



JVA Rottweil-Nord

Gewann Esch

Ergänzendes Geotechnisches Gutachten

Teil 2

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
eduard.schmid@vbv.bwl.de
Tel.: 0741 / 482-130
Fax: 0741 / 482-135

Bericht-Nr.: G12-004
Datum: 11.11.2016
Verteiler: Auftraggeber (3-fach)
Textseiten: 30
Anlagen: 7 mit insgesamt 51 Blatt



INHALT

	Seite
1. Allgemeines	4
2. Verwendete Unterlagen	5
3. Optionale Erweiterungsfläche zwischen der B 27 und dem <i>Otto-Gulde-Weg</i>	8
4. Geologische Situation	9
5. Geophysikalische Untersuchungen und Bewertung der Karstsituation	16
6. Altlasten / künstliche Auffüllungen	19
7. Hydrogeologische Situation und Oberflächenwasser.....	20
8. Baugrunderkundung durch Kernbohrungen.....	22
9. Boden- und felsmechanische Laboruntersuchungen.....	23
10. Homogenbereiche und Baugrundbewertung	24
11. Bautechnische Empfehlungen.....	25
11.1 Gründungsmöglichkeiten.....	25
11.2 Baugrubenumschließung.....	27
11.3 Wasserhaltungsmaßnahmen während der Bauzeit.....	27
11.4 Wiederverwertbarkeit von Boden und Fels	28
12. Zusammenfassende Bewertung	29
13. Hinweise für die weitere Vorgehensweise	30



ANLAGEN

Anlage

Lageplan mit Kennzeichnung der Aufschlusspunkte 1.1

Höhenlinienpläne ausgewählter Schichtgrenzen (Näherungen)..... 1.2-1.4

Ergänzende Kernbohrungen

Kernbohrung BK 4/16

Bohrprofil und Bohrgutbeschreibung..... 2.1-2.2

Kernbohrung BK 5/16

Bohrprofil und Bohrgutbeschreibung..... 3.1-3.2

Kernbohrung BK 6/16

Bohrprofil und Bohrgutbeschreibung..... 4.1-4.2

Kernbohrung BK 7/16

Bohrprofil und Bohrgutbeschreibung..... 5.1-5.2

Felsmechanische Laboruntersuchungen

Versuchswerte für Dichte, dynamische und statische Kenngrößen
von Bohrkernproben 6

Geophysikalische Felduntersuchungen

Ergebnisbericht über geoelektrische Messungen [M8] (siehe Abschnitt 2) 7.1-7.8



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 Gewann *Esch*. Die geplante Justizvollzugsanstalt ist für bis zu 500 Häftlinge vorgesehen und umfasst eine Fläche von ca. 12 ha.

Im Herbst 2015 wurden für den vom Land Baden-Württemberg vorgesehenen Standort der JVA und mehrere angrenzende Optionsflächen Baugrunduntersuchungen durchgeführt und ein *Ergänzendes Geotechnisches Gutachten* [M7] (siehe Abschnitt 2), abgefasst.

Im Zuge ergänzender Standorterwägungen auf kommunaler Ebene ergab sich im Frühjahr 2016 der Bedarf, durch weitere geotechnische Untersuchungen die Baugrundrandbedingungen auch für das Waldgebiet zu ermitteln, das zwischen dem *Otto-Gulde-Weg* im Norden und der Bundesstraße B 27 im Süden liegt. Das zusätzlich zu untersuchende Gelände wird in östlicher Richtung durch die Achse des *Tierstein*-Eisenbahntunnels und in westlicher Richtung durch das Asphaltsträßchen begrenzt, das über die gedeckte Holzbrücke führt, die die B 27 überspannt (siehe Anlage 1.1). Das Areal ist eine Teilfläche des Fl.St. 2630/1 in der Waldabteilung *Schachtloch*, die zum Walddistrikt *Beckenhölzle* gehört.

Das *Institut für Geotechnik* der *Universität Stuttgart* wurde vom *Landesbetrieb Vermögen und Bau Baden-Württemberg, Amt Konstanz*, beauftragt, im Zusammenhang mit dem geplanten Bauprojekt, das vorliegende *Ergänzende Geotechnische Gutachten*, zu erstellen. Zur Unterscheidung von der Unterlage [M7], wird das vorliegende *Ergänzende Geotechnische Gutachten* mit dem Zusatz *Teil 2*, gekennzeichnet. Es gilt stets in Verbindung mit der Unterlage [M7], so dass in [M7] getroffene Aussagen nachfolgend als bekannt voraus gesetzt werden.

Das vorliegende Gutachten dient in Verbindung mit den Unterlagen [M1, M2, M3, M7] als Arbeitsgrundlage für den vorgesehenen zweistufigen Architektenwettbewerb.

Das *Ergänzende Geotechnische Gutachten, Teil 2*, stützt sich auf die Erkenntnisse aus den vier Kernbohrungen des Jahres 2016. Zudem wurden die Erkenntnisse aus weiteren großflächig angelegten geophysikalischen Untersuchungen im Jahre 2016 verwendet, die ebenfalls zwischen der Bundesstraße B 27 und dem *Otto-Gulde-Weg* vorgenommen wurden (vgl. Anlage 7).



Topographische Lage

Das natürliche Geländere relief variiert in der zu untersuchenden optionalen Erweiterungsfläche zwischen ca. 630 mNN und ca. 621 mNN.

Folgt man dem *Otto-Gulde-Weg* vom Asphaltsträßchen im Westen in östlicher Richtung, so steigt das Gelände zunächst von ca. 626,5 mNN um ca. 3,5 m an und fällt anschließend mit schwacher Neigung in östlicher Richtung ab. Zudem fallen Teilflächen der optionalen Erweiterungsfläche von dem Waldrand im Süden aus schwach in nördlichen Richtungen ein.

Dieses Gelände liegt auf der Topographischen Karte TK 25, Nr. 7719, *Rottweil*, (Mittelpunkt etwa bei R: 34 71 600, H: 53 38 500, ca. 623 mNN).

Der Höhenunterschied zwischen der Anhöhe *Esch*, entlang des *Neckarburgsträßchens* sowie der geodätisch höher gelegenen Bereiche der Waldabteilung 2, *Schachtloch*, und dem Geländetiefpunkt an der Abbruchkante zum *Neckartal* liegt in der Größenordnung von 30 m. Die topographische Situation auf der optionalen Erweiterungsfläche kann näherungsweise aus Anlage 1.1 abgeleitet 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
(Einzelaufstellung der 11 Karten siehe [M7])



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 Ergänzende Geotechnische Gutachten [M7] aufgenommen).
- [M7] JVA *Rottweil-Nord*, Gewinn *Esch*, Ergänzendes Geotechnisches Gutachten, (Teil 1) Universität Stuttgart, Institut für Geotechnik, Az.: G12-004, Datum: 17.01.2016



- [M8] Ergebnisbericht über geoelektrische Messungen zur Baugrunderkundung für den Neubau einer JVA bei *Rottweil* (Zeitraum der Messungen: 12.09.-05.10.2016)
Geophysik GGD, Gesellschaft für Geowissenschaftliche Dienste mbH,
Ehrensteinstr. 33, 04105 Leipzig, 27.10.2016
(Der Ergebnisbericht [M8] wurde als Anlage 7 in das vorliegende Ergänzende Geotechnische Gutachten, Teil 2, aufgenommen).

Altlasten / Kampfmittel

Regierungspräsidium Stuttgart, Kampfmittelbeseitigungsdienst Baden-Württemberg

- [A1] Multitemporale Luftbilddauswertung des 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 Luftbilddauswertung des Kampfmittelbeseitigungsdienstes Baden-Württemberg für die optionalen Erweiterungsflächen, Teile von FlSt. 2630 sowie FlSt. 2535, 2635/2, 2636 (Zeitraum Februar 1943 bis Juni 1945),
Aktenzeichen 16-1115.8 / RW-834, Datum: 11.01.2016

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 verwendet und liegen dem Amt Vermögen und Bau, Konstanz, 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 – Blocksichtenmodell auf der Grundlage der Baugrunderkundungsdaten von 2009 und 2015

Bohrtechnische Unterlagen

- [Bo1] Schichtenverzeichnisse und Schichtenprofile, erstellt durch die *drillexpert GmbH, Teningen-Nimburg*, 08.12.2015
- [Bo2] Schichtenverzeichnisse und Schichtenprofile, für die Bohrungen des Jahres 2016, zip-file, erstellt durch die *drillexpert GmbH, Teningen-Nimburg*, 08.08.2016

Unterlagen zur archäologischen Befunderhebung

- [Ar1] Neubau JVA Rottweil, *Kostenschätzung für eventuelle Rettungsgrabung im Waldgebiet Beckenhölzle*, Regierungspräsidium Stuttgart, Landesamt für Denkmalpflege, Ref. 84.2, Dienstsitz *Esslingen am Neckar*, bearbeitet: *Dr. Klaus Kortüm*, 27.10.2016
- [Ar2] Untersuchungsbericht *Geomagnetische Archäoprospektion, JVA Rottweil Neubau, Gewann Esch, 78628 Rottweil*, *Terrana Geophysik, Dr. Patzelt & Partner, Zeppelinstraße 15, 72116 Mössingen*, Bericht Nr. TG 865-16, Datum: 10.10.2016

3. Optionale Erweiterungsfläche zwischen der B 27 und dem *Otto-Gulde-Weg*

Bei der im Jahre 2016 geotechnisch zu untersuchenden optionalen Erweiterungsfläche handelt es sich um die städtische Waldfläche, die entlang ihrer Südseite an die B 27-Nordumfahrung *Rottweil* angrenzt und südlich des *Otto-Gulde-Weges* liegt. Nach Westen wird die Fläche durch das Asphaltsträßchen begrenzt, das über die gedeckte Holzbrücke führt, die die B 27 überspannt.

Der Waldbestand der Fläche ist strukturell uneinheitlich. Insbesondere im westlich gelegenen Teil der Fläche ist eine teilweise dichte Naturverjüngung herangewachsen, die den von Windbruchereignissen und Käferbefall stark dezimierten Hochwaldbestand ergänzt. Im östlichen Teil der Fläche ist dagegen der Hochwaldbestand prägend. Innerhalb dieses mittleren bis östlichen Teils der Fläche ist die Existenz mehrerer hallstattzeitlicher Gräber bekannt. Darüber hinaus ist für diesen Bereich die Lage von Überresten eines Gutshofes aus römischer Zeit überliefert.

Das betreffende Areal ist auf den Anlagen 1.1 bis 1.4 blau umrahmt.

Die Untersuchungsfläche zwischen der Bundesstraße B 27 und dem *Otto-Gulde-Weg* war im Sommer 2016 nur durch forstliche Rückegassen aus nördlicher Richtung, vom *Otto-Gulde-Weg* aus, erschlossen. Drei dieser Rückegassen wurden für die Zuwegung der vorgesehenen Bohrpunkte BK 4/16, BK 5/16 und BK 6/16 im Sinne von Stichwegen mit einem natürlichen Brechsand-Splitt-Schotter-Gemisch stabilisiert.

In der Nähe des südlichen Waldrandes, der parallel zur B 27 verläuft, existiert ein bereits früher mit Mineralkorngemisch mäßig stabilisierter Waldweg, der seit dem Bau der B 27, Nordumfahrung Rottweil, unterbrochen ist und sich in westlicher Richtung zwischen dem parallel zu der Trasse der Bundesstraße verlaufenden Wildschutzzaun und dem Waldrand verliert. Am Rand dieses Weges liegt der Bohrpunkt BK 7/16 (siehe Anlagen 1.1 bis 1.4).

Das geodätische Niveau der Untersuchungsfläche liegt teilweise bis zu mehreren Metern über dem des *Neckarburgsträßchens*, jenseits des *Eschtals*.

4. Geologische Situation

Nach der geologischen Karte [K2] entspricht die generelle Abfolge der geologischen Schichten westlich des *Tierstein-Eisenbahntunnels*, zwischen der B 27 und dem *Otto-Gulde-Weg* der bekannten Schichtenabfolge im Bereich des Gewanns *Esch* [M1, M7]. Die im Zusammenhang mit dem Bau der Bundesstraße B 27, Nordumfahrung *Rottweil*, vorliegenden Schichtenprofile entsprechen ebenfalls diesem Bild.

Schotter der jüngeren Hochterrasse (Neckarschotter) wurden hier, abweichend von weiter nördlich bestimmten quartären Teilprofilen, allerdings nicht angetroffen.

Im Jahre 2016 wurde der Baugrund im vorbeschriebenen optionalen Baufeld durch vier Kernbohrungen erkundet (vgl. Anlagen 2 bis 5). Hierbei zeigte sich folgender Schichtenaufbau:

Unter relativ geringmächtigen quartären Deckschichten stehen zunächst die Schichten des *Unteren Lettenkeupers*, nach unten gefolgt von den Schichten der *Rottweil-Formation* und der *Meissner Formation* an. Aufgrund des flächigen Waldbestandes und des damit verbundenen verstetigten Feuchtehaushaltes im durchwurzelter Boden, weisen die Verwitterungsdeckschichten des *Unteren Lettenkeupers* bis in Tiefen von mehreren Metern unter der Geländeoberfläche typischerweise plastische Zustandsformen auf. Dieses Merkmal unterschied

auch das in der Waldabteilung *Kautenwald* gelegene Profil BK 4/15, das oberflächennah plastische *Lettenkeuper*-Verwitterungsböden bis in über 3 m Tiefe unter GOK aufwies, von den auf dem landwirtschaftlich genutzten Flurstück 2634 gelegenen Bohrprofilen, wo in den Verwitterungsdeckschichten größtenteils halb feste und feste Zustandsformen vorlagen.

Es besteht ein merkliches Schichteinfallen in östlichen Richtungen, das insbesondere bei einem Vergleich der Bohrprofile BK 4/16 bis BK 6/16 einerseits, mit dem Bohrprofil BK 7/16 andererseits deutlich zu erkennen war. Aus der Charakteristik der Höhenlinienpläne der Schichtgrenzen (Anlagen 1.2 und 1.3) ist eine Unstetigkeit im Schichtenverlauf als Ursache der unterschiedlichen Höhenlagen identischer Schichten nicht abzuleiten. Da die *Tierstein*-Verwerfung, soweit bekannt, weiter östlich verläuft, wird in der untersuchten Fläche von einem kontinuierlichen, stetigen Schichteinfallen ausgegangen.

Der *Lettenkeuper* wies in den vier Kernbohrungen des Jahres 2016 Mächtigkeiten zwischen 8,85 m (BK 6/16) und 15,15 m (BK 7/16) auf. Die unterlagernden Gesteinsserien der *Rottweil-Formation* wurden bis in Tiefen 28,4 m bis 29,5 m unter den jeweiligen Bohransatzpunkten angetroffen. Das bis zur festgelegten Bohrlochentiefe von 30 m erschlossene Restprofil wurde als oberster Teil der *Meissner Formation* angesprochen. Allerdings ist davon auszugehen, dass sich der Übergang zwischen der *Rottweil-Formation* und der *Meissner Formation* innerhalb eines gewissen Höhenbandes vollzieht.

Der aus den Bohrprofilen der Jahre 2009 bis 2016 abgeleitete Verlauf der Hauptschichtgrenzen für das Gesamtareal geht aus den Anlagen 1.2 bis 1.4 hervor.

Deckschichten

Neben den in [K2] dargestellten inselhaften Vorkommen von *Lösslehm*, die vorwiegend am westlichen Rand des Untersuchungsfeldes zu erwarten sind, wird der Waldboden nahezu flächig aus plastischem Verwitterungslehm der *Sandigen Pflanzenschiefer* aufgebaut. Bis in eine Tiefe von ca. 0,2 m unter GOK waren in den Bohrprofilen außer Wurzelgeflechten waldbodentypische Pflanzenreste und Anteile an Mutterboden enthalten.

Wenn der Waldboden durch anthropogene Einwirkung (z. B. Verdichtung infolge von Überfahrten) zusammengepresst wird, können sich infolge von Niederschlägen bzw. Schmelzwasser lokal morastige Stagnationswasserflächen entwickeln.

Bei der Beschaffenheit der obersten Deckschichten zeigte sich, dass der Anteil an humosem Mutterboden oberhalb des *Lettenkeuper*-Rohbodens vielfach nur gering ist.

Gesteine der Lettenkeuper-Formation

Im Untersuchungsgelände stehen flächendeckend Gesteinsserien des *Lettenkeupers* an. Sie überdecken dabei überall die *Muschelkalk*-Schichten. Bei den Bohrprofilen BK 4/16, BK 5/16 und BK 6/16 lagern zuoberst die bereits angesprochenen Schichten der *Sandigen Pflanzenschiefer*, die zum *Unteren Lettenkeuper* zählen. Das Profil BK 7/16 beginnt abweichend dazu stratigraphisch höher. Die vollkommen verwitterte oberste Schicht dieses Profils wurde als Schichtglied der *Unteren Grauen Mergel* gedeutet, die dem *Oberen Lettenkeuper* zuzuordnen sind. Aufgrund des Verwitterungszustandes dieses Schichtgliedes und der relativ geringen Menge des anzusprechenden Bohrgutes konnten letzte Zweifel an der stratigraphischen Identität jedoch nicht vollkommen ausgeschlossen werden.

Die in den vier Bohrprofilen von 2016 festgestellten Mächtigkeiten des *Lettenkeupers* von 8,85 m bis 15,15 m liegen innerhalb des Spektrums der bereits zuvor bei Kernbohrungen im Gewinn *Esch* am häufigsten festgestellten Schichtstärken des *Lettenkeupers*.

Die Oberkante der *Lettenkeuper-Schichten* liegt vielfach nur wenige Zentimeter unter der GOK. Die Unterkante der *Lettenkeuper-Formation* liegt im Geländestreifen zwischen der Bundesstraße B 27 und dem *Otto-Gulde-Weg* im Höhenband zwischen 619,35 mNN (BK 5/16) und 607,45 mNN (BK 7/16).

Bei den durchteuften Schichten der unteren *Lettenkeuper-Formation* unterhalb der *Sandigen Pflanzenschiefer* handelte es sich um die Gesteinsserien der *Lettenkohle-Gruppe*, die Gesteine aus der Region der *Albertibank*, die Gesteinsserien der *Hauptsandstein-Gruppe*, die *Estheriensichten* sowie die *Basisdolomite*.

Die Mächtigkeit der plastisch entwickelten der *Lettenkeuper*-Verwitterungsböden lag zum Zeitpunkt unserer Bohrgutansprache in den vier Bohrprofilen bei folgenden Werten: 1,2 m (BK 4/16), 4,6 m (BK 5/16), 4,25 m (BK 6/16) und 2,15 m (BK 7/16). Bei BK 5/16 und BK 6/16 lag das Verhältnis der Mächtigkeiten der Teilschichten, die eine plastische Zustandsform aufwiesen zu jenen, die in einer nicht plastischen Zustandsform vorlagen, in der Größenordnung von 1:1. Bei den beiden anderen Profilen überwogen im Verhältnis die nicht plastischen Zonen. In keinem Profil reichten durchgängig plastische Zonen bis unter die *Albertibank*.

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 stark verwitterten, entfestigten Sandsteine konnten am Bohrgut meist von Hand aufgebrochen werden.

Das Korngefüge der in den *Keupermergeln* eingebetteten Festgesteinsbänke muss beim Aushub in aller 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. Vereinfachend wurden bei der Ansprache des Bohrgutes die *Albertibank* und die unterlagernde Sandstein zusammengefasst.

Die Mächtigkeit der Gesteine, die der Zone der *Albertibank* zugeordnet wurden, lag im Mittel zwischen 0,6 m und 1,15 m. Sofern lokal keine Verkarstungsmerkmale und in den *Hauptsandsteinschichten* keine relevanten Organgehalte (Glühverluste $V_{gl} > 5 \text{ M.-%}$) vorliegen, ist die Einleitung von Gründungslasten aus Gründungsplatten ab OK *Albertibank* in der Regel möglich. Die OK der *Albertibank* wurde in Tiefen zwischen 4,7 m unter GOK (BK 6/16) und 10,15 m unter GOK (BK 7/16) erbohrt und verläuft nach den Bohrergebnissen im Höhenband zwischen 612,65 mNN (BK 7/16) und 623,5 mNN (BK 5/16).

Unter der Zone der *Albertibank* folgen die *Hauptsandsteinschichten*. In BK 4/16 weisen die Schichten des *Hauptsandsteins* (ohne die hangenden, 0,6 m starken *Albertibank*-Schichten) eine Mächtigkeit von 2,45 m auf. In den weiter östlich gelegenen Bohrprofilen BK 5/16 bis BK 7/16 ist die Schichtstärke wesentlich geringer. Die Schichten von *Albertibank* und *Hauptsandstein* zusammen weisen hier Mächtigkeiten von 1,15 m (BK 5/16) bzw. 1,0 m (BK 6/16 und BK 7/16) auf. Das Trennflächensystem dieses Schichtenpaketes nimmt auf der optionalen Erweiterungsfläche die Funktion als Hauptschichtwasserleiter des *Lettenkeupers* ein.

Die unterlagernden *Estheriensichten* sind eine Wechselfolge aus schichtigen, oft glimmerhaltigen Tongesteinsserien und zwischengeschalteten klüftigen Dolomitstein- bzw. Tonmergelsteinbänken. Abschnittsweise können die tonigen Zonen durchfeuchtet und aufgeweicht sein, so dass sich engständig ein sehr breit gefächertes Konsistenzspektrum zeigen kann. Dieses kann nahezu den gesamten plastischen und nicht plastischen Bereich abdecken.

Die Oberkante der Tongesteinsserien der *Estheriensichten* wirkt als schichtwasserstauender Horizont. Dieser schichtwasserstauende Horizont ist maßgebend dafür ursächlich, dass innerhalb der aufgeschlossenen *Lettenkeuper*-Schichten Schichtwasser zirkulieren kann, ohne dass dieses grundsätzlich unmittelbar in den Klüften und Karstspalten der Gesteinsserien der unterlagernden *Rottweil-Formation* versickert.

Die Schichtwassersituation im Bereich der untersuchten potentiellen Erweiterungsfläche zwischen der Bundesstraße B 27 und dem *Otto-Gulde-Weg* ist in Abschnitt 7 des vorliegenden Berichts beschrieben.

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.

Unter den Schichten des *Unteren Lettenkeupers* folgen die Schichten der *Rottweil-Formation* (*Trigonodusdolomit*, mo2D) und der *Meissner Formation* (*Nodosusschichten*, mo2).

Gesteine der Rottweil-Formation (Trigonodusdolomit)

Die Gesteinsserien der *Rottweil-Formation* weisen Felscharakter auf und sind im Bereich der untersuchten potentiellen Erweiterungsfläche zwischen 14,15 m (BK 7/16) und 20,35 m (BK 6/16) mächtig. Die Oberkante der *Rottweil-Formation* (siehe Tabelle 1) liegt unter der potentiellen Erweiterungsfläche im Höhenband zwischen 607,45 mNN (BK 7/16) und 619,35 mNN (BK 5/16). 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 Fehlstellen zu beobachten. Das Bohrgut setzte sich abschnittsweise aus schotterartigen Gesteinskörnern, Gesteinsbruchstücken sowie aus häufig engständig vertikal bzw. steil diagonal geklüfteten oder gerissenen zylindrischen Bohrkernen zusammen. Da bei der Herstellung der Kernbohrungen BK 4/16 bis BK 7/16 mit ausschließlicher Luftspülung gebohrt wurde, waren keine Spülwasserverluste zu verzeichnen. 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 bei den Bohrungen BK 4/16 bis BK 7/16 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 2.2, 3.2, 4.2 und 5.2).

Beim Bohrgut dreier Bohrungen des Jahres 2016 bestätigte sich die bereits 2015 beobachtete ausgeprägte vertikale Klüftigkeit in den Schichten der *Rottweil-Formation* und der *Meissner Formation*. Ein für einaxiale Druckversuche geeigneter zylindrischer Kerngewinn war erst ab folgenden Tiefen unter dem jeweiligen Bohransatzpunkt möglich:

BK 4/16: >21,4 m; BK 5/16: >14,25 m; BK 7/16 >25,15 m.

Die Bohrung BK 6/16 zeigte eine etwas kompaktere Ausbildung der Schichten der *Rottweil-Formation*, so dass zylindrische Kerne bereits ab 8,85 m Tiefe unter GOK gewonnen werden konnten und damit über einen vergleichsweise größeren Tiefenbereich im Bohrgut vertreten waren.

Alle für die einaxialen Zylinderdruckversuche verwendeten Bohrkernproben (Anlage 6) waren hinsichtlich ihrer Festigkeit als überdurchschnittlich bzw. als Positivauswahl gegenüber dem Bohrgut auf den übrigen Bohrstrecken einzustufen.

Gesteine der Meissner Formation

Die Gesteinsserien der *Meissner Formation (Nodosuskalk)* wurden in den untersten Abschnitten der Erkundungsbohrungen, unter denen der *Rottweil-Formation* angetroffen. Wie bereits in [M7] beschrieben, erfolgt der Übergang zwischen der *Rottweil-Formation* und der *Meissner Formation* innerhalb eines gewissen Höhenbandes fließend.

Die Oberkante des Einsetzens der *Meissner-Formation* lag in den Bohrungen zwischen ca. 593,3 mNN (BK 7/16) und ca. 601,1 mNN (BK 4/16). 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.

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

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 kleinräumlichen Maßstab, wie beispielsweise im Zusammenhang mit einzelgründungstechnischen Fragestellungen auf dem zukünftigen JVA-Areal, kann näherungsweise von einer horizontalen Schichtlagerung ausgegangen werden.

Identifizierung von Karsthohlraumformen durch Geländebegehung und durch Bohrungen

Im Gegensatz zu der bewaldeten Fläche nördlich des *Otto-Gulde-Weges* wurden bei mehrfachen Begehungen des Areals zwischen dem *Otto-Gulde-Weg* und der Bundesstraße B 27 im Jahre 2016 nur wenige Anzeichen auf Karsterscheinungen entdeckt. Allerdings waren insbesondere die westlichen Bereiche dieser Waldfläche so dicht bestockt, so dass aufgrund der Absuche an der Geländeoberfläche zunächst nur die Existenz großer Dolinen mit mehreren Metern Kraterdurchmesser sicher ausgeschlossen werden konnte.

Bei den vier Erkundungsbohrungen des Jahres 2016 mit Kerngewinn zeigte lediglich das Profil BK 4/16 im Tiefenbereich 21,75 m bis 21,92 m innerhalb der *Rottweil-Formation* einen offenen Hohlraum, durch den das Bohrwerkzeug hindurch sackte.

5. Geophysikalische Untersuchungen und Bewertung der Karstsituation

Zur flächigen Abklärung der Karstsituation wurden im Jahre 2016 auf der bewaldeten optionalen Erweiterungsfläche zwischen dem *Otto-Gulde-Weg* und der Bundesstraße B 27 ergänzende geophysikalische Untersuchungen in Form der geoelektrischen Widerstandstomographie durchgeführt. Es handelte sich um gleichartige Messungen, wie sie bereits 2015 nördlich des *Otto-Gulde-Weges* durchgeführt worden waren.

Das Verfahren ermöglicht es 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 aufeinander treffen, kann dies ein Hinweis auf die Existenz einer Karsthohlräumform 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.

Über die geophysikalischen Untersuchungen des Jahres 2016 wurde ein eigenständiger Ergebnisbericht [M8] erstellt, der in den vorliegenden Bericht als Anlage 7 aufgenommen wurde.

Die Auswertung der Messungen zeigt einen relativ einheitlichen Schichtenaufbau und nur im Vergleich zu der Waldfläche nördlich des *Otto-Gulde-Weges* nur relativ wenige auf Karstphänomene hindeutende Auffälligkeiten (vgl. [M8, Anlage 4]).

Eine etwa auf halber Strecke zwischen den Bohrpunkten BK 6/16 und BK 7/16 festgestellte geoelektrische Anomalie (Kennbuchstaben C [M8, Anlage 4]) deutet auf eine örtliche Auflockerungszone bzw. einen im Baugrund verborgenen Hohlraum hin.

Bei den in [M8, Anlage 4] mit den Kennbuchstaben A und B gekennzeichneten Stellen, die etwa auf halber Strecke zwischen BK 5/16 und BK 6/16 befinden, handelt es sich um nahe beisammen liegende Dolinen.

Überdies wurden zwischen dem Asphaltsträßchen im Westen, dem *Otto-Gulde-Weg* im Norden und einer gedachten Linie parallel zur Achse Nord-Süd durch den Bohrpunkt BK 4/16 insgesamt drei verfüllte Dolinen (Kennbuchstaben D, E und F, vgl. [M8, Anlage 4]) identifiziert.

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

Die bereits in [M7] vorgenommene Klassifizierung der Flächen in zwei Gruppen unterschiedlich hohen Karstrisikos

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

wird auch für die 2016 untersuchte optionale Erweiterungsfläche beibehalten. Bei dieser Fläche kann der überwiegende Anteil aufgrund der geophysikalischen Ergebnisse als *Zone mit geringem bis mäßig erhöhtem latentem Karstrisiko* eingestuft werden. Lediglich die Bereiche der genannten geoelektrischen Anomalien und Dolinen (Kennbuchstaben A bis F, vgl. [M8, Anlage 4]) werden als *Zonen mit hohem latentem Karstrisiko bzw. mit konkret nachgewiesenen größeren Karsthohlraumformen* ausgewiesen.

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

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 Bau- feld 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 den Zonen nahe kommen, die bei den geophysikalischen Untersuchungen des Jahres 2016 geoelektrische Auffälligkeiten (Kennbuchstaben A bis F) zeigten.

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.

Eine unmittelbare Bebauung der Zonen mit den Kennbuchstaben A bis F durch Hochbauten der JVA und durch die Umfassungswand sollte 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 erhöhten Karstrisiko gelegt werden.

6. Altlasten / künstliche Auffüllungen

Aufgrund der direkten Baugrunderkundung durch Bohrungen sowie aufgrund der Geländebegehung liegen uns für die optionale Erweiterungsfläche zwischen der Bundesstraße B 27 und dem *Otto-Gulde-Weg* derzeit keine Hinweise auf die Existenz von einstufigsrelevant kontaminierten Ablagerungen anthropogener Herkunft (Altlasten) vor.

Hinsichtlich einer möglichen geogenen Hintergrundbelastung der Schichten des *Lettenkeupers* wird auf die Analysen des Jahres 2015 verwiesen (siehe [M7, Anlage 15]). Auffällig waren bei einzelnen Proben aus dem *unteren Lettenkeuper* die Konzentrationen an *Thallium*, *Arsen* und *Nickel*. Da auf der 2016 untersuchten optionalen Erweiterungsfläche dieselben Schichten anstehen, ist davon auszugehen, dass die genannten Elemente auch hier in erhöhten Konzentrationen auftreten können.

Kampfmittel

Die in den Jahren 2009 und 2015 veranlassten multitemporale Luftbildauswertungen [A1, A2] schließen die im vorliegenden Bericht beschriebene optionale Erweiterungsfläche mit ein. Die Untersuchungen ergaben auch hier keine Anhaltspunkte auf das mögliche Vorliegen von Kampfmitteln.

Archäologisch bedeutsame Teilfläche

Am Südrand der südlichen optionalen Erweiterungsfläche befindet sich im Walddistrikt *Bekkenhölzle*, Abt. *Schachtloch*, ein hallstattzeitliches Gräberfeld (8./7.Jhd. v. Chr.) [K3, Ar1, Ar2] (siehe Anlage 1.1) sowie die Überreste eines römischen Gutshofes. Das Gräberfeld besteht aus Hügelgräbern und Flachgräbern. Derzeit ist die Existenz von zehn Grabstätten bekannt. 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 bekannte 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. Nach Einschätzung des *Landesamtes für Denkmalpflege* beim Regierungspräsidium Stuttgart, muss jedoch damit gerechnet werden, dass archäologische Strukturen über den kartierten Bereich hinaus reichen. Bei einer beabsichtigten Inanspruchnahme dieser Teilfläche ist eine Abstimmung mit dem zuständigen *Landesamt für Denkmalpflege* erforderlich,

von dem vorläufig ein Zeitbedarf von etwa zwei Jahren für eventuelle Rettungsgrabungen angesetzt wird [Ar1].

Im Zeitraum 29./30.09.2016 wurden unter der Regie des *Landesamtes für Denkmalpflege* in dem vorbeschriebenen Gräberfeld und zwei weiteren Flächen von je 50 m x 50 m nördlich des *Otto-Gulde-Weges* oberflächennahe geophysikalische Untersuchungen (Geomagnetik) und in geringem Umfang direkte Aufschlüsse mittels Bagger durchgeführt. Die Interpretation der Messergebnisse und die daraus abgeleiteten neuen Erkenntnisse, insbesondere zur Lage und zu der räumlichen Ausdehnung bzw. Verbreitung archäologisch bedeutsamer Siedlungsreste, Artefakte und Grabstätten sind in [Ar2] dargestellt.

Einzelne geomagnetisch auffällige Strukturen, zum Beispiel eine in der Nähe des Bohrpunktes BK 7/15 geortete neuzeitliche, kreisförmige bis hufeisenförmige Einzelstruktur ohne archäologische Bedeutung, mit einer Fläche von ca. 13 m², konnte bislang nicht identifiziert werden [Ar2]. Eine lokale tiefbautechnische Relevanz ist zwar sehr unwahrscheinlich, aber derzeit auch nicht völlig auszuschließen.

7. Hydrogeologische Situation und Oberflächenwasser

Vorfluter

Im Bereich des untersuchten Waldstreifens zwischen der B 27 und dem *Otto-Gulde-Weg* wurde kein Oberflächenfließgewässer beobachtet. Anfallendes Oberflächenwasser versickert zum großen Teil. Ein kleiner Teil sammelt sich in kleinen Senken und bildet dort Stagnationswasserflächen, die in schattigen Lagen relativ lange bestehen können.

Schichtwässer aus dem untersuchten Gelände fließen grundsätzlich dem *Neckar* zu, wobei der gesamte Waldstreifen hydrologisch zum Einzugsgebiet des *Eschtals* gehört.

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

Wesentliche auf den Verlust der Retentionswirkung des Waldes zurückzuführende hydrologische Folgen wurden bereits in [M7] angesprochen. Während Erosionsphänomene durch die mit der Überbauung der Fläche einhergehende Versiegelung teilweise kompensiert werden, ist ein weiterer Aspekt der, dass bei einer großflächigen Abholzung langfristig mit



einem Absinken des Grundwassers zu rechnen ist. Dieser Vorgang ist in der Regel irreversibel, so dass langfristig mit Sackungen im Gelände zu rechnen ist und sich Setzungen an der Bausubstanz einstellen können. Setzungen infolge eines absinkenden Grundwasserspiegels können unter Umständen zu Bauwerksschäden führen.

Schichtwasser

Im Waldstreifen zwischen der B 27 und dem *Otto-Gulde-Weg* wurde innerhalb des *Lettenkeupers* in unterschiedlichen Tiefen ein Schichtwasserhorizont beobachtet, wobei teilweise schwach gespanntes Schichtwasser vorlag. Das Trennflächensystem von *Albertibank-* und *Hauptsandsteinschichten* ist als Hauptschichtwasserleiter des *Unteren Lettenkeupers* anzusprechen. Dies könnte einen Schichtwasserverlauf von Westen nach Osten erklären, der in BK 4/16 in ca. 626,8 mNN, in BK 5/16 in ca. 625,8 mNN und in BK 7/16 in ca. 620,4 mNN festgestellt wurde.

Die Grundwasser-Flurabstände beim Anbohren des Schichtwassers einerseits und beim fertigen Bohrloch andererseits variieren bei den vier Bohrungen jeweils relativ stark und uneinheitlich. Bei der Bohrung BK 4/16 wurde Schichtwasser in ca. 3,0 m Tiefe unter A.P. angebohrt. Zunächst stieg das Wasser in diesem Bohrloch um ca. 30 cm an, um dann auf ca. 12,0 m Tiefe unter GOK abzufallen. Offensichtlich fand das Schichtwasser beim Tieferbohren durch eine lettige Zwischenschicht im unteren Bereich der *Sandigen Pflanzenmergel* einen vertikalen Wasserpfad, der bis in den Bereich der *Basisdolomite* reichte.

In BK 6/16 wurde kein Schichtwasser angebohrt, dennoch hatte sich nach Fertigstellung des 30 m tiefen Bohrlochs, wenige Tage später, ein Bohrlochwasserstand von 8,65 m Tiefe unter GOK eingestellt.

Bei den Bohrungen BK 5/16 und BK 7/16 lag der Wasserstand im fertig gebohrten Bohrloch um ca. 4 m (BK 5/16) bzw. um ca. 8 m (BK 7/16) über dem angebohrten Schichtwasservorkommen. Bei der Entspannung von deutlich einfallenden Schichtwasserleitern über denen abdichtende Schichten anstehen, wie dies beim *Unteren Lettenkeuper* in Teilen des untersuchten Geländestreifens zutrifft, sind derartige Beobachtungen nicht ungewöhnlich. Überdies ist bei der vorliegenden geologischen Situation auch plausibel, dass Schichtwasser ganz oder teilweise über singuläre Punkte (z. B. Dolinen) oder Spalten mit ausgeprägter vertikaler Wasserdurchlässigkeit abwärts strebt und dadurch Senken bzw. Unstetigkeiten im Schichtwasserkörper hervorgerufen werden. Für eventuelle tektonische Störungen mit Schichtendislokation gibt es aufgrund der Bohrergebnisse dagegen keinen eindeutigen Beleg.

Der kleinste bisher gemessene Grundwasser-Flurabstand beträgt 2,45 m (BK 7/16 im entspannten Zustand), gefolgt von 2,71 m (BK 4/16 am noch nicht fertiggestellten Bohrloch). Bei erdbautechnischen Eingriffen ist somit grundsätzlich auch bereits deutlich oberhalb der *Albertibank* und der *Hauptsandsteinschichten* mit dem Antreffen von Schichtwasser zu rechnen.

Spülwasserverluste beim Niederbringen der Erkundungsbohrungen

Bei der Herstellung der Erkundungsbohrungen BK 4/16, BK 5/16, BK 6/16 und BK 7/16 wurde ausschließlich mit Luftspülung gebohrt und kein Bohrspülwasser eingesetzt. Insofern sind beim Bohren dieser vier Bohrungen auch keine Spülwasserverluste aufgetreten. Wäre Bohrspülwasser eingesetzt worden, so wären mit sehr hoher Wahrscheinlichkeit Spülwasserverluste spätestens mit Eintritt des Bohrwerkzeuges in die Schichten der *Rottweil-Formation* aufgetreten.

8. Baugrunderkundung durch Kernbohrungen

Zur Erkundung des Baugrundes im Zusammenhang mit der geplanten Baumaßnahme wurden im Jahre 2016 auf den Flurstücken und insgesamt vier Kernbohrungen mit einem Kerngewinn von dreimal jeweils 30,0 m und einmal 30,4 m, zusammen 120,4 lfdm. Bohrstrecke, niedergebracht. Mit den Erkundungsbohrarbeiten war die *drillexpert GmbH, Teningen-Nimburg*, beauftragt. Die Bohrarbeiten fanden in der Zeit vom 25.05.-06.06.2016 statt. Hierbei wurde ein Bohrgerät des Fabrikats *Tyroller*, Typ *TSDM A-26*, auf Fahrgestell MAN 10.163 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 5 des vorliegenden Berichtes.

Tabelle 1: Übersicht über die Aufschlussbohrungen mit Kerngewinn des Jahres 2016

(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 <i>OK Rottweil- Formation</i>		9
							(m)	(mNN)	
BK 4/16	31.05.-01.06.2016	34 71 288,3	53 38 400,1	629,48	30,0	599,48	13,10	616,4	
BK 5/16	30.-31.05.2016	34 71 461,2	53 38 417,1	629,23	30,0	599,23	9,85	619,4	
BK 6/16	25.-26.05.2016	34 71 614,7	53 38 463,3	623,86	30,4	593,46	8,85	615,0	
BK 7/16	02.-03.06.2016	34 71 836,7	53 38 482,4	622,82	30,0	592,82	15,35	607,5	

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

9. Boden- und felsmechanische Laboruntersuchungen

In Ergänzung zu den von uns 2015 durchgeführten und in der Homogenbereiche und berichteten boden- und felsmechanischen Laborversuchen wurden an Proben aus dem Bohrgut der Bohrungen BK 4/16 bis BK 7/16 schwerpunktmäßig Festigkeitsuntersuchungen durchgeführt.

Die Einzelergebnisse sind auf Anlage 6 des vorliegenden Gutachtens dargestellt.

Einaxiale Druckfestigkeiten und Feuchtrohdichten dolomitischer Felsbänke

Lettenkeuper-Formation

Die von uns untersuchten Dolomitgesteinsproben aus den *Basisdolomiten* des *Lettenkeupers* wiesen Feuchtrohdichten zwischen 2,541 Mg/m³ und 2,597 Mg/m³ auf. Die einaxialen Druckfestigkeiten lagen bei Zylinderdruckversuchen zwischen 22,8 MPa und 52,0 MPa.

Rottweil-Formation

Die Feuchtrohdichte der Dolomitgesteine der *Rottweil-Formation* variierte bei den von uns untersuchten Proben in der Regel zwischen 2,285 Mg/m³ und 2,643 Mg/m³. Der Spitzenwert lag bei 2,646 Mg/m³.

Die einaxiale Druckfestigkeit im Zylinderdruckversuch streute zwischen Werten von 11,8 MPa und 56,7 MPa (arithmetischer Mittelwert: 28,9 MPa).

Meissner Formation

Die Feuchtrohdichte der dolomitisierten Kalkgesteine der *Meissner Formation* variierte bei den von uns untersuchten Proben zwischen 2,306 Mg/m³ und 2,547 Mg/m³. Die einaxiale Druckfestigkeit lag im Zylinderdruckversuch zwischen 29,2 MPa und 71,0 MPa.

10. Homogenbereiche und Baugrundbewertung

Hinsichtlich der Abgrenzung der Homogenbereiche und der geotechnischen Kennwerte wird grundsätzlich auf [M7, Abschnitt 10] verwiesen.

Ergänzungen:

Die in BK 7/16 angetroffenen Schichten, die dem *Oberen Lettenkeuper* zugeordnet wurden, entsprechen oberhalb von 2,45 m Tiefe unter GOK dem Homogenbereich A. Unterhalb von 2,45 m Tiefe unter GOK entsprechen die Schichten hinsichtlich ihrer Bodenkennwerte den *Sandigen Pflanzenschiefern* und können dem Homogenbereich B zugeordnet werden.

Der Homogenbereich A nach [M7, Tabellen 5 und 6] und die dazu angegebenen orientierenden Rechenwerte gelten auch für Verwitterungslehme, die eine mindestens steife Konsistenz aufweisen. In den Kernbohrungen BK 4/16 bis BK 7/16 wurden in unterschiedlichem Umfang jedoch auch Böden von lediglich weicher bzw. weicher-steifer Zustandsform angetroffen. Für die lehmigen Zonen mit weichen Konsistenzen erscheint die Einführung eines Sub-Homogenbereich A1 zweckmäßig, da es infolge des teilweise relativ geringen Grundwasser-Flurabstandes davon auszugehen ist, dass weiche Böden in der Fläche vergleichsweise weit verbreitet sind.

Tabelle 2: Orientierende Rechenwerte im Grenzzustand der Tragfähigkeit (ULS) für Scherparameter, Wichten, Steifemoduln, Querdehnzahlen sowie Angabe der Frostklassen für den Sub-Homogenbereich A1 (ergänzend zu [M7, Tabelle 6])
(bei Anwendung des Teilsicherheitskonzepts als charakteristische Werte zu verwenden)

Sub-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 (*)
A1	Lehme, überwiegend feinsandig U, t, meist fs, weich bzw. weich-steif	22,5	0	19/9	0,1**)	0,3	F3

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.

11. Bautechnische Empfehlungen

11.1 Gründungsmöglichkeiten

Eine konkrete Gründungsplanung kann erst erfolgen, wenn die favorisierten Bauwerksentwürfe vorliegen. Grundsätzlich sollten die Gründungslasten der Bebauung in nicht aufgelockerten, einheitlich tragfähigen Baugrund eingeleitet werden. Es gelten die in [M7, Abschnitt 11.1] dargestellten Gründungshinweise auch für den Bereich der 2016 untersuchten optionalen Erweiterungsfläche.

Aufgrund der geologischen Randbedingungen werden für Gebäude üblicher Bauart Flachgründungen auf vergleichsweise steifen Fundamentplatten vorgeschlagen, wobei ein Lastabtrag in der Regel ab OK *Albertibank* möglich ist.

Bei Entwürfen, die hochbelastete Einzelstützen erfordern, sind voraussichtlich Gründungspfähle notwendig. Für die 5 m hohe, frei stehende Umfassungswand ist 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 eine Tiefgründung erforderlich.

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.

Bodenverfestigung

Ein Wiedereinbau von *Lettenkeuper* unter Gründungen ist in Verbindung mit einer Verfestigung durch Mischbindemittel mit einem Überschuss an Portlandzement (in HS-Qualität) dann zu erwägen, wenn kohlehaltige Schichten 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.

Bodenaustauschmaßnahmen

Zur Verstetigung 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 Haustechnikgänge 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.

Baugruben die weiche Bodenschichten relevanter Mächtigkeit aufschließen, müssen mit Hilfe eines Verbaus gesichert werden. Der Verbau ist statisch nachzuweisen.

11.3 Wasserhaltungsmaßnahmen während der Bauzeit

Für Wasser aus eventuell angeschnittenen Grundwasserhorizonten 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. Infolge des teilweise nicht sehr tief unter der Geländeoberfläche angetroffenen Grundwasserspiegels ist nicht auszuschließen, dass Baugrubensohlen bei Pumpenausfall einstauen können.

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

Ein erheblicher Teil der oberflächennah anstehenden *Lettenkeuper*-Schichten sind entweder bereits zu Boden mit plastischen Eigenschaften zersetzt oder liegen in einer teilplastischen Zustandsform vor. Die Gesteine der *Lettenkeuper-Formation* und vergleichbare Dolomitgesteine der *Rottweil-Formation* stehen unter dem Untersuchungsgelände in relativ großer Mächtigkeit an. Die im Bohrgut angetroffenen Festgesteine 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. Für den genannten Verwendungszweck sollte eine mindestens steife Konsistenz vorliegen. Durchnässte Tonböden von weicher Konsistenz sind für eine Weiterverwertung auf dem Gelände nicht geeignet.

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.

12. Zusammenfassende Bewertung

Eine Bebauung der optionalen Erweiterungsfläche zwischen der B 27 – Nordumfahrung *Rottweil* und dem *Otto-Gulde-Weg* setzt eine großflächige Abholzung (Waldumwandlung) voraus, mit den Folgen einer verstärkten Erosion und einem langfristig irreversibel absinkenden Grundwasserspiegel. Infolge des absinkenden Grundwasserspiegels können Bauwerkssetzungen eintreten, die zu Bauwerksschäden und zu Sackungen innerhalb des JVA-Geländes führen.

Anhand der Erkundungsbohrungen zeigte sich, dass das Grundwasser teilweise weniger als 2,5 m unter dem Gelände ansteht und örtlich schwach gespannt ist. Die Grundwassersituation ist aber, auch als eine Folge der nach Osten einfallenden gewachsenen Schichten, nicht einheitlich.

Die angesprochenen Nachteile entfallen bei der Bebauung von Flächen (beispielsweise Fl.St. 2634), die bisher nicht bewaldet waren.

Nach den Ergebnissen der geophysikalischen Baugrunderkundung im Jahre 2016 liegt hinsichtlich der Karstrisiken auf dem überwiegenden Teil der optionalen Erweiterungsfläche südlich des *Otto-Gulde-Weges* nur ein geringes bis mäßig erhöhtes Karstrisiko vor.

Ein hohes latentes Karstrisiko bzw. konkret nachgewiesene größere Karsthohlraumformen liegen innerhalb der optionalen Erweiterungsfläche im Wesentlichen in sechs lokal eingrenzenden Zonen (A bis F) vor. Diese Zonen sollten bei einer eventuellen Bebauung gemieden werden.

Durch geomagnetische Messungen wurden im Oktober 2016 die in Teilen der optionalen Erweiterungsfläche bekannten archäologischen Strukturen, bei denen es sich um Kulturdenkmäler gem. § 2 DSchG, handelt, näher untersucht. Vom Landesamt für Denkmalpflege wurde vorläufig nicht ausgeschlossen, dass die archäologischen Strukturen über die derzeit kartierten Grenzen hinaus reichen. Die Aufwendungen zur Sicherung der Kulturdenkmäler sind zu berücksichtigen.

Geotechnische bzw. gründungstechnische Aspekte werden von diesem Sachverhalt voraussichtlich nur in untergeordnetem Maße tangiert, sofern das archäologische Bodeninventar im Bedarfsfall zuvor durch Rettungsgrabungen geborgen wird.



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.

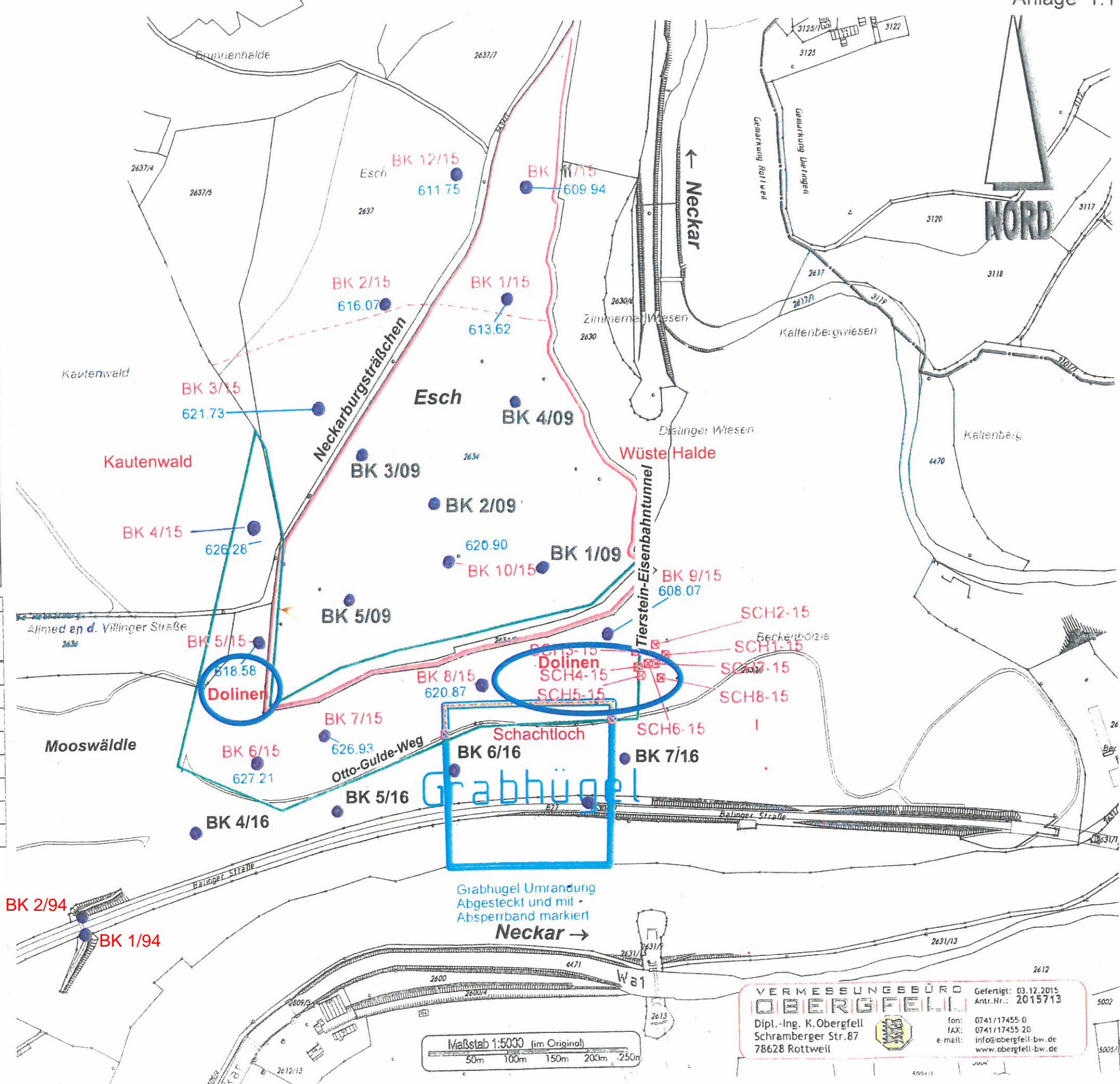
Zur weiteren Fachdiskussion, die auch die Planung von Geländeanpassungen durch Erdabtrag und -auftrag, die Eignungsbeurteilung zur Disposition stehender Mineralstoffe, die geotechnische Planung von Dränagemaßnahmen und die Auslegung von Verkehrsflächen mit einschließt, stehen wir gerne zur Verfügung.

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)	Bohrlochtiefstes (mNN)
BK 1/15	34 71 696,5	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
BK10/15	34 71 616,8	53 38 728,4	620,90	30,0	590,90
BK11/15	34 71 721,9	53 39 193,1	609,94	30,0	579,94
BK12/15	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
BK 4/16	34 71 288,3	53 38 400,1	629,5	30,0	599,5
BK 5/16	34 71 461,2	53 38 417,1	629,3	30,0	599,3
BK 6/16	34 71 614,7	53 38 463,5	623,9	30,0	593,9
BK 7/16	34 71 836,7	53 38 482,4	622,8	30,0	592,9

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



BK 2/94
BK 1/94

Grabhügel Umrandung
Abgesteckt und mit
Absperrband markiert
Neckar →

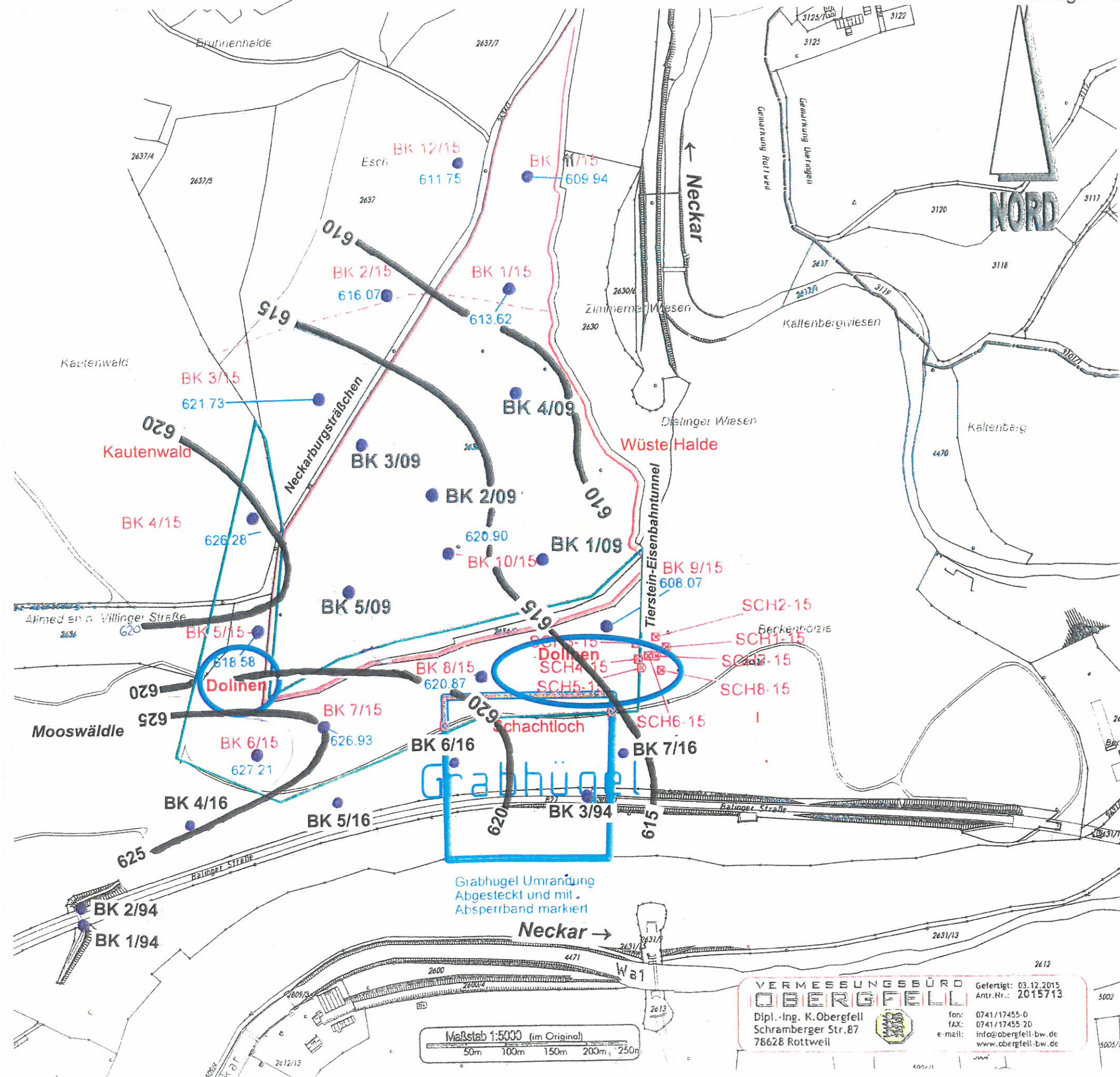
Maßstab 1:5000 (im Original)
50m 100m 150m 200m 250m

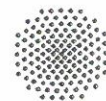
VERMESSUNGSBÜRO
OBERGFFELL
Dipl.-Ing. K.Obergfell
Schramberger Str.87
78628 Rottweil
Gefertigt: 03.12.2015
Antr.-Nr.: 2015713
fon: 0741/17455-0
fax: 0741/17455-20
e-mail: info@obergffell-bw.de
www.obergffell-bw.de

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 71 696,5	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
BK10/15	34 71 616,8	53 38 728,4	620,90	30,0	590,90
BK11/15	34 71 721,9	53 39 193,1	609,94	30,0	579,94
BK12/15	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
BK 4/16	34 71 288,3	53 38 400,1	629,5	30,0	599,5
BK 5/16	34 71 461,2	53 38 417,1	629,3	30,0	599,3
BK 6/16	34 71 614,7	53 38 463,5	623,9	30,0	593,9
BK 7/16	34 71 836,7	53 38 482,4	622,8	30,0	592,9

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

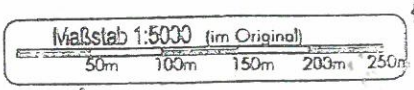
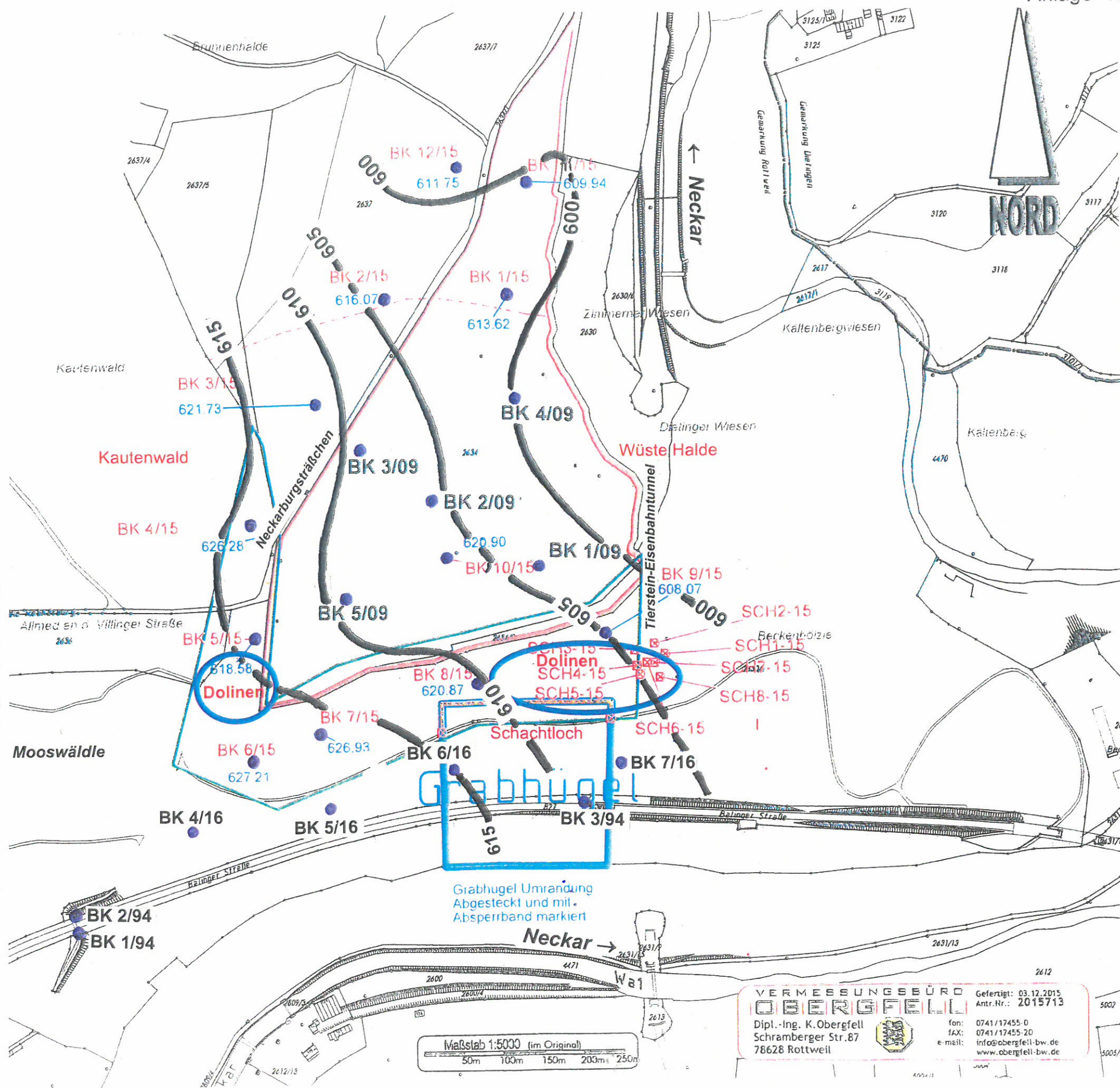




Höhenlinienverlauf der Schichtgrenze Lettenkeuper-Formation – Rottweil-Formation

1	2	3	4	5	6
Bohrung	Rechtswert	Hochwert	GOK (A.P.) (mNN)	Bohrtiefe (m)	Bohrlochtiefstes (mNN)
BK 1/15	34 71 696,5	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
BK10/15	34 71 616,8	53 38 728,4	620,90	30,0	590,90
BK11/15	34 71 721,9	53 39 193,1	609,94	30,0	579,94
BK12/15	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
BK 4/16	34 71 288,3	53 38 400,1	629,5	30,0	599,5
BK 5/16	34 71 461,2	53 38 417,1	629,3	30,0	599,3
BK 6/16	34 71 614,7	53 38 463,5	623,9	30,0	593,9
BK 7/16	34 71 836,7	53 38 482,4	622,8	30,0	592,9

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. Oberfell
Schramberger Str. 87
78628 Rottweil

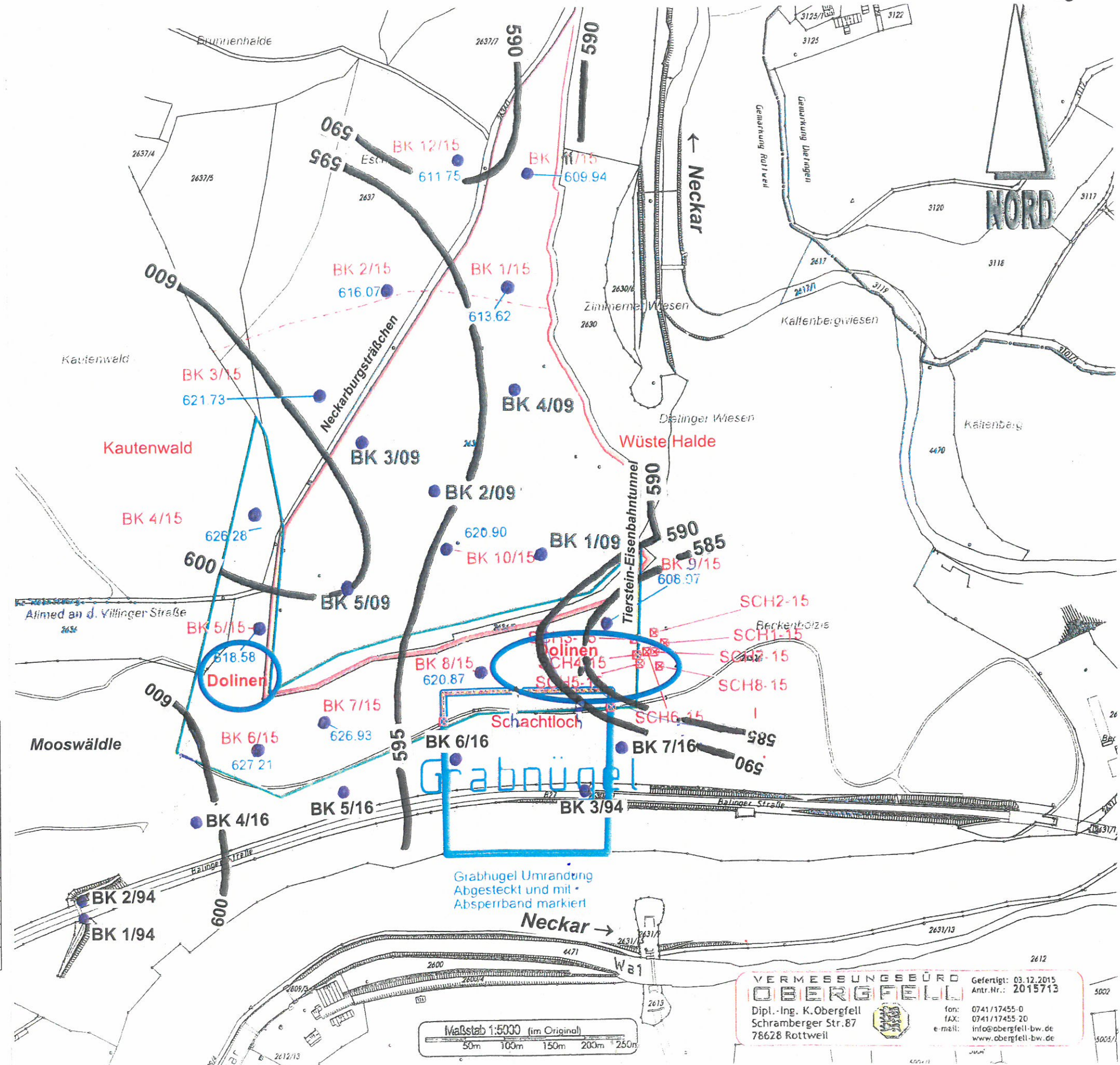
Gefertigt: 03.12.2015
Antr.Nr.: 2015713

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)	Bohrloch-tiefstes (mNN)
BK 1/15	34 71 696,5	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
BK10/15	34 71 616,8	53 38 728,4	620,90	30,0	590,90
BK11/15	34 71 721,9	53 39 193,1	609,94	30,0	579,94
BK12/15	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
BK 4/16	34 71 288,3	53 38 400,1	629,5	30,0	599,5
BK 5/16	34 71 461,2	53 38 417,1	629,3	30,0	599,3
BK 6/16	34 71 614,7	53 38 463,5	623,9	30,0	593,9
BK 7/16	34 71 836,7	53 38 482,4	622,8	30,0	592,9

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



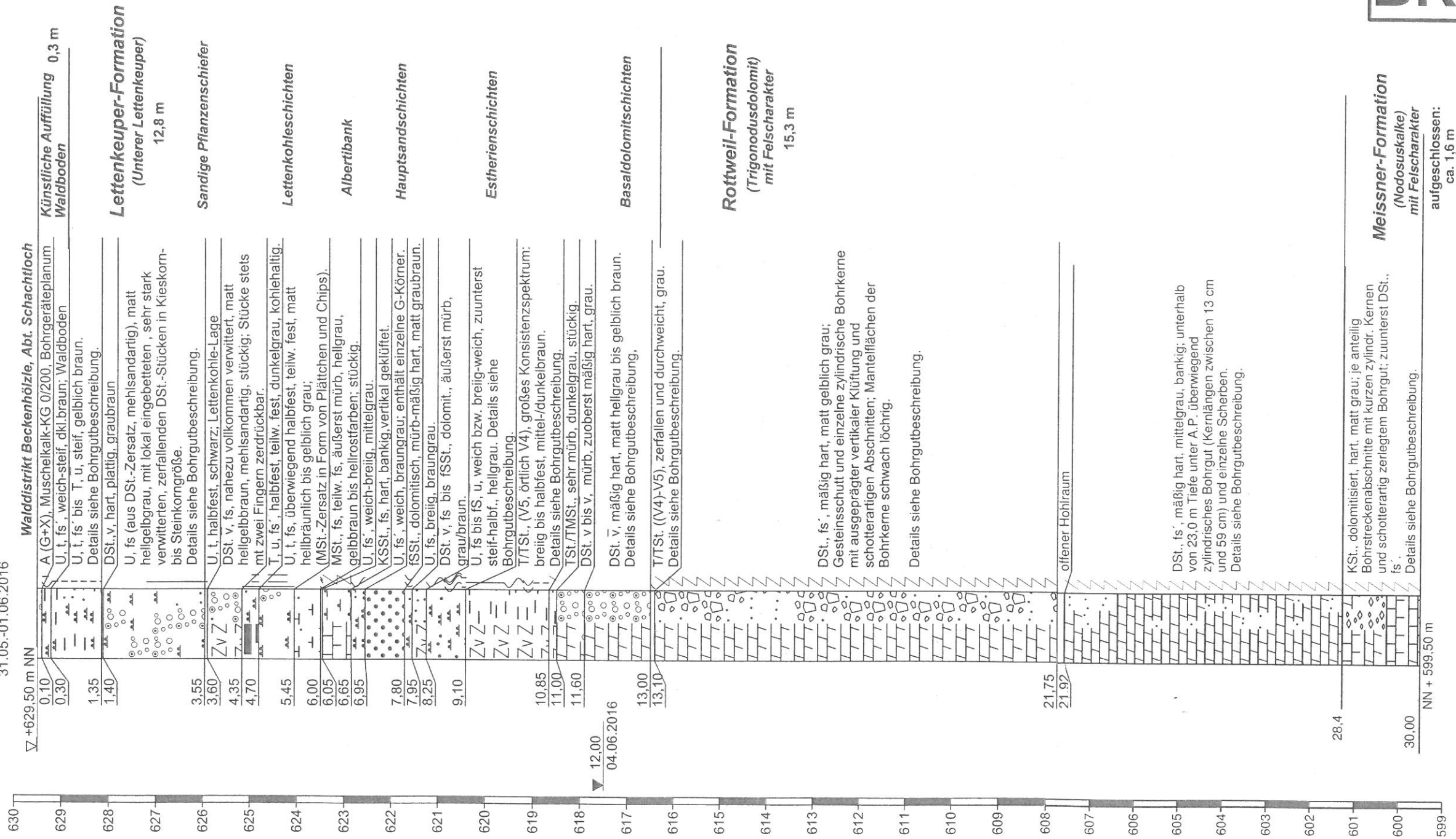
VERMESSUNGSBÜRO
OBERGFELL
Dipl.-Ing. K. Obergfell
Schramberger Str. 87
78628 Rottweil

Gefertigt: 03.12.2015
Antr.-Nr.: 2015713

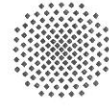
fon: 0741/17455-0
fax: 0741/17455-20
e-mail: info@obergfell-bw.de
www.obergfell-bw.de

BK 4/16 Profilschnitt oberhalb 21,75 m Tiefe unter A.P.

31.05.-01.06.2016



BK 4/16



**Bohrgutbeschreibung****Bohrpunkt BK 4/16**

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

Bohransatzpunkt im Wald: R: 34 71 288,3 H: 53 38 400,1; 629,48 mNN; Bohrtiefe: 30,0 m.

Ausführendes Bohrunternehmen: *drillexpert GmbH, Teningen-Nimburg*, mit Bohrgerät *Tyroller TSDM A-26* auf LKW-Fahrgestell MAN 10.163, Ausführungszeitraum: 31.05./01.06.2016.

Die Bohrung durchteufte unter einem 0,1 m starken, mit *Muschelkalk*-Korngemisch befestigten Bohrgeräteplanum bis in 0,3 m Tiefe unter A.P. dkl.braunen, organstoffhaltigen Waldboden. Darunter folgten bis in 1,35 m Tiefe unter A.P. steifer Verwitterungslehm des *Unteren Lettenkeupers* und bis in 4,35 m Tiefe unter A.P. feinsandige Verwitterungsprodukte dolomitischer Gesteine der *Sandigen Pflanzenschiefer*, die in 3,5 m - 3,6 m Tiefe unter A.P. tief schwarze, kohlige Einschlüsse aufwiesen. Der Übergang zu den teilweise bindig zersetzten und teils mergelig entwickelten Gesteinsserien der *Lettenkohle-Gruppe* in 4,35 m Tiefe unter A.P. war an einem höheren Organgehalt (Dunkelgraufärbung) ableitbar. Unter diesen Gesteinen folgten im Tiefenband zwischen 6,05 m und 6,65 m unter A.P. kalksandige Gesteinsserien der *Albertibank-Gruppe*, die bis in 9,1 m Tiefe unter A.P. von teilweise dolomitischen Sandsteinserien und Verwitterungsschichten des *Hauptsandsteins* unterlagert wurden. Zwischen 9,1 m und 11,6 m Tiefe unter A.P. wurden die *Estheriensichten* durchteuft. Darunter folgten bis in 13,1 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 616,4 mNN angetroffen. Das Bohrgut aus den Gesteinsserien der *Rottweil-Formation* ließ eine Abfolge intensiv steil bis vertikal geklüfteten, abschnittsweise scherbilig zerlegten Gesteinsbänken mit Felscharakter erkennen. Risse und Klüfte waren häufig durch *Calcitkristalle* verheilt. Häufig lag das Bohrgut in Form von Gesteinsscherben, schotterartigen Fragmenten, Brocken und Kernscheiben bzw. Bruchstücken von kurzen Bohrkernen vor. In 21,75 m -21,92 m Tiefe wurde ein offener Hohlraum durchteuft.

Nach Deutung des Bohrgutes wurde die Schichtgrenze zur den Gesteinsserien der *Meissner-Formation* in einer Tiefe 29,5 m unter A.P. erbohrt. Zwischen 29,5 m und 30,0 m Tiefe unter A.P. wurde dolomitisiertes Kalkgestein in Form kurzer zylindrischer, teilweise vertikal gespaltener Kerne gewonnen.

Der Bohrlochwasserstand (Ruhewasserstand) lag am 04.06.2016 in ca. 12,0 m Tiefe unter A.P..

Die Bohrung wurde nicht zur Messstelle ausgebaut.

Tiefe [m]	Tiefenband [m]	Höhe (mNN)	Bohrgutbeschreibung
0,0	0,0-0,1 (0,1)	ca. 629,5	<u>Künstliche Auffüllung</u> (erschlossene Mächtigkeit: 0,1 m) A (G+X), Muschelkalk-KG 0/200 (Bohrgeräteplanum)
0,1	0,1-0,3 (0,2)	629,4	<u>Quartäre Deckschicht</u> (erschlossene Mächtigkeit: 0,2 m) U, t, fs', weich-steif, dunkelbraun, organstoffhaltig, enthält dünne Wurzeln und Holzreste
0,3	0,3-1,35 (0,95)	629,2	<u>Lettenkeuper-Formation (Erfurt-Formation)</u> (erschlossene Mächtigkeit: 12,8 m) Sandige Pflanzenschiefer – (ku 1-As) Verwitterungslehm V5 oberh.: 1,0 m Tiefe unt. A.P.: U, t, fs', steif, matt gelblich graubrn.; in 0,6 m - 0,7 m Tiefe unt. A.P.: w = 0,2283; unterh.: 1,0 m Tiefe unt. A.P.: T, u, steif, zäh, gelblich hellbraun mit einzelnen dunkelgrauen Schlieren; <i>Diluviale Neckarkiese</i> konnten im Bohrgut nicht nachweisen werden.
1,35		628,15	



Bohrgutbeschreibung

Bohrpunkt BK 4/16

Flügelscherfestigkeiten (GEONOR H20, Einsatz S)

Tiefe (m)	undrÄnrierte Scherfestigkeit C_u (kPa)	Restscherfestigkeit C_{uR} (kPa)	VerhÄltnis C_u/C_{uR}
0,4	20	4	5,0
0,6	38	10	3,8
0,7	38	6	6,3

Tiefe (m)	undrÄnrierte Scherfestigkeit C_u (kPa)	Restscherfestigkeit C_{uR} (kPa)	VerhÄltnis C_u/C_{uR}
1,05	122	30	4,1
1,2	132	60	2,2
1,3	146	66	2,2

Tiefe [m]	Tiefenband [m]	Höhe (mNN)	Bohrgutbeschreibung								
1,35	1,35-1,4 (0,05)	628,15	DSt.v, hart, plattig, graubraun, verlehmt.								
1,4	1,4-3,55 (2,15)	628,1	<p>U, fs (aus DSt.-Zersatz, mehlsandig), matt hellgelbgrau, „halbfest“ (ohne ausgeprÄgte plastische Zustandsmerkmale); mit lokal eingebetteten, sehr stark verwitterten, zerfallenden DSt.- St¼cken in Kieskorn- bis SteinkorngröÙe, ÄuÙerst m¼rb und zÄh, mit den Fingern plastisch umformbar, feucht, aufweichend; Residualschichtung erkennbar;</p> <p>in 2,8 m - 2,9 m Tiefe unt. A.P.: $w = 0,1818$;</p> <p>in 3,0 m - 3,3 m Tiefe unter A.P.: brockig</p> <p>in 3,3 m - 3,55 m Tiefe unter A.P.: st¼ckig</p> <p>Einzelwert der Fl¼gelscherfestigkeit (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>3,0</td> <td>30</td> <td>10</td> <td>3,0</td> </tr> </tbody> </table>	Tiefe (m)	undrÄnrierte Scherfestigkeit C_u (kPa)	Restscherfestigkeit C_{uR} (kPa)	VerhÄltnis C_u/C_{uR}	3,0	30	10	3,0
Tiefe (m)	undrÄnrierte Scherfestigkeit C_u (kPa)	Restscherfestigkeit C_{uR} (kPa)	VerhÄltnis C_u/C_{uR}								
3,0	30	10	3,0								
3,55	3,55-3,6 (0,05)	625,95	In anderen Abschnitten war keine Fl¼gelsondierung ausf¼hrbar.								
3,6	3,6-4,35 (0,75)	625,9	U, t, halbfest, schwarz, d¼nnlagige <i>Lettenkohle</i> -Einschl¼sse.								
4,35		625,15	DSt. \bar{v} , fs (mehlsandig), nahezu vollkommen verwittert, matt hellgelbbraun, st¼ckig; St¼cke stets mit zwei Fingern zerdr¼ckbar.								



Bohrgutbeschreibung

Bohrpunkt BK 4/16

Tiefe [m]	Tiefenband [m]	Höhe (mNN)	Bohrgutbeschreibung
4,35		625,15	
	4,35-6,05 (1,7)		<p>Gesteine der Lettenkohle-Gruppe – (ku 1- Ask)</p> <p>4,35 m - 4,55 m: T, u, fs', halbfest, blass dunkelgrau bis tief schwarz, kohlehaltig, stückig, residual-schichtig.</p> <p>4,55 m - 4,7 m: T, u, fs', halbfest-fest, dunkelgrau und hellbrn., schichtig.</p> <p>4,7 m - 5,45 m: U, t, fs, überwiegend halbfest, teilweise fest, (MSt.-Zersatz in Form von Plättchen und Chips) matt hellbräunlich bis gelblich grau, teilw. mit dunkelgrauen Anteilen (ohne plastische Zustandsmerkmale).</p> <p>5,45 m - 5,7 m: MSt., fs (V4), äußerst mürb, hellgrau, stückig; Stücke von Hand brechbar; meist auch mit den Fingern zerdrückbar.</p> <p>5,7 m - 6,0 m: MSt., fs - fs̄ (V4), äußerst mürb, gelbbraun bis hellrostfarben; Chips und mechanisch leicht brechbare Stücke.</p> <p>6,0 m - 6,05 m: U, fs', weich-breigi, mittelgrau, stark durchweicht.</p>

Flügelscherfestigkeiten (GEONOR H20, Einsatz S)

Tiefe (m)	undrännierte Scherfestigkeit c_u (kPa)	Restscherfestigkeit c_{uR} (kPa)	Verhältnis c_u/c_{uR}
4,6	212	106	2,0
5,95	100	---	---

6,05		623,45	
	6,05-6,65 (0,6)		<p>Gesteinsschicht in der „Alberti-Bank“- Region - (ku 1 AB)</p> <p>KSSst., fs, hart, bankig; Fragmente kurzer Bohrkern, in 6,4 m - 6,5 m Tiefe unter A.P.: zylindrisch; in den anderen Tiefenzonen brockig, unregelmäßig gebrochen, vertikal geklüftet</p> <p>In 6,2 m Tiefe unter A.P. Umstellung des Bohrverfahrens von Rammkernbohren zu Rotationskernbohren mit Luftspülung.</p>
6,65		622,85	



Bohrgutbeschreibung

Bohrpunkt BK 4/16

Tiefe [m]	Tiefenband [m]	Höhe (mNN)	Bohrgutbeschreibung																												
6,65	6,65-9,1 (2,45)	622,85	<p>Schichten in der Region des Hauptsandsteins – (ku 1 sH)</p> <p>6,65 m - 6,95 m: U, fs', weich, braungrau, in Form kleiner Klumpen; darin einzelne mürbe KSSSt.-Bröckel in mG- bis fG-Korngröße enthalten.</p> <p>6,95 m - 7,0 m: fSSt., dolomitisch, mürb-mäßig hart, hellrostbraun / matt gelblich grau; Kernscheibe.</p> <p>7,0 m - 7,8 m: fSSt., dolomitisch, mürb-mäßig hart, matt grau-braun und rostfarben; ausschließlich grobstückige Fragmente / Scherben / kurze zylindr. Kerne bis 10 cm Länge.</p> <p>7,8 m - 7,95 m: U, fs, (dolomitisches Ausgangsgestein), breiig, braungrau, (vermuteter GW-Horizont). in 7,8 m - 7,9 m Tiefe unt. A.P.: $w = 0,2594$;</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>7,9</td> <td>14</td> <td>2</td> <td>7,0</td> </tr> </tbody> </table> <p>7,95 m - 8,0 m: DSt. \bar{v}, fs, äußerst mürb, braungrau, Kernscheibe.</p> <p>8,0 m - 8,25 m: DSt., \bar{fs} bis fSSt., dolomitisch, äußerst mürb, matt hellgrau bis matt braun, zerfallende Kernscheiben, von Hand brechbar, nicht plastisch.</p> <p>8,25 m - 8,65 m: U, \bar{fs} bis fS, \bar{u}, weich, hellgrau, plastisch, durchweicht.</p> <p>8,65 m - 9,0 m: U, fs, (sandig-dolomitisches Ausgangsgestein), breiig-(weich), intensiv orangebraun, stark durchweicht, offenes Wasser in Kernkiste; Matrix enthält wenige DSt.-Reliktstücke von sehr mürber Beschaffenheit.</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>8,5</td> <td>8</td> <td>---</td> <td>---</td> </tr> <tr> <td>8,7</td> <td>12</td> <td>< 2</td> <td>>6</td> </tr> <tr> <td>8,8</td> <td>12</td> <td>< 2</td> <td>>6</td> </tr> <tr> <td>8,9</td> <td>6</td> <td>< 2</td> <td>>6</td> </tr> </tbody> </table>	Tiefe (m)	undrännierte Scherfestigkeit c_u (kPa)	Restscherfestigkeit c_{uR} (kPa)	Verhältnis c_u/c_{uR}	7,9	14	2	7,0	Tiefe (m)	undrännierte Scherfestigkeit c_u (kPa)	Restscherfestigkeit c_{uR} (kPa)	Verhältnis c_u/c_{uR}	8,5	8	---	---	8,7	12	< 2	>6	8,8	12	< 2	>6	8,9	6	< 2	>6
Tiefe (m)	undrännierte Scherfestigkeit c_u (kPa)	Restscherfestigkeit c_{uR} (kPa)	Verhältnis c_u/c_{uR}																												
7,9	14	2	7,0																												
Tiefe (m)	undrännierte Scherfestigkeit c_u (kPa)	Restscherfestigkeit c_{uR} (kPa)	Verhältnis c_u/c_{uR}																												
8,5	8	---	---																												
8,7	12	< 2	>6																												
8,8	12	< 2	>6																												
8,9	6	< 2	>6																												



Bohrgutbeschreibung

Bohrpunkt BK 4/16

Tiefe [m]	Tiefenband [m]	Höhe (mNN)	Bohrgutbeschreibung
9,0		620,5	9,0 m - 9,1 m: U, fs, (sandig-dolomitisches Ausgangsgestein DSt. \bar{v} , fs (V4-V5)), steif-(halbfest), intensiv orangebraun, mehlsandartig zerfallend, überwiegend plastisch.
9,1		620,4	Ton-/Dolomitgestein der Estheriensichten – (ku 1 E) 9,1 m - 10,85 m: T /TSt.(V5, örtlich V4), großes Konsistenzspektrum breiig-weich-steif-halbfest; mittel- / dunkelbraun; TSt.-Anteil mit Reliktschichtung. in 9,1 m - 9,2 m Tiefe unt. A.P.: $w = 0,1626$; in 10,3 m - 10,4 m Tiefe unt. A.P.: $w = 0,2950$.
	9,1-11,6 (2,5)		

Flügscherfestigkeiten (GEONOR H20, Einsatz S)

Tiefe (m)	undrännierte Scherfestigkeit C_u (kPa)	Restscherfestigkeit C_{uR} (kPa)	Verhältnis C_u/C_{uR}
9,15	42	8	5,3
9,25	92	28	3,3
9,35	30	4	7,5
9,60	66	12	5,5

Tiefe (m)	undrännierte Scherfestigkeit C_u (kPa)	Restscherfestigkeit C_{uR} (kPa)	Verhältnis C_u/C_{uR}
10,15	36	8	4,5
10,40	4	---	---
10,50	26	10	2,6
10,70	48	---	---

10,85m - 10,87m: TSt./TMSt.-Platte, sehr mürb, dunkelgrau, ca. 1,5 cm stark.

10,87m - 11,0m: TSt. \bar{v} , sehr mürb, dunkelgrau, stückig.

11,0 m - 11,1m: DSt.v, mäßig hart, grau, zylindr. Bohrkern.

11,1 m - 11,6m: DSt. \bar{v} , mürb, grau, Gesteinsscherben; unterhalb von 11,45 m Tiefe unter A.P. Übergang zu den gelblich graubraunen *Basisdolomiten*.

11,6

617,9

Basaldolomit-Region (Basisschichten - ku 1B)

11,6-13,1 (1,5)

11,6m - 12,2m: DSt. \bar{v} , mäßig hart, matt hellgrau, teilw. gelblich braun bis hellrostfarben bestegt; Bohrgut besteht aus kurzen zylindr. Kernen, die vertikal und diagonal geklüftet sind, sowie aus Scherben und zerbrochenen Kernscheiben.

(12,2)

(617,3)

**Bohrgutbeschreibung****Bohrpunkt BK 4/16**

Tiefe [m]	Tiefen- band [m]	Höhe (mNN)	Bohrgutbeschreibung
(12,2)		(617,3)	<p>12,2m - 13,0m: DSt. \bar{v}, splittartig bis schotterartig zerlegt in Einzelkörner von fG-, mG- und gG-Korngröße; matt hellgrau, teilweise gelblich braun bis hellrostfarben bestegt.</p> <p>13,0m - 13,1m: T/TSt. ((V4)-V5), sehr stark gestört, zerfallen und durchweicht; lokal ist Restschichtung noch erkennbar; bereichsweise weiche Konsistenz; dunkelgrau / gelblich braungrau / hellgrau / gelblich braun.</p> <p>Der Bohrlochwasserstand (Ruhewasserstand) lag am 04.06.2016 in ca. 12,0 m Tiefe unter A.P..</p>
13,1	13,1-ca.28,4 (ca.15,3)	616,4	<p><u>Rottweil-Formation</u> (<i>Trigonodusdolomit</i>) (erschlossene Mächtigkeit: ca. 15,3 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, oft unregelmäßig splittig-bröcklig brechend; mit bevorzugt steil geneigten bis vertikalen Trennflächen in oft engständiger Folge, häufig mit Calcitkristallen verheilt. Das Gestein emittiert an frischen Bruchflächen einen schwefeligen Geruch.</p> <p>Vollzylindrische Kerne mit Längen bis max. 28 cm (26 cm) wurden aus den Tiefenbereichen 23,0 m bis 24,0 m (bzw. 26,0 m bis 27,0 m) unter A.P. gewonnen.</p> <p>13,1 m - 21,75m: DSt., fs', mäßig hart, matt gelblich grau; Gesteinsschutt und einzelne kurze zylindrische Bohrkerne mit ausgeprägter vertikaler Klüftung; Mantelflächen schwach löchrig.</p> <p>21,75m-21,92m: offener Hohlraum.</p> <p>21,92m- 28,4m: DSt., fs', mäßig hart, matt gelblich grau; bankig, zylindr. Bohrkerne mit ausgeprägter vertikaler Klüftung; Mantelflächen schwach löchrig.</p>
28,4		601,1	



Bohrgutbeschreibung

Bohrpunkt BK 4/16

Tiefe [m]	Tiefenband [m]	Höhe (mNN)	Bohrgutbeschreibung
28,4		601,1	
	ca. 28,4-30,0 (ca. 1,6)		<p><u>Meissner-Formation (Nodosuskalk)</u> (erschlossene Mächtigkeit: ca. 1,6 m)</p> <p>28,4 m - 29,0 m: KSt., dolomitisiert, hart, matt grau; vier kurze zylindr. Bohrkern.</p> <p>29,0 m - 29,5 m: KSt., dolomitisiert, hart, matt grau; schotterartig zerlegt.</p> <p>29,5 m - 29,7 m: KSt., dolomitisiert, hart, matt grau; zylindr. Bohrkern.</p> <p>29,7 m - 30,0 m: DSt.,fs', mäßig hart, matt gelblich mittelgrau, vertikal durchgespaltener Bohrkern.</p>
30,0		599,5	Bohrlochendteufe.

Kerngewinn für den Bereich des felsig entwickelten Untergrundes, vorwiegend *Rottweil-Formation*, zuunterst *Meissner-Formation*:

Tiefe (m)	0-6	6-7	7-8	8-9	9-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18
RQD-Index (%)	0	10	0	0	0	29	14	0	0	0	21	10
Gesamtstrecke mit vollzylindr. Kerngewinn (cm)	0	10	0	9	0	29	14	0	8	10	28	19
längster vollzyl. Einzelkern (cm)	0	10	0	9	0	17	14	0	8	6	21	10

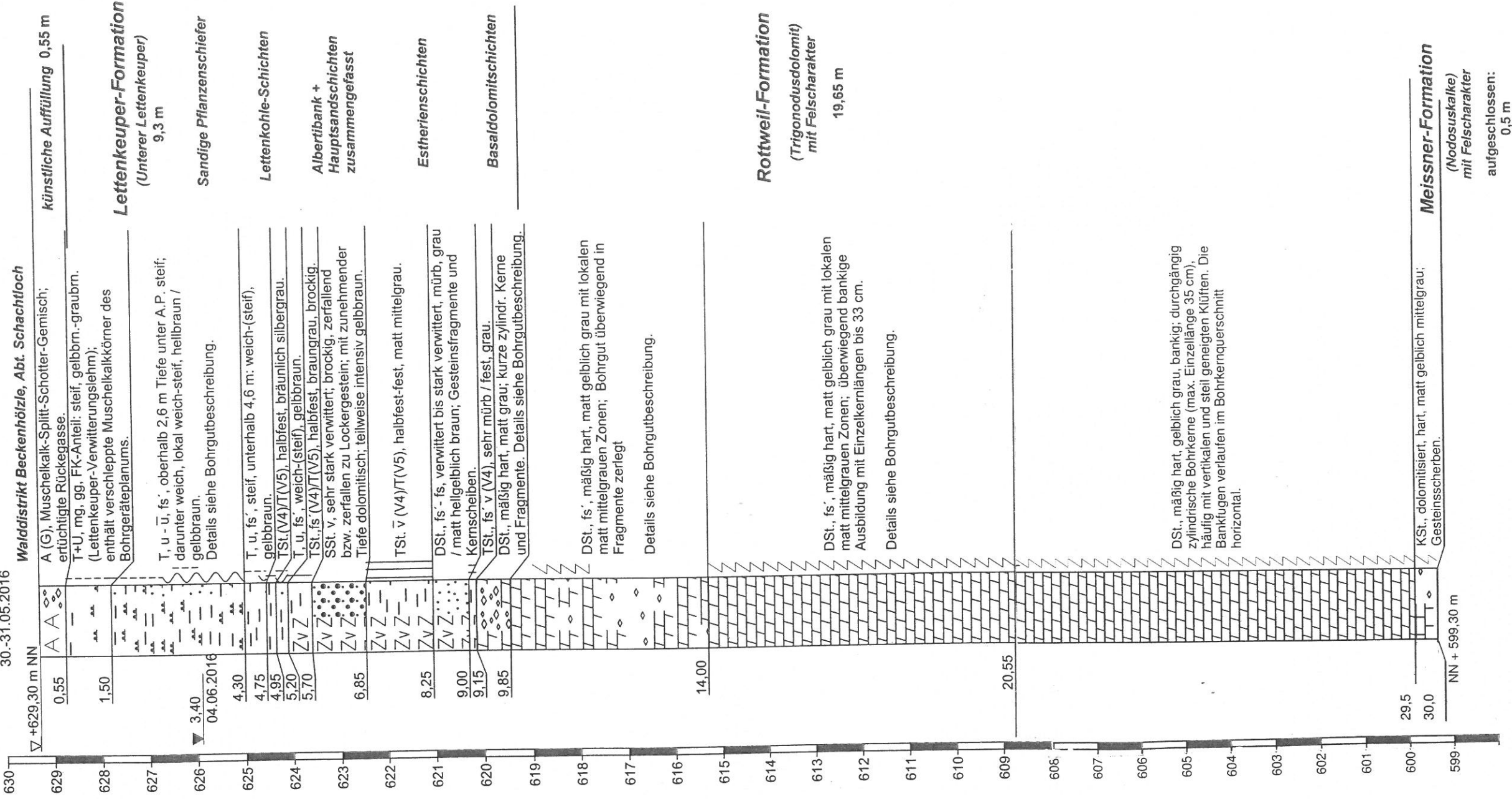
Tiefe (m)	18-19	19-20	20-21	21-22	22-23	23-24	24-25	25-26	26-27	27-28	28-29	29-30
RQD-Index (%)	0	35	12	10	0	61	10	18	10	10	43	10
Gesamtstrecke mit vollzylindr. Kerngewinn (cm)	10	58	29	31	5	61	16	35	19	18	15	10
längster vollzyl. Einzelkern (cm)	8	13	12	18	3	28	5	18	10	10	17	10

Beim Niederbringen der Bohrung BK 4/16 wurden keine Schichtwasserzutritte festgestellt.

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

BK 5/16 Profilabschnitt oberhalb 20,55 m Tiefe unter A.P.

30.-31.05.2016



BK 5/16



Bohrgutbeschreibung

Bohrpunkt BK 5/16

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

Bohransatzpunkt im Wald: R: 34 71 461,2 H: 53 38 417,1; 629,23 mNN; Bohrtiefe: 30,0 m.

Ausführendes Bohrunternehmen: *drillexpert GmbH, Teningen-Nimburg*, mit Bohrgerät *Tyroller TSDM A-26* auf LKW-Fahrgestell MAN 10.163, Ausführungszeitraum: 30./31.05.2016.

Die Bohrung durchteufte bis in 0,55 m Tiefe unter A.P. Muschelkalk-Korngemisch vom Zufahrtsweg zum Bohrpunkt und darunter, bis in 4,75 m Tiefe unter A.P. Verwitterungslehme der *Sandigen Pflanzenschiefer*. Der Übergang zu den tonkörnigen Gesteinsserien der *Lettenkohle-Gruppe* war an einem höheren Organgehalt (Dunkelgraufärbung) ableitbar. Unter diesen folgen im Tiefenband zwischen 5,7 m und 6,85 m Tiefe unter A.P. die Schichten der *Albertibank* und die Schichten des *Hauptsandsteins*. Zwischen 6,85 m und 9,15 m Tiefe unter A.P. wurden die *Estheriensichten* durchteuft. Darunter folgten bis in 9,85 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 619,35 mNN angetroffen. Das Bohrgut aus den Gesteinsserien der *Rottweil-Formation* ließ eine Abfolge intensiv steil bis vertikal geklüfteter, abschnittsweise scherbzig zerlegter Gesteinsbänke mit Felscharakter erkennen. Risse und Klüfte waren häufig durch *Calcitkristalle* verheilt. 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 insbesondere zwischen 23,0 m und 24,0 m Tiefe unter A.P. anzutreffen. Oberhalb und unterhalb davon wurde anteilig auch zu Schutt zerfallenes Bohrgut gewonnen.

Nach Deutung des Bohrgutes wurde die Schichtgrenze zur den Gesteinsserien der *Meissner-Formation* in einer Tiefe 29,5 m unter A.P. erbohrt. Zwischen 29,5 m und 30,0 m Tiefe unter A.P. wurde dolomitisiertes Kalkgestein in Form kurzer zylindrischer Kerne gewonnen.

Der Bohrlochwasserstand (Ruhewasserstand) lag am 04.06.2016 in 3,40 m Tiefe unter A.P..

Die Bohrung wurde nicht zur Messstelle ausgebaut.

Tiefe [m]	Tiefenband [m]	Höhe (mNN)	Bohrgutbeschreibung
0,0	0,0-0,55 (0,55)	ca. 629,2	<p><u>Künstliche Auffüllung</u> (erschlossene Mächtigkeit: 0,55 m)</p> <p>0,0m - 0,55m: A (G), Muschelkalk-Splitt-Schotter-Gemisch (ertüchtigte Rückegasse).</p>
0,55	0,55-9,85 (9,3)	628,65	<p><u>Lettenkeuper-Formation (Erfurt-Formation)</u> (erschlossene Mächtigkeit: 9,3 m)</p> <p>Sandige Pflanzenschiefer – (ku 1-As)</p> <p>0,55m - 1,5m: A (T+U, mg, gg), FK-Anteil: steif; gelbbraun und graubraun; <i>Lettenkeuper</i>-Verwitterungslehm mit verschleppten <i>Muschelkalk</i>-Körnern durchsetzt</p> <p>1,5 m - 2,6 m: T, \bar{u}, fs', steif, hellbraun. in 1,6 m - 1,7 m Tiefe unt. A.P.: w = 0,2024;</p> <p>2,6 m - 4,3 m: T, u, fs', weich, lokal weich-steif, gelbbraun. in 2,7 m - 2,8 m Tiefe unt. A.P.: w = 0,2468; in 3,6 m - 3,7 m Tiefe unt. A.P.: w = 0,2482.</p> <p>Der Bohrlochwasserstand (Ruhewasserstand) lag am 04.06.2016 in 3,40 m Tiefe unter A.P..</p> <p>4,3 m - 4,6 m: T, u, fs', steif, gelbbraun. in 4,4 m - 4,5 m Tiefe unt. A.P.: w = 0,2504.</p> <p>4,6 m - 4,75 m: T, u, fs', weich-(steif), gelbbraun.</p>
(4,75)		(624,45)	



Bohrgutbeschreibung

Bohrpunkt BK 5/16

Flügelscherfestigkeiten (GEONOR H20, Einsatz S)

Tiefe (m)	undrÄnirte Scherfestigkeit c_u (kPa)	Restscherfestigkeit c_{uR} (kPa)	VerhÄltnis c_u/c_{uR}
1,65	120	30	4,0
2,40	76	14	5,4
2,55	60	12	5,0
2,70	10	< 2	> 5,0
2,85	14	< 2	> 7,0
2,95	10	< 2	> 5,0
3,20	14	< 2	> 7,0
3,40	10	< 2	> 5,0

Tiefe (m)	undrÄnirte Scherfestigkeit c_u (kPa)	Restscherfestigkeit c_{uR} (kPa)	VerhÄltnis c_u/c_{uR}
3,60	22	< 2	> 11,0
3,85	18	< 2	> 9,0
3,95	40	< 2	> 20
4,05	2	< 2	> 1,0
4,15	4	< 2	> 2,0
4,40	56	12	4,7
4,65	42	4	10,5
4,80	94	6	15,7

Tiefe [m]	Tiefenband [m]	Höhe (mNN)	Bohrgutbeschreibung
(4,75)		(624,45)	

Gesteine der Lettenkohle-Gruppe – (ku 1- AsK)

4,75 m - 4,95 m: TSt.(V4) / T (V5), halbfest, braunstichig silbergrau; TSt.-Anteil: körnig.
in 4,8 m - 4,9 m Tiefe unt. A.P.: $w = 0,1770$.

4,95 m - 5,2 m: T, u, fs', weich-(steif), gelbbraun.

5,2 m - 5,7 m: TSt./T, fs'(V4/V5), halbfest, braungrau, brockig;
in 5,2 m - 5,3 m Tiefe unt. A.P.: $w = 0,2100$.

Einzelwerte der Flügelscherfestigkeit (GEONOR H20, Einsatz S):

Tiefe (m)	undrÄnirte Scherfestigkeit c_u (kPa)	Restscherfestigkeit c_{uR} (kPa)	VerhÄltnis c_u/c_{uR}
5,1	36	4	9,0
5,25	140	22	6,4

5,7 623,5

5,7-6,85
(1,15)

Sandsteinschichten in der Region von „Alberti-Bank“- (ku 1 AB) und Hauptsandstein – (ku 1 sH)

Zone aus sehr stark verwittertem bis nahezu vollkommen verwittertem, verlehmttem Sandstein.
Der Verwitterungszustand ermöglicht makroskopisch keine differenzierende Ansprache der *Alberti-Bank* (oben) und des *Hauptsandsteins* (unten). Die Schichten werden daher hier zusammengefasst.

SSt. \bar{v} , sehr stark verwittert, gelbli. braungrau; brockig; mit zunehmender Tiefe dolomitisch, überwiegend zu Lockergestein zerfallen, teilweise intensiv gelbbraun.

6,85 622,35

**Bohrgutbeschreibung****Bohrpunkt BK 5/16**

Tiefe [m]	Tiefenband [m]	Höhe (mNN)	Bohrgutbeschreibung
6,85		622,35	
	6,85-9,15 (2,3)		<p>Ton-/Dolomitgestein der Estheriensichten – (ku 1 E)</p> <p>6,85 m - 8,25 m: TSt. \bar{v} (V4)/ T(V5), halb.-fest, matt mittelgrau; in 6,8 m - 6,9 m Tiefe unt. A.P.: w = 0,1862. in 7,9 m - 8,0 m Tiefe unt. A.P.: w = 0,1539.</p> <p>1.Schichtwasserhorizont in 7,3 m Tiefe unter A.P. angebohrt, eingespiegelt bei 6,72 m Tiefe unter A.P..</p> <p>8,25 m - 8,85m: DSt., fs', \bar{v}, mürb, grau; stückig, kieskörnig, auf den unteren 10 cm: mürbe Kernscheiben.</p> <p>In 8,2 m Tiefe unter A.P. Umstellung des Bohrverfahrens von Rammkernbohren zu Rotationskernbohren mit Luftspülung.</p> <p>8,85 m - 9,0m: DSt., fs, v, mürb, matt hellgelblich braun.</p> <p>9,0 m - 9,15m: TSt., fs', \bar{v}, (V4), sehr mürb / fest, grau.</p>
9,15		620,05	
	9,15-9,85 (0,7)		<p>Basaldolomit-Region (Basisschichten - ku 1B)</p> <p>9,15m - 9,65m: DSt., mäßig hart, matt grau; kurze zylindr. Kerne 7 – 15 – 12 – 5 cm lang.</p> <p>9,65m - 9,85 m: DSt., mäßig hart, matt grau; Gesteinsscherben und Kernscheiben.</p>
9,85		619,35	

**Bohrgutbeschreibung****Bohrpunkt BK 5/16**

Tiefe [m]	Tiefenband [m]	Höhe (mNN)	Bohrgutbeschreibung
9,85		619,35	<p>Übergang zum <i>Trigonodusdolomit</i>.</p> <p><u>Rottweil-Formation</u> (<i>Trigonodusdolomit</i>) (erschlossene Mächtigkeit: ca. 19,65 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, oft unregelmäßig splittrig-bröcklig brechend; mit bevorzugt steil geneigten bis vertikalen Trennflächen in oft engständiger Folge, häufig mit Calcitkristallen verheilt. Das Gestein emittiert an frischen Bruchflächen einen schwefligen Geruch.</p> <p>Vollzylindrische Kerne mit Längen von 32 cm (max. 35 cm) wurden aus dem Tiefenbereich unterhalb 14,0 m unter A.P. gewonnen.</p> <p>9,85 m - 10,2 m: DSt., fs', mäßig hart, matt gelblich hellgrau; zylindr. Bohrgut.</p> <p>10,2 m - 13,3 m: DSt., fs', mäßig hart, matt gelblich hellgrau; scherbilig / stückig; mit kurzen zylindr. Abschnitten.</p> <p>2. Schichtwasserhorizont in 13,2 m Tiefe unter A.P. angebohrt, eingespiegelt bei 13,05 m Tiefe unter A.P..</p> <p>13,3 m - 15,75 m: DSt., fs', mäßig hart, matt gelblich mittelgrau, zylindr. Kerne; mit schwach löchrigen Mantelflächen; schwache Calcitkristallbildung.</p> <p>15,75 m - 17,05 m: DSt., fs', mäßig hart, matt gelblich mittelgrau, Gesteinsschutt, teilweise brockig, und einzelne kurze, vertikal gespaltene zylindr. Kerne.</p> <p>17,05 m - 17,5 m: DSt., fs', mäßig hart, matt gelblich mittelgrau, zylindr. Bohrkernabschnitte, teilweise vertikal gespalten.</p> <p>17,5 m - 19,75 m: DSt., fs', mäßig hart, matt gelblich mittelgrau, relativ lange zylindr. Bohrkerne.</p> <p>19,75 m - 20,55 m: DSt., fs', mäßig hart, matt gelblich mittelgrau, grobbröcklig bis stückig.</p> <p>20,55 m - 29,5 m: DSt., fs', mäßig hart, matt gelblich mittelgrau, Bohrstrecke mit mehrfachen Wechseln von zylindrischen Bohrkernen, die teilweise relativ lang sind (bis 35 cm); häufig mit senkrechten Trennflächen, die mit Calcitkristallen verheilt sind und kurzen scherbiligen Abschnitten.</p>
	9,85-ca.29,5 (ca.19,65)		



Bohrgutbeschreibung

Bohrpunkt BK 5/16

Tiefe [m]	Tiefenband [m]	Höhe (mNN)	Bohrgutbeschreibung
29,5		599,7	<p><u>Meissner-Formation (Nodosuskalk)</u> (erschlossene Mächtigkeit: ca. 0,5 m)</p> <p>Nach Deutung des Bohrgutes wurde die Übergangszone zur den Gesteinsserien der <i>Meissner-Formation</i> in einer Tiefe von 29,5 m unter A.P. erbohrt.</p>
	29,5-30,0 (0,5)		KSt.,dolomitisiert, hart, matt gelblich mittelgrau; Gesteinsscherben.
30,0		599,2	Bohrlochendeufe.

Der Bohrloch-Ruhewasserstand lag am 04.06.2016 in 3,40 m unter GOK.

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

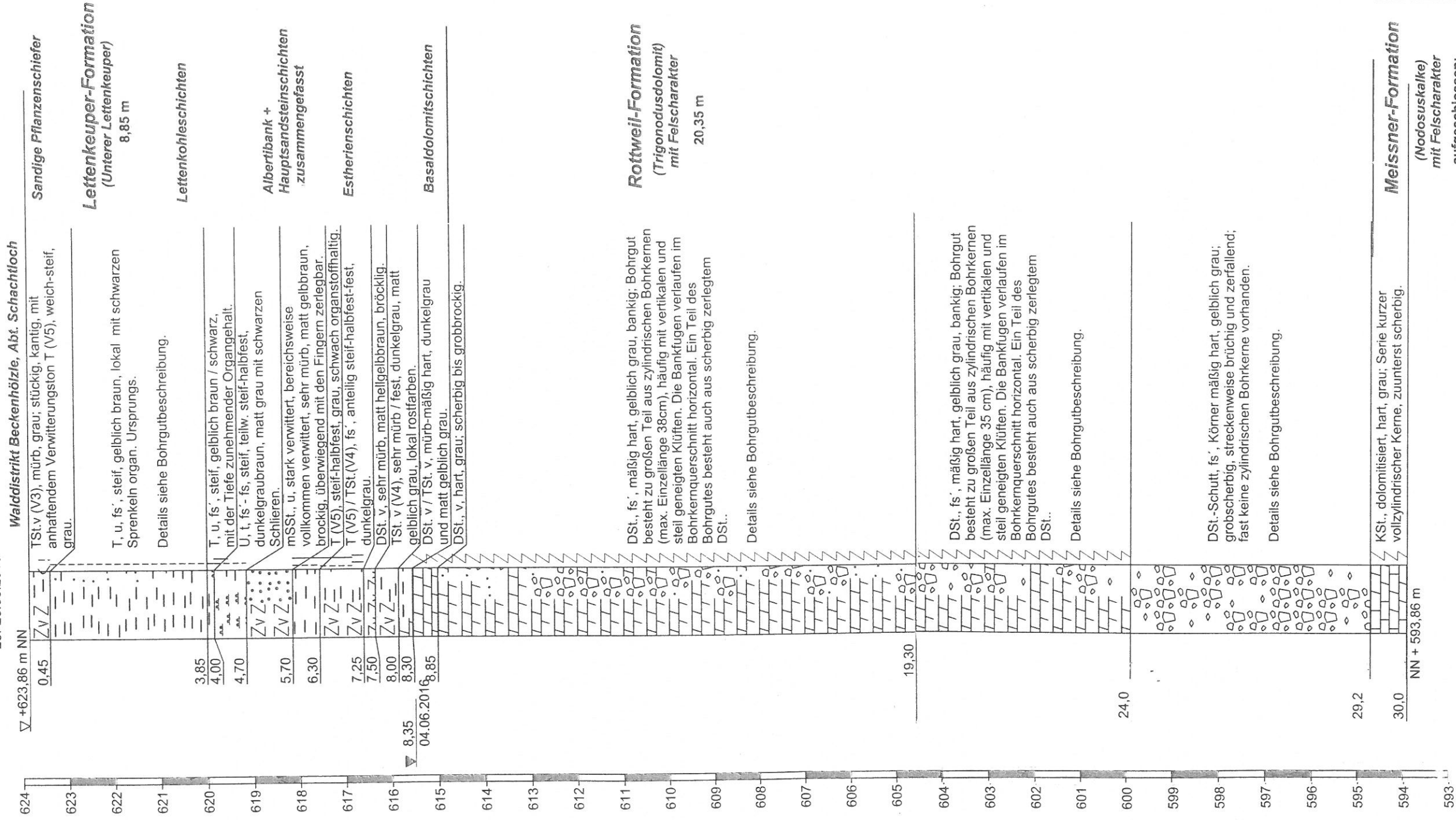
Kerngewinn für den Bereich des felsig entwickelten Untergrundes, vorwiegend *Rottweil-Formation*, zuunterst *Meissner-Formation*:

Tiefe (m)	0-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19
RQD-Index (%)	0	0	26	0	0	0	0	49	53	0	25	74
Gesamtstrecke mit vollzylindr. Kerngewinn (cm)	0	12	34	0	0	0	19	68	58	0	45	74
längster vollzyl. Einzelkern (cm)	0	<10	14	0	0	0	0	32	23	0	25	33

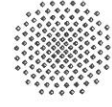
Tiefe (m)	19-20	20-21	21-22	22-23	23-24	24-25	25-26	26-27	27-28	28-29	29-30
RQD-Index (%)	45	40	31	69	15	54	55	72	44	39	32
Gesamtstrecke mit vollzylindr. Kerngewinn (cm)	57	40	31	69	15	54	55	81	52	51	37
längster vollzyl. Einzelkern (cm)	30	30	17	35	29	16	17	34	17	18	12

BK 6/16 Profilabschnitt oberhalb 19,3 m Tiefe unter A.P.

25.-26.05.2016



BK 6/16





Bohrgutbeschreibung

Bohrpunkt BK 6/16

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

Bohransatzpunkt im Wald: R: 34 71 614,7; H: 53 38 463,3; 623,86 mNN; Bohrtiefe: 30,0 m.

Ausführendes Bohrunternehmen: *drillexpert GmbH, Teningen-Nimburg*, mit Bohrgerät *Tyroller TSDM A-26* auf LKW-Fahrgestell MAN 10.163, Ausführungszeitraum: 25.05.-26.05.2016.

Die Bohrung durchteufte bis in 0,45 m Tiefe unter A.P. stückigen, verwitterten Tonstein des *Unteren Lettenkeupers* mit Anhaftungen von *Verwitterungslehm*. Darunter folgten bis in 3,85 m Tiefe unter A.P. plastische, schwach sandige Verwitterungstone der *Sandigen Pflanzenschiefer*, die mit der Tiefe zunehmende Organgehalte zeigten. Der Übergang zu den ebenfalls bindig zersetzten Gesteinsserien der *Lettenkohle-Gruppe* war fließend und nur an einem höheren Organgehalt (Dunkelgraufärbung) ableitbar. Unter diesen folgen im Tiefenband zwischen 4,7 m und 5,7 m Tiefe unter A.P. Schichten stark verwitterten bis nahezu völlig verwitterten, klumpigen, verlehnten Sandsteins. Eine Differenzierung zwischen *Albertibank* und *Hauptsandstein* war dabei makroskopisch nicht möglich. Zwischen 5,7 m und 8,0 m Tiefe unter A.P. wurden die *Estheriensichten* durchteuft. Darunter folgten bis in 8,85 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 615,0 mNN angetroffen. Das Bohrgut aus den Gesteinsserien der *Rottweil-Formation* ließ eine Abfolge intensiv steil bis vertikal geklüfteter, abschnittsweise scherbüchsig zerlegter Gesteinsbänke mit Felscharakter erkennen. Risse und Klüfte waren häufig durch *Calcitkristalle* verheilt. 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 bis in 24,0 m Tiefe unter A.P. anzutreffen. Unterhalb davon wurde fast nur noch zu Schutt zerfallenes Bohrgut gewonnen.

Nach Deutung des Bohrgutes wurde die Übergangszone zu den Gesteinsserien der *Meissner-Formation* in einer Tiefe 29,2 m unter A.P. erbohrt. Zwischen 29,2 m und 30,0 m Tiefe unter A.P. wurde dolomitisiertes Kalkgestein in Form kurzer zylindrischer Kerne gewonnen.

Beim Niederbringen der Bohrung wurden keine Schichtwasserzutritte festgestellt.

Der Bohrlochwasserstand (Ruhewasserstand) lag am 04.06.2016 in 8,35 m Tiefe unter A.P..

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)
0,0	0-0,45 (0,45)	ca. 623,85	Sandige Pflanzenschiefer – (ku 1-As) TSt,v (V3), mürb, grau, stückig, kantig, z. T. plattig, mit anhaftendem Verwitterungston T (V5), weich-steif, grau; in Tonmatrix einzelne körnige TSt.-Partikel eingelagert; <i>Diluviale Neckarkiese</i> konnten im Bohrgut nicht nachweisen werden.
0,45	0,45-3,85 (3,4)	623,4	T, u, fs', steif, gelblich braun, punktuell mit schwarzen Sprengeln organ. Ursprungs, insgesamt plastischer bindiger Boden; in 0,5 m - 0,6 m Tiefe unt. A.P.: w = 0,2155; in 1,0 m - 1,1 m Tiefe unt. A.P.: w = 0,2349; in 1,7 m - 1,8 m Tiefe unt. A.P.: w = 0,2196; in 2,7 m - 2,8 m Tiefe unt. A.P.: w = 0,1841; in 3,75 m - 3,85 m Tiefe unt. A.P.: w = 0,2117;
3,85		620,0	



Bohrgutbeschreibung

Bohrpunkt BK 6/16

Flügelscherfestigkeiten (GEONOR H20, Einsatz S)

Tiefe (m)	undrännierte Scherfestigkeit C_u (kPa)	Restscherfestigkeit C_{uR} (kPa)	Verhältnis C_u/C_{uR}
0,8	52	24	2,17
0,9	96	36	2,67
1,1	88	32	2,75
1,2	100	24	4,17
1,3	52	12	4,33
1,4	124	16	7,75
1,5	168	62	2,71
1,6	160	52	3,08
1,75	44	16	2,75
1,85	160	64	2,50
1,9	148	reißt	---
2,05	224	reißt	---
2,1	160	reißt	---
2,3	120	52	2,31

Tiefe (m)	undrännierte Scherfestigkeit C_u (kPa)	Restscherfestigkeit C_{uR} (kPa)	Verhältnis C_u/C_{uR}
2,4	136	44	3,09
2,5	88	50	1,76
2,6	184	58	3,17
2,7	68	44	1,55
2,8	44	16	2,75
2,95	32	reißt	---
3,05	84	24	3,50
3,15	80	16	5,00
3,3	62	14	4,43
3,4	36	28	1,39
3,6	100	48	2,08
3,7	212	52	4,08
3,8	>260	44	>5,91

Tiefe [m]	Tiefenband [m]	Höhe (mNN)	Bohrgutbeschreibung
3,85		620,0	Fließender Übergang zu den lehmig zersetzten Schichten der <i>Lettenkohle-Gruppe</i> .
	3,85-4,0 (0,15)		Gesteine der Lettenkohle-Gruppe – (ku 1- Ask) Mächtigkeit nur unscharf angebbbar (ca. 0,85 m) T, u, fs', steif, gelblich braun, zunehmend von schwarzen Schlieren durchzogen; insges. Charakter von plastischem bindigem Boden; in 3,85 m - 3,9 m Tiefe unt. A.P.: $w = 0,1859$;
4,0	4,0-4,7 (0,7)	619,85	U, t, fs' - fs, steif, z. T. steif-halbfest, dunkelgraubraun / matt grau, mit zahlreichen schwarzen Schlieren, insbes. unterhalb von 4,3 m Tiefe unt. A.P.; insges. Charakter von plastischem bindigem Boden; in 4,3 m - 4,4 m Tiefe unt. A.P.: $w = 0,1823$;
4,7		619,15	

Flügelscherfestigkeiten (GEONOR H20, Einsatz S)

Tiefe (m)	undrännierte Scherfestigkeit C_u (kPa)	Restscherfestigkeit C_{uR} (kPa)	Verhältnis C_u/C_{uR}
3,95	>260	48	>5,42
4,05	188	60	3,13
4,15	>260	48	>5,42

Tiefe (m)	undrännierte Scherfestigkeit C_u (kPa)	Restscherfestigkeit C_{uR} (kPa)	Verhältnis C_u/C_{uR}
4,3	>260	24	>10,83
4,4	>260	44	>5,91
4,65	reißt	---	---



Bohrgutbeschreibung

Bohrpunkt BK 6/16

Tiefe [m]	Tiefen-band [m]	Höhe (mNN)	Bohrgutbeschreibung
4,7		619,15	Schichtoberkante einer Zone aus sehr stark verwittertem bis nahezu vollkommen verwittertem, verlehmtm Sandstein. Der Verwitterungszustand ermöglicht makroskopisch keine differenzierende Ansprache der <i>Alberti-Bank</i> (oben) und des <i>Hauptsandsteins</i> (unten). Die Schichten werden daher hier zusammengefasst.
	4,7-5,7 (1,0)		<p>Sandsteinschichten in der Region von „Alberti-Bank“- (ku 1 AB) und Hauptsandstein – (ku 1 sH)</p> <p>mSSt. \bar{u}, stark verwittert bis nahezu vollkommen verwittert, sehr mürb, matt gelbbraun, brockig, sehr stark entfestigt, überwiegend mit den Fingern zerlegbar.</p> <p>in 5,5 m - 5,6 m Tiefe unt. A.P.: $w = 0,2078$;</p>
5,7		618,15	<p>Ton-/Dolomitgestein der Estheriensichten – (ku 1 E)</p> <p>5,7 m - 6,3 m: T (V5), steif-halbfest, grau, schwach organstoffhaltig;</p> <p>in 5,9 m - 6,0 m Tiefe unt. A.P.: $w = 0,1725$;</p> <p>in 6,2 m - 6,3 m Tiefe unt. A.P.: $w = 0,1767$;</p>

Flügelscherfestigkeiten (GEONOR H20, Einsatz S)

Tiefe (m)	undrÄnierte Scherfestigkeit C_u (kPa)	Restscherfestigkeit C_{uR} (kPa)	Verhältnis C_u/C_{uR}
5,75	196	18	10,9
5,9	224	24	9,3
5,95	232	16	14,5

Tiefe (m)	undrÄnierte Scherfestigkeit C_u (kPa)	Restscherfestigkeit C_{uR} (kPa)	Verhältnis C_u/C_{uR}
6,1	228	28	8,1
6,2	>260	52	>5,0

			6,3 m - 7,25 m: T (V5) / (TSt.(V4)), fs' , steif-halbfest-fest (je anteilig), dunkelgrau, vereinzelt sind TSt.(V4)-Plättchen enthalten.
			7,25 m - 7,5 m: DSt. \bar{v} , sehr mürb, matt hellgelbbraun, bröcklig, überwiegend mit den Fingern zerlegbar.
			7,5 m - 8,0m: TSt. \bar{v} , (V4), sehr mürb / fest, dunkelgrau und matt gelblich grau, lokal rostfarben.
8,0		615,85	<p>Basaldolomit-Region (Basisschichten - ku 1B)</p> <p>8,0m - 8,3m: DSt. \bar{v} / TSt. \bar{v}, mürb-mÄÄsig hart, dunkelgrau / matt gelbgrau.</p> <p>In 8,2 m Tiefe unter A.P. Umstellung des Bohrverfahrens von Rammkernbohren zu Rotationskernbohren mit LuftspÄlung.</p> <p>8,3 m - 8,85 m: DSt.v, hart, grau; scherbÄg - grobbrockig, unregelmÄÄsig zerbrochen, Fragmente mit bis zu 12 cm EinzellÄnge.</p> <p>Der Bohrlochwasserstand (Ruhewasserstand) lag am 04.06.2016 in 8,35 m Tiefe unter A.P..</p>
8,85	8,0-8,85 (0,85)	615,0	

**Bohrgutbeschreibung****Bohrpunkt BK 6/16**

Tiefe [m]	Tiefen- band [m]	Höhe (mNN)	Bohrgutbeschreibung
8,85		615,0	<p>Übergang zum <i>Trigonodusdolomit</i>.</p> <p><u>Rottweil-Formation</u> (<i>Trigonodusdolomit</i>) (erschlossene Mächtigkeit: ca. 20,35 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, oft unregelmäßig splittrig-bröcklig brechend; mit bevorzugt steil geneigten bis vertikalen Trennflächen in oft engständiger Folge, häufig mit Calcitkristallen verheilt. Das Gestein emittiert an frischen Bruchflächen einen schwefligen Geruch.</p> <p>Vollzylindrische Kerne mit Längen zwischen 26 cm und 37 cm wurden aus dem Tiefenbereich 9,0 m bis 15,0 m unter A.P. gewonnen.</p> <p>8,85 m - 9,0 m: KSt., fs',v, mäßig hart, matt grau; zylindr. Bohrgut.</p> <p>9,0 m - 9,2 m: S, matt dunkelrotbraun; darin kieskorngroße DSt.-Scherben eingebettet.</p> <p>9,2m -14,35m: DSt.,fs', mäßig hart, matt gelblich mittelgrau, überwiegend zylindr. Kerne; unterh. 13,3 m z. T. mit löchrigen Mantelflächen.</p> <p>14,35m - 15,0m: DSt.,fs', mäßig hart, matt gelblich mittelgrau, stark zerschertes Bohrgut (keine zylindr. Kerne), hackiges Bruchbild, z. T. mit löchrigen Mantelflächen.</p> <p>15,0m - 16,0m: DSt.,fs', mäßig hart, matt gelblich mittelgrau, Wechsel von sehr kurzen zylindr. Bohrkernstücken und scherbigen Abschnitten.</p> <p>16,0m - 18,8m: DSt.,fs', mäßig hart, matt gelblich mittelgrau, überwiegend zylindr. Bohrkerne; häufig mit senkrechten Trennflächen, die mit Calcitkristallen verheilt sind</p> <p>18,8m - 19,3m: DSt.,fs', mäßig hart, matt gelblich mittelgrau, brockig bis scherbig, mit relativ starken Calcitkristallkrusten besetzt (vermutlich Hohlräume) und mit fluviatilen Ton, weich, durchsetzt.</p> <p>19,3m - 24,0m: DSt.,fs', mäßig hart, matt gelblich mittelgrau, überwiegend zylindr. Kerne, vertikale Trennflächen dominieren; diese sind großteils durch Calcitkristalle verheilt; Kerne haben stirnseitig oft hackige Bruchflächen.</p>
(24,0)		(599,85)	



Bohrgutbeschreibung

Bohrpunkt BK 6/16

Tiefe [m]	Tiefenband [m]	Höhe (mNN)	Bohrgutbeschreibung
(24,0)		(599,85)	<p>24,0m - 24,2m: DSt.,fs', mäßig hart, matt gelblich mittelgrau, grobscherbig.</p> <p>24,2m - 24,6m: DSt.,fs', brüchig, matt gelblich mittelgrau, Bohrgut tendiert zum Zerfallen; teilweise von Hand zerlegbar.</p> <p>24,6m - 26,35m: DSt.,fs', Grobschutt, matt gelblich mittelgrau bis bräunlich grau, Einzelfragmente mäßig hart.</p> <p>26,35m - 26,9m: DSt.,fs', mäßig hart, matt gelblich mittelgrau bis bräunlich grau; mit schräg zur Bohrachse orientierten Klüften.</p> <p>26,9m - 28,6m: DSt.,fs', Grobschutt (gG, mg, x), matt gelblich mittelgrau bis bräunlich grau; keine zylindr. Kerne.</p> <p>28,6m - 29,2m: DSt.,fs', mit Übergängen zu KSt., dolomitisiert, Grobschutt und kurze Kerne, die mehrheitlich randliche Abplatzungen aufweisen, matt gelblich mittelgrau / grau; vollständige zylindr. Kerne sind nur vereinzelt vorhanden.</p>
29,2		594,65	

Kerngewinn für den Bereich des felsig entwickelten Untergrundes, vorwiegend *Rottweil-Formation*, zuunterst *Meissner-Formation*:

Tiefe (m)	0-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19
RQD-Index (%)	0	16	50	51	67	66	56	27	13	69	34	13
Gesamtstrecke mit vollzylindr. Kerngewinn (cm)	0	16	57	65	67	73	56	27	19	77	56	36
längster vollzyl. Einzelkern (cm)	0	16	37	20	38	26	30	27	13	34	20	13

Tiefe (m)	19-20	20-21	21-22	22-23	23-24	24-25	25-26	26-27	27-28	28-29	29-30
RQD-Index (%)	49	73	28	47	65	0	0	10	0	0	14
Gesamtstrecke mit vollzylindr. Kerngewinn (cm)	49	73	43	61	65	5	0	19	0	15	40
längster vollzyl. Einzelkern (cm)	35	32	18	24	28	5	0	10	0	<10	14

**Bohrgutbeschreibung****Bohrpunkt BK 6/16**

Tiefe [m]	Tiefen- band [m]	Höhe (mNN)	Bohrgutbeschreibung
29,2		594,65	<u>Meissner-Formation (Nodosuskalk)</u> (erschlossene Mächtigkeit: ca. 0,8 m) Nach Deutung des Bohrgutes wurde die Übergangszone zu den Gesteinsserien der <i>Meissner-Formation</i> in einer Tiefe von 29,2 m unter A.P. erbohrt.
	29,2-30,0 (0,8)		KSt., dolomitisiert, hart, grau; Serie kurzer vollzylindr. Kerne, unterste 5 cm der Bohrstrecke: Gesteinsscherben.
30,0		593,85	Bohrlochendteufe.

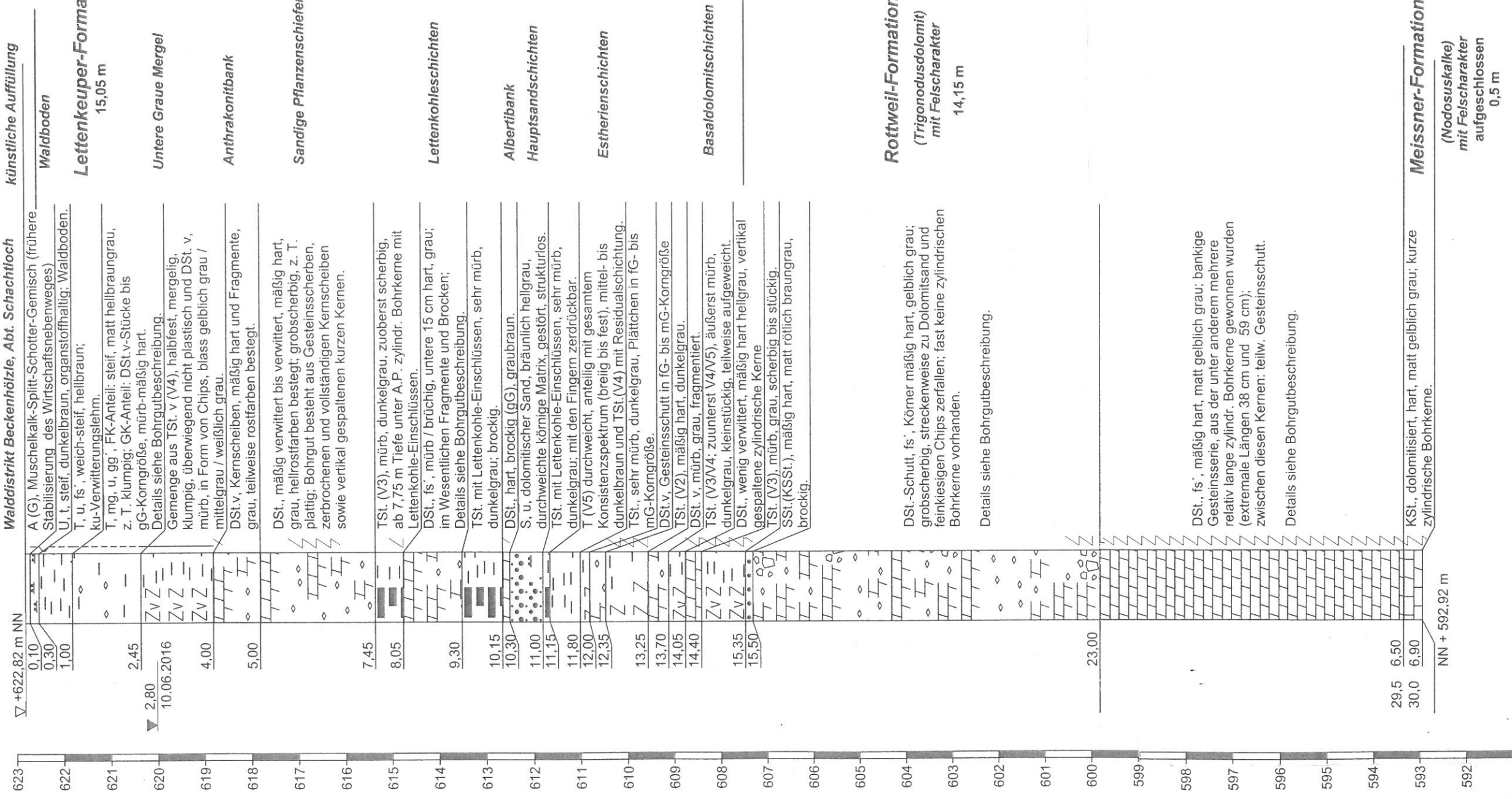
Beim Niederbringen der Bohrung BK 6/16 waren keine Schichtwasserzutritte festzustellen.

Der Bohrloch-Ruhewasserstand lag am 04.06.2016 in 8,65 m unter GOK.

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 7/16 Profilabschnitt oberhalb 23,0 m Tiefe unter A.P.

02.-03.06.2016



BK 7/16

Meissner-Formation
 (Nodosuskalke)
 mit Felscharakter
 aufgeschlossen
 0,5 m

Rottweil-Formation
 (Trigonodusdolomit)
 mit Felscharakter
 14,15 m

Lettenkeuper-Formation
 15,05 m

**Bohrgutbeschreibung****Bohrpunkt BK 7/16**

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

Bohransatzpunkt im Wald: R: 34 71 836,7; H: 53 38 482,4; 622,82 mNN; Bohrtiefe: 30,0 m.

Ausführendes Bohrunternehmen: *drillexpert GmbH, Teningen-Nimburg*, mit Bohrerät *Tyroller TSDM A-26* auf LKW-Fahrgestell MAN 10.163, Ausführungszeitraum: 02./06.06.2016.

Die Bohrung durchteufte unter einem schwach geschotterten Forstwirtschaftsnebenweg bis in 0,3 m Tiefe organstoffhaltigen Waldboden. Darunter folgten bis in 1,0 m Tiefe unter A.P. steifer Verwitterungslehm des *Lettenkeupers*. Bis in 7,45 m Tiefe unter A.P. ließ der Gesamtzustand der Bohrgutes (Verwitterungszustand, Zerlegungsgrad und Durchnässung) des Bohrgutes keine zweifelsfreie stratigraphische Gliederung zu. Vermutlich handelt es sich bei dem schuttartig vorliegenden Bohrgut um dolomitische und mergelige Anteile der *Unteren Grauen Mergel*, der *Anthronitbank* und der *Sandigen Pflanzenschiefer*. Der Übergang zu den teilweise bindig zersetzten und teils mergelig erhaltenen Gesteinsserien der *Lettenkohle-Gruppe* in 7,45 m Tiefe unter A.P. war an einem höheren Organgehalt (Dunkelgraufärbung) ableitbar. Unter diesen Gesteinen folgten im Tiefenband zwischen 10,15 m und 10,3 m unter A.P. kalksandige Gesteinsserien der *Albertibank-Gruppe*, die bis in 11,0 m Tiefe unter A.P. von dolomitischen Sanden und Verwitterungsschichten des *Hauptsandsteins* unterlagert wurden. Unter einem 15 cm starken tonigen Kohleflöz wurden zwischen 11,15 m und 14,4 m Tiefe unter A.P. vergleichsweise relativ schwach verwitterte *Estheriensichten* durchteuft. Darunter folgten bis in 15,35 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 607,45 mNN angetroffen. Das Bohrgut aus den Gesteinsserien der *Rottweil-Formation* lag oberhalb von 22,0 m Tiefe unter A.P. häufig in Form von Gesteinsscherben, schotterartigen Fragmenten, Brocken und Kernscheiben bzw. Bruchstücken von kurzen Bohrkernen vor.

Nach Deutung des Bohrgutes wurde die Übergangszone zu den Gesteinsserien der *Meissner-Formation* in einer Tiefe 29,5 m unter A.P. erbohrt. Zwischen 29,5 m und 30,0 m Tiefe unter A.P. wurde dolomitisiertes Kalkgestein zumeist in Form kurzer zylindrischer Kerne gewonnen.

Der Bohrlochwasserstand (Ruhewasserstand) lag am 10.06.2016 in ca. 2,45 m Tiefe unter A.P..

Die Bohrung wurde nicht zur Messstelle ausgebaut.

Tiefe [m]	Tiefenband [m]	Höhe (mNN)	Bohrgutbeschreibung
			<u>Künstliche Auffüllung</u> (erschlossene Mächtigkeit: 0,1 m)
0,0	0,0-0,1 (0,1)	ca. 622,8	A (G), Muschelkalk-Splitt-Schotter-Gemisch (Waldwirtschaftsnebenweg)
0,1		622,7	<u>Quartäre Deckschicht</u> (erschlossene Mächtigkeit: 0,2 m)
	0,1-0,3 (0,2)		U, t, steif, dunkelbraun, organstoffhaltig; Waldboden
0,3		622,5	<u>Lettenkeuper-Formation (Erfurt-Formation)</u> (erschlossene Mächtigkeit: 15,15 m)
			stratigraphisch ungegliederter Abschnitt (Vermutung: <i>Untere Graue Mergel</i> bis <i>Sandige Pflanzenschiefer</i>)
	0,3-2,45 (2,15)		0,3 m - 1,0 m: T, u, fs', oberhalb 0,5 m Tiefe unter A.P.: weich, darunter steif, hellbraun, seifig, klumpig; punktuell Residualschichtung erkennbar; Verwitterungslehm. in 0,7 m - 0,8 m Tiefe unt. A.P.: w = 0,1799.
(1,0)		(621,8)	



Bohrgutbeschreibung

Bohrpunkt BK 7/16

Tiefe [m]	Tiefenband [m]	Höhe (mNN)	Bohrgutbeschreibung
(1,0)		(621,8)	1,0 m - 2,45 m: T, $\bar{m}g$, u, gg' , FK-Anteil: steif, matt hellbraun-grau, z. T. klumpig; GK-Anteil: DSt.v-Stücke bis gG -Korngröße, mürb bis mäßig hart; in 1,2 m - 1,25 m: hellbraune Zwischenlage; in 1,1 m - 1,2 m Tiefe unt. A.P.: $w = 0,2728$; in 2,3 m - 2,4 m Tiefe unt. A.P.: $w = 0,2093$.

Flügelscherfestigkeiten (GEONOR H20, Einsatz S)

Tiefe (m)	undräßierte Scherfestigkeit c_u (kPa)	Restscherfestigkeit c_{uR} (kPa)	Verhältnis c_u/c_{uR}
0,45	8	2	4,0
0,70	120	26	4,6
0,95	84	20	4,2
1,05	146	40	3,7
1,15	104	40	2,6

Tiefe (m)	undräßierte Scherfestigkeit c_u (kPa)	Restscherfestigkeit c_{uR} (kPa)	Verhältnis c_u/c_{uR}
1,35	36	8	4,5
1,75	36	6	6,0
2,30	58	14	4,1
2,45	24	4	6,0

2,45 m - 4,0 m: Gemenge aus TSt.(V4), halbfest, mergelig, klumpig; überwiegend nicht plastisch und DSt.v, mürb, in Form von Chips; blass gelblich grau / mittelgrau / weißlich grau;

in 3,8 m - 3,9 m Tiefe unt. A.P.: $w = 0,1368$.

In 4,0 m Tiefe unter A.P. Umstellung des Bohrverfahrens von Rammkernbohren zu Rotationskernbohren mit Luftspülung.

4,0 m - 4,2 m: DSt.v, mäßig hart, grau, rostfarben bestegt; drei Kernscheiben, wenig Bohrgut in Kiste.

4,2 m - 5,0 m: DSt., fs',v , grau; Gesteinsscherben in mG -Korngröße, körnig.

5,0 m - 7,45 m: DSt., mäßig verwittert bis verwittert, mäßig hart, grau, hellrostfarben bestegt; grobscherbig, z. T. plattig; Bohrgut besteht aus Gesteinsscherben, zerbrochenen Kernscheiben, vollständigen Kernscheiben sowie aus vertikal gespaltenen kurzen Kernen; zylindrische Bohrkerne sind nicht vertreten; (*Anthrakonitbank* ?).

**Bohrgutbeschreibung****Bohrpunkt BK 7/16**

Tiefe [m]	Tiefenband [m]	Höhe (mNN)	Bohrgutbeschreibung
7,45		615,35	<p>Sandige Pflanzenschiefer – (ku 1-As) / Gesteine der Lettenkohle-Gruppe – (ku 1- AsK)</p> <p>7,45m - 7,75m: TSt. (V3), mürb, dunkelgrau; Kernscheiben und Gesteinsscherben.</p> <p>7,75m - 8,05m: TSt. (V3), mürb, dunkelgrau mit Lettenkohle-Einschlüssen, dunkelgrau, hellrostfarben bestegt; zylindrische Bohrkerne.</p> <p>8,05m - 9,0m: DSt., fs', mürb-mäßig hart, grau, hellrostfarben bestegt; grobe Gesteinsfragmente.</p> <p>9,0m - 9,15m: DSt., fs'. brüchig, grau, hellrostfarben bestegt; zerfallende kurze zylindrische Bohrkerne.</p> <p>9,15m - 9,3m: DSt., fs', hart, grau, brockig.</p> <p>9,3m - 10,15m: TSt. mit Einschlüssen von <i>Lettenkohle</i>, sehr mürb, dunkelgrau; brockig; in 9,35m - 9,45m Tiefe unt. A.P.: w = 0,1785.</p>
10,15		612,65	<p>Gesteinsschichten in d. „Alberti-Bank“- Region - (ku 1 AB) und in der Region des Hauptsandsteins – (ku 1 sH)</p> <p>10,15m - 10,3m: DSt., hart, brockig (gG), graubraun (<i>Albertibank</i>)</p> <p>10,3m - 11,0m: S, \bar{u} (dolomitischer Sand), bräunlich hellgrau, durchweichte körnige Matrix, gestört, strukturlos</p> <p>11,0m - 11,15m: TSt. \bar{v} mit <i>Lettenkohle</i>, sehr mürb, dunkelgrau; brockig; mit den Fingern zerdrückbar.</p>
11,15		611,65	<p>Ton-/Dolomitgestein der Estheriensichten – (ku 1 E)</p> <p>11,15m - 11,8m: T /TSt.(V5, örtlich V4), großes Konsistenzspektrum breiig-weich-steif-halbfest-fest; mittel- / dkl.braun; TSt.-Anteil mit Reliktschichtung (E3); in 11,4m - 11,5m Tiefe unt. A.P.: w = 0,2127.</p> <p>11,8m - 12,0m: TSt., sehr mürb, Plättchen in fG- bis mG-Korngröße (E3).</p> <p>12,0m - 12,35m: DSt.v, Gesteinsschutt in fG- bis mG-Korngröße (D2).</p>
(12,35)		(610,5)	<p>12,35m - 13,25m: TSt., mäßig hart, dunkelgrau, Kernscheiben und kurze zylindr. Bohrkerne (E2).</p>

**Bohrgutbeschreibung****Bohrpunkt BK 7/16**

Tiefe [m]	Tiefenband [m]	Höhe (mNN)	Bohrgutbeschreibung
(13,25)		(609,6)	13,25 m - 13,3 m: DSt.v, mürb, mausgrau, unvollständige Kernscheiben (D1). 13,3 m - 13,7 m: DSt.v, mürb, mittelgrau, Gesteinsscherben in mG-Korngröße (D1). 13,7 m - 14,05 m: TSt. (V3/V4; untere 5 cm V4/V5), äußerst mürb, dunkelgrau; kleinstückig, teilweise aufgeweicht.
14,05		608,75	Basaldolomit-Region (Basisschichten - ku 1B)
	14,05-15,35 (1,3)		14,05 m - 14,4 m: DSt., wenig verwittert, mäßig hart, hellgrau, schwach hellrostfarben bestegt; vertikal gespaltene zylindrische Kerne. 14,4 m - 15,35 m: TSt. (V3), mürb, grau, schwach gelblich braun bestegt; scherbilig, unterhalb von 14,7 m Tiefe unter A.P. stückig.
15,35		607,45	<u>Rottweil-Formation (Trigonodusdolomit)</u> (erschlossene Mächtigkeit: ca. 14,15 m)
	15,35-ca.29,5 (ca.15,15)		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, oft unregelmäßig splittrig-bröcklig brechend; mit bevorzugt steil geneigten bis vertikalen Trennflächen in oft engständiger Folge, häufig mit Calcitkristallen verheilt. Das Gestein emittiert an frischen Bruchflächen einen schwefligen Geruch. Vollzylindrische Kerne mit Längen bis max. 38 cm (59 cm) wurden aus den Tiefenbereichen 23,0 m bis 24,0 m (bzw. 25,0 m bis 28,0 m) unter A.P. gewonnen. 15,35 m - 15,5 m: SSt.(KSSSt.), mäßig hart, matt rötlich braungrau, brockig. 15,5 m - 15,65 m: DSt.-Scherben (mG), matt gelblich hellgrau; wenig Bohrgut in Kernkiste. 15,65 m - 17,45 m: S + fG (Dolomitsand und dolomitische fG-Körner), zerbohrt. 17,45 m - 22,25 m: DSt.-Schutt (mG-gG), matt gelblich hellgrau; kein zylindrisches Bohrgut.
(22,25)		(600,55)	



Bohrgutbeschreibung

Bohrpunkt BK 7/16

Tiefe [m]	Tiefenband [m]	Höhe (mNN)	Bohrgutbeschreibung
(22,25)		(600,55)	22,25 m -22,85m: DSt., mäßig hart, matt gelblich hellgrau; vorübergehend vollzylindrisches Bohrgut. 22,85 m -24,75m: DSt.-Schutt, scherbzig zerfallene Kerne und zylindrisch erhaltene Kerne, matt gelblich hellgrau. 24,75 m -29,5m: DSt., mäßig hart, matt gelblich hellgrau; überwiegend zylindrisches Bohrgut mit einzelnen geringmächtigen Schutt-Zwischenlagen.
29,5		593,3	
	ca. 29,5-30,0 (ca. 0,5)		<u>Meissner-Formation (Nodosuskalk)</u> (erschlossene Mächtigkeit: ca. 0,5 m) 28,5 m - 29,0 m: KSt., dolomitisiert, hart, matt grau; kurze zylindr. Bohrkerne.
30,0		592,8	Bohrlochendteufe.

Kerngewinn für den Bereich des felsig entwickelten Untergrundes, vorwiegend *Rottweil-Formation*, zuunterst *Meissner-Formation*:

Tiefe (m)	< 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 (%)	0	13	0	0	0	0	14	20	0	0	0	0
Gesamtstrecke mit vollzylindr. Kerngewinn (cm)	0	21	10	4	0	0	14	23	0	0	0	0
längster vollzyl. Einzelkern (cm)	0	13	10	3	0	0	14	20	0	0	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 (%)	0	0	0	0	0	38	21	59	13	53	25	0
Gesamtstrecke mit vollzylindr. Kerngewinn (cm)	0	0	3	0	5	43	21	72	35	71	59	22
längster vollzyl. Einzelkern (cm)	0	0	3	0	3	38	21	59	13	53	25	8

Der Bohrlochwasserstand (Ruhewasserstand) in der Bohrung BK 7/16 lag am 10.06.2016 in der noch nicht verfüllten Bohrung in 2,45 m Tiefe unter A.P..

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



Felsmechanische Laboruntersuchungen

Versuchswerte für Rohdichte, dynamische und statische Kenngrößen von Bohrkernproben

Bohrung	Tiefe unter A.P. (m)	Gestein	Formation	Feuchtrohdichte ρ (Mg/m ³)	dynam. Kennw. (axial)	Hilfswert Proben- schlankheit h/d (---)	statische Kennwerte (axial), exempl.		
					$E_{dyn \perp}$ (größte Messwerte) (GPa)		$E_{stat \perp}$ (GPa)	zugehöriger Spannungs- bereich (MPa)	$q_{u \perp, korr}$ (MPa)
BK 4/16	11,7-11,9	KSt.	Lettenk.-F.	Werte wurden nicht bestimmt					≈ 40,0
BK 4/16	12,0-12,2	KSt.	Lettenk.-F.	Werte wurden nicht bestimmt					≈ 52,0
BK 4/16	21,4-21,7	DSt.	Rottweil-F.	2,643	46,2	1,405	15,8	20-40	56,7
BK 4/16	25,4-25,65	DSt.	Rottweil-F.	2,308	31,6	1,763	6,71	8-18	21,7
BK 4/16	28,4-28,65	KSt./dol.	Meissner-F.	2,418	26,3	1,509	8,75	10-25	29,2
BK 5/16	9,3-9,45	KSt.	Lettenk.-F.	2,541	15,8	1,260	3,87	12-20	22,8
BK 5/16	9,45-9,6	KSt.	Lettenk.-F.	2,597	27,1	0,988*	8,40	17-35	≈ 46,5
BK 5/16	14,25-14,55	DSt.	Rottweil-F.	2,285	25,4	2,285	9,99	13-26	26,2
BK 5/16	15,2-15,5	DSt.	Rottweil-F.	2,218	11,3	2,121	5,64	5-15	26,3
BK 5/16	19,35-19,6	DSt.	Rottweil-F.	2,474	29,1	1,674	9,50	6-16	21,9
BK 5/16	22,4-22,7	DSt.	Rottweil-F.	2,498	23,9	1,967	7,41	8-25	25,7
BK 5/16	25,5-25,7	DSt.	Rottweil-F.	2,491	30,2	1,437	5,49	5-20	30,1
BK 5/16	29,6-29,7	KSt./dol.	Meissner-F.	2,306	31,2	0,896*	8,39	26-70	≈ 71,0
BK 6/16	8,85-9,0	KSt.	Rottweil-F.	2,646	50,1	1,218	10,1	15-30	49,4
BK 6/16	9,3-9,5	DSt.	Rottweil-F.	2,350	13,0	1,767	2,95	5-15	15,7
BK 6/16	9,5-9,7	DSt.	Rottweil-F.	2,372	19,0	1,709	6,82	5-15	24,8
BK 6/16	11,0-11,2	DSt.	Rottweil-F.	2,323	32,3	1,550	6,58	10-25	34,9
BK 6/16	11,2-11,4	DSt.	Rottweil-F.	2,389	36,0	1,541	11,0	10-35	46,6
BK 6/16	12,3-12,5	DSt.	Rottweil-F.	2,356	19,5	1,628	5,07	5-15	18,2
BK 6/16	12,55-12,75	DSt.	Rottweil-F.	2,353	14,8	1,052	5,98	15-25	35,9
BK 6/16	16,7-17,0	DSt.	Rottweil-F.	2,510	14,6	2,231	7,84	15-30	39,3
BK 6/16	17,6-17,85	DSt.	Rottweil-F.	2,574	25,1	1,949	12,3	15-25	31,0
BK 6/16	22,15-22,4	DSt.	Rottweil-F.	2,426	7,43	2,081	3,34	5-15	17,0
BK 6/16	23,0-23,35	DSt.	Rottweil-F.	2,500	32,8	2,652	11,1	5-15	21,5
BK 6/16	29,6-29,75	KSt./dol.	Meissner-F.	2,547	33,2	1,330	7,93	10-35	46,6
BK 7/16	25,15-25,3	DSt.	Rottweil-F.	2,375	21,2	1,655	5,49	12-20	23,2
BK 7/16	25,6-25,9	DSt.	Rottweil-F.	2,521	29,5	1,759	6,59	9-16	28,6
BK 7/16	27,65-27,9	DSt.	Rottweil-F.	2,501	22,7	2,295	5,73	5-10	11,8

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