005	0,001	0,002	0,0002
Thallium (Tl)	mg/l	EL	< 0,0005	---	---	---	---	---	---	---	---	0,001
Zink (Zn)	mg/l	EL	< 0,005	---	---	---	0,15	0,15	0,15	0,2	0,6	0,05
Feststoff												
Trockensubstanz	M.-%	FS	76,5									0,1
Arsen (Ar)	mg/kg	FS	5,2	10	15	20	15/20**	15/20**	45	45	150	2
Blei (Pb)	mg/kg	FS	17	40	70	100	100	140	210	210	700	4
Cadmium (Cd)	mg/kg	FS	0,2	0,4	1,0	1,5	1,0	1,0	3,0	3,0	10	0,2
Chrom (Cr) (ges.)	mg/kg	FS	18	30	60	100	100	120	180	180	600	1
Kupfer (Cu)	mg/kg	FS	11	20	40	60	60	80	120	120	400	1
Nickel (Ni)	mg/kg	FS	17	15	50	70	70	100	150	150	500	1
Quecksilber (Hg)	mg/kg	FS	< 0,05	0,1	0,5	1,0	1,0	1,0	1,5	1,5	5	0,05
Thallium (Tl)	mg/kg	FS	0,4	0,4	0,7	1,0	0,7	0,7	2,1	2,1	7	0,1
Zink (Zn)	mg/kg	FS	26,7	60	150	200	200	300	450	450	1.500	2

* gem. Eckpunktepapier By

** für Bodenarten Sand, Lehm Schluff gelten 15 mg/kg; für Bodenart Ton gilt 20 mg/kg.

Für die vollständige Deklaration des Aushubmaterials bzw. die Einstufung in Zuordnungsklassen ist sowohl nach der Deponieverordnung (DepV), Tabelle 2, als auch nach der VwV Verwertung Boden, Tab. 6-1, die Bestimmung weiterer Parameter erforderlich.

**Orientierende laborchemische Untersuchung von Bodenproben auf geogene Belastungen durch Schwermetalle und Arsen**

Beurteilungsgrundlage: VwV Verwertung Boden, Tab. 6-1, März 2007

BK 4/15
5,8 m - 5,85 m**Unterer Lettenkeuper – Lettenkohle**

Parameter	Einheit	Art	Probe BK 4/15 5,8m - 5,85m	Z0 Sand	Z0 Lehm / Schluff	Z0 Ton	Z0* III A	Z0*	Z 1.1	Z 1.2	Z 2	Bestim- mungs- grenze
Eluat												
pH-Wert	---	EL	8,47	6,5-9,5						6-12	5,5-12	0
Elektr. Leitfähigkeit	µS/cm	EL	19	250						1.500	2.000	10
Temperatur Eluat	°C	EL										0
Arsen (As)	mg/l	EL	< 0,005	---	---	---	0,014	0,014	0,014	0,02	0,06	0,005
Blei (Pb)	mg/l	EL	< 0,005	---	---	---	0,04	0,04	0,04	0,08	0,2	0,005
Cadmium (Cd)	mg/l	EL	< 0,0005	---	---	---	0,0015	0,0015	0,0015	0,03	0,006	0,0005
Chrom (Cr)	mg/l	EL	< 0,005	---	---	---	0,0125	0,0125	0,0125	0,025	0,06	0,005
Kupfer (Cu)	mg/l	EL	< 0,005	---	---	---	0,02	0,02	0,02	0,06	0,1	0,005
Nickel (Ni)	mg/l	EL	< 0,005	---	---	---	0,015	0,015	0,015	0,02	0,07	0,005
Quecksilber (Hg)	mg/l	EL	< 0,0002	---	---	---	0,0005	0,0005	0,0005	0,001	0,002	0,0002
Thallium (Tl)	mg/l	EL	< 0,0005	---	---	---	---	---	---	---	---	0,001
Zink (Zn)	mg/l	EL	< 0,005	---	---	---	0,15	0,15	0,15	0,2	0,6	0,05
Feststoff												
Trockensubstanz	M.-%	FS	91,5									0,1
Arsen (Ar)	mg/kg	FS	12	10	15	20	15/20**	15/20**	45	45	150	2
Blei (Pb)	mg/kg	FS	28	40	70	100	100	140	210	210	700	4
Cadmium (Cd)	mg/kg	FS	< 0,2	0,4	1,0	1,5	1,0	1,0	3,0	3,0	10	0,2
Chrom (Cr) (ges.)	mg/kg	FS	29	30	60	100	100	120	180	180	600	1
Kupfer (Cu)	mg/kg	FS	43	20	40	60	60	80	120	120	400	1
Nickel (Ni)	mg/kg	FS	55	15	50	70	70	100	150	150	500	1
Quecksilber (Hg)	mg/kg	FS	0,09	0,1	0,5	1,0	1,0	1,0	1,5	1,5	5	0,05
Thallium (Tl)	mg/kg	FS	1,3	0,4	0,7	1,0	0,7	0,7	2,1	2,1	7	0,1
Zink (Zn)	mg/kg	FS	21,2	60	150	200	200	300	450	450	1.500	2

* gem. Eckpunktepapier By

** für Bodenarten Sand, Lehm Schluff gelten 15 mg/kg; für Bodenart Ton gilt 20 mg/kg.

Für die vollständige Deklaration des Aushubmaterials bzw. die Einstufung in Zuordnungsklassen ist sowohl nach der Deponieverordnung (DepV), Tabelle 2, als auch nach der VwV Verwertung Boden, Tab. 6-1, die Bestimmung weiterer Parameter erforderlich.

**Orientierende laborchemische Untersuchung von Bodenproben auf geogene Belastungen durch Schwermetalle und Arsen**

Beurteilungsgrundlage: VwV Verwertung Boden, Tab. 6-1, März 2007

BK 6/15
2,95 m - 3,05 m**Unterer Lettenkeuper – Lettenkohle**

Parameter	Einheit	Art	Probe BK 6/15 2,95m-3,05m	Z0 Sand	Z0 Lehm / Schluff	Z0 Ton	Z0* III A	Z0*	Z 1.1	Z 1.2	Z 2	Bestim- mungs- grenze
Eluat												
pH-Wert	---	EL	7,91	6,5-9,5						6-12	5,5-12	0
Elektr. Leitfähigkeit	µS/cm	EL	20	250						1.500	2.000	10
Temperatur Eluat	°C	EL										0
Arsen (As)	mg/l	EL	< 0,005	---	---	---	0,014	0,014	0,014	0,02	0,06	0,005
Blei (Pb)	mg/l	EL	< 0,005	---	---	---	0,04	0,04	0,04	0,08	0,2	0,005
Cadmium (Cd)	mg/l	EL	< 0,0005	---	---	---	0,0015	0,0015	0,0015	0,03	0,006	0,0005
Chrom (Cr)	mg/l	EL	< 0,005	---	---	---	0,0125	0,0125	0,0125	0,025	0,06	0,005
Kupfer (Cu)	mg/l	EL	< 0,005	---	---	---	0,02	0,02	0,02	0,06	0,1	0,005
Nickel (Ni)	mg/l	EL	< 0,005	---	---	---	0,015	0,015	0,015	0,02	0,07	0,005
Quecksilber (Hg)	mg/l	EL	< 0,0002	---	---	---	0,0005	0,0005	0,0005	0,001	0,002	0,0002
Thallium (Tl)	mg/l	EL	< 0,0005	---	---	---	---	---	---	---	---	0,001
Zink (Zn)	mg/l	EL	< 0,005	---	---	---	0,15	0,15	0,15	0,2	0,6	0,05
Feststoff												
Trockensubstanz	M.-%	FS	80,8									0,1
Arsen (Ar)	mg/kg	FS	24	10	15	20	15/20**	15/20**	45	45	150	2
Blei (Pb)	mg/kg	FS	82	40	70	100	100	140	210	210	700	4
Cadmium (Cd)	mg/kg	FS	< 0,2	0,4	1,0	1,5	1,0	1,0	3,0	3,0	10	0,2
Chrom (Cr) (ges.)	mg/kg	FS	20	30	60	100	100	120	180	180	600	1
Kupfer (Cu)	mg/kg	FS	17	20	40	60	60	80	120	120	400	1
Nickel (Ni)	mg/kg	FS	42	15	50	70	70	100	150	150	500	1
Quecksilber (Hg)	mg/kg	FS	0,17	0,1	0,5	1,0	1,0	1,0	1,5	1,5	5	0,05
Thallium (Tl)	mg/kg	FS	3,1	0,4	0,7	1,0	0,7	0,7	2,1	2,1	7	0,1
Zink (Zn)	mg/kg	FS	5	60	150	200	200	300	450	450	1.500	2

* gem. Eckpunktepapier By

** für Bodenarten Sand, Lehm Schluff gelten 15 mg/kg; für Bodenart Ton gilt 20 mg/kg.

Für die vollständige Deklaration des Aushubmaterials bzw. die Einstufung in Zuordnungsklassen ist sowohl nach der Deponieverordnung (DepV), Tabelle 2, als auch nach der VwV Verwertung Boden, Tab. 6-1, die Bestimmung weiterer Parameter erforderlich.

**Orientierende laborchemische Untersuchung von Bodenproben auf geogene Belastungen durch Schwermetalle und Arsen**

Beurteilungsgrundlage: VwV Verwertung Boden, Tab. 6-1, März 2007

BK 6/15
3,5 m - 3,6 m**Unterer Lettenkeuper – Lettenkohle**

Parameter	Einheit	Art	Probe BK 6/15 3,5m-3,6m	Z0 Sand	Z0 Lehm / Schluff	Z0 Ton	Z0* III A	Z0*	Z 1.1	Z 1.2	Z 2	Bestim- mungs- grenze
Eluat												
pH-Wert	---	EL	8,28	6,5-9,5						6-12	5,5-12	0
Elektr. Leitfähigkeit	µS/cm	EL	52	250						1.500	2.000	10
Temperatur Eluat	°C	EL										0
Arsen (As)	mg/l	EL	< 0,005	---	---	---	0,014	0,014	0,014	0,02	0,06	0,005
Blei (Pb)	mg/l	EL	< 0,005	---	---	---	0,04	0,04	0,04	0,08	0,2	0,005
Cadmium (Cd)	mg/l	EL	< 0,0005	---	---	---	0,0015	0,0015	0,0015	0,03	0,006	0,0005
Chrom (Cr)	mg/l	EL	< 0,005	---	---	---	0,0125	0,0125	0,0125	0,025	0,06	0,005
Kupfer (Cu)	mg/l	EL	< 0,005	---	---	---	0,02	0,02	0,02	0,06	0,1	0,005
Nickel (Ni)	mg/l	EL	< 0,005	---	---	---	0,015	0,015	0,015	0,02	0,07	0,005
Quecksilber (Hg)	mg/l	EL	< 0,0002	---	---	---	0,0005	0,0005	0,0005	0,001	0,002	0,0002
Thallium (Tl)	mg/l	EL	< 0,0005	---	---	---	---	---	---	---	---	0,001
Zink (Zn)	mg/l	EL	< 0,005	---	---	---	0,15	0,15	0,15	0,2	0,6	0,05
Feststoff												
Trockensubstanz	M.-%	FS	79,4									0,1
Arsen (Ar)	mg/kg	FS	12	10	15	20	15/20**	15/20**	45	45	150	2
Blei (Pb)	mg/kg	FS	19	40	70	100	100	140	210	210	700	4
Cadmium (Cd)	mg/kg	FS	< 0,2	0,4	1,0	1,5	1,0	1,0	3,0	3,0	10	0,2
Chrom (Cr) (ges.)	mg/kg	FS	29	30	60	100	100	120	180	180	600	1
Kupfer (Cu)	mg/kg	FS	20	20	40	60	60	80	120	120	400	1
Nickel (Ni)	mg/kg	FS	24	15	50	70	70	100	150	150	500	1
Quecksilber (Hg)	mg/kg	FS	0,05	0,1	0,5	1,0	1,0	1,0	1,5	1,5	5	0,05
Thallium (Tl)	mg/kg	FS	1,2	0,4	0,7	1,0	0,7	0,7	2,1	2,1	7	0,1
Zink (Zn)	mg/kg	FS	16,7	60	150	200	200	300	450	450	1.500	2

* gem. Eckpunktepapier By

** für Bodenarten Sand, Lehm Schluff gelten 15 mg/kg; für Bodenart Ton gilt 20 mg/kg.

Für die vollständige Deklaration des Aushubmaterials bzw. die Einstufung in Zuordnungsklassen ist sowohl nach der Deponieverordnung (DepV), Tabelle 2, als auch nach der VwV Verwertung Boden, Tab. 6-1, die Bestimmung weiterer Parameter erforderlich.

**Orientierende laborchemische Untersuchung von Bodenproben auf geogene Belastungen durch Schwermetalle und Arsen**

Beurteilungsgrundlage: VwV Verwertung Boden, Tab. 6-1, März 2007

BK 10/15
1,9 m - 2,0 m**Unterer Lettenkeuper – Sandige Pflanzenschiefer**

Parameter	Einheit	Art	Probe BK 10/15 1,9m-2,0m	Z0 Sand	Z0 Lehm / Schluff	Z0 Ton	Z0* III A	Z0*	Z 1.1	Z 1.2	Z 2	Bestim- mungs- grenze
Eluat												
pH-Wert	---	EL	8,43	6,5-9,5						6-12	5,5-12	0
Elektr. Leitfähigkeit	µS/cm	EL	53	250						1.500	2.000	10
Temperatur Eluat	°C	EL										0
Arsen (As)	mg/l	EL	< 0,005	---	---	---	0,014	0,014	0,014	0,02	0,06	0,005
Blei (Pb)	mg/l	EL	< 0,005	---	---	---	0,04	0,04	0,04	0,08	0,2	0,005
Cadmium (Cd)	mg/l	EL	< 0,0005	---	---	---	0,0015	0,0015	0,0015	0,03	0,006	0,0005
Chrom (Cr)	mg/l	EL	< 0,005	---	---	---	0,0125	0,0125	0,0125	0,025	0,06	0,005
Kupfer (Cu)	mg/l	EL	< 0,005	---	---	---	0,02	0,02	0,02	0,06	0,1	0,005
Nickel (Ni)	mg/l	EL	< 0,005	---	---	---	0,015	0,015	0,015	0,02	0,07	0,005
Quecksilber (Hg)	mg/l	EL	< 0,0002	---	---	---	0,0005	0,0005	0,0005	0,001	0,002	0,0002
Thallium (Tl)	mg/l	EL	< 0,0005	---	---	---	---	---	---	---	---	0,001
Zink (Zn)	mg/l	EL	< 0,005	---	---	---	0,15	0,15	0,15	0,2	0,6	0,05
Feststoff												
Trockensubstanz	M.-%	FS	85,4									0,1
Arsen (Ar)	mg/kg	FS	9,9	10	15	20	15/20**	15/20**	45	45	150	2
Blei (Pb)	mg/kg	FS	10	40	70	100	100	140	210	210	700	4
Cadmium (Cd)	mg/kg	FS	0,2	0,4	1,0	1,5	1,0	1,0	3,0	3,0	10	0,2
Chrom (Cr) (ges.)	mg/kg	FS	34	30	60	100	100	120	180	180	600	1
Kupfer (Cu)	mg/kg	FS	21	20	40	60	60	80	120	120	400	1
Nickel (Ni)	mg/kg	FS	39	15	50	70	70	100	150	150	500	1
Quecksilber (Hg)	mg/kg	FS	< 0,05	0,1	0,5	1,0	1,0	1,0	1,5	1,5	5	0,05
Thallium (Tl)	mg/kg	FS	0,6	0,4	0,7	1,0	0,7	0,7	2,1	2,1	7	0,1
Zink (Zn)	mg/kg	FS	37,9	60	150	200	200	300	450	450	1.500	2

* gem. Eckpunktepapier By

** für Bodenarten *Sand*, *Lehm Schluff* gelten 15 mg/kg; für Bodenart *Ton* gilt 20 mg/kg.Für die vollständige Deklaration des Aushubmaterials bzw. die Einstufung in Zuordnungsklassen ist sowohl nach der *Deponieverordnung* (DepV), Tabelle 2, als auch nach der *VwV Verwertung Boden*, Tab. 6-1, die Bestimmung weiterer Parameter erforderlich.

**Orientierende laborchemische Untersuchung von Bodenproben auf geogene Belastungen durch Schwermetalle und Arsen**

Beurteilungsgrundlage: VwV Verwertung Boden, Tab. 6-1, März 2007

BK 10/15
3,5 m - 3,6 m**Unterer Lettenkeuper – Sandige Pflanzenschiefer**

Parameter	Einheit	Art	Probe BK 10/15 3,5m-3,6m	Z0 Sand	Z0 Lehm / Schluff	Z0 Ton	Z0* III A	Z0*	Z 1.1	Z 1.2	Z 2	Bestim- mungs- grenze
Eluat												
pH-Wert	---	EL	8,97	6,5-9,5						6-12	5,5-12	0
Elektr. Leitfähigkeit	µS/cm	EL	54	250						1.500	2.000	10
Temperatur Eluat	°C	EL										0
Arsen (As)	mg/l	EL	< 0,005	---	---	---	0,014	0,014	0,014	0,02	0,06	0,005
Blei (Pb)	mg/l	EL	< 0,005	---	---	---	0,04	0,04	0,04	0,08	0,2	0,005
Cadmium (Cd)	mg/l	EL	< 0,0005	---	---	---	0,0015	0,0015	0,0015	0,03	0,006	0,0005
Chrom (Cr)	mg/l	EL	< 0,005	---	---	---	0,0125	0,0125	0,0125	0,025	0,06	0,005
Kupfer (Cu)	mg/l	EL	< 0,005	---	---	---	0,02	0,02	0,02	0,06	0,1	0,005
Nickel (Ni)	mg/l	EL	< 0,005	---	---	---	0,015	0,015	0,015	0,02	0,07	0,005
Quecksilber (Hg)	mg/l	EL	< 0,0002	---	---	---	0,0005	0,0005	0,0005	0,001	0,002	0,0002
Thallium (Tl)	mg/l	EL	< 0,0005	---	---	---	---	---	---	---	---	0,001
Zink (Zn)	mg/l	EL	< 0,005	---	---	---	0,15	0,15	0,15	0,2	0,6	0,05
Feststoff												
Trockensubstanz	M.-%	FS	89,2									0,1
Arsen (Ar)	mg/kg	FS	11	10	15	20	15/20**	15/20**	45	45	150	2
Blei (Pb)	mg/kg	FS	10	40	70	100	100	140	210	210	700	4
Cadmium (Cd)	mg/kg	FS	< 0,2	0,4	1,0	1,5	1,0	1,0	3,0	3,0	10	0,2
Chrom (Cr) (ges.)	mg/kg	FS	4	30	60	100	100	120	180	180	600	1
Kupfer (Cu)	mg/kg	FS	8,9	20	40	60	60	80	120	120	400	1
Nickel (Ni)	mg/kg	FS	6,5	15	50	70	70	100	150	150	500	1
Quecksilber (Hg)	mg/kg	FS	< 0,05	0,1	0,5	1,0	1,0	1,0	1,5	1,5	5	0,05
Thallium (Tl)	mg/kg	FS	0,4	0,4	0,7	1,0	0,7	0,7	2,1	2,1	7	0,1
Zink (Zn)	mg/kg	FS	6	60	150	200	200	300	450	450	1.500	2

* gem. Eckpunktepapier By

** für Bodenarten Sand, Lehm Schluff gelten 15 mg/kg; für Bodenart Ton gilt 20 mg/kg.

Für die vollständige Deklaration des Aushubmaterials bzw. die Einstufung in Zuordnungsklassen ist sowohl nach der Deponieverordnung (DepV), Tabelle 2, als auch nach der VwV Verwertung Boden, Tab. 6-1, die Bestimmung weiterer Parameter erforderlich.

**Orientierende laborchemische Untersuchung von Bodenproben auf geogene Belastungen durch Schwermetalle und Arsen**

Beurteilungsgrundlage: VwV Verwertung Boden, Tab. 6-1, März 2007

BK 10/15
5,8 m - 5,9 m**Unterer Lettenkeuper – Sandige Pflanzenschiefer**

Parameter	Einheit	Art	Probe BK 10/15 5,8m-5,9m	Z0 Sand	Z0 Lehm / Schluff	Z0 Ton	Z0* III A	Z0*	Z 1.1	Z 1.2	Z 2	Bestim- mungs- grenze
Eluat												
pH-Wert	---	EL	8,15	6,5-9,5						6-12	5,5-12	0
Elektr. Leitfähigkeit	µS/cm	EL	43	250						1.500	2.000	10
Temperatur Eluat	°C	EL										0
Arsen (As)	mg/l	EL	< 0,005	---	---	---	0,014	0,014	0,014	0,02	0,06	0,005
Blei (Pb)	mg/l	EL	< 0,005	---	---	---	0,04	0,04	0,04	0,08	0,2	0,005
Cadmium (Cd)	mg/l	EL	< 0,0005	---	---	---	0,0015	0,0015	0,0015	0,03	0,006	0,0005
Chrom (Cr)	mg/l	EL	< 0,005	---	---	---	0,0125	0,0125	0,0125	0,025	0,06	0,005
Kupfer (Cu)	mg/l	EL	< 0,005	---	---	---	0,02	0,02	0,02	0,06	0,1	0,005
Nickel (Ni)	mg/l	EL	< 0,005	---	---	---	0,015	0,015	0,015	0,02	0,07	0,005
Quecksilber (Hg)	mg/l	EL	< 0,0002	---	---	---	0,0005	0,0005	0,0005	0,001	0,002	0,0002
Thallium (Tl)	mg/l	EL	< 0,0005	---	---	---	---	---	---	---	---	0,001
Zink (Zn)	mg/l	EL	< 0,005	---	---	---	0,15	0,15	0,15	0,2	0,6	0,05
Feststoff												
Trockensubstanz	M.-%	FS	87,8									0,1
Arsen (Ar)	mg/kg	FS	2,4	10	15	20	15/20**	15/20**	45	45	150	2
Blei (Pb)	mg/kg	FS	12	40	70	100	100	140	210	210	700	4
Cadmium (Cd)	mg/kg	FS	< 0,2	0,4	1,0	1,5	1,0	1,0	3,0	3,0	10	0,2
Chrom (Cr) (ges.)	mg/kg	FS	26	30	60	100	100	120	180	180	600	1
Kupfer (Cu)	mg/kg	FS	26	20	40	60	60	80	120	120	400	1
Nickel (Ni)	mg/kg	FS	22	15	50	70	70	100	150	150	500	1
Quecksilber (Hg)	mg/kg	FS	0,06	0,1	0,5	1,0	1,0	1,0	1,5	1,5	5	0,05
Thallium (Tl)	mg/kg	FS	0,6	0,4	0,7	1,0	0,7	0,7	2,1	2,1	7	0,1
Zink (Zn)	mg/kg	FS	17,2	60	150	200	200	300	450	450	1.500	2

* gem. Eckpunktepapier By

** für Bodenarten Sand, Lehm Schluff gelten 15 mg/kg; für Bodenart Ton gilt 20 mg/kg.

Für die vollständige Deklaration des Aushubmaterials bzw. die Einstufung in Zuordnungsklassen ist sowohl nach der Deponieverordnung (DepV), Tabelle 2, als auch nach der VwV Verwertung Boden, Tab. 6-1, die Bestimmung weiterer Parameter erforderlich.

**Orientierende laborchemische Untersuchung von Bodenproben auf geogene Belastungen durch Schwermetalle und Arsen**

Beurteilungsgrundlage: VwV Verwertung Boden, Tab. 6-1, März 2007

BK 10/15
9,8 m - 9,9 m**Unterer Lettenkeuper – Estheriensichten (TSt.)**

Parameter	Einheit	Art	Probe BK 10/15 9,8m-9,9m	Z0 Sand	Z0 Lehm / Schluff	Z0 Ton	Z0* III A	Z0*	Z 1.1	Z 1.2	Z 2	Bestim- mungs- grenze
Eluat												
pH-Wert	---	EL	8,35	6,5-9,5						6-12	5,5-12	0
Elektr. Leitfähigkeit	µS/cm	EL	290	250						1.500	2.000	10
Temperatur Eluat	°C	EL										0
Arsen (As)	mg/l	EL	< 0,005	---	---	---	0,014	0,014	0,014	0,02	0,06	0,005
Blei (Pb)	mg/l	EL	< 0,005	---	---	---	0,04	0,04	0,04	0,08	0,2	0,005
Cadmium (Cd)	mg/l	EL	< 0,0005	---	---	---	0,0015	0,0015	0,0015	0,03	0,006	0,0005
Chrom (Cr)	mg/l	EL	< 0,005	---	---	---	0,0125	0,0125	0,0125	0,025	0,06	0,005
Kupfer (Cu)	mg/l	EL	< 0,005	---	---	---	0,02	0,02	0,02	0,06	0,1	0,005
Nickel (Ni)	mg/l	EL	0,023	---	---	---	0,015	0,015	0,015	0,02	0,07	0,005
Quecksilber (Hg)	mg/l	EL	< 0,0002	---	---	---	0,0005	0,0005	0,0005	0,001	0,002	0,0002
Thallium (Tl)	mg/l	EL	< 0,0005	---	---	---	---	---	---	---	---	0,001
Zink (Zn)	mg/l	EL	< 0,005	---	---	---	0,15	0,15	0,15	0,2	0,6	0,05
Feststoff												
Trockensubstanz	M.-%	FS	88									0,1
Arsen (Ar)	mg/kg	FS	4,7	10	15	20	15/20**	15/20**	45	45	150	2
Blei (Pb)	mg/kg	FS	8	40	70	100	100	140	210	210	700	4
Cadmium (Cd)	mg/kg	FS	< 0,2	0,4	1,0	1,5	1,0	1,0	3,0	3,0	10	0,2
Chrom (Cr) (ges.)	mg/kg	FS	36	30	60	100	100	120	180	180	600	1
Kupfer (Cu)	mg/kg	FS	46	20	40	60	60	80	120	120	400	1
Nickel (Ni)	mg/kg	FS	84	15	50	70	70	100	150	150	500	1
Quecksilber (Hg)	mg/kg	FS	< 0,05	0,1	0,5	1,0	1,0	1,0	1,5	1,5	5	0,05
Thallium (Tl)	mg/kg	FS	0,6	0,4	0,7	1,0	0,7	0,7	2,1	2,1	7	0,1
Zink (Zn)	mg/kg	FS	33,5	60	150	200	200	300	450	450	1.500	2

* gem. Eckpunktepapier By

** für Bodenarten Sand, Lehm Schluff gelten 15 mg/kg; für Bodenart Ton gilt 20 mg/kg.

Für die vollständige Deklaration des Aushubmaterials bzw. die Einstufung in Zuordnungsklassen ist sowohl nach der Deponieverordnung (DepV), Tabelle 2, als auch nach der VwV Verwertung Boden, Tab. 6-1, die Bestimmung weiterer Parameter erforderlich.

**Orientierende laborchemische Untersuchungen des gebundenen Straßenoberbaus des Neckarburgsträßchens auf PAK-Gehalte****Probenmaterialien: Schollen des gebundenen Straßenoberbaus**

Probenahme: 27.11.2015

Parameter	Einheit	Art	Probe NBS 1 Ausbauasphalt	Probe NBS 2 Ausbauasphalt	Probe NBS 3 Ausbauasphalt	Probe NBS 4 Ausbauasphalt	Bestimmungsgrenze
Trockensubstanz	M.-%	FS	97,7	96,6	98,7	96,3	0,1
Naphtalin	mg/kg	FS	0,19	< 0,05	< 0,05	< 0,50	0,05
Acenaphthylen	mg/kg	FS	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,50	0,05
Acenaphthen	mg/kg	FS	0,88	< 0,05	< 0,05	< 0,50	0,05
Fluoren	mg/kg	FS	0,39	< 0,05	< 0,05	< 0,50	0,05
Phenanthren	mg/kg	FS	0,68	< 0,05	0,44	< 0,50	0,05
Anthracen	mg/kg	FS	0,12	< 0,05	< 0,05	< 0,50	0,05
Fluoranthen	mg/kg	FS	< 0,07	< 0,05	0,99	1,9	0,05
Pyren	mg/kg	FS	< 0,05	< 0,05	1,4	1,7	0,05
Benzo(a)anthracen	mg/kg	FS	< 0,05	< 0,05	0,59	1,2	0,05
Chrysen	mg/kg	FS	< 0,08	< 0,07	0,59	1,5	0,05
Benzo(b)fluoranthen	mg/kg	FS	< 0,10	< 0,12	0,73	0,88	0,05
Benzo(k)fluoranthen	mg/kg	FS	< 0,05	< 0,05	0,49	0,53	0,05
Benzo(a)pyren	mg/kg	FS	< 0,17	< 0,13	0,81	1,1	0,05
Dibenzo(a,h)anthracen	mg/kg	FS	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,50	0,05
Benzo(ghi)perylen	mg/kg	FS	< 0,17	< 0,07	0,67	0,70	0,05
Ideno(1,2,3-cd)pyren	mg/kg	FS	< 0,05	< 0,05	0,34	0,54	0,05
Summe PAK (EPA)	mg/kg	FS	2,26	n.b.	7,05	10,1	---

Befund: Die Analysewerte zeigen, dass die aus der Fahrbahn des Neckarburgsträßchens entnommenen Proben des gebundenen Oberbaus PAK-Verbindungen nur in sehr geringen Mengen enthält. Hieraus folgt: Es handelt sich um einen bituminös gebundenen Oberbau.

Probenentnahmestellen:

Probe NBS 1: Trassenabschnitt des *Neckarburgsträßchens* im Zuständigkeitsbereich der Stadt Rottweil, im Kurvenbereich beim Waldaustritt in Richtung Osten (nahe des hölzernen Telefonleitungsabspannmastens).

Probe NBS 2: Trassenabschnitt des *Neckarburgsträßchens* im Zuständigkeitsbereich der Stadt Rottweil, wenige Meter nördlich der Waldwegeinmündung (Zufahrt zu BK 4/15).

Probe NBS 3: Privater Trassenabschnitt des *Neckarburgsträßchens* (Gräfin von Oppersdorff), in Höhe des Bohrpunktes BK 3/15.

Probe NBS 4: Privater Trassenabschnitt des *Neckarburgsträßchens* (Gräfin von Oppersdorff), in Höhe des Bohrpunktes BK 2/15.

**Felsmechanische Laboruntersuchungen****Versuchswerte für Rohdichte, dynamische und statische Kenngrößen von Bohrkernproben**

Probe		Gestein	Formation	Feuchtrohdichte ρ (Mg/m ³)	dynam. Kennw. (axial)	Hilfswert Proben- schlankheit h/d (---)	statische Kennwerte (axial), exempl.		
Bohrung	Tiefe unter A.P.				$E_{dyn \perp}$ (größte Messwerte) (GPa)		$E_{stat \perp}$ (GPa)	zugehöriger Spannungs- bereich (MPa)	$q_{u \perp, korr}$ (MPa)
	(m)								
BK 1/15	8,35-8,5	KSt.	Lettenk.-F.	2,692	76,2	1,188			35,9
BK 1/15	8,5-8,75	KSt.	Lettenk.-F.	2,704	68,1	1,265			53,8
BK 1/15	13,35-13,55	TMSt.	Lettenk.-F.	2,597	28,5	1,111			33,0
BK 1/15	14,1-14,3	DSt.	Lettenk.-F.	2,671	42,9	1,198			41,4
BK 1/15	14,3-14,5	DSt.	Lettenk.-F.	2,610	30,9	1,492			22,7
BK 1/15	Aus den Schichten der Rottweil-Formation war kein geeignetes Probenmaterial gewinnbar.								
BK 1/15	29,2-29,4	KSt./dol.	Meissner-F.	2,515	n. b. (Riss)	1,710			13,0
BK 2/15	6,8-7,0	KSt.	Lettenk.-F.	2,682	66,6	1,308	9,15	15-45	55,3
BK 2/15	10,55-10,75	TMSt.	Lettenk.-F.	2,634	29,2	1,314	3,30	10-20	25,8
BK 2/15	12,35-12,5	DSt.	Lettenk.-F.	2,599	32,9	1,103	3,83	5-15	43,7
BK 2/15	14,55-14,9	DSt.	Rottweil-F.	2,428	39,8	2,246	8,77	5-15	25,6
BK 2/15	17,15-17,4	DSt.	Rottweil-F.	2,314	24,3	1,759	9,58	10-25	29,9
BK 2/15	17,4-17,6	DSt.	Rottweil-F.	2,302	24,9	2,211	6,26	4-12	16,4
BK 2/15	21,65-21,8	KSt./dol.	Meissner-F.	2,493	29,3	1,178	4,10	6-18	21,7
BK 2/15	24,5-24,75	KSt./dol.	Meissner-F.	2,513	31,7	1,570			18,8
BK 2/15	24,75-25,0	KSt./dol.	Meissner-F.	2,533	15,7	1,475			18,2
BK 2/15	26,35-26,6	KSt./dol.	Meissner-F.	2,478	10,8	1,010			28,0
BK 3/15	6,0-6,1	KSt.	Lettenk.-F.	2,653	68,5	(0,957)*			ca. 97,0
BK 3/15	10,7-11,0	DSt.	Lettenk.-F.	2,575	23,0	2,021			35,8
BK 3/15	14,65-14,85	DSt.	Rottweil-F.	2,428	28,3	1,687			21,8
BK 3/15	21,5-21,8	DSt.	Rottweil-F.	2,332	24,5	2,394			25,0
BK 3/15	28,2-28,4	KSt./dol.	Meissner-F.	2,388	21,9	2,634			26,1
BK 4/15	12,25-12,4	TMSt.	Lettenk.-F.	2,709	29,3	1,141			21,8
BK 4/15	15,05-15,25	DSt.v	Rottweil-F.	2,523	19,8	1,405			6,76
BK 4/15	20,5-20,7	DSt.	Rottweil-F.	2,523	6,62	1,193			21,6
BK 4/15	23,0-23,25	DSt.	Rottweil-F.	2,533	30,3	1,568			34,0
BK 4/15	23,5-23,65	DSt.	Rottweil-F.	2,403	27,5	1,415			24,2
BK 4/15	23,65-23,8	DSt.	Rottweil-F.	2,406	29,3	1,423			31,9
BK 5/15	5,2-5,4	DSt.v	Lettenk.-F.	2,593	22,7	2,262			30,4
BK 5/15	9,3-9,6	DSt.v	Rottweil-F.	2,426	16,4	1,136			19,5
BK 5/15	20,4-20,7	DSt.	Rottweil-F.	2,416	18,8	2,545			10,8
BK 5/15	23,0-23,3	DSt.	Rottweil-F.	2,578	26,1	2,495			13,2
BK 5/15	24,6-24,8	KSt./dol.	Meissner-F.	2,615	27,8	1,590			37,8
BK 5/15	24,8-25,0	KSt./dol.	Meissner-F.	2,625	49,4	1,591			49,0
BK 5/15	28,0-28,2	DSt.	Meissner-F.	2,420	13,1	1,994			29,6
BK 5/15	28,25-28,55	DSt.	Meissner-F.	2,433	5,69	1,671			19,6
BK 5/15	29,25-29,5	KSt./dol.	Meissner-F.	2,633	46,0	2,657			14,4

Prüfspezifikationen:

DIN EN 14579 (2005-01) Prüfverfahren für Naturstein – Bestimmung der Geschwindigkeit der Schallausbreitung

Empfehlung Nr. 1 – Einaxiale Druckversuche an Gesteinsproben
des Arbeitskreises 3.3 der Deutschen Gesellschaft für Geotechnik e.V. (DGGT), Essen, 2004

* Wert liegt außerhalb des Anwendungsbereiches der Empfehlung Nr. 1 – Einaxiale Druckversuche an Gesteinsproben

**Felsmechanische Laboruntersuchungen****Versuchswerte für Rohdichte, dynamische und statische Kenngrößen von Bohrkernproben**

Probe		Gestein	Formation	Feuchtrohdichte ρ (Mg/m ³)	dynam. Kennw. (axial)	Hilfswert Proben- schlankheit h/d (---)	statische Kennwerte (axial), exempl.		
Bohrung	Tiefe unter A.P.				$E_{dyn \perp}$ (größte Messwerte) (GPa)		$E_{stat \perp}$ (GPa)	zugehöriger Spannungs- bereich (MPa)	$q_{u \perp, korr}$ (MPa)
	(m)								
BK 6/15	10,6-10,9	DSt.	Lettenk.-F.	2,676	30,9	1,745			34,5
BK 6/15	11,7-11,9	DSt.	Rottweil-F.	2,225	14,8	1,483			19,8
BK 6/15	12,0-12,2	DSt.	Rottweil-F.	2,174	14,6	1,594			32,5
BK 6/15	14,4-14,6	DSt.	Rottweil-F.	2,285	29,0	2,331			28,3
BK 6/15	16,25-16,45	DSt.	Rottweil-F.	2,173	26,5	2,117			32,2
BK 6/15	16,45-16,65	DSt.	Rottweil-F.	2,092	20,2	1,982			20,3
BK 6/15	16,65-16,85	DSt.	Rottweil-F.	2,187	26,9	1,929			33,0
BK 6/15	23,45-23,7	KSt./dol.	Meissner-F.	2,355	22,1	2,105			47,1
BK 6/15	29,35-29,55	KSt./dol.	Meissner-F.	2,460	40,6	1,656			23,4
BK 7/15	5,15-5,3	SSt.v	Lettenk.-F.	2,292	22,9	(0,933)*			ca. 16,0
BK 7/15	8,2-8,4	DSt.	Lettenk.-F.	2,568	19,8	1,699			51,7
BK 7/15	10,0-10,2	DSt.	Rottweil-F.	2,201	13,2	1,216			27,1
BK 7/15	16,55-16,75	DSt.	Rottweil-F.	2,565	36,3	1,916			36,7
BK 7/15	18,1-18,35	DSt.	Rottweil-F.	2,550	21,6	1,577			27,2
BK 7/15	22,5-22,75	DSt.	Rottweil-F.	2,422	36,8	1,876			32,4
BK 7/15	24,1-24,35	DSt.	Rottweil-F.	2,219	13,8	1,428			28,0
BK 7/15	24,35-24,6	DSt.	Rottweil-F.	2,291	13,4	1,440			29,6
BK 7/15	29,75-29,95	KSt./dol.	Meissner-F.	2,717	114,4	1,776			116
BK 8/15	5,35-5,5	SSt.v	Lettenk.-F.	2,393	15,1	1,364			29,9
BK 8/15	5,5-5,7	SSt.v	Lettenk.-F.	2,502	28,1	1,421			54,6
BK 8/15	8,6-8,85	DSt.	Lettenk.-F.	2,659	25,6	1,425			17,1
BK 8/15	9,35-9,6	DSt.	Rottweil-F.	2,330	23,7	2,145			23,5
BK 8/15	12,2-12,45	DSt.	Rottweil-F.	2,323	23,8	2,262			31,5
BK 8/15	12,45-12,7	DSt.	Rottweil-F.	2,363	25,3	2,294			41,5
BK 8/15	14,1-14,35	DSt.	Rottweil-F.	2,266	11,4	2,387			37,2
BK 8/15	21,8-22,0	DSt.	Rottweil-F.	2,483	25,7	1,597			41,4
BK 8/15	24,3-24,6	DSt.	Rottweil-F.	2,505	22,4	2,007			29,0
BK 8/15	28,2-28,4	KSt./dol.	Rottweil-F.	2,705	49,8	1,260			33,6
BK 9/15	6,35-6,65	DSt.	Rottweil-F.	2,374	24,0	2,162			20,4
BK 9/15	8,35-8,55	DSt.	Rottweil-F.	2,114	6,62	1,615			21,6
BK 9/15	15,6-15,85	DSt.	Rottweil-F.	2,493	31,2	1,526			26,6
BK 9/15	23,2-23,4	DSt.	Rottweil-F.	2,541	24,3	1,557			30,6
BK 9/15	23,8-24,0	KSt./dol.	Rottweil-F.	2,676	49,9	1,411			62,3
BK 9/15	29,45-29,75	KSt./dol.	Meissner-F.	2,634	50,1	2,249			43,8
BK 10/15	11,45-11,6	DSt.	Lettenk.-F.	2,645	29,5	1,109			42,4
BK 10/15	15,0-15,2	DSt.	Rottweil-F.	2,246	18,0	1,413			22,4
BK 10/15	28,4-28,65	DSt.,fs	Meissner-F.	2,502	6,65	2,098			16,7
BK 10/15	29,35-29,65	DSt.,fs	Meissner-F.	2,571	31,5	1,604			39,7
BK 10/15	29,8-30,0	DSt.,fs	Meissner-F.	2,437	15,7	2,158			20,2

Prüfspezifikationen:

DIN EN 14579 (2005-01) Prüfverfahren für Naturstein – Bestimmung der Geschwindigkeit der Schallausbreitung

Empfehlung Nr. 1 – Einaxiale Druckversuche an Gesteinsproben
des Arbeitskreises 3.3 der Deutschen Gesellschaft für Geotechnik e.V. (DGGT), Essen, 2004

* Wert liegt außerhalb des Anwendungsbereiches der Empfehlung Nr. 1 – Einaxiale Druckversuche an Gesteinsproben

**Felsmechanische Laboruntersuchungen****Versuchswerte für Rohdichte, dynamische und statische Kenngrößen von Bohrkernproben**

Probe		Gestein	Formation	Feuchtrohdichte ρ (Mg/m ³)	dynam. Kennw. (axial)	Hilfswert Proben- schlankheit h/d (---)	statische Kennwerte (axial), exempl.		
Bohrung	Tiefe unter A.P.				$E_{dyn \perp}$ (größte Messwerte) (GPa)		$E_{stat \perp}$ (GPa)	zugehöriger Spannungs- bereich (MPa)	$q_{u \perp, korr}$ (MPa)
	(m)								
BK 11/15	8,2-8,3	DSt.	Lettenk.-F.	2,645	23,2	1,085			46,1
BK 11/15	8,3-8,45	DSt.	Lettenk.-F.	2,693	47,5	1,103			58,6
BK 11/15	12,35-12,7	DSt.	Rottweil-F.	2,157	17,5	2,455			20,7
BK 11/15	13,25-13,4	DSt.	Rottweil-F.	2,215	20,7	1,737			20,2
BK 11/15	13,4-13,55	DSt.	Rottweil-F.	2,218	22,1	1,567			30,3
BK 11/15	13,65-13,85	DSt.	Rottweil-F.	2,170	18,9	1,412			20,6
BK 11/15	14,0-14,35	DSt.	Rottweil-F.	2,160	12,4	2,611			23,9
BK 11/15	14,35-14,7	DSt.	Rottweil-F.	2,162	13,3	2,548			17,3
BK 11/15	20,45-20,75	DSt.	Meissner-F.	2,342	14,9	1,693			18,1
BK 11/15	22,7-23,0	DSt.	Meissner-F.	2,357	12,6	2,299			20,9
BK 11/15	24,6-24,9	KSt./dol.	Meissner-F.	2,481	12,1	2,100			12,8
BK 11/15	25,0-25,3	KSt./dol.	Meissner-F.	2,483	15,0	2,087			31,2
BK 11/15	28,35-28,6	KSt./dol.	Meissner-F.	2,639	48,8	1,566			37,4
BK 11/15	29,0-29,2	KSt./dol.	Meissner-F.	2,569	42,8	2,087			33,2
BK 11/15	29,75-29,9	KSt./dol.	Meissner-F.	2,587	33,2	1,449			69,7
BK 12/15	12,2-12,4	DSt.	Lettenk.-F.	2,552	13,4	(0,815)*			ca. 38,0
BK 12/15	13,3-13,5	DSt.	Rottweil-F.	2,094	7,40	1,356			6,93
BK 12/15	29,65-29,85	KSt./dol.	Meissner-F.	2,487	18,3	1,426			26,0

Prüfspezifikationen:DIN EN 14579 (2005-01) *Prüfverfahren für Naturstein – Bestimmung der Geschwindigkeit der Schallausbreitung*Empfehlung Nr. 1 – *Einaxiale Druckversuche an Gesteinsproben*
des Arbeitskreises 3.3 *der Deutschen Gesellschaft für Geotechnik e.V. (DGGT), Essen, 2004** Wert liegt außerhalb des Anwendungsbereiches der Empfehlung Nr. 1 – *Einaxiale Druckversuche an Gesteinsproben*



Felsmechanische Laboruntersuchungen

Versuchswerte aus Punktlastversuchen an Handstücken

Probe	Belastungsrichtung	Formation	Gestein	Lastpunkt- abstand	normierte Punktlastfestigkeit	Empirisch ermittelte einaxiale Zylinderdruckfestigkeit (E5-AK 3.3)
				a (mm)	I _{S50} (MPa)	$\sigma_{u\perp} = \alpha \cdot I_{S50}$ (mit $\alpha = 24$) (MPa)
BK 1/15 8,5m-8,75m (a)	ax	Lettenk.-F.	DSt.	62,6	1,60	38,4
BK 1/15 8,5m-8,75m (b)	ax	Lettenk.-F.	DSt.	46,2	7,00	168
BK 1/15 19,7m-19,9m	ax	Rottweil-F.	DSt.	49,6	1,70	40,8
BK 2/15 8,3m-8,4m	ax	Lettenk.-F.	fSSt.	65,0	0,54	13,0
BK 2/15 12,5m-12,6m	ax	Lettenk.-F.	DSt.	61,2	2,32	55,7
BK 2/15 24,5m-25,0m	diam.	Meissner-F.	DSt.	62,0	4,20	101
BK 2/15 26,35m-26,55m	ax	Meissner-F.	DSt.	61,2	1,72	41,3
BK 3/15 9,7m-9,8m	ax	Lettenk.-F.	TSt.	67,4	1,53	36,7
BK 3/15 10,0m-10,1m	ax	Lettenk.-F.	TMSt.	61,0	2,70	64,8
BK 3/15 10,7m-11,0m	ax	Lettenk.-F.	DSt.	67,4	2,85	68,4
BK 3/15 21,5m-21,8m (a)	ax	Rottweil-F.	DSt.	79,7	2,58	61,9
BK 3/15 21,5m-21,8m (b)	ax	Rottweil-F.	DSt.	79,7	3,05	73,2
BK 4/15 5,65m-5,8m (a)	ax	Lettenk.-F.	KSt.,dol.	49,1	3,4	81,6
BK 4/15 5,65m-5,8m (b)	ax	Lettenk.-F.	KSt.,dol.	61,5	1,5	36,0
BK 4/15 7,3m-7,35m	ax	Lettenk.-F.	KSt./DSt.	40,4	3,8	91,2
BK 4/15 7,7m-7,8m	ax	Lettenk.-F.	KSt./DSt.	70,0	5,0	120
BK 4/15 7,85m-7,9m	ax	Lettenk.-F.	KSt./DSt.	52,5	8,5	204
BK 4/15 12,95m-13,0m	ax	Lettenk.-F.	DSt.	60,1	1,65	39,6
BK 4/15 13,25m-13,3m	ax	Lettenk.-F.	DSt.	55,4	3,10	74,4
BK 4/15 16,85m-17,0m (a)	ax	Rottweil-F.	DSt.	41,9	4,40	106
BK 4/15 16,85m-17,0m (b)	ax	Rottweil-F.	DSt.	44,3	3,40	81,6
BK 5/15 9,3m-9,6m (a)	ax	Rottweil-F.	DSt.	68,1	1,35	32,4
BK 5/15 9,3m-9,6m (b)	ax	Rottweil-F.	DSt.	60,0	0,95	22,8
BK 5/15 28,25m-28,55m	ax	Meissner-F.	KSt.,dol.	63,0	1,70	40,8
BK 6/15 5,0m-5,1m	ax	Lettenk.-F.	KSt./DSt.	62,4	3,80	91,2
BK 6/15 10,1m-10,15m	ax	Lettenk.-F.	DSt.	53,6	5,60	134

Prüfspezifikation:

Empfehlung Nr. 5 – Punktlastversuche an Gesteinsproben
des Arbeitskreises 3.3 der Deutschen Gesellschaft für Geotechnik e.V. (DGGT), Essen, 1982, red. überarbeitet 1986



Felsmechanische Laboruntersuchungen

Versuchswerte aus Punktlastversuchen an Handstücken

Probe	Belastungsrichtung	Formation	Gestein	Lastpunkt- abstand	normierte Punktlastfestigkeit	Empirisch ermittelte einaxiale Zylinderdruckfestigkeit (E5-AK 3.3)
				a (mm)	I_{S50} (MPa)	$\sigma_{u\perp} = \alpha \cdot I_{S50}$ (mit $\alpha = 24$) (MPa)
BK 7/15 5,15m-5,3m	ax	Lettenk.-F.	KSt.	50,4	6,0	144
BK 7/15 7,35m-7,45m	ax	Lettenk.-F.	DSt.	61,2	0,7	16,8
BK 7/15 8,0m-8,1m	ax	Lettenk.-F.	DSt.	60,2	5,8	139
BK 7/15 8,1m-8,2m	ax	Lettenk.-F.	DSt.	65,2	6,20	149
BK 7/15 16,35m-16,5m	ax	Rottweil-F.	DSt.	76,6	2,50	60,0
BK 7/15 16,55m-16,75m	ax	Rottweil-F.	DSt.	54,3	2,50	60,0
BK 7/15 24,0m-24,1m	ax	Rottweil-F.	DSt.	65,2	1,50	36,0
BK 7/15 24,6m-24,7m (a)	ax	Rottweil-F.	DSt.	53,4	2,60	62,4
BK 7/15 24,6m-24,7m (b)	ax	Rottweil-F.	DSt.	52,4	2,65	63,6
BK 8/15 3,9m-4,0m (a)	ax	Lettenk.-F.	KSt.	62,0	4,7	113
BK 8/15 3,9m-4,0m (b)	ax	Lettenk.-F.	KSt.	37,0	5,8	139
BK 8/15 5,35m-5,5m	ax	Lettenk.-F.	DSt.	38,9	3,00	72,0
BK 8/15 8,6m - 8,85m (a)	ax	Lettenk.-F.	DSt.	51,6	2,60	62,4
BK 10/15 11,35m-11,4m	ax	Lettenk.-F.	DSt.	59,5	0,80	19,2
BK 10/15 12,5m-12,6m	ax	Rottweil-F.	DSt.	80,0	4,00	96,0
BK 10/15 14,9m-15,0m (a)	ax	Rottweil-F.	DSt.	71,0	3,20	76,8
BK 10/15 14,9m-15,0m (b)	ax	Rottweil-F.	DSt.	45,0	2,19	52,6
BK 10/15 29,35m-29,65m	ax	Meissner-F.	KSt.,dol.	73,0	2,20	52,8
BK 11/15 4,2m-4,3m	ax	Lettenk.-F.	KSt.	71,0	4,00	96,0
BK 11/15 4,6m-4,7m (a)	ax	Lettenk.-F.	fSSt.	78,0	0,95	22,8
BK 11/15 4,6m-4,7m (b)	ax	Lettenk.-F.	fSSt.	50,0	0,81	19,4
BK 11/15 5,9m-6,0m	ax	Lettenk.-F.	fSSt.	62,0	0,70	16,8
BK 11/15 8,8m-8,9m	ax	Lettenk.-F.	TSt.v	43,0	0,53	12,7
BK 11/15 10,8m-10,9m	ax	Rottweil-F.	DSt.	53,5	1,58	37,9
BK 11/15 10,9m-11,0m	ax	Rottweil-F.	DSt.	71,0	0,69	16,6

Prüfspezifikation:

Empfehlung Nr. 5 – Punktlastversuche an Gesteinsproben
des Arbeitskreises 3.3 der Deutschen Gesellschaft für Geotechnik e.V. (DGGT), Essen, 1982, red. überarbeitet 1986

**Felsmechanische Laboruntersuchungen****Versuchswerte aus Punktlastversuchen an Handstücken**

Probe	Belastungsrichtung	Formation	Gestein	Lastpunkt- abstand	normierte Punktlastfestigkeit	Empirisch ermittelte einaxiale Zylinderdruckfestigkeit (E5-AK 3.3)
				a (mm)	I_{S50} (MPa)	$\sigma_{u\perp} = \alpha \cdot I_{S50}$ (mit $\alpha = 24$) (MPa)
BK 12/15 1,2m-1,3m	ax	Lettenk.-F.	KSt.,dol.	75,0	2,58	61,9
BK 12/15 2,3m-2,4m	ax	Lettenk.-F.	DSt.	50,0	3,10	74,4
BK 12/15 4,35m-4,45m	ax	Lettenk.-F.	TSt.,org.	65,0	0,22	5,38
BK 12/15 6,2m-6,3m	diam.	Lettenk.-F.	DSt.,fs	51,0	4,15	99,6
BK 12/15 6,3m-6,4m	ax	Lettenk.-F.	DSt.	53,0	1,72	41,3
BK 12/15 7,9m-8,0m	ax	Lettenk.-F.	fSSt.,dol. (mergelig)	36,0	2,09	50,2
BK 12/15 9,15m-9,2m	ax	Lettenk.-F.	DSt.v	79,0	0,108	25,9
BK 12/15 9,6m-9,7m	ax	Lettenk.-F.	DSt.	76,0	2,81	67,4
BK 12/15 12,0m-12,05m	ax	Lettenk.-F.	DSt.	80,0	1,46	35,0
BK 12/15 13,2m-13,3m	diam.	Rottweil-F.	DSt.	44,0	3,22	77,3
BK 12/15 15,6m-15,8m (a)	ax	Rottweil-F.	DSt.	65,0	1,54	37,0
BK 12/15 15,6m-15,8m (b)	ax	Rottweil-F.	DSt.	80,8	2,30	55,2
BK 12/15 21,75m-21,8m	ax	Rottweil-F.	DSt.	50,0	3,46	83,0

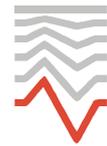
Prüfspezifikation:

Empfehlung Nr. 5 – Punktlastversuche an Gesteinsproben

des Arbeitskreises 3.3 der Deutschen Gesellschaft für Geotechnik e.V. (DGGT), Essen, 1982, red. überarbeitet 1986

Mehr als 60 Jahre Geophysikalische Dienste in Leipzig

Geophysik GGD



Gesellschaft für Geowissenschaftliche Dienste mbH

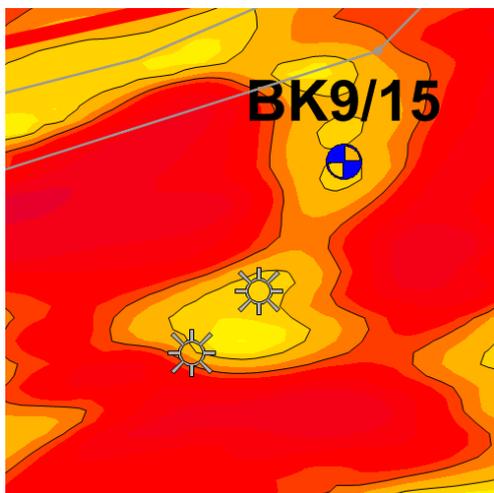
Ehrensteinstraße 33 □ 04105 Leipzig

Telefon (0341) 5 83 13-0

Telefax (0341) 5 83 13-33

info@geophysik-ggd.com

www.geophysik-ggd.com



Ergebnisbericht

Neubau JVA Rottweil

Geoelektrische Widerstandsmessungen



Ergebnisbericht

über geoelektrische Messungen zur Baugrunderkundung für den Neubau einer JVA bei Rottweil

Messgebiet: Rottweil

Messtischblatt: 7817

Auftragsnummer: 35027

Auftraggeber: Vermögen und Bau Baden-Württemberg
Amt Konstanz, Außenstelle Rottweil
Schillerstraße 6
78628 Rottweil

Methodik: Geoelektrik

Feldarbeiten: 20.10. – 21.11.2015

Bearbeiter: Dipl.-Geophys. F. Zetsche
Tel.: 0341 58313-12

Editor: Dr. T. Karp
Tel.: 0341 58313-50

Anlagen: 4

Ort und Datum: Leipzig, den 11.12.2015

Inhaltsverzeichnis

1	Veranlassung und Aufgabenstellung.....	5
2	Geophysikalischer Lösungsweg.....	5
3	Anlage und Durchführung der Messungen.....	6
4	Auswertung und Darstellung der Messergebnisse	10
5	Interpretation der Messergebnisse.....	10
6	Zusammenfassung	13

Anlagenverzeichnis

Anlage 1	Lageplan der geoelektrischen Messprofile GE01 bis GE55	1 : 1 000
Anlage 2.1	Geoelektrische Sondierungskartierung nach WENNER, Vertikalschnitte der Profile GE01 bis GE08	1 : 1 000
Anlage 2.2	Geoelektrische Sondierungskartierung nach WENNER, Vertikalschnitte der Profile GE09 bis GE16	1 : 1 000
Anlage 2.3	Geoelektrische Sondierungskartierung nach WENNER, Vertikalschnitte der Profile GE17 bis GE22, GE54, GE55	1 : 1 000
Anlage 2.4	Geoelektrische Sondierungskartierung nach WENNER, Vertikalschnitte der Profile GE23 bis GE30	1 : 1 000
Anlage 2.5	Geoelektrische Sondierungskartierung nach WENNER, Vertikalschnitte der Profile GE31 bis GE38	1 : 1 000
Anlage 2.6	Geoelektrische Sondierungskartierung nach WENNER, Vertikalschnitte der Profile GE39 bis GE43	1 : 1 000
Anlage 2.7	Geoelektrische Sondierungskartierung nach WENNER, Vertikalschnitte der Profile GE44 bis GE53	1 : 1 000
Anlage 3	Geoelektrische Sondierungskartierung nach WENNER, Horizontalschnitte 2m, 5m, 8.5m, 13m, 21.5m, 33m unter GOK	1 : 2 500
Anlage 4	Lage der interpretierten geoelektrischen Anomalien	1 : 1 000

Verwendete Unterlagen

- Bohrprofile BK 4/15 bis BK 9/15
- Lageplan für Geoelektrik Messfläche: Esch_Geophysik.dwg
- KNÖDEL, K., KRUMMEL, H. & LANGE, G. (Hrsg.): Handbuch zur Erkundung des Untergrundes von Deponien und Altlasten. Band 3, Geophysik, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2005

1 Veranlassung und Aufgabenstellung

Auf dem bewaldeten Teil eines Areals im Norden der Stadt Rottweil soll im Rahmen des geplanten Neubaus einer JVA eine geophysikalische Karsterkundung durchgeführt werden. In diesem Gebiet stehen Lettenkeuper und Oberer Muschelkalk an. Es sind Dolinen infolge von Karsterscheinungen bekannt.

Zur Erkundung der Beschaffenheit des Baugrundes in diesem Bereich sind Aufschlussbohrungen sowie geoelektrische Messungen vorgesehen. Von den geoelektrischen Widerstandsmessungen werden insbesondere Aussagen zum Relief der Festgesteinsoberfläche sowie zu an der Oberfläche bereits wieder eingeebneten Dolinen erwartet. Weiterhin sollen mögliche Auflockerungszonen oder vorhandene Hohlräume ausgehalten werden.

2 Geophysikalischer Lösungsweg

Zur Lösung der Aufgabenstellung wurden 2D-geoelektrische Widerstandsmessungen in Form von Sondierungskartierungen beauftragt. Die Gleichstrom-Geoelektrik macht sich die unterschiedliche elektrische Leitfähigkeit der Untergrundmaterialien unter Verwendung künstlicher Gleichstromfelder zu Nutze. Als maßgebende Materialeigenschaft, deren Variation im Untergrund letztendlich eine Strukturaussage bedeuten kann, dient hierbei der spezifische elektrische Widerstand ρ .

Der spezifische elektrische Widerstand wird wesentlich sowohl vom Material als auch vom Wassergehalt beeinflusst. Aufgrund der großen inneren Oberfläche von Tonmineralen und der damit verbundenen Oberflächenleitfähigkeit werden niedrige Widerstände unter ca. $40 \Omega \cdot m$ mit schluffigen und tonigen Lockersedimenten im wassergesättigten Zustand in Verbindung gebracht. Bei reinen Tonen können hierbei Werte bis unter $10 \Omega \cdot m$ auftreten. Rollige Lockersedimente (Sande, Kiese) lassen sich davon mit höheren Widerständen ab ca. $100 \Omega \cdot m$ bis mehreren tausend Ohmmetern abgrenzen. Generell bewirkt ein Anteil an feinkörnigem Material (Schluff, Ton) eine Abnahme des Widerstandes. Für die im Messgebiet aufgeschlossen geologischen Einheiten des Oberen Muschelkalkes liegen die Widerstandswerte nach Knödel et al. [2005], im Bereich von ca. $100 \Omega \cdot m$ für klüftiges und feuchtes Gestein bis hin zu Werten größer als $10^5 \Omega \cdot m$ für das kompakte Gestein. Beim Lettenkeuper wird der Widerstand hauptsächlich durch die Bereiche mit einem hohen Anteil an bindigem Material geprägt, womit eher niedrige Widerstände erwartet werden. Auflockerungszonen oder Hohlräume in dieser geologischen Einheit sollten sich durch eine Widerstandserhöhung abbilden. Verschüttete und eingeebnete Dolinen haben wahrscheinlich nur einen geringen Widerstandskontrast zu dem sie umgebenden Gestein. Im kompakten Fels unterhalb des Lettenkeupers führen Auflockerungszonen oder Störungszonen zu einer Erhöhung des Feuchtegehaltes und/oder des Feinkornanteils und dementsprechend zu einer Abnahme des Widerstandes. Dolinen bilden sich im Bereich des Festgesteines ebenfalls als lokale niederohmige Zonen ab.

Als die aussagekräftigste geoelektrische Methode wird die sog. Sondierungskartierung (auch als 2D-Geoelektrik oder Widerstandstomographie bezeichnet) angesehen. Sie wird auf Profilen durchgeführt und erlaubt entlang des Profils durch die gleichzeitige Vermessung von Kartierung und Sondierung eine detaillierte Erkundung des Untergrundes sowohl in lateraler als auch in vertikaler Richtung. Das Messprinzip zeigt Abb. 1.

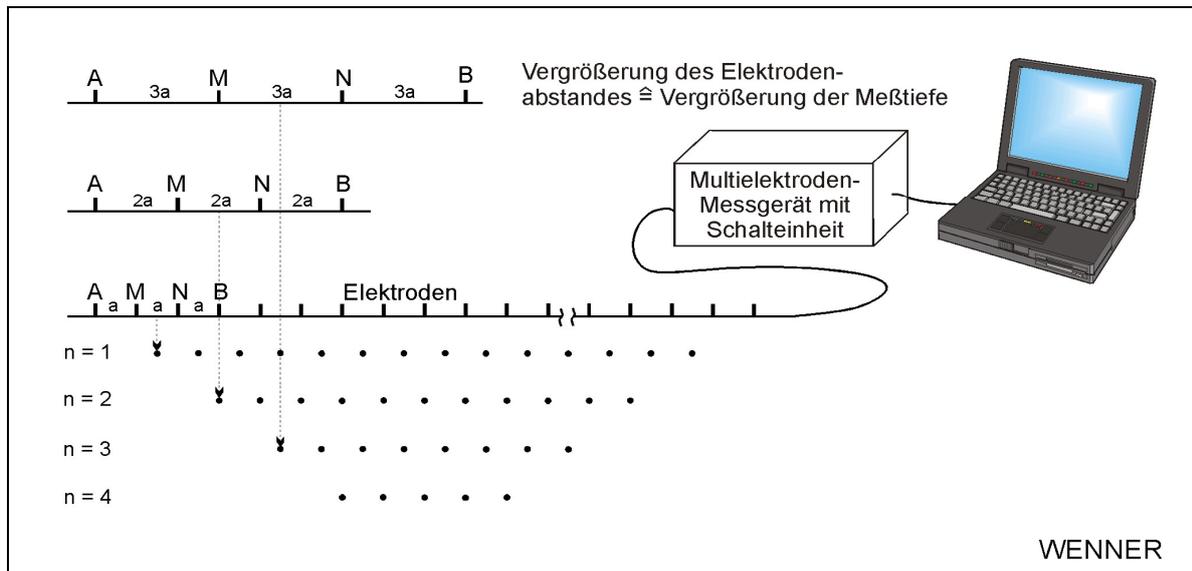


Abb. 1 Prinzipskizze zur Messung einer WENNER-Sondierungskartierung

Das Messergebnis einer Sondierungskartierung sind zunächst die scheinbaren spezifischen Widerstände der Einzelmessungen, zugeordnet zu ihren Messorten (sog. Pseudosektion). Für eine Interpretation muss daraus die tiefungerechte Verteilung der wahren spezifischen Widerstände im Untergrund berechnet werden. Dieser als Inversion bezeichnete Prozess basiert auf der iterativen Suche eines die gemessene Pseudosektion bestmöglich erklärenden Widerstandsmodells und wird durch entsprechende Software rechnerisch realisiert.

3 Anlage und Durchführung der Messungen

Die geoelektrischen Messungen wurden in der Zeit vom 20.10.2015 (Mobilisation) bis zum 21.11.2015 (Demobilisation) durchgeführt. Zu Beginn der Messungen erfolgte die Absteckung der Profile mit einem Abstand von 5 m zueinander. Bis auf das Profil GE23 konnten die Profile entsprechend der abgesteckten Verläufe realisiert werden. Beim Profil GE23 musste im zentralen Bereich aufgrund von unpassierbarem Dornengestrüpp am Rande des Waldes auf die Trasse des Profils GE22 ausgewichen werden (zwischen Profilmeter 140 und 440, siehe Anl. 1) Das Profil GE22 wurde dementsprechend verkürzt. Die realisierte Profilanlage orientiert sich im Norden des östlichen Bereiches des Messgebietes (Profile GE21 bis GE55) am Verlauf des Waldrandes.

Die Lage der Profile wurde in regelmäßigen Abständen (je 50...80 Profilmeter) sowie bei sonstigen Profilknicke und Reliefelementen mit Pflöcken markiert und anschließend anhand der zur Verfügung gestellten Anschlusspunkte geodätisch eingemessen. Zwischen den abgesteckten Punkten wurde die Geländehöhe bei der Auswertung interpoliert. Die Anlage 1 zeigt die Profilverläufe. Grundlage bildet der vom Auftraggeber zur Verfügung gestellte digitale Lageplan. Einen Überblick über die Situation vor Ort geben die folgenden Fotos aus dem Messgebiet.



Abbildung 2: Blick auf den westlichen Teil des Messgebietes, im Wald verlaufen die Profile GE01 bis GE20, linker Bildrand entspricht Süden.



Abbildung 3: Unpassierbarer Bereich auf der Trasse des geplanten Profils GE23 (links) sowie südlich des Weges (GE42 bis GE53, Mitte) und Bereich mit erschwerten Bedingungen bei der Profilanlage (rechts).



Abbildung 4: Dolinen im Bereich des Profils GE04 bei Profilmeter 275, Blickrichtung nach Ost.

Zur Kompensation des prinzipbedingten Randverlustes wurden die Profile über den zu erkundenden Bereich hinaus um ca. 50...60 m verlängert. Für den Großteil der Profile gilt, dass der Profilüberhang in Profilrichtung weiter verläuft. Ausnahmen gibt es aufgrund von Zugangsschwierigkeiten an der südlichen Messgebietsgrenze (siehe Abb. 2, Mitte). Die Profile GE41 bis GE46 beginnen jeweils am gleichen Startpunkt am Nordrand des Weges und schwenken dann jeweils auf die geplante Trasse ins Messgebiet ein. Auf ähnlicher Höhe am Südrand des Weges beginnen die Profile GE47 und GE48, während das Profil GE47 an der Messgebietsgrenze auf die geplante Messtrasse einschwenkt, verläuft das Profil GE48 bis zum Ende am südlichen Wegrand entlang.

Da die Zugangsbedingungen südlich des Weges auf Höhe der Bohrung BK8/15 sehr schwierig waren (Dornengestrüpp), konnten die Profile GE44 bis GE48 nicht durchgängig von West nach Ost gemessen werden, sondern wurden in jeweils zwei kürzere Profile aufgeteilt. Dabei verlaufen die folgenden Profile jeweils entlang einer projizierten geraden Trasse:

GE44 und GE49
 GE45 und GE50
 GE46 und GE 51 sowie
 GE47 und GE 52.

Die Profile GE48 und GE53 schließen das Messgebiet im Süden ab, wobei sich die Lage des Profils GE48 aus Zugänglichkeitsgründen am Verlauf des Weges orientiert. Um den notwendigen Überhang der Profile zur Gewährleistung der maximalen Erkundungstiefe im Messgebiet zu erreichen, schwenken diese Profile jeweils an der Messgebietsgrenze auf den hier befindlichen Weg ein und verlaufen dann seitlich an diesem entlang. Die durchgängig gemessenen Profile GE42 und GE43 verlaufen im zentralen Bereich ebenfalls entlang des Weges (GE42 nördlicher Wegrand, GE43 südlichen Wegrand).

Um Informationen über den Untergrund des bewaldeten Bereiches an der nordöstlichen Ecke des Messgebietes zu erhalten, wurden hier am Ende des Messeinsatzes in Absprache mit dem Auftraggeber zwei zusätzliche Profile (GE54 und GE55) angelegt.

Wenn die Messprofile neben oder über Erdfällen verliefen, wurde die Position der Erdfälle mit dokumentiert.

Als Messkonfiguration kam die Anordnung nach Wenner mit einem Elektroden- und Messpunktabstand von 5 m zum Einsatz. Zum Erreichen einer maximalen Erkundungstiefe von ca. 30 m unter Geländeoberkante (GOK) wurden 12 Wirkungstiefen (Aufstellungsweiten zwischen 5 m und 60 m) gemessen. Die Messparameter werden im Folgenden kurz zusammengefasst:

- Messparameter

Messgerät:	Multielektrodenapparatur GMS150 <i>Fa. GeoSys GmbH, Leipzig</i>
Messkonfiguration:	WENNER
Elektrodenabstand:	a = 5 m
Aufstellungsweite:	a = 5 m bis a = 60 m (12 Wirkungstiefen)
Profilabstand:	5 m
Gesamte Profillänge entlang Erdoberfläche:	25625 m

- verwendete Software zur Datenbearbeitung und Auswertung

Primärbearbeitung: Programm ELCONPSW, *Geophysik GGD*, Leipzig

Inversion: Programm RES2DINV, *Geotomo*, Malaysia

Darstellung: SURFER 12, *Golden Software Inc.*, Colorado, USA

Profile Analyst 11, *Pitney Bowes Software Pty Ltd.*, Sydney, Australien

Tabelle 1: Übersicht über Profillängen, Richtung der Profile und den Fehler bei der Inversion

Profil	Profillänge	Richtung	Inversions-
	Erdoberfläche		Fehler in
	[m]		%
GE01	495	S-N	2.3
GE02	495	S-N	2.5
GE03	495	S-N	3.4
GE04	495	S-N	3.8
GE05	560	S-N	3.8
GE06	560	S-N	4.5
GE07	560	S-N	3.3
GE08	560	S-N	4.6
GE09	560	S-N	3.9
GE10	495	S-N	3.3
GE11	495	S-N	3.2
GE12	495	S-N	3
GE13	435	S-N	3.1
GE14	370	S-N	2.4
GE15	370	S-N	3.2
GE16	310	S-N	3.3
GE17	245	S-N	3.2
GE18	245	S-N	2.4
GE19	245	S-N	2
GE20	245	S-N	1.9
GE21	245	W-O	2.8
GE22	245	W-O	2.9
GE23	620	W-O	2.6
GE24	620	W-O	1.9
GE25	620	W-O	2.2
GE26	620	W-O	3.0
GE27	620	W-O	2.1
GE28	620	W-O	1.9
GE29	620	W-O	2.2
GE30	620	W-O	1.8

Profil	Profillänge	Richtung	Inversions-
	Erdoberfläche		Fehler in
	[m]		%
GE31	620	W-O	1.8
GE32	620	W-O	2.6
GE33	620	W-O	2.5
GE34	620	W-O	4.2
GE35	620	W-O	3
GE36	620	W-O	3.7
GE37	620	W-O	3.5
GE38	620	W-O	2.9
GE39	620	W-O	3.5
GE40	620	W-O	4.1
GE41	620	W-O	3.4
GE42	620	W-O	5.4
GE43	620	W-O	2.5
GE44	310	W-O	2.1
GE45	310	W-O	1.5
GE46	245	W-O	2.2
GE47	245	W-O	2.5
GE48	245	W-O	2.8
GE49	370	W-O	4.3
GE50	370	W-O	3.9
GE51	310	W-O	2.7
GE52	245	W-O	3.2
GE53	245	W-O	3.1
GE54	245	W-O	2.9
GE55	245	W-O	2.3
Summe	25625 m		

4 Auswertung und Darstellung der Messergebnisse

Im ersten Bearbeitungsschritt wurden die Felddaten (Pseudosektionen) mit dem Programm ELCONPS (*Geophysik GGD*) dargestellt und mögliche fehlerhafte Messwerte editiert. Anschließend wurden die Pseudosektionen in das Programm RES2DINV (*Geotomo, Malaysia*) eingelesen und invertiert, als Ergebnis erhält man für jedes Messprofil eine Verteilung des wahren spezifischen Widerstands des Untergrundes. Die Datenqualität war gut bis sehr gut, dadurch waren die RMS – Fehler der iterativen Anpassung der Widerstandsmodelle recht gering und lagen zwischen 1,8 % ... 5,4 %. Für die einzelnen Profile wurden die Werte in der Tabelle 1 (s. o.) zusammengefasst.

Die Darstellung der Ergebnisse erfolgte mit dem Programmen SURFER 12 (*Golden Software Inc., Colorado, USA*), die Erstellung der Horizontalschnitte mit dem Programm PROFILE ANALYST 11 (*Pitney Bowes Software Pty Ltd., Sydney, Australien*). Die Lage der Profile im Gelände ist in der Anlage 1 dokumentiert. Hierbei ist zu erwähnen, dass in der Anlage 1 die horizontalen Längen der Profile angegeben sind und somit eine direkte Zuordnung der Widerstandsergebnisse über die Profilmeter erfolgen kann. Die horizontale Länge der Profile ist aufgrund der Reliefelemente in den Profilschnitten etwa 1% ... 1,5% kürzer als die im Gelände ausgelegten Kabellängen. Die Schnitte der 55 Profile mit den Werten des berechneten spezifischen elektrischen Widerstandes und den Interpretierten Anomalien sind in den Anlagen 2.1 bis 2.7 zusammengestellt. Der vertikale Bezug ist Höhe über NN. In den Widerstandsmodellen sind die vom Auftraggeber zur Verfügung gestellten Bohrsäulen lagerichtig eingetragen. Um die drei geologischen Haupteinheiten Lettenkeuper-Formation, Rottweil-Formation und Meissner-Formation in den Profilschnitten besser identifizieren zu können, wurden die entsprechenden Abschnitte in den Bohrungen farblich hinterlegt. Die Bohrungen wurden jeweils auf das nächstliegende Profil eingetragen und auf die zwei angrenzenden Profile senkrecht projiziert. Richtung und Entfernung zum jeweiligen Profil sind in den Anlagen 2.1 bis 2.7 mit angegeben. Horizontalschnitte mit den Widerstandswerten für gleiche Tiefen unter GOK wurde in der Anlage 3 zusammengestellt.

5 Interpretation der Messergebnisse

Mit Hilfe der zur Verfügung gestellten Bohrerergebnisse lassen sich die geologischen Haupteinheiten anhand ihrer Widerstandswerte gut auf den Profilen aushalten. Der Grundcharakter der Widerstandsbilder ist bis auf wenige Ausnahmen (Profile GE21, GE22, GE23, GE55 und GE56) recht ähnlich. Unter einer geringmächtigen Deckschicht schließen sich die Gesteinseinheiten der Lettenkeuper-Formation an. Geoelektrisch zeichnet sich der Lettenkeuper durch niedrige Widerstände mit Werten zwischen 30...50 Ω -m aus (blaue und grüne Kolorierung). Die in den Bohrprofilen ausgehaltene Untergliederung der Lettenkeuper – Formation kann geoelektrisch nicht aufgelöst werden, da die gut leitenden Schichten das Widerstandsbild prägen und die gesamte Einheit als niederohmiger Bereich abgebildet wird. Im Übergangsbereich vom Lettenkeuper zu den Dolomiten der Rottweil-Formation steigt der Widerstand stark an. In den meisten Bohrungen (Ausnahmen BK4/15 und BK9/15) liegt der Widerstandsbereich für die Gesteine der Rottweil-Formationen bei etwa 75...1000 Ω -m (gelbe bis rote Kolorierung). Im Umfeld der Bohrungen BK4/15 und BK9/15 besitzen die Gesteine der Rottweil- und Meissner-Formation deutlich niedrigere Widerstände als an den übrigen Bohrstandorten, hier wurden verwitterte und entfestigte Gesteine angetroffen (siehe Anl. 2.1, Anl. 2.2 und Anl. 3).

Die Oberfläche des Festgesteines entspricht im gesamten Messgebiet in etwa dem Tiefenbereich, bei dem die grüne Kolorierung in die gelbe Kolorierung übergeht, die Widerstandswerte liegen hier zwischen 50...75 Ohmmeter. Bei der erbohrten Grenze zwischen den Gesteinen der Rottweil- und der Meissner-Formation liegen die spezifischen elektrischen Widerstände bei ca. 1000 Ω ·m. Daher ist davon auszugehen, dass die Grenze zwischen den Gesteinen der Rottweil- und der Meissner-Formation in etwa im gesamten Messgebiet im mittleren Bereich der roten Kolorierung liegt. Mit zunehmender Tiefe werden die Gesteine der Meissner-Formation kompakter und sind weniger stark verwittert, dementsprechend steigen die Widerstände bis zur maximalen Erkundungstiefe an und liegen in einigen Bereichen über 5000 Ω ·m (lila Kolorierung).

Die an der Oberfläche während der Messungen aufgenommenen Stellen mit Dolinen wurden in die Anlagen 2.1, 2.2 sowie 2.5 übernommen. Die in diesen Bereichen auftretenden Widerstandsanomalien wurden als Grundlage verwendet, um in den weiteren Profilen nach ähnlichen Widerstandsanomalien zu suchen. In den Bereichen mit den Anomalien A, B und C (s. Anl. 2.1) zeigen sich lokale Widerstandserhöhungen ("Aufwölbungen") im Bereich der Lettenkeuper - Formation. Dies deutet auf eine lokale Auflockerung der Gesteinseinheiten oder Hohlräume hin. Ähnlich aussehende Strukturen in den Widerstandsschnitten der anderen Profile wurden als Verdachtsbereiche für Auflockerungen oder Hohlräume ausgehalten.

Der in der Abbildung 4 (s.o.) fotografierte Bereich mit kleinen, aber gut erkennbaren Dolinen, welche in etwa bei Profilmeter 275 im westlichen Teil des Messgebietes liegen, zeigt eine andere Art der geoelektrischen Anomalie. In diesem Bereich sind an der Oberfläche der einzelnen Profile (GE01 bis GE10) kleinräumige höherohmige Bereiche zu erkennen, wobei direkt unterhalb der höherohmigen Anomalie die Widerstände stark abnehmen. Dies spricht dafür, dass hier neben den kleineren offenen Einsenkungen ebenfalls verfüllte Dolinen vorkommen, wobei entsprechend der Widerstandsverteilung der obere Teil der Dolinenfüllung aus überwiegend rolligem Material besteht, währenddessen in den tieferen Bereichen der Feinkornanteil oder der Feuchtegehalt erhöht ist. Beides führt zu einer Abnahme des Widerstandes. Bei der weiteren Suche nach verfüllten Dolinen auf den anderen Profilen wurden ähnliche Widerstandsverteilungen als Verdachtsbereiche ausgehalten.

Im Liegenden der im Ostteil des Messgebietes gelegenen Dolinen auf den Profilen GE32 und GE34 (s. Anl. 2.5) sieht das Widerstandsbild deutlich anders aus. Hier gibt es einen größeren Bereich (Breite an der Oberfläche bei beiden Profilen ca. 50...60 m) mit verminderten Widerständen innerhalb des Festgesteines, welches auf eine deutlich tiefer reichende Entfestigung der Gesteine als im übrigen Teil des Messgebietes hindeutet. Diese Widerstandsanomalie ist nicht nur auf den Profilen GE32 und GE 34 zu erkennen, sondern streicht in NE/SW Richtung vom nördlich gelegenen Profil GE23 bis zum Profil GE35. Südlich des Profils GE35 ist diese Anomalie nicht mehr zu erkennen. Die Bohrung BK9/15 hat die Gesteine dieser Widerstandsanomalie aufgeschlossen und bestätigt das geoelektrische Bild, da die Gesteine der Rottweil Formation als stark gestört angesprochen wurden. Die geoelektrischen Messungen zeigen, dass die Gesteine östlich und westlich dieser Zone wieder fest und kompakt sind, da die Widerstände in beide Richtungen entlang der Profile wieder auf die für die Gesteinseinheiten üblichen Werte ansteigen und bis auf einzelne kleinere Anomalien einen ungestörten geschichteten Aufbau zeigen. Es kann hier also von einer lokal begrenzten Auflockerungs- oder Störungszone ausgegangen werden. Der Umriss dieser Zone mit verminderten Widerständen ist in der flächenhaften Darstellung der Ergebnisse in der Anlage 3 in den Abbildungen für die Tiefenbereiche 13 m, 21,5 m und 33 m unter GOK recht gut zu erkennen und wurde als Orientierung mit in die Anlage 4 übernommen.

Entsprechend der festgestellten Widerstandsverhältnisse an den bekannten Dolinenstandorten sowie mit den Annahmen aus dem Kapitel 2 wurden auf allen Profilschnitten nach weiteren markanten Verdachtsbereichen für lokale Auflockerungen und Hohlräumen sowie auch großräumigere Auflockerungszonen gesucht und die gefundenen Anomalien in den Profilschnitten der Anlagen 2.1 bis 2.7 kenntlich gemacht. Um die auf den Profilschnitten gefundenen Anomalien räumlich zuordnen zu können, werden in den folgenden zwei Tabellen deren Koordinaten zusammengefasst.

Tabelle 2: Lage der im Messgebiet sichtbaren Dolinen:

Bezeichnung	Lage auf Profil	Profilmeter	Rechtswert	Hochwert
A	zwischen GE03 und GE04	229	3471374	5338616
B	GE05	225	3471367	5338614
C	GE06	226	3471361	5338616
D	GE32	491 - 496	3471796	5338606
E	GE34	481	3471781	5338592
F	Bereich zwischen GE01 und GE10	ca. 260 - 290		

Tabelle 3: Lage der im Messgebiet mit Hilfe der Widerstandsschnitte ermittelten Auflockerungszonen, Hohlräume und verfüllten Dolinen:

Bezeichnung	Lage auf Profil	Profilmeter	Rechtswert	Hochwert	Interpretation
G	GE04	345	3471381	5338732	Auflockerungszone/ Hohlraum
H	GE06	340	3471371	5338730	Auflockerungszone/ Hohlraum
I	GE06	395	3471376	5338785	Auflockerungszone/ Hohlraum
J	GE09	349	3471358	5338749	Auflockerungszone/ Hohlraum
K	GE34	320 - 330	3471630	5338558	verfüllte Doline
L	GE37	315	3471619	5338540	verfüllte Doline
M	GE40	255 - 270	3471576	5338515	verfüllte Doline
N	GE40	282	3471595	5338519	verfüllte Doline
O	GE41	384	3471695	5338537	verfüllte Doline
P	GE42	432	3471741	5338542	verfüllte Doline

Auffällig war bei der Begutachtung der Profilschnitte die Anhäufung von niederohmigen Anomalien entlang des Profils GE42. Ausgehalten wurde lediglich die stärkste niederohmige Anomalie, deren Ursache eine verfüllte Doline sein könnte. Sollte sich dies bei einem Bohraufschluss bestätigen, müsste auch die Ursache der weiteren etwas weniger stark ausgeprägten niederohmigen Anomalien auf diesem Profil abgeklärt werden. In der Anlage 4 sind die Ergebnisse der Interpretation zusammengefasst dargestellt.

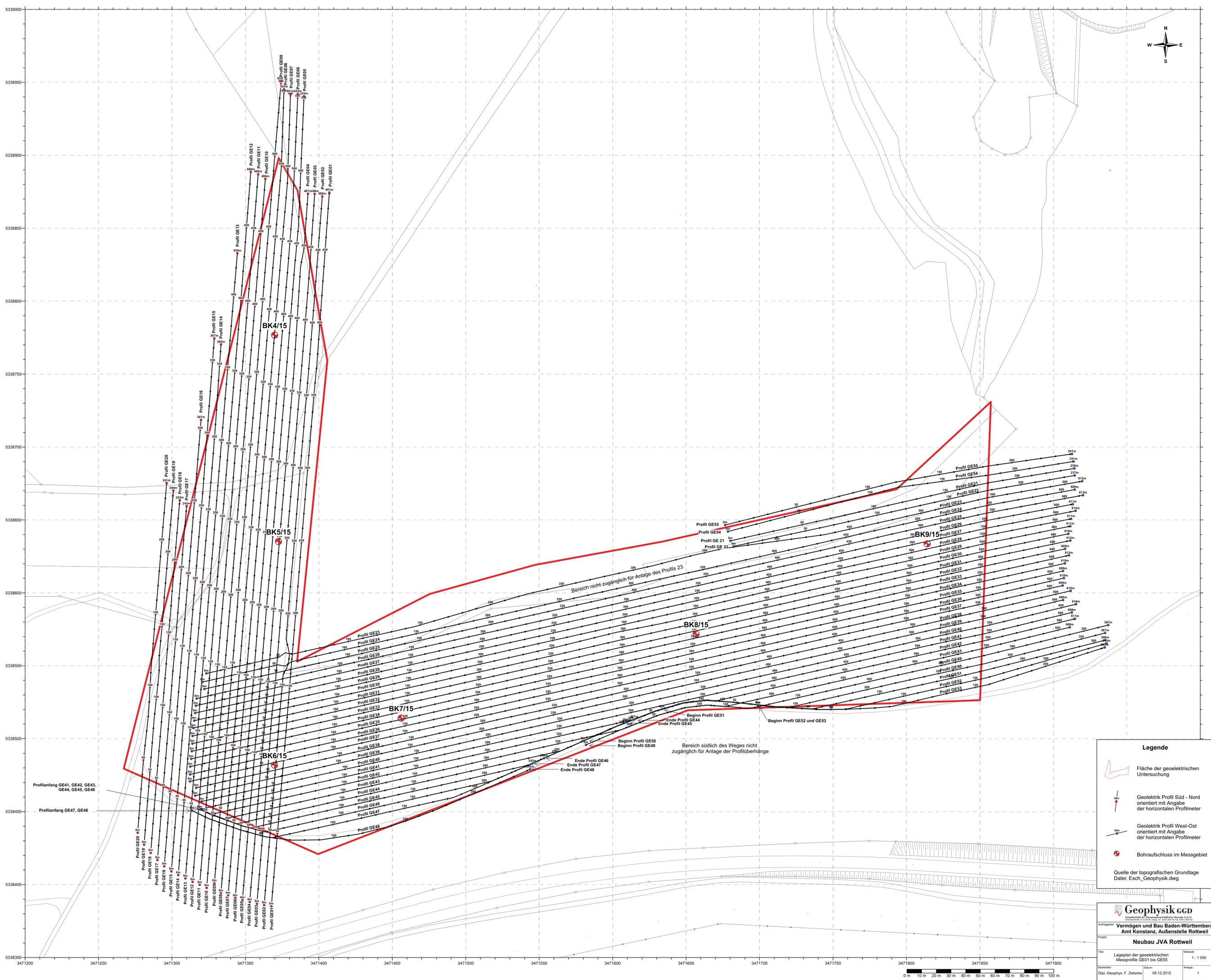
6 Zusammenfassung

Im Rahmen der Erkundung des Baugrundes für den Neubau einer JVA nördlich der Stadt Rottweil wurden im Zeitraum vom 20.10. – 21.11.2015 auf 55 Profilen geoelektrische Messungen durchgeführt.

Bei der Auswertung der geoelektrischen Messdaten wurden die vom Auftraggeber zur Verfügung gestellten Bohrerergebnisse berücksichtigt und in die Darstellung der Ergebnisse mit übernommen. Es wurden mehrere Verdachtsbereiche mit Auflockerungen oder kleineren Hohlräumen und bereits wieder verfüllte Dolinen gefunden. Im Osten des Messgebietes zeigen die geoelektrischen Daten eine größere, in etwa Nord-Süd streichende Auflockerungszone, in welcher sich bereits zwei größere Dolinen befinden. Ein weiterer Bereich mit großräumiger Entfestigung zeigt sich im westlichen Teil des Messgebietes im Umfeld des Bohraufschlusses BK 4/15.

Dipl.-Geophys. F. Zetsche

Dr. T. Karp



Legende

- Fläche der geoelektrischen Untersuchung
- Geoelektrik Profil Süd - Nord orientiert mit Angabe der horizontalen Profilmeter
- Geoelektrik Profil West-Ost orientiert mit Angabe der horizontalen Profilmeter
- Bohraufschluss im Messgebiet
- Quelle der topografischen Grundlage
Datei: Esch_Geophysik.dwg

Geophysik ccd
Geotechnische Dienstleistungen

Vermögen und Bau Baden-Württemberg
 Amt Konstanz, Außenstelle Rottweil

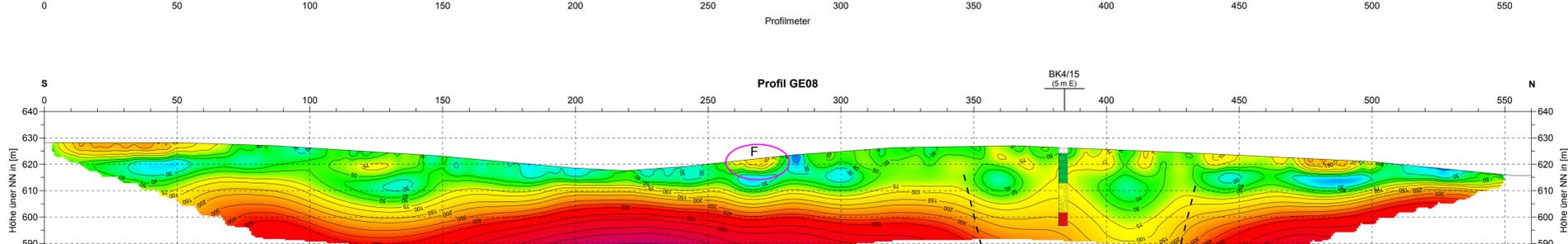
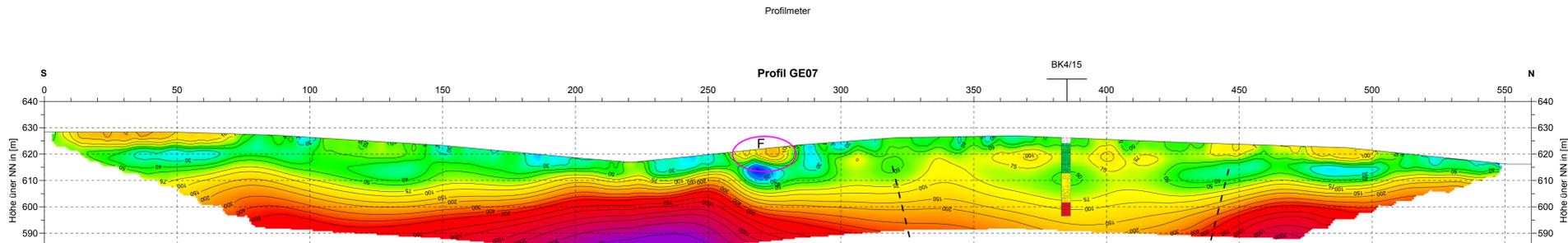
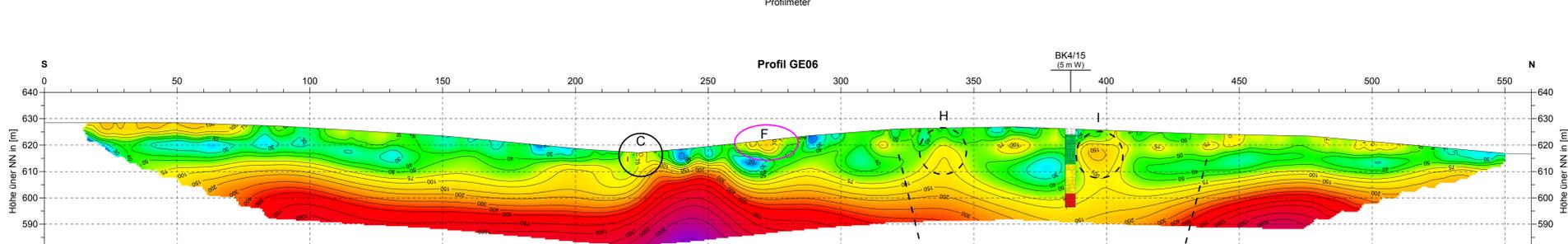
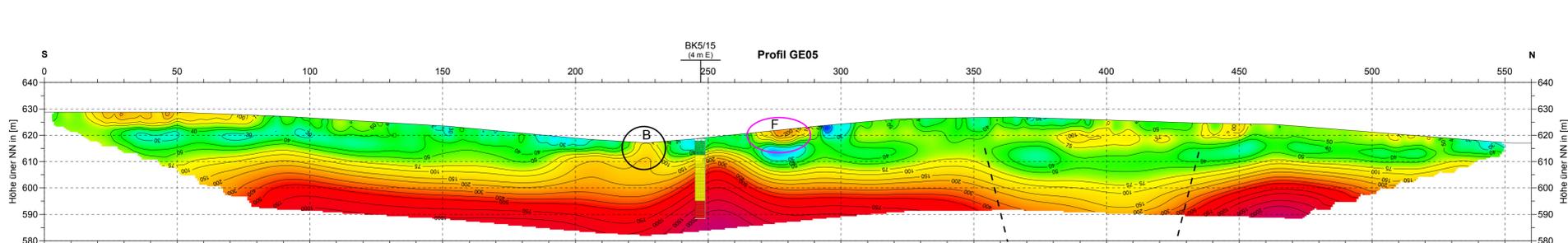
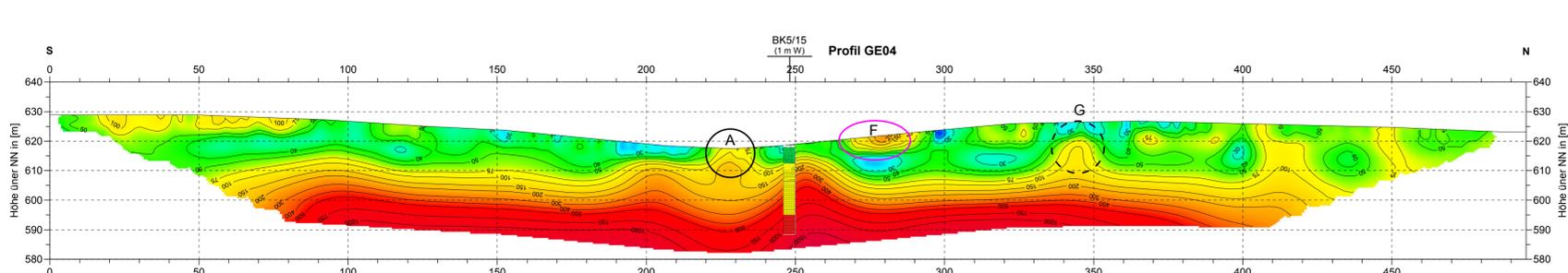
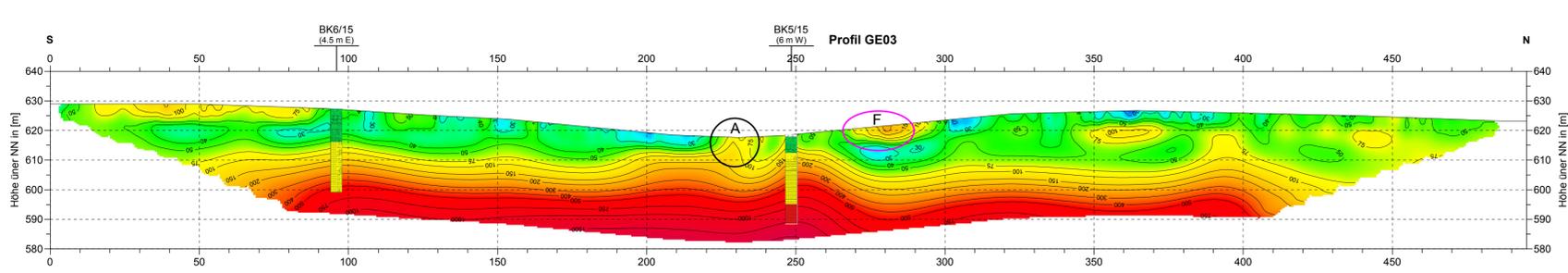
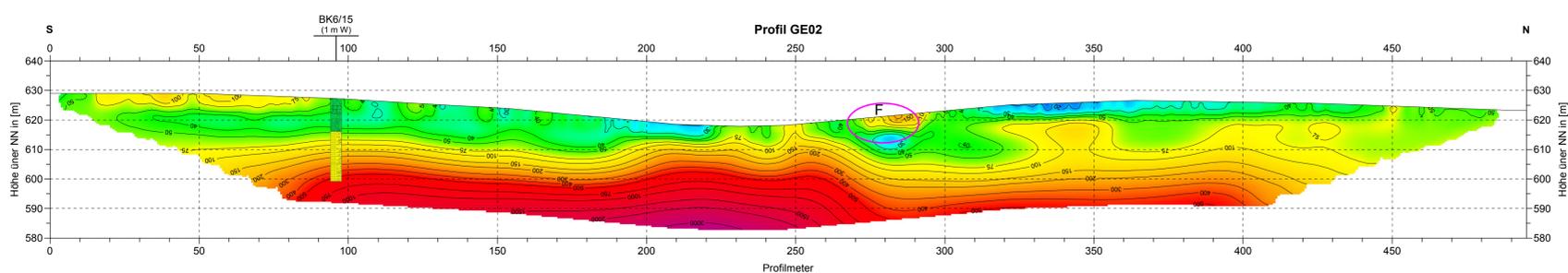
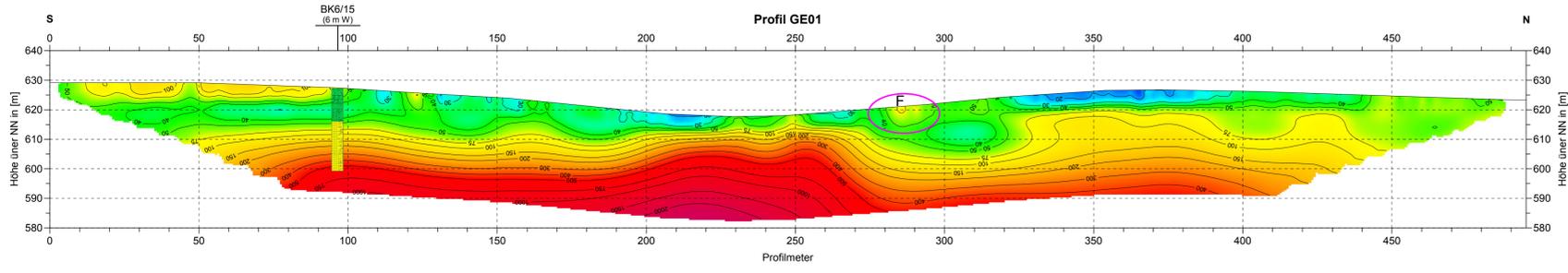
Projekt: **Neubau JVA Rottweil**

Titel: Lageplan der geoelektrischen Messprofile GE01 bis GE55 Maßstab: 1 : 1 000

Bereitgestellt von: Dipl.-Geophys. F. Zetsche Datum: 09.12.2015 Seite: 1

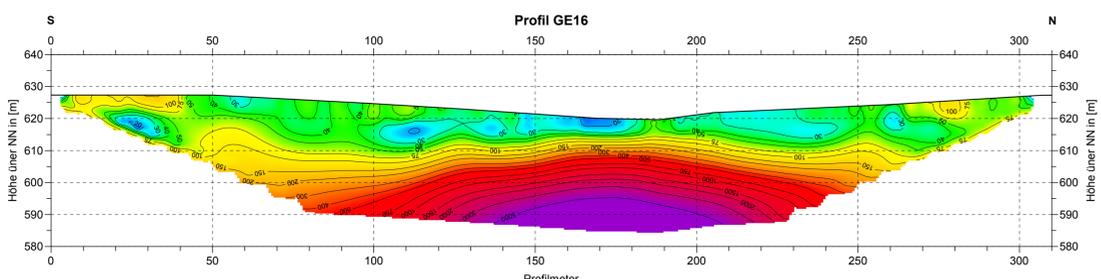
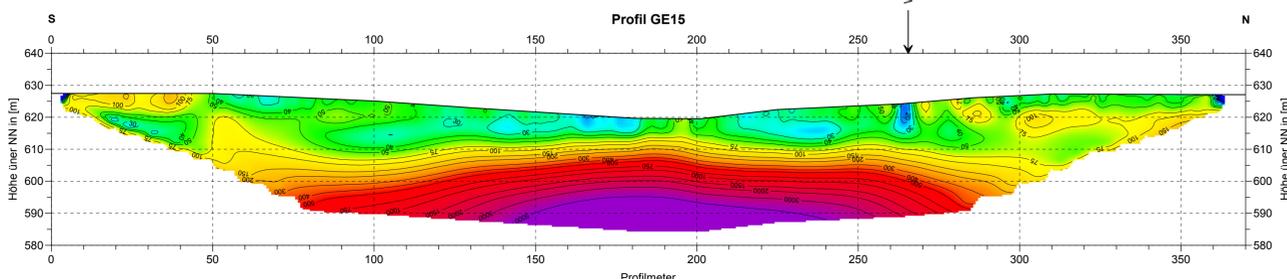
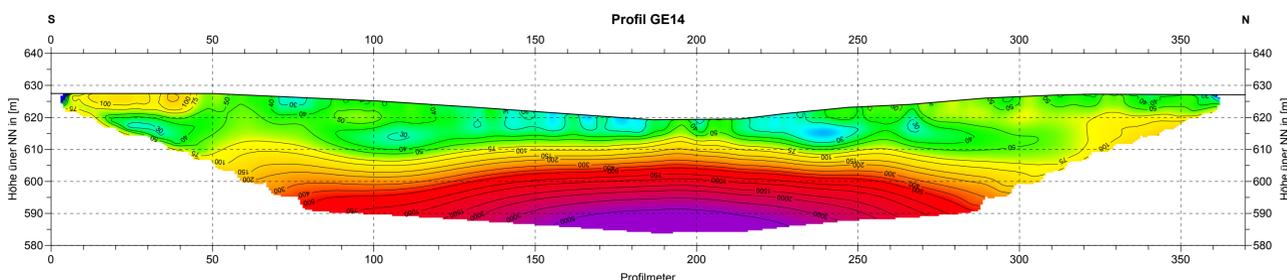
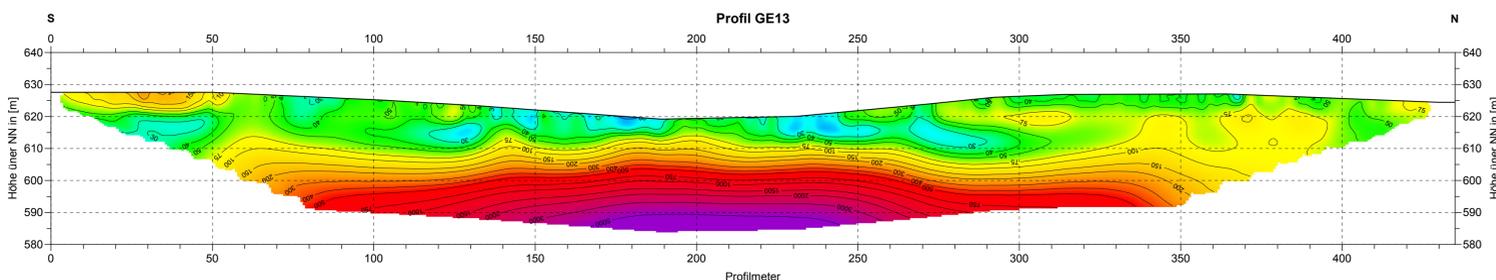
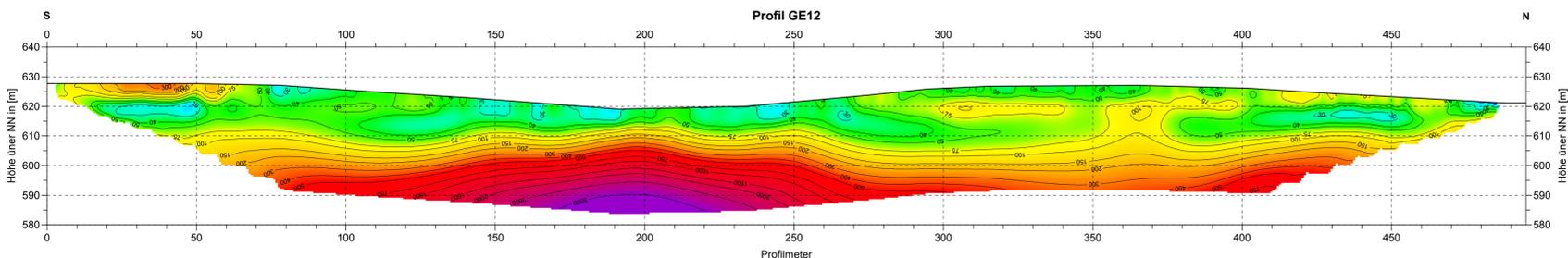
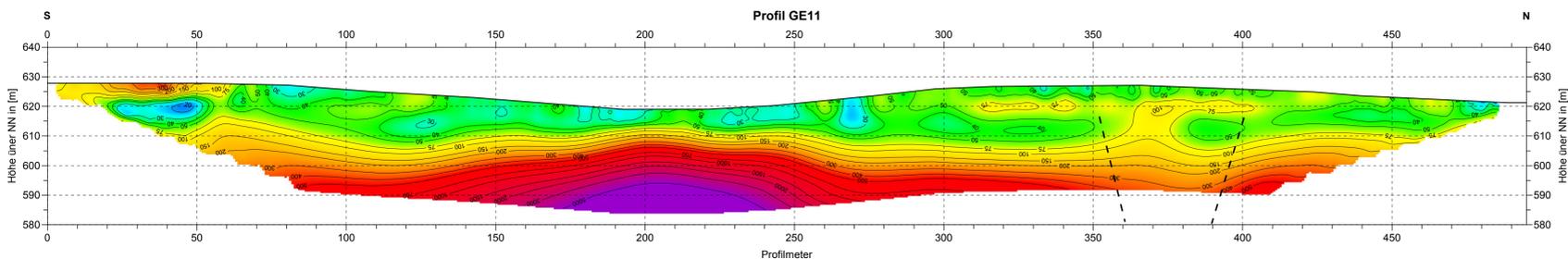
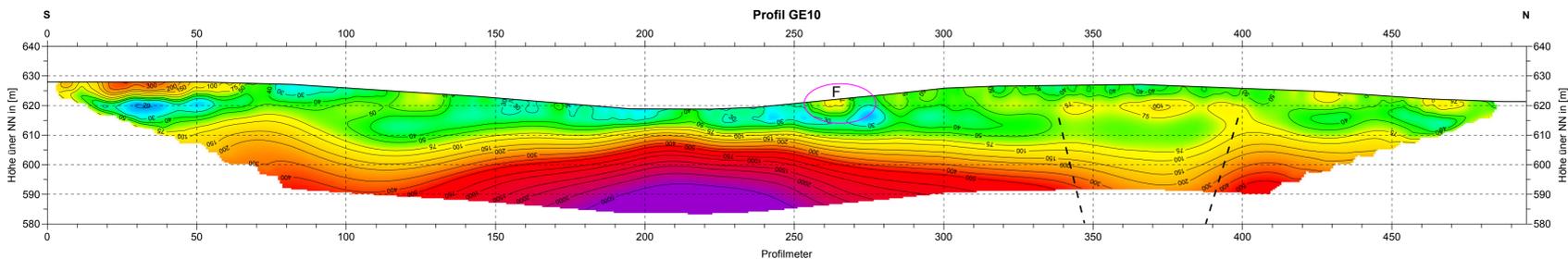
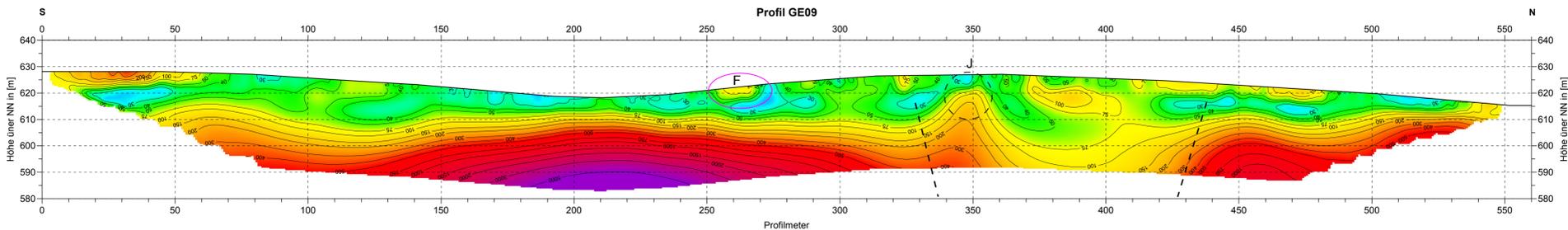


Anlage 19/2



Legende

- BK5/15 (1 m W) Name, Entfernung und Richtung der Bohrung senkrecht zum Profil
- farbliche Markierung der aufgeschlossene geologischen Einheiten
 - weiß: Deckschicht
 - grün: Lettenkeuper - Formation
 - gelb: Rotweil - Formation
 - rot: Meissner - Formation
- größere sichtbare Einsenkung der Geländeoberfläche in der Nähe des Profils (A = ca. 3m tief, B und C Tiefe unbekannt)
- Bereich mit mehreren kleineren Einsenkungen der Erdoberfläche
- Verdachtsbereiche für Auflockerungen oder Hohlräume
- Verdachtsbereiche für eingebettete Dolinen
- Bereich mit Entfestigung der Rotweil- und Meissner-Formation
- Spezifischer elektrischer Widerstand in Ohmmeter



Legende

BKS/15 (1 m W)

Name, Entfernung und Richtung der Bohrung senkrecht zum Profil

farbige Markierung der aufgeschlossene geologischen Einheiten

weiß: Deckschicht

grün: Lettenkeuper - Formation

gelb: Rottweil - Formation

rot: Meissner - Formation

Bereich mit mehreren kleineren Einsenkungen der Erdoberfläche

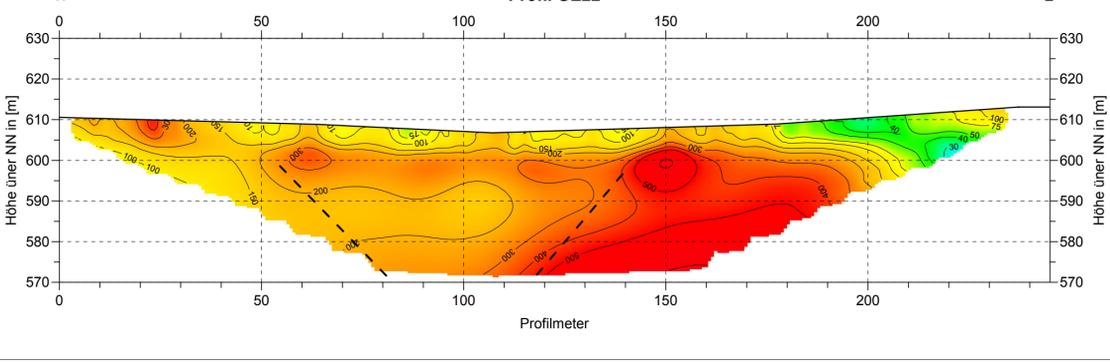
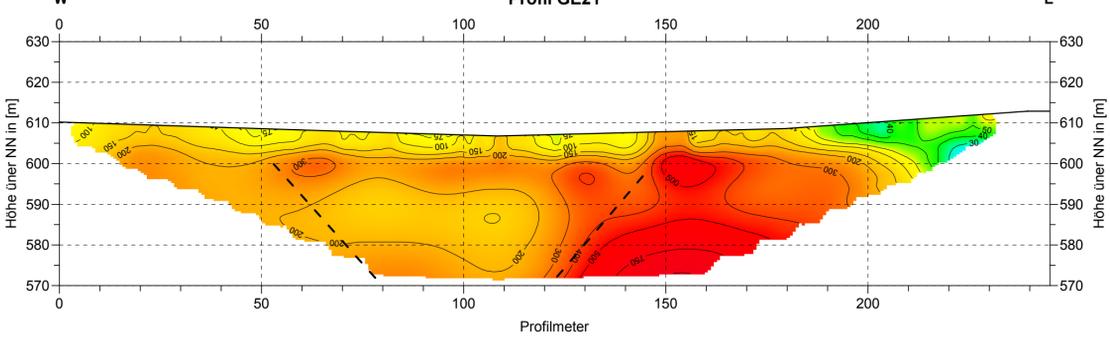
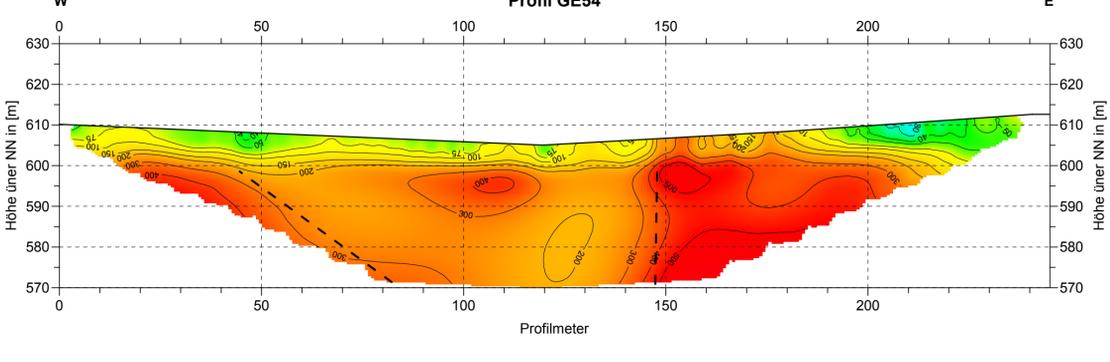
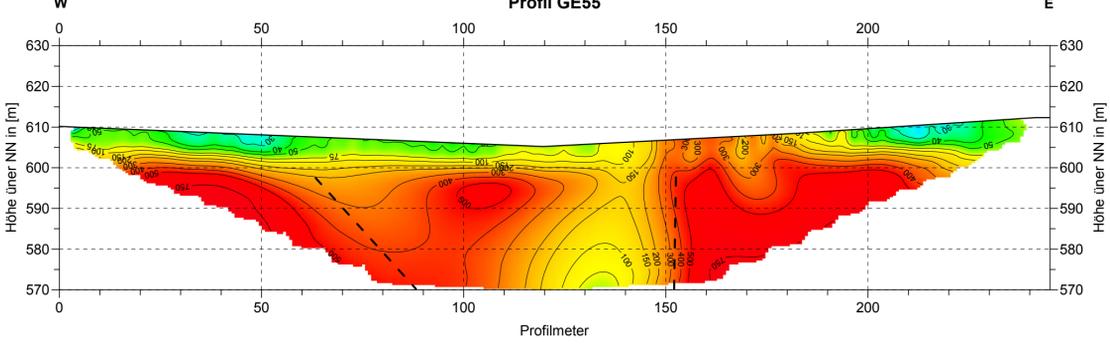
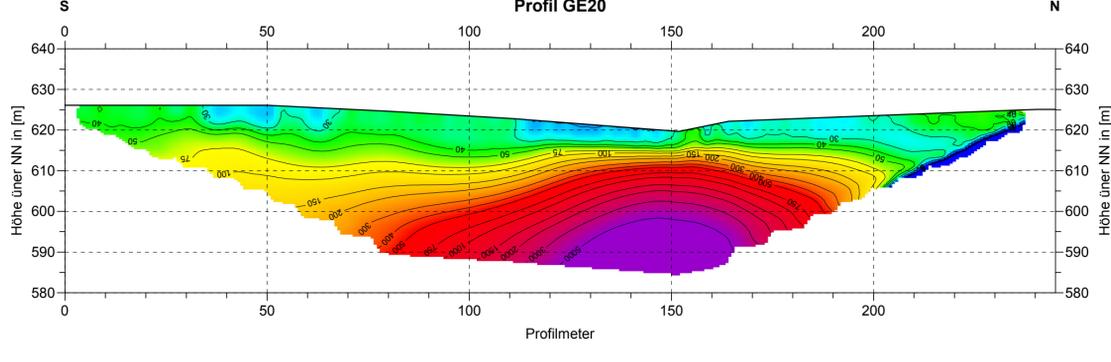
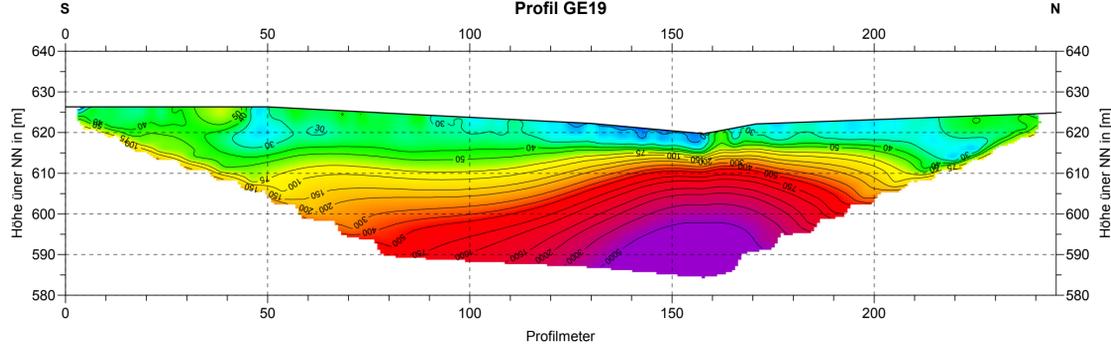
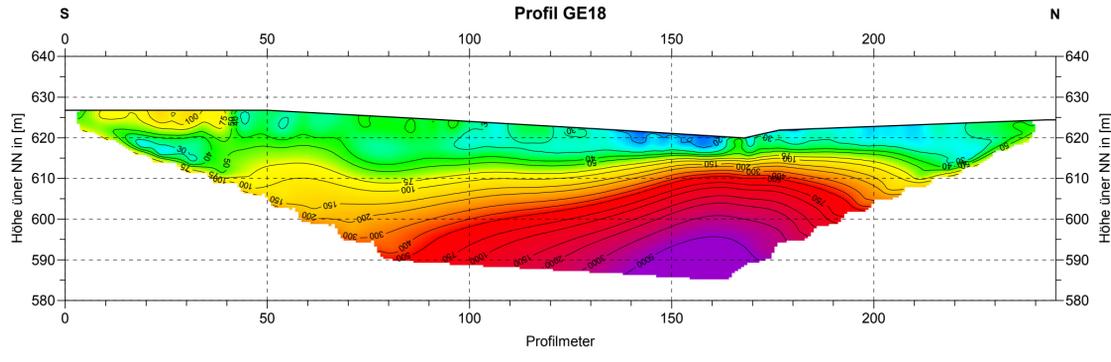
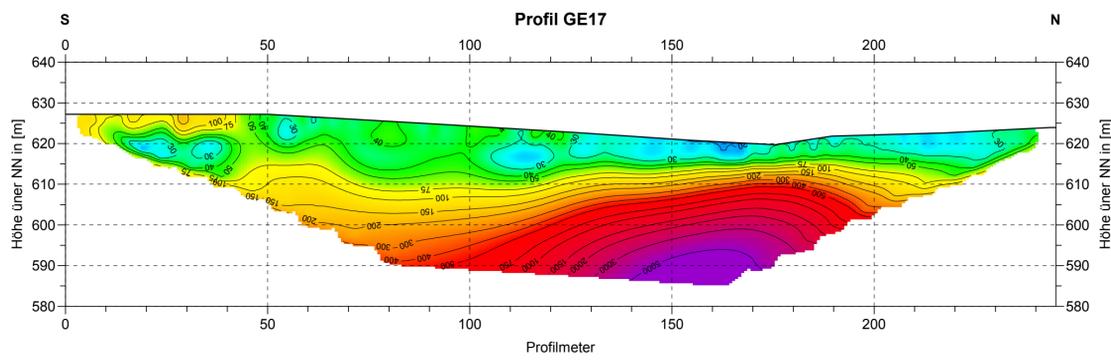
Verdachtsbereiche für Auflockerungen oder Hohlräume

Verdachtsbereiche für eingebettete Dolinen

Bereich mit Entfestung der Rottweil- und Meissner-Formation

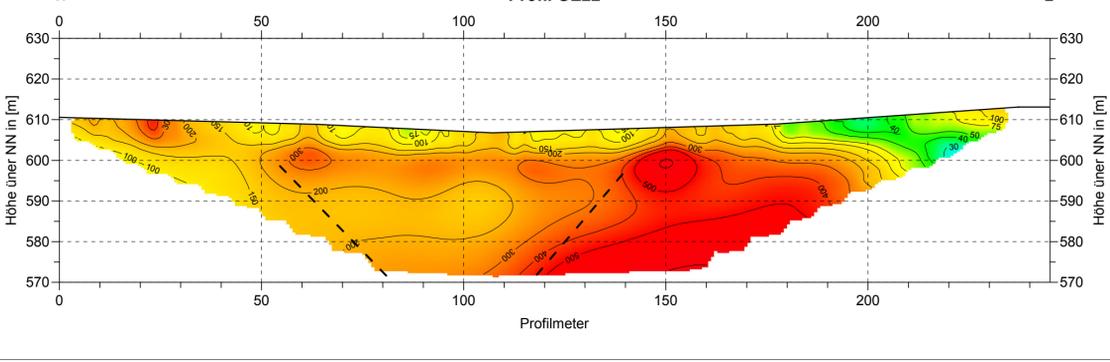
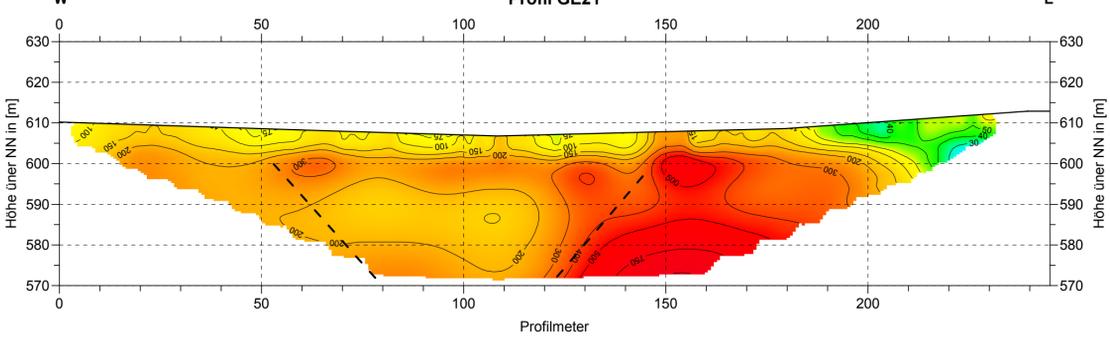
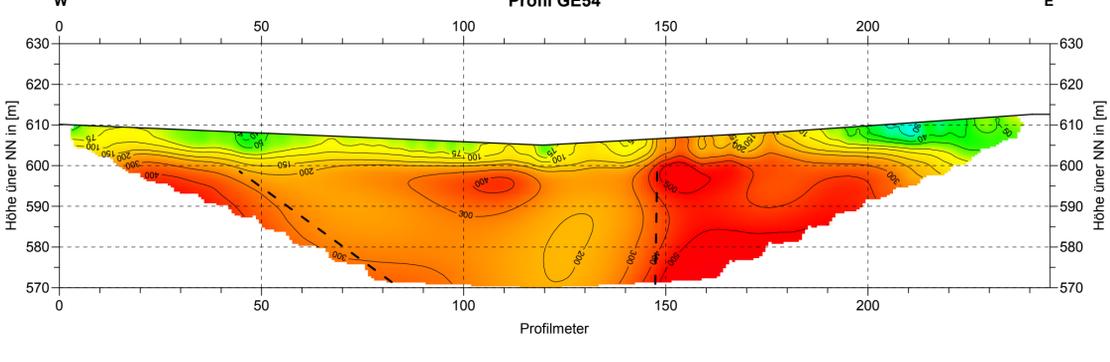
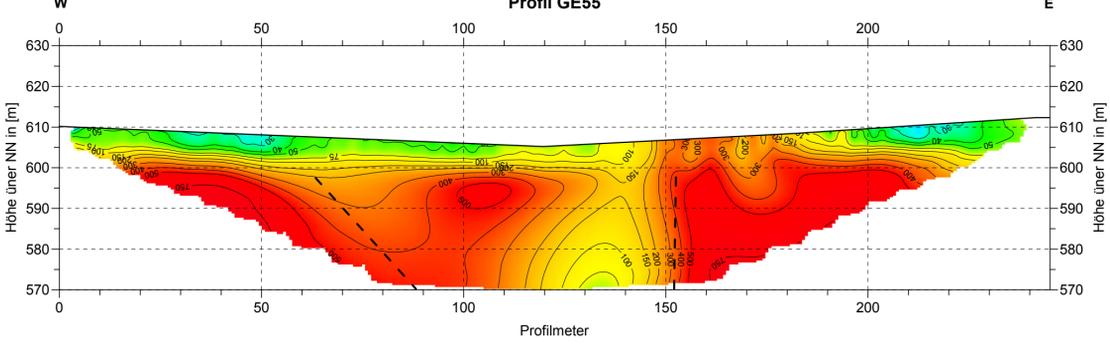
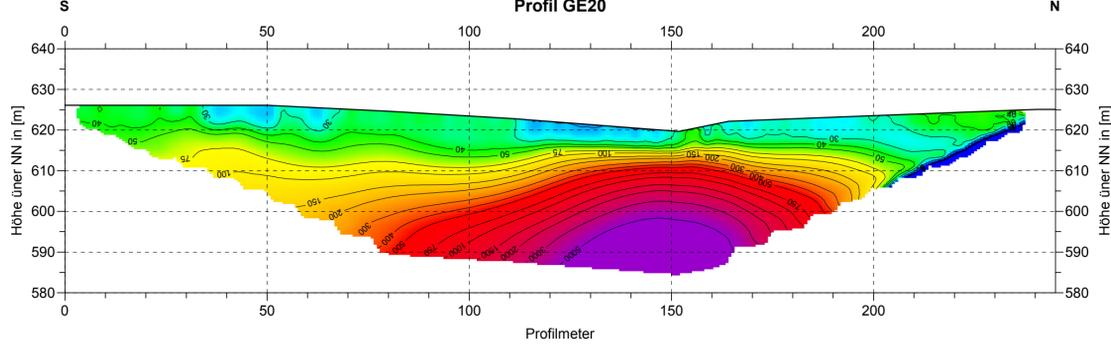
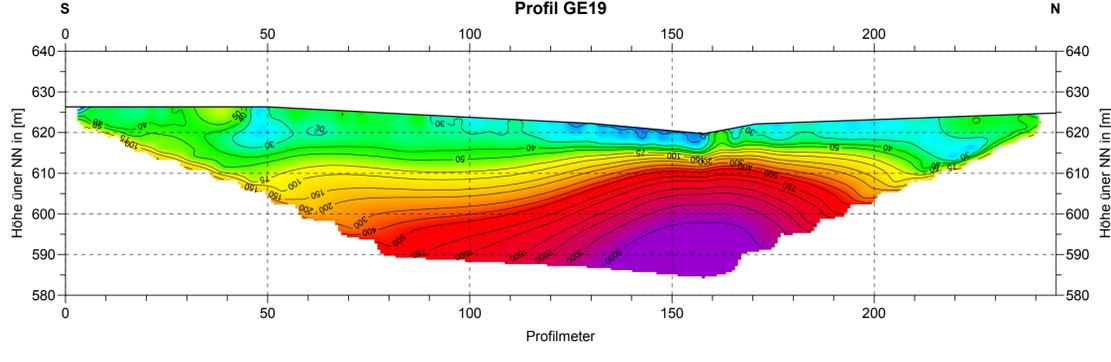
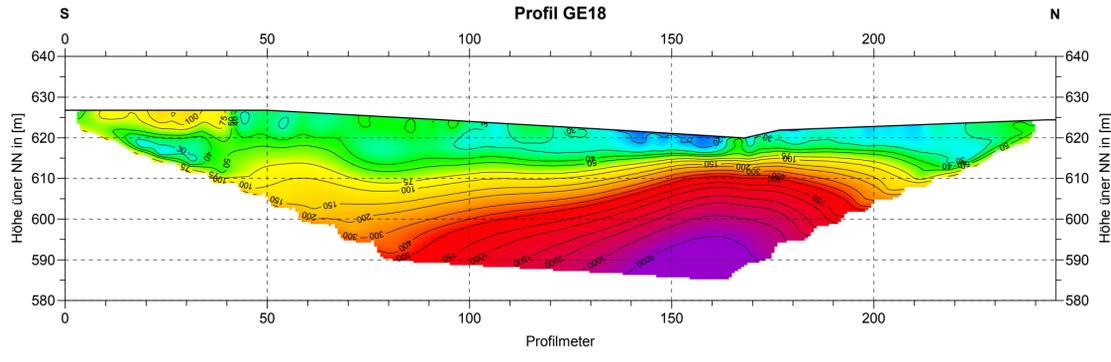
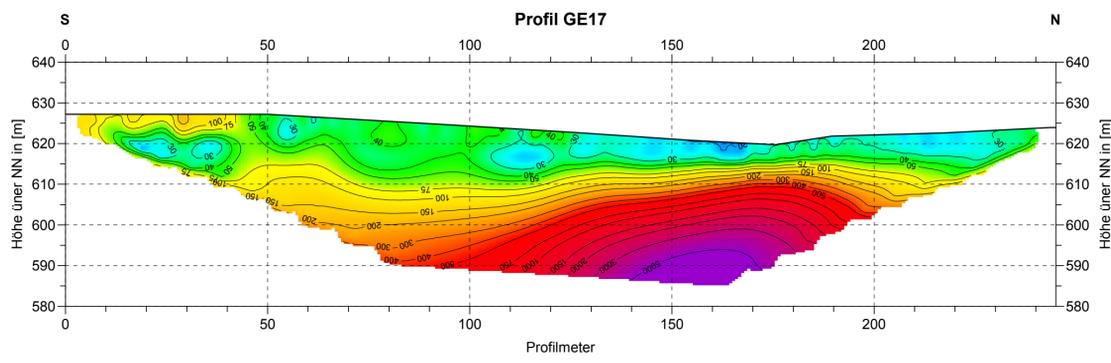
Spezifischer elektrischer Widerstand in Ohmmeter

7 5 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100 150 200 300 400 500 1000 2000 3000 4000 5000



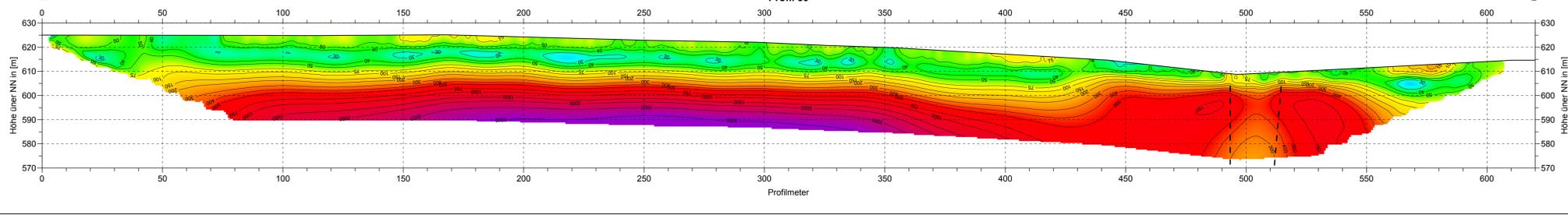
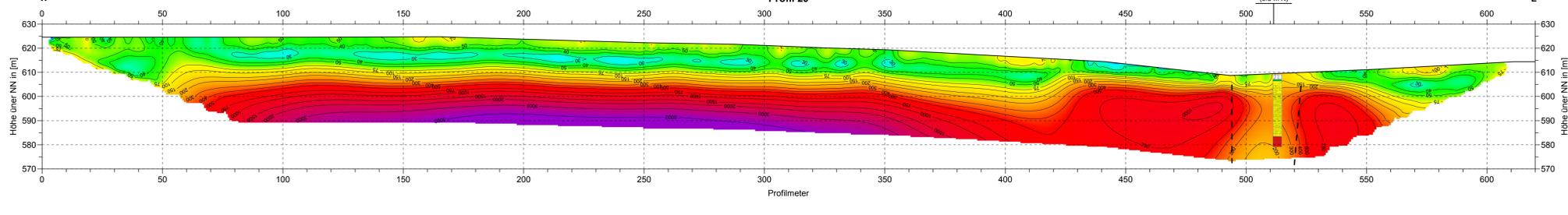
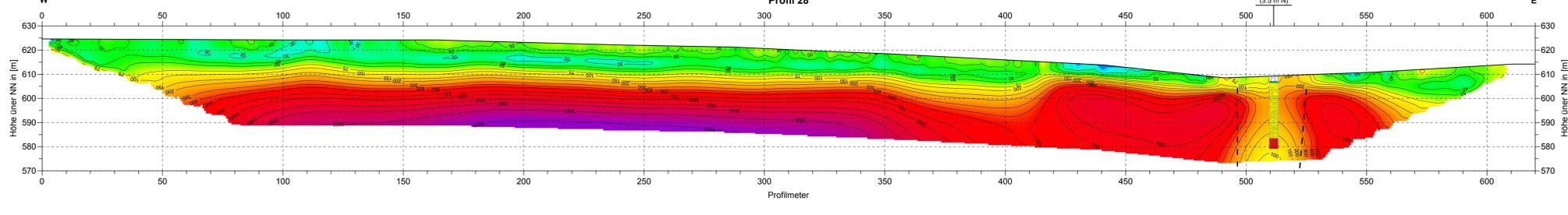
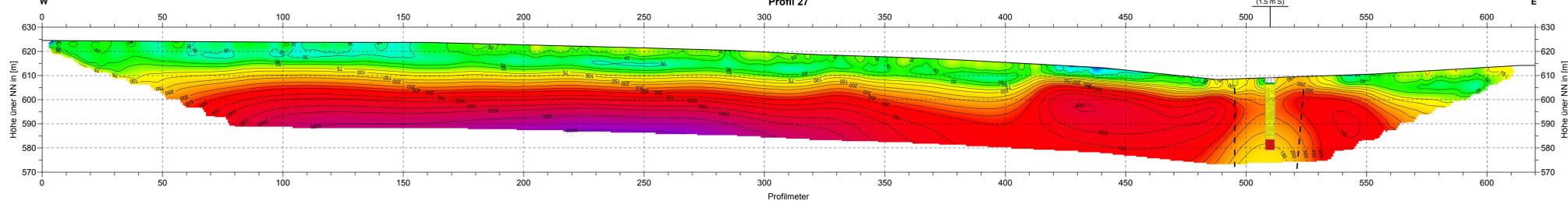
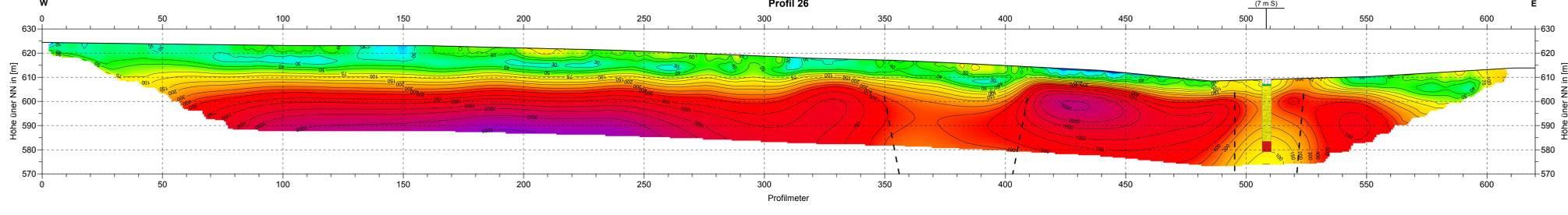
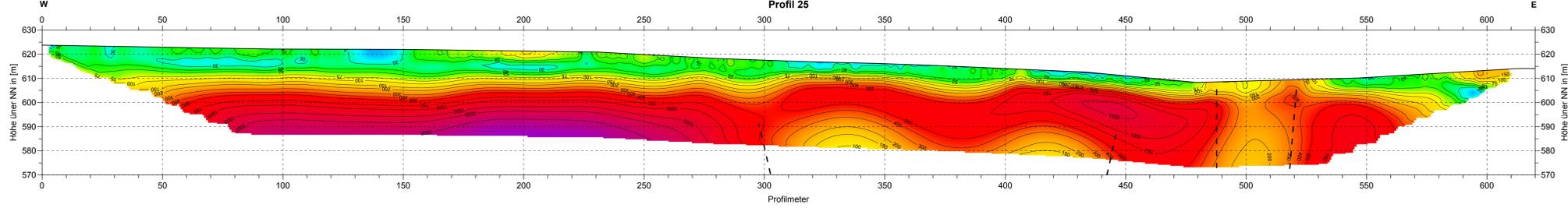
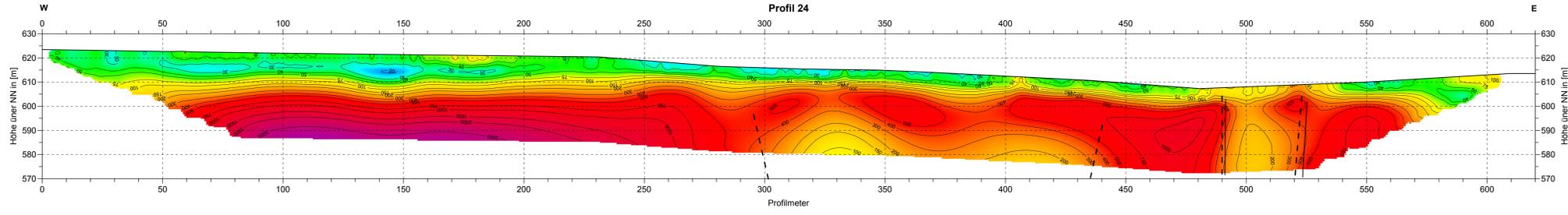
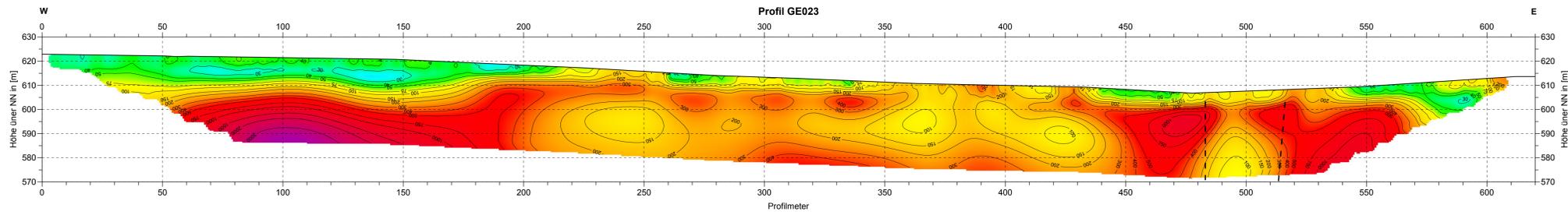
Legende

- BK5/15 (1 m W)
- Name, Entfernung und Richtung der Bohrung senkrecht zum Profil
- farbliche Markierung der aufgeschlossene geologischen Einheiten
 - weiß: Deckschicht
 - grün: Lettenkeuper - Formation
 - gelb: Rottweil - Formation
 - rot: Meissner - Formation
- Verdachtsbereiche für Auflockerungen oder Hohlräume
- Verdachtsbereiche für eingebnete Dolinen
- Bereich mit Entfestigung der Rottweil- und Meissner-Formation
- Spezifischer elektrischer Widerstand in Ohmmeter



Legende

- BK5/15 (1 m W)
- Name, Entfernung und Richtung der Bohrung senkrecht zum Profil
- farbliche Markierung der aufgeschlossene geologischen Einheiten
 - weiß: Deckschicht
 - grün: Lettenkeuper - Formation
 - gelb: Rottweil - Formation
 - rot: Meissner - Formation
- Verdachtsbereiche für Auflockerungen oder Hohlräume
- Verdachtsbereiche für eingebnete Dolinen
- Bereich mit Entfestigung der Rottweil- und Meissner-Formation
- Spezifischer elektrischer Widerstand in Ohmmeter



Legende

BK5/15 (1 m W)

Name, Entfernung und Richtung der Bohrung senkrecht zum Profil

farbliche Markierung der aufgeschlossene geologischen Einheiten

weiß: Deckschicht

grün: Lettenkeuper - Formation

gelb: Rottweil - Formation

rot: Meissner - Formation

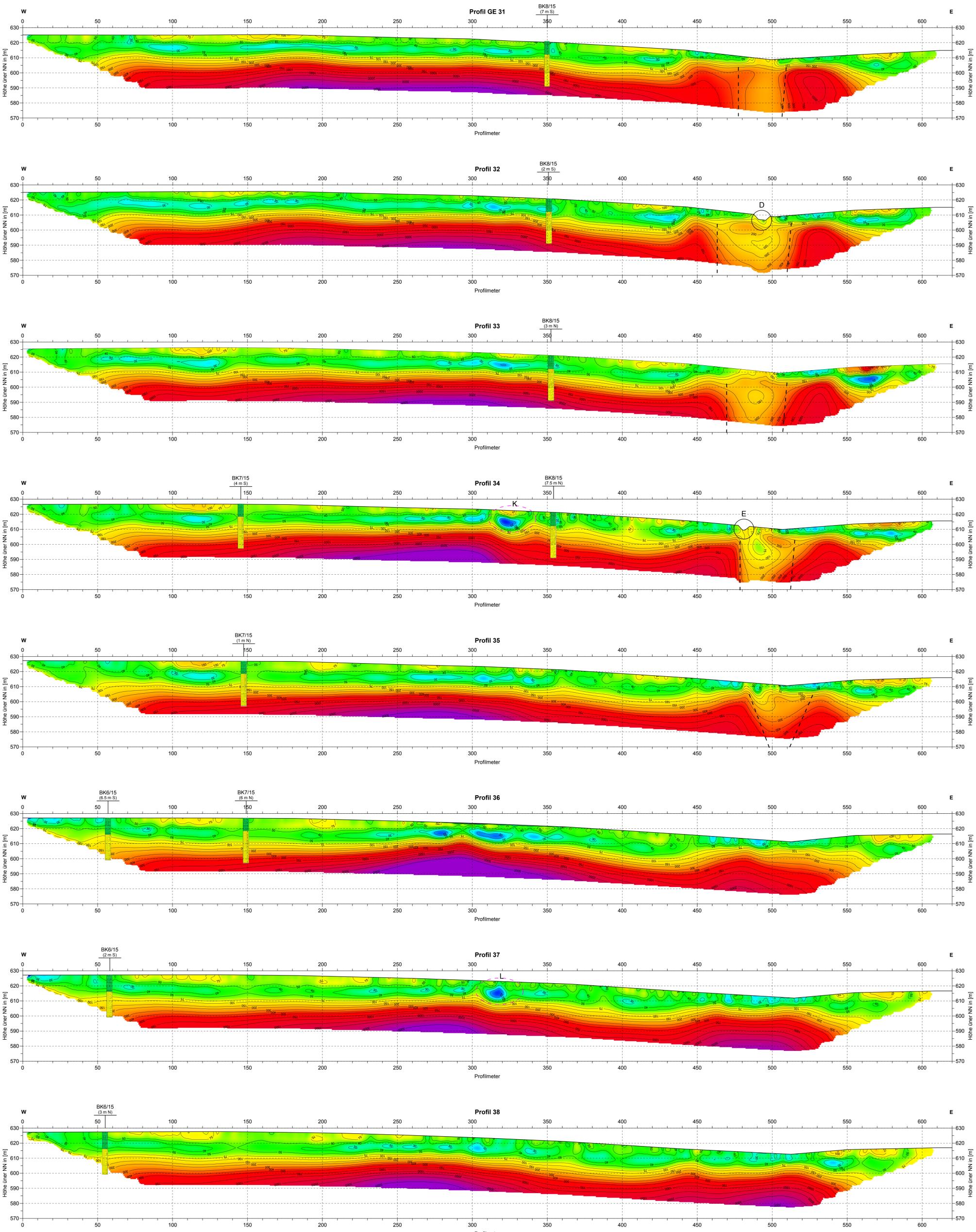
Verdachtsbereiche für Auflockerungen oder Hohlräume

Verdachtsbereiche für eingebnete Dolinen

Bereich mit Entfestigung der Rottweil- und Meissner-Formation

Spezifischer elektrischer Widerstand in Ohmmeter

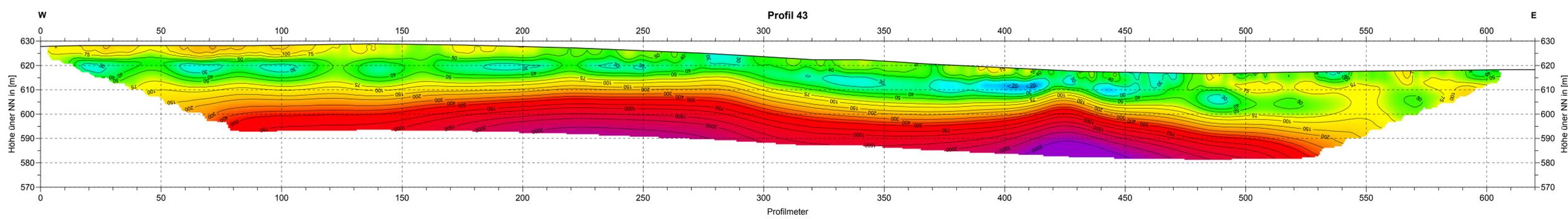
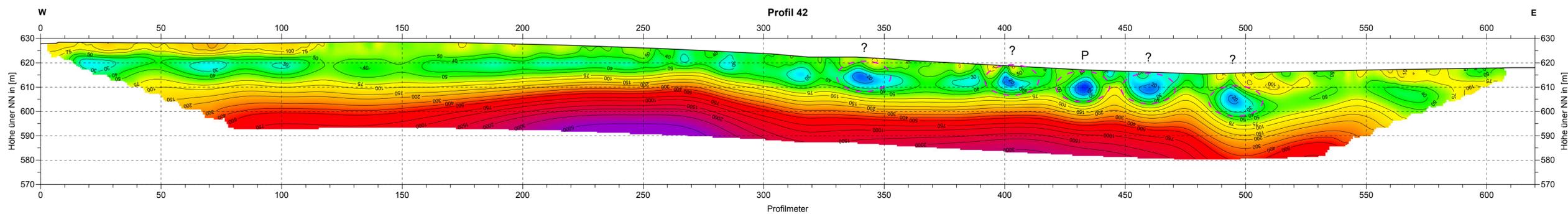
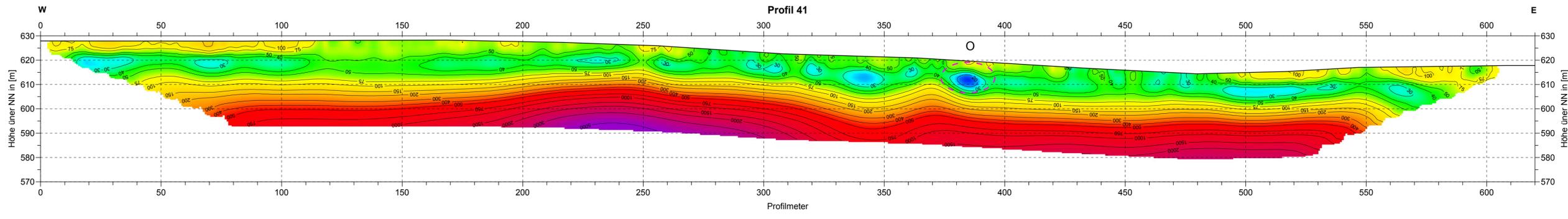
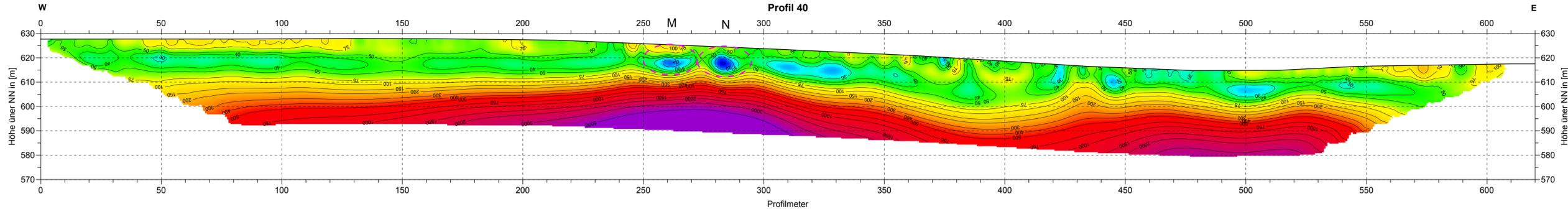
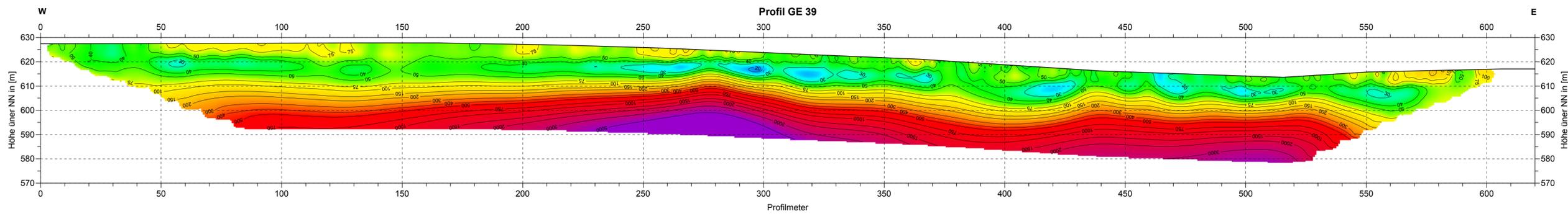
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 90 91 92 93 94 95 96 97 98 99 100



Legende

- BK8/15 (1 m W) Name, Entfernung und Richtung der Bohrung senkrecht zum Profil
- farbliche Markierung der aufgeschlossene geologischen Einheiten
 - weiß: Deckschicht
 - grün: Lettenkeuper - Formation
 - gelb: Rottweil - Formation
 - rot: Meissner - Formation
- größere sichtbare Einsenkung der Geländeoberfläche in der Nähe des Profils (Tiefe bei D und E im Profimbereich ca. 3m)
- Verdachtsbereiche für Auflockerungen oder Hohlräume
- Verdachtsbereiche für eingetretene Dolinen
- Bereich mit Entfestigung der Rottweil- und Meissner-Formation

Spezifischer elektrischer Widerstand in Ohmmeter



Legende

Name:
Entfernung und Richtung der Bohrung senkrecht zum Profil

farbliche Markierung der aufgeschlossene geologischen Einheiten

weiß: Deckschicht
grün: Lettenkeuper - Formation
gelb: Rottweil - Formation
rot: Meissner - Formation

Verdachtsbereiche für Auflockerungen oder Hohlräume

Verdachtsbereiche für eingeebnete Dolinen

Bereich mit Entfestigung der Rottweil- und Meissner-Formation

Spezifischer elektrischer Widerstand in Ohmmeter

7 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100 150 200 300 500

Geophysik ccd
Gesellschaft für Geowissenschaftliche Dienste mbH & Co.
Lorenzstr. 10, 64625 Usingen, Tel. 06091/60157 Fax 06091/60155

Auftraggeber: **Vermögen und Bau Baden-Württemberg
Amt Konstanz, Außenstelle Rottweil**

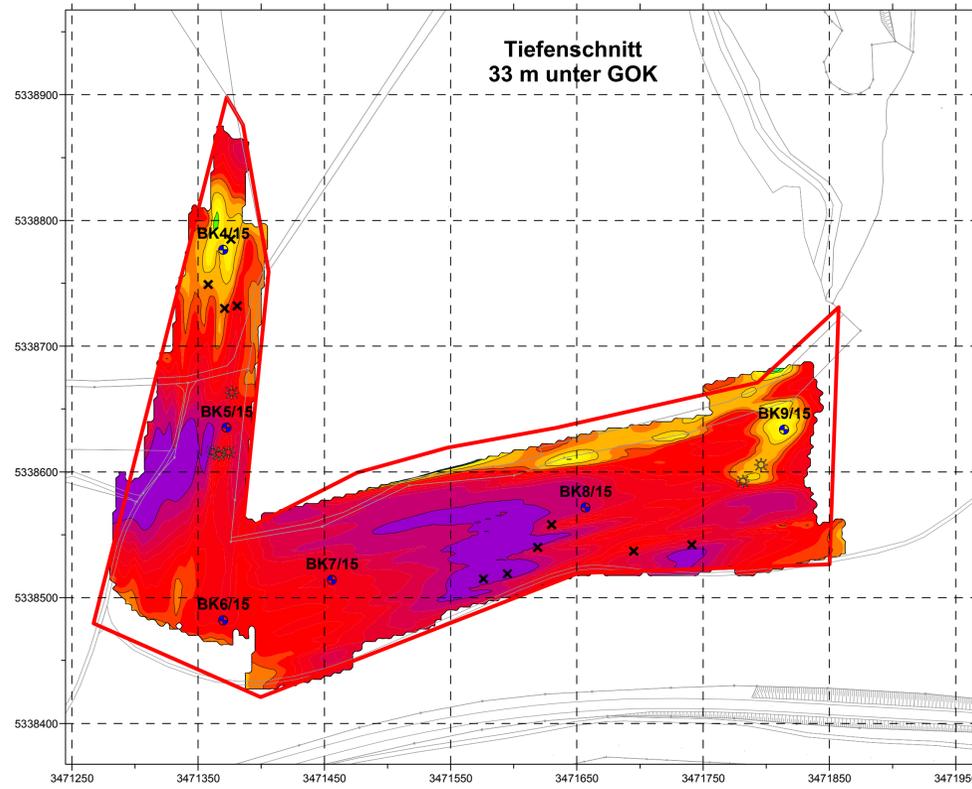
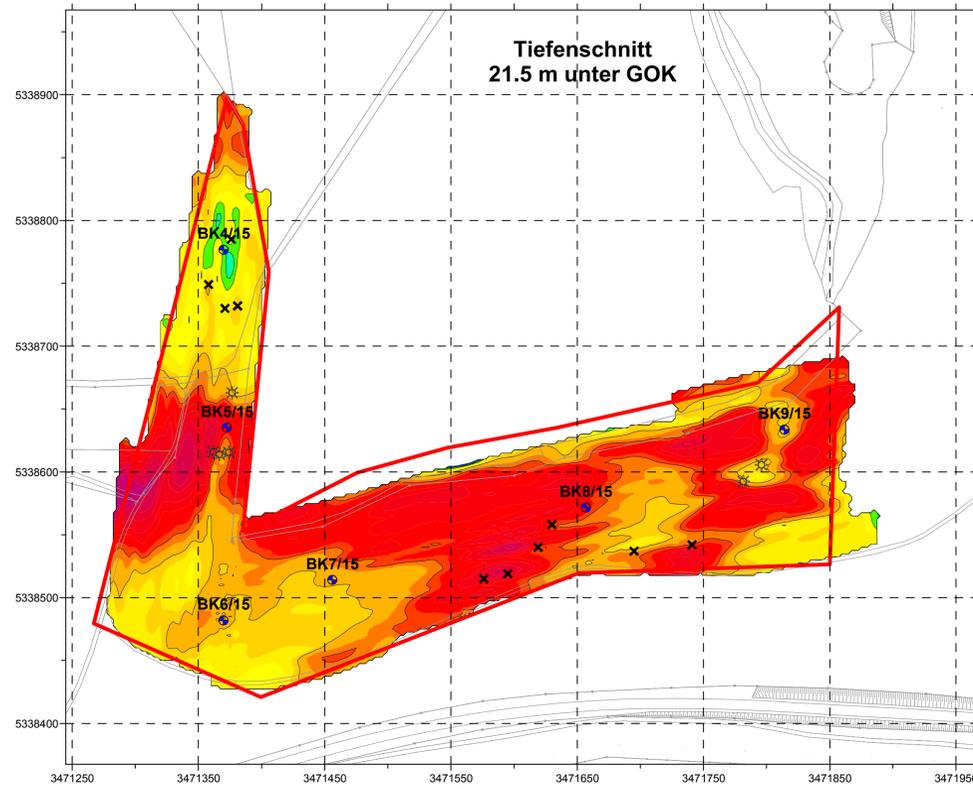
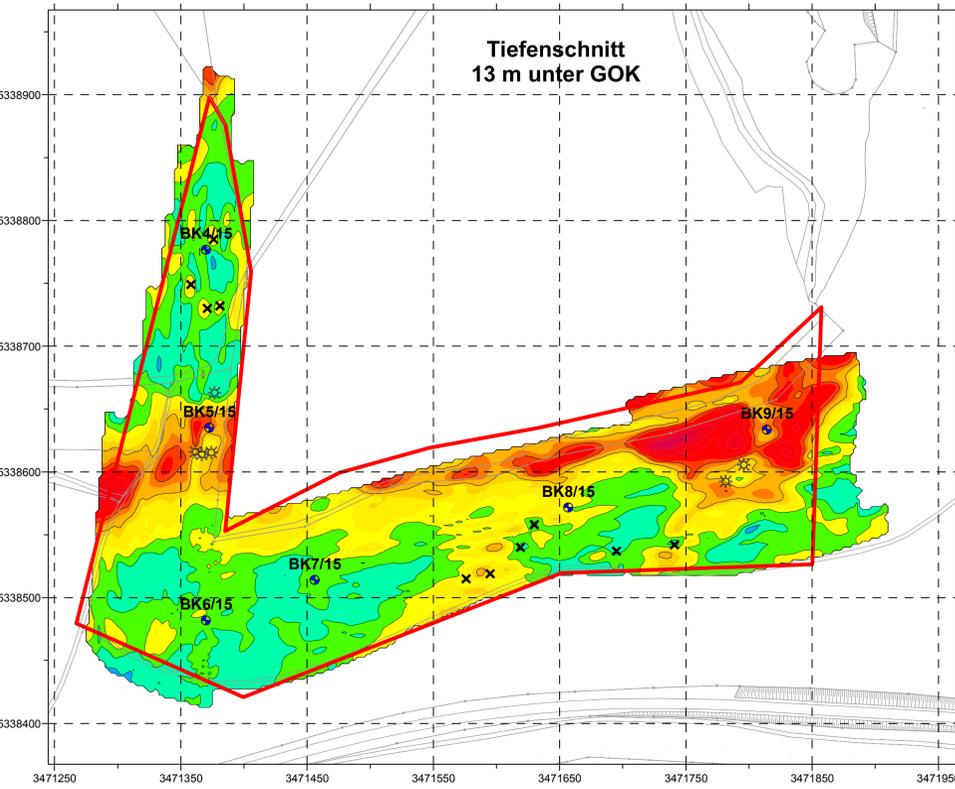
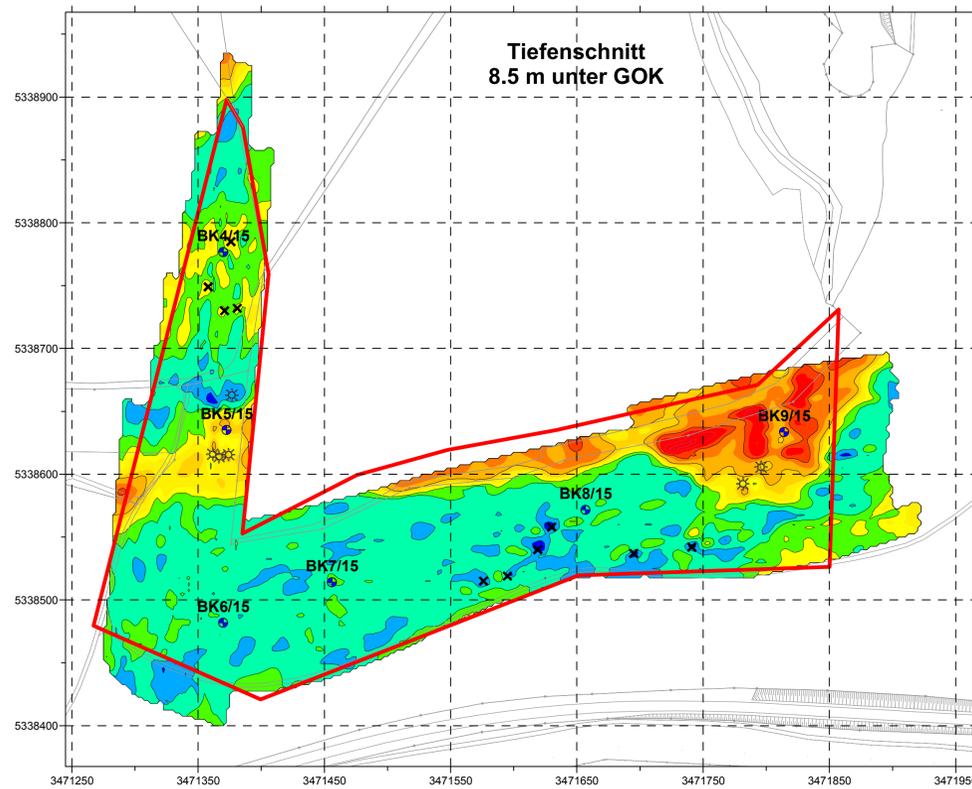
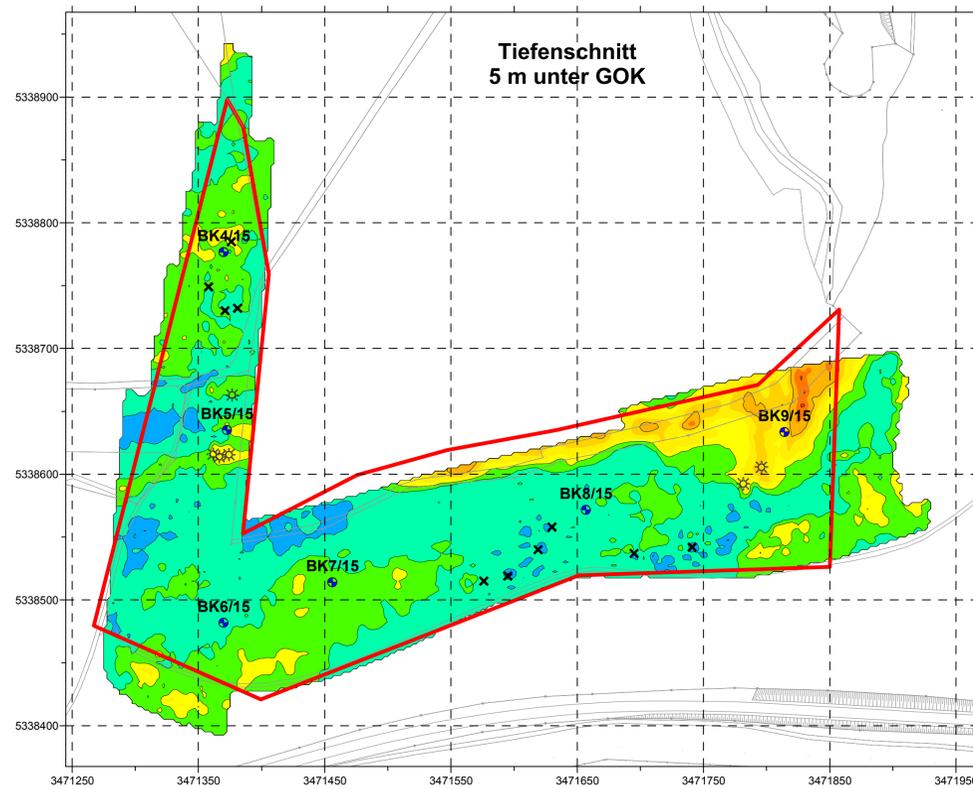
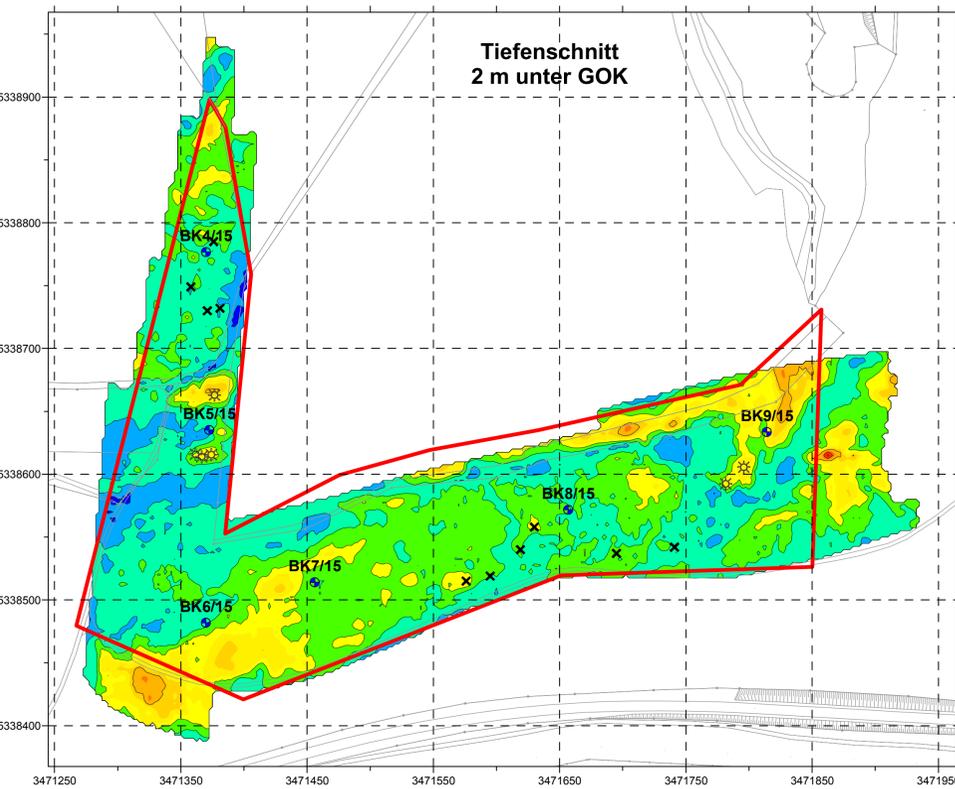
Projekt: **Neubau JVA Rottweil**

Titel: Geoelektrische Sondierungskartierung nach WENNER Vertikalschnitte der Profile GE39 bis GE43

Maststab: 1:1 000

Bearbeiter: Dipl.-Geophys. F. Zetsche Datum: 09.12.2015

Anlage: 2.6



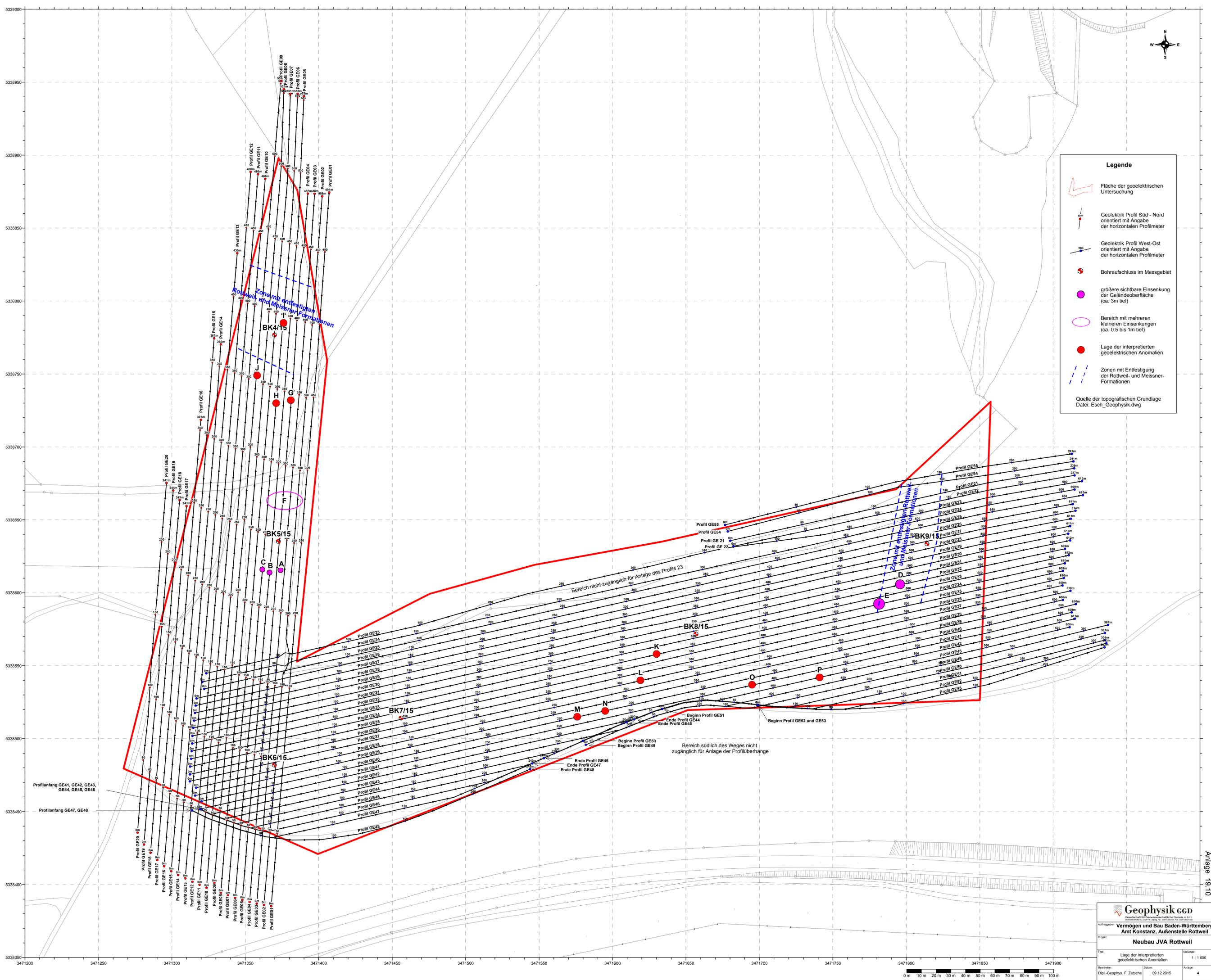
Legende

- Bohrerschluss im Messgebiet
- größere sichtbare Einsenkung der Geländeoberfläche (bis ca. 3m tief)
- Lage der interpretierten geoelektrischen Anomalien

Spezifischer elektrischer Widerstand in Ohm-meter

Quelle der topografischen Grundlage
Datei: Esch_Geophysik.dwg





Legende

- Fläche der geoelektrischen Untersuchung
- Geoelektrik Profil Süd - Nord orientiert mit Angabe der horizontalen Profilmeter
- Geoelektrik Profil West-Ost orientiert mit Angabe der horizontalen Profilmeter
- Bohrausschluss im Messgebiet
- größere sichtbare Einsenkung der Geländeoberfläche (ca. 3m tief)
- Bereich mit mehreren kleineren Einsenkungen (ca. 0.5 bis 1m tief)
- Lage der interpretierten geoelektrischen Anomalien
- Zonen mit Entfestigung der Rotweil- und Meissner-Formationen

Quelle der topografischen Grundlage
Datei: Esch_Geophysik.dwg

Anlage 19.10

Geophysik ccd
Gesellschaft für Geoelektrische, Gravimetrische und Seismische Untersuchungen

Auftraggeber: **Vermögen und Bau Baden-Württemberg
Amt Konstanz, Außenstelle Rottweil**

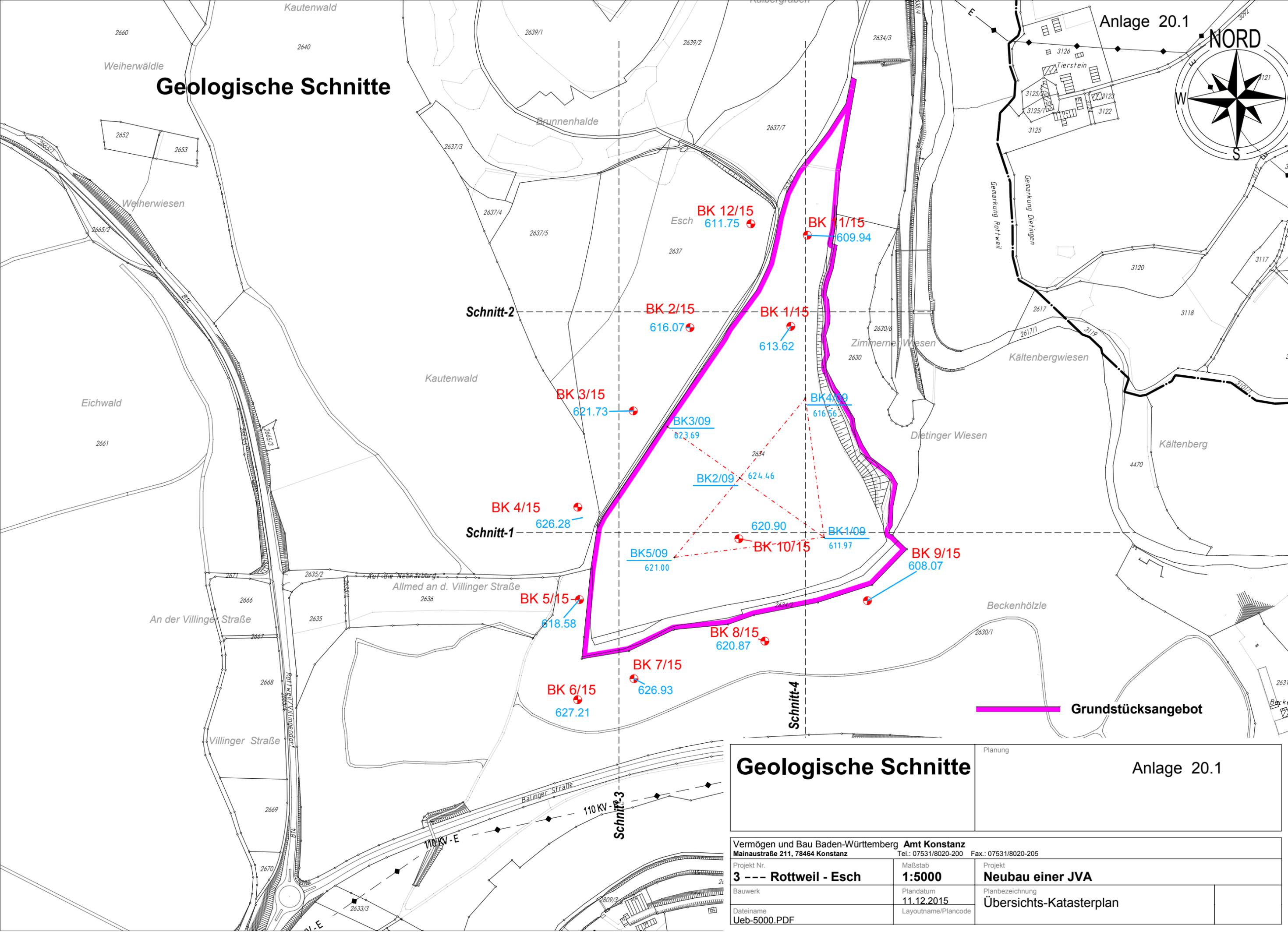
Projekt: **Neubau JVA Rottweil**

Titel: **Lage der interpretierten geoelektrischen Anomalien** Maßstab: 1 : 1.000

Revisor: Dipl.-Geophys. F. Zetsche Datum: 09.12.2015 Anz. Blätter: 4



Geologische Schnitte



Schnitt-2

Schnitt-1

Schnitt-3

Schnitt-4

Geologische Schnitte

Planung	Anlage 20.1
---------	-------------

Vermögen und Bau Baden-Württemberg Amt Konstanz Mainaustraße 211, 78464 Konstanz Tel.: 07531/8020-200 Fax.: 07531/8020-205		
Projekt Nr. 3 --- Rottweil - Esch	Maßstab 1:5000	Projekt Neubau einer JVA
Bauwerk	Plandatum 11.12.2015	Planbezeichnung Übersichts-Katasterplan
Dateiname Ueb-5000.PDF	Layoutname/Plancode	

BK 12/15
611.75

BK 11/15
609.94

BK 2/15
616.07

BK 1/15
613.62

BK 3/15
621.73

BK3/09
623.69

BK4/09
616.56

BK 4/15
626.28

BK2/09
624.46

620.90

BK1/09
611.97

BK5/09
621.00

BK 10/15

BK 9/15
608.07

BK 5/15
618.58

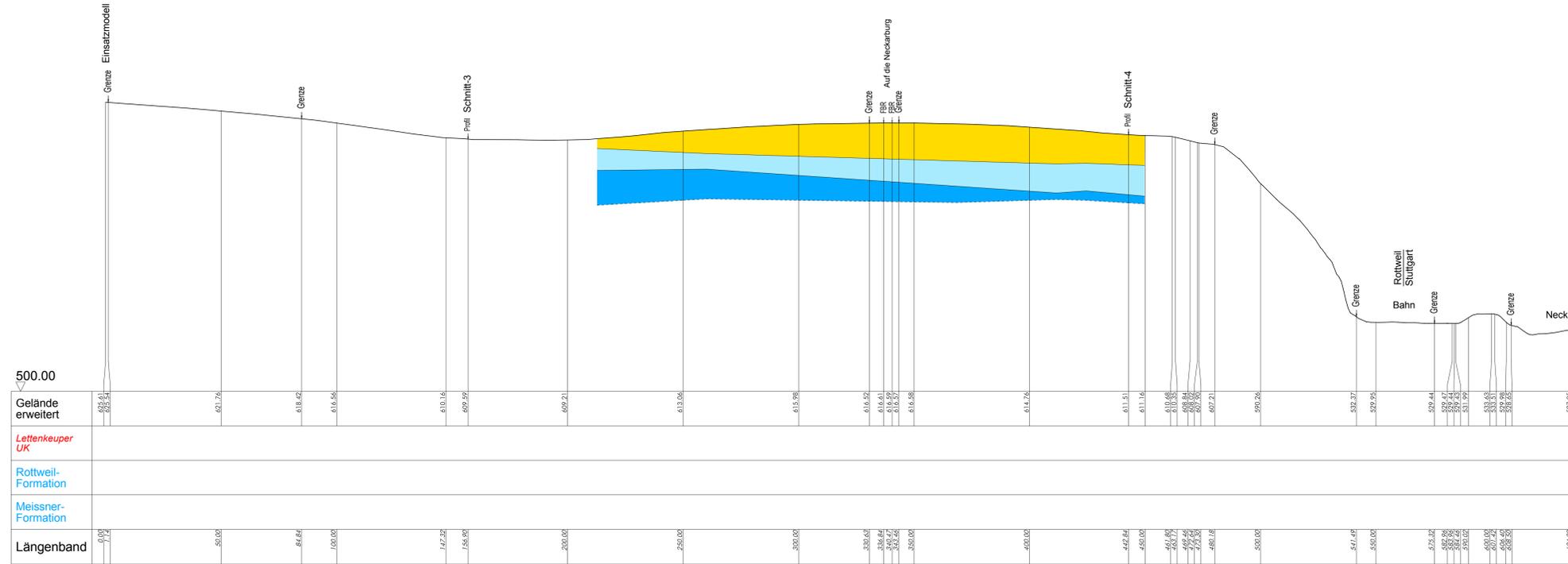
BK 8/15
620.87

BK 6/15
627.21

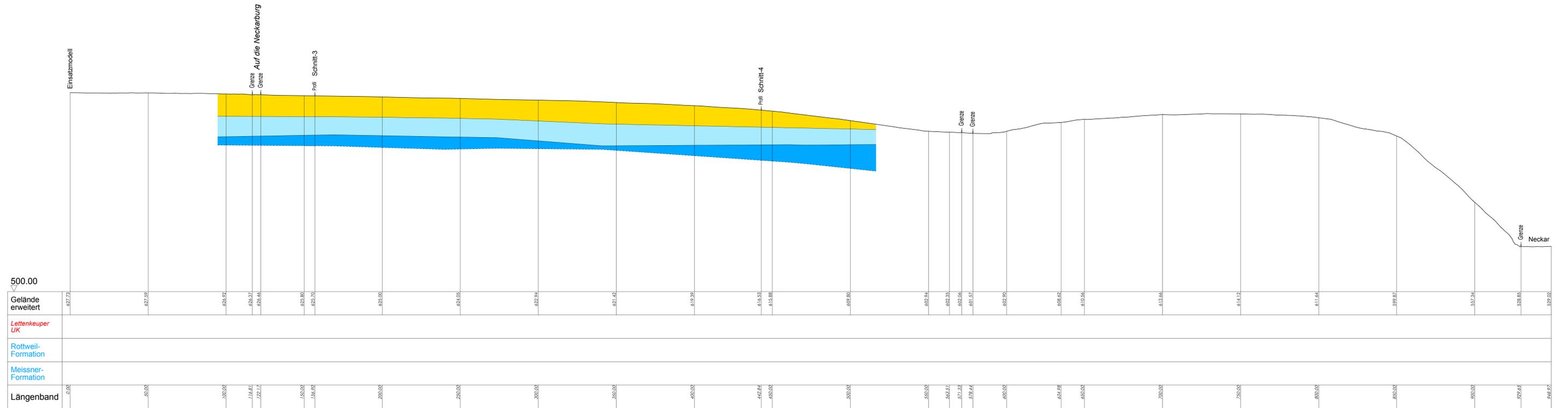
BK 7/15
626.93

Grundstücksangebot

Geologische Schnitte



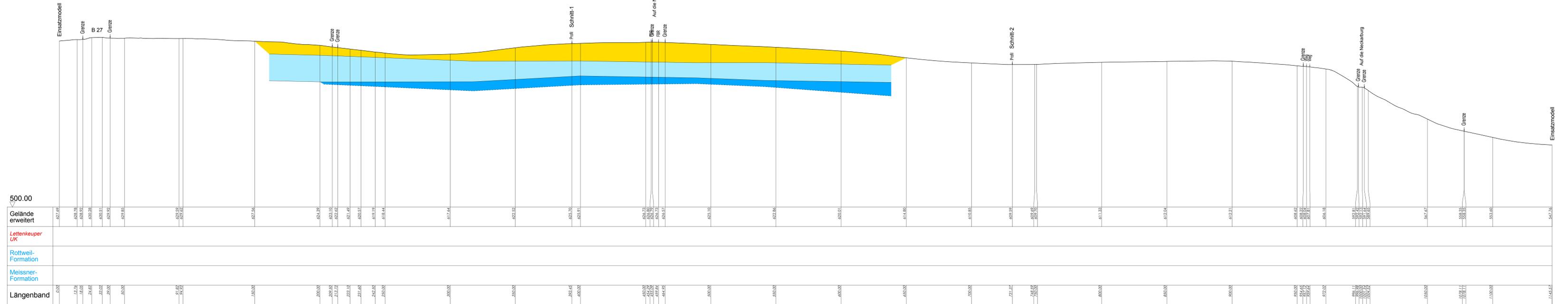
Schnitt-2



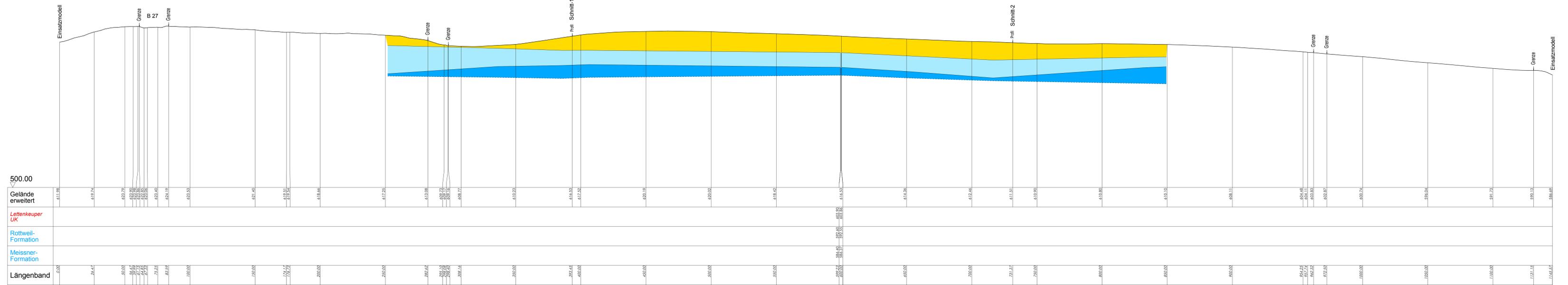
Schnitt-1

Vermögen und Bau Baden-Württemberg		Amt Konstanz	
Mannsstraße 211, 71644 Konstanz		Tel.: 07131/8020-200 Fax: 07131/8020-205	
3 - - - Rottweil - Esch	1:1000	Neubau einer JVA	
10.12.2015	Geländeschnitte		
Schnitt1+2-Geologie.PDF			

Geologische Schnitte



Schnitt-3



Schnitt-4