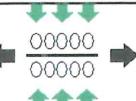


**IBH – Herold & Partner Ingenieure Part mbB**

Büro Legefeld:  
Im Boden 9  
99428 Weimar-Legefeld

Büro Remscheid:  
Pestalozzistraße 13  
42899 Remscheid

# Anlage 1



## Lageplan - Übersicht



Büro Legefeld:  
Im Boden 9  
99428 Weimar-Legefeld

Büro Remscheid:  
Pestalozzistraße 13  
42899 Remscheid

# **Anlage 2**

**BEB Jena Consult GmbH**  
**Baugrund - Erdbau - Beweissicherung**  
Tatzendpromenade 2  
07745 Jena  
 03641 - 45 27-0  
 45 27 30  
[www.beb-jena-consult.de](http://www.beb-jena-consult.de)  
mail: [beb-jena@beb-jena-consult.de](mailto:beb-jena@beb-jena-consult.de)



## Geotechnischer Untersuchungsbericht nach EC 7.2

### Baugrunduntersuchung und Gründungsberatung

Auftrags-Nr.: 5035/39/91/D

Bauvorhaben: Jena, Steinweg Frauengasse  
Neubau Steinweg Tower

Geotechnische Kategorie: 3

Auftraggeber: GW Projects GmbH  
Mierendorffstraße 3  
60320 Frankfurt am Main

Entwurfsplanung: Waldhelm GmbH  
Engelplatz 8  
07743 Jena

Der Bericht umfasst 37 Seiten, 26 Tabellen und 11 Anlagen.

Jena, den 30.11.2018

BEB Jena Consult GmbH

Dipl.-Ing. H. Agsten  
IngKTh: 1953-98-BI  
textfile: Jena/Stadtzentrum/Steinweg/Neubau Steinweg Tower/GA.doc

Die Veröffentlichung – auch auszugsweise – bedarf der vorherigen Genehmigung des Verfassers. Bis zur endgültigen Bezahlung behält sich der Auftragnehmer alle Rechte, insbesondere die Verwendung und / oder Bekanntgabe des Inhalts (auch auszugsweise) gegenüber Dritten vor.

Inhaltsverzeichnis	Seite
<b>UNTERLAGEN</b>	<b>3</b>
<b>ANLAGEN</b>	<b>4</b>
<b>0. VORGANG UND AUFTRAG</b>	<b>4</b>
<b>1. UNTERSUCHUNGSGEBIET</b>	<b>5</b>
<b>2. BAUAUFGABE</b>	<b>6</b>
<b>3. BAUGRUNDMODELL, ERGEBNISSE DER GEOTECHNISCHEN UNTERSUCHUNG</b>	<b>6</b>
<b>3.1 Morphologie des Geländes</b>	<b>6</b>
<b>3.2 Einwirkungen</b>	<b>6</b>
3.2.1 Nutzung geländenaher Tiefenbereiche, Umweltrelevante Untersuchungen	6
3.2.2 Nutzung geländeferner Tiefenbereiche	14
3.2.3 Grundwassereinwirkung	14
3.2.4 Dynamische Einflüsse/Seismik	14
3.2.5 Rezente potentielle Prozesse (siehe Anlage 1.4)	14
<b>3.3 Regionale Einheiten/Geologischer Überblick</b>	<b>14</b>
<b>3.4 Baugrundkundung, Felduntersuchungen</b>	<b>15</b>
<b>3.5 Baugrundschichtung und Homogenbereiche</b>	<b>16</b>
<b>3.6 Laboruntersuchungen</b>	<b>18</b>
<b>3.7 Hydrologische Verhältnisse</b>	<b>18</b>
<b>3.8 Wasserführung</b>	<b>19</b>
<b>3.9 Wasserstände</b>	<b>19</b>
3.9.1 Grundwassermessstellen	20
<b>3.10 Wassereigenschaften / Betonaggressivität / Stahlaggressivität</b>	<b>20</b>
<b>3.11 Durchlässigkeit der Baugrundschichten</b>	<b>21</b>
<b>3.12 Eigenschaften der Baugrundschichten / Homogenbereiche im Zustand vor dem Lösen</b>	<b>22</b>
<b>4. BAUGRUNDEIGNUNG</b>	<b>26</b>
<b>4.1 Bebaubarkeit der Baufläche</b>	<b>26</b>
<b>4.2 Belastbarkeit</b>	<b>26</b>
<b>4.3 Lösbarkeit (informativ als Kalkulationshilfe)</b>	<b>26</b>
<b>4.4 Verwendbarkeit der Schüttstoffe aus Abtrag und Aushub / Wiedereinbaufähigkeit</b>	<b>27</b>
<b>4.5 Stabilisierbarkeit / Einsatz von Bindemittel</b>	<b>28</b>
<b>4.6 Rammbarkeit (informativ als Kalkulationshilfe)</b>	<b>28</b>
<b>4.7 Bohrbarkeit (informativ als Kalkulationshilfe)</b>	<b>29</b>
<b>5. LÖSUNGSVORSCHLÄGE</b>	<b>30</b>
<b>5.1 Bauwerkseinordnung</b>	<b>30</b>
<b>5.2 Konstruktionssystem</b>	<b>30</b>
<b>5.3 Gründungsmethode</b>	<b>30</b>
<b>5.4 Bauwerksschutz / Abdichtung</b>	<b>30</b>

<b>5.5</b>	<b>Schutz des Baugrundes / Frostschutz</b>	<b>31</b>
<b>5.6</b>	<b>Wasserhaltung</b>	<b>32</b>
<b>5.7</b>	<b>Schutz der Baugrube / Böschungsgestaltung</b>	<b>32</b>
<b>5.8</b>	<b>Planumsschutz, Planumsstabilisierung</b>	<b>33</b>
<b>6.</b>	<b>BERECHNUNGSGRUNDLAGEN</b>	<b>33</b>
<b>6.1</b>	<b>Generelle Berechnungsgrundlagen</b>	<b>33</b>
<b>6.2</b>	<b>Spezielle Berechnungsgrundlagen</b>	<b>33</b>
6.2.1	Bemessungswiderstand des Sohldrucks für die Flachgründungen	34
6.2.2	Erddruckansätze	34
6.2.3	Pfahlgründungen bzw. Bohrpfahlwände für den Verbau	35
6.2.4	Verankerungen(DIN 1054:2010) der Verbauwände	36
<b>7.</b>	<b>HINWEISE</b>	<b>36</b>

## Unterlagen

**U 1.1-** Auftrag GW Projects GmbH über BfB Schlesinger vom 13.06.2018

**U 2 -** Angebot Je-202/18 BEB Jena Consult GmbH an den AG vom 30.04.2018

**U 3 -** Abstimmungen, Planergespräche

U3.1 - Unterlagen vom IBH Herold Weimar, Abstimmung Erkundungskonzept vom März 2018

U3.2 - Freigabe Aufschlussplan IBH Herold vom 03.04.2018

U3.3 – Schreiben vom UWB Jena Herrn Redlich vom 23.03.2018 zur Lage der GWM 1 bis 3

U3.4 - Abstimmung Lage der Kernbohrungen auf dem Parkplatz mit KIJ Jena vom 23. – 31.08.2018

U3.5 - Fachgutachter- und Planergespräche am 21.02. und 24.04.2018 im Büro Waldhelm

**U 4 -** Unterlagen des Architekten Waldhelm GmbH Jena, Konzeptstudie BA 2 Steinweg

14.03.2018, Lagepläne, Perspektiven, Grundrisse und Schnitte

**U 5 -** Unterlagen der Medienträger und Erlaubnisse Verkehrsrechtliche Anordnung

U5.1 - Einholen Schachtgenehmigungen Stadtwerke Jena, KSJ Jena, Telekom, Kabel

Deutschland, Thüringer Netkom, Tele Columbus, Jenaer Nahverkehr vom 27.07. - 03.08.18

U5.2 - Ortstermine mit örtlicher Einweisung durch alle Medienträger am 28.+ 29.08.2018

U5.3 - VAO Straßenverkehrsbehörde am 24.08.2018

U5.4 - Aufgrabungserlaubnis KSJ Jena vom 22.08.2018

**U 6 -** Topographische Karte M 1 : 10.000, 1305-114 Jena

**U 7 -** Geologisches Messtischblatt M 1:25.000 - 5035 Jena

**U 8 -** Auslaugungskarte M 1: 100.000, M 32-48 Jena

**U9 -** Ortsbesichtigungen vom 30.08.- 18.09.2018 mit Begleitung der Kernbohrungen KB 1 bis 5/18, der Kleinrammbohrungen KRB 1 und 2/18 und Einweisung der Rammsondierungen DPH 1 bis 3/18 mit Lage- und Höhenvermessung aller Aufschlüsse

**U10** Archivunterlagen BEB Jena

**U10.1** - Baugrundgutachten VEB Baugrund Berlin, PB Naumburg vom 28.01.1970 mit

Dokumentation der Altbohrungen AB 66, AB 79, AB 80 und AB 83/69

**U10.2** Baugrundgutachten 5035/39/91/A von 2008 mit Doku der Aufschlüsse AB 1, 2, 3, und 4/08 sowie der Rammsondierungen DPH 3 bis 10/08

**U10.3** Fachtechnische Stellungnahme 5035/39/91/A-2 von 2008 zur Altlastenvoruntersuchung

**U10.4** Geotechnischer Bericht 5035/39/91/B von 2013 mit Dokumentation Vorgängernutzung

**U10.5** Geotechnischer Bericht 5035/39/91/C von 2017 mit Doku der Kernbohrung KB 5/17

**U10.6** Orientierende Altlastenuntersuchung 121138 von 2013 Rubel & Partner im Auftrag KIJ Jena

**U11** - Unterlagen Fa. Grimm Geotestbohrtechnik Hohenstein-Ernstthal

U11.1 – Sondierprotokolle DPH 1 bis 3/18 vom 18.09.2018

U11.2 – Schichtenverzeichnisse der Bohrungen KB 1 bis 5/18 + KRB 1 + 2/18, 30.08. - 18.09.2017

## Anlagen

**A1.1** - Übersichtsplan

**A1.2** - Aufschlussplan 1

**A1.2.1**- Aufschlussplan 2 mit LAGA GWM 3/11

**A1.3** - Übersichtsplan Geologie

**A1.4** – Übersichtsplan Auslaugung

**A2** - Aufschlusseinzelprofile der Kernbohrungen KB 1 bis KB 5/18, der Kleinrammbohrungen KRB 1 und 2/18 und der Schweren Rammsondierungen DPH 1 bis 3/18 mit Zeichen-erklärung nach DIN 4023

**A3** - Aufschlusseinzelprofile der der Altbohrungen AB 66, 79, 80 und 83/69, AB 1 bis 4/08, AB 5/17 sowie der Rammsondierungen DPH 3 bis 10/08

**A4** - Geländeschnitte 1 bis 3 mit projizierten Aufschläßen

**A5** - Laboruntersuchung Boden- und Felsmechanik

**A6** - Laboruntersuchung LAGA TR Boden und TR Bauschutt

**A7** - Laboruntersuchung Asphalt RuVA

**A8** - Schichtenverzeichnisse der Kernbohrungen KB 1 bis 5/18 und der Kleinrammbohrungen KRB 1 und 2/18 der Bohrfirma Grimm

**A9** - Sondertabellen DPH 1 bis 3/18 der Bohrfirma

**A10** - Protokolle über das Klarpumpen von Grundwassermessstellen

**A11** - Ganglinien der Grundwassermessstellen GWM 1 bis 3/18 und GWM 3/11 per 28.11.2018

## 0. Vorgang und Auftrag

Im Rahmen der Entwicklung des Parkplatzgrundstückes zwischen Frauengasse und Steinweg in Jena plant die GW Projects GmbH den Neubau eines unterkellerten Geschäftshochhauses.

Durch Waldhelm Architekten Jena wurde in Vorbereitung einer Genehmigungsplanung eine Konzeptstudie erstellt, die zunächst Grundlage des nachfolgenden Gutachtens ist. Im Vorfeld der weiteren Planungen werden die Untergrundverhältnisse, die Altlastensituation und die Gründungssituation am Standort in einer Baugrunduntersuchung nach DIN EN 1997-2 beurteilt. Mit der Durchführung der Baugrunduntersuchung wurde die BEB Jena Consult GmbH nach Angebot (U 2) durch den Bauherrn (U 1) beauftragt.

## 1. Untersuchungsgebiet

Das Untersuchungsgebiet befindet sich am Ostrand des Stadtzentrums von Jena. Das Baugrundstück wird begrenzt auf der Ostseite vom Straßenraum Am Eisenbahndamm, auf der Westseite von der Frauengasse, auf der Südseite vom Grundstück des Kindergartens an der Frauengasse und auf der Nordseite von der Bebauung am Steinweg.

Die Lage des Untersuchungsgebietes ist aus dem Übersichtsplan A 1.1 und dem Aufschlussplan der Anlage A 1.2 zu ersehen.

Folgende Flurstücke sind in der Baufläche nach dem ALKIS-System erfasst:



54/34,  
 54/35,  
 54/36,  
 60,  
 62/4,  
 62/5,  
 62/6

Die mit Pfeil  
 gekennzeichneten  
 Stellen markieren  
 den Bereich der  
 ehemaligen Tanks  
 der abgebrochenen  
 Tankstelle, die 2013  
 mit U 10.6 frei  
 gegraben wurden.

Nach U 6 besitzt die Untersuchungsfläche ungefähr folgende Mittelpunktkoordinaten:

*Tabelle 1 Gauss-Krüger-Koordinaten / Lagesystem ETRS 89*

Hochwert:	Rechtswert:	Nord:	Ost
56 43 725	44 71 505	56 45 030	68 22 32

## **2. Bauaufgabe**

Am Standort soll eine gemischte Bebauung mit einem dominanten 20-geschossigen Hochhaus, am Steinweg einem 8-geschossigen Bürogebäude, an der Frauengasse einem 7-geschossigen Wohngebäude und 5-geschossigen Verbindungsbauwerken errichtet werden. Der gesamte Neubau erhält eine 3-geschossige Tiefgarage, die von der Straße Am Eisenbahndamm aus befahren werden soll.

Es wird vermutlich eine Stahlbetonbauweise gewählt.

Als vorläufige Bezugshöhen sind der Planung zu entnehmen:

$\pm 0,0$  = 143,49 m NHN = OK FFB EG

-10,25 m = 133,24 m NHN = OK FFB 3. Tiefgaragenebene

Statische Lastangaben sind bisher nicht bekannt.

Die Errichtung des Neubaus ist mit einer Baugrubensicherung durch überschnittene Bohrpfahlwände mit teilweiser Rückverankerung geplant. Auch die angrenzenden Bestandsgebäude werden durch die Bohrpfahlwände gesichert.

## **3. Baugrundmodell, Ergebnisse der Geotechnischen Untersuchung**

### **3.1 Morphologie des Geländes**

Das Gelände befindet sich in der Tallage der Saaleaue. Die Geländehöhen variieren innerhalb der Untersuchungsfläche nur gering zwischen 143,40 und 144,20 m NHN

### **3.2 Einwirkungen**

#### **3.2.1 Nutzung geländenaher Tiefenbereiche, Umweltrelevante Untersuchungen**

Bisherige Nutzung: Der größte Teil der Untersuchungsfläche wird aktuell durch Parkplätze genutzt. Parallel zur Frauengasse ist noch das Gebäude des Bestattungshauses vorhanden, welches abgerissen werden soll. Auch die Flachbauten in Richtung Kindergarten mit dem kleinen Zwischenhof sollen vor Baubeginn beseitigt werden. Auf eine Tiefenenttrümmerung ist Wert zu legen.

Das Baugelände ist im Altlastenkataster THALIS als Verdachtsfläche erfasst. Für die Beurteilung der Altlastensituation wurde vom Gutachterbüro 2008 eine fachtechnische

Stellungnahme (U 10.3) erarbeitet.

Fremdgutachten über die Altlastensituation mit orientierenden Untersuchungen des Untergrundes liegen beim KIJ Jena vor und sind dem Unterzeichner mit U 10.6 bekannt.

#### Historische Recherche

Am Standort existierte seit den 30-er Jahren des vorigen Jahrhunderts eine Tankstelle mit einer Montagegrube und einem Ölabscheider, die vor 1990 vom Kraftverkehr Jena und der Stadtwirtschaft Jena betrieben wurden. Die VK-Kraftstofftanks (nach den Archivplänen ursprünglich 4 Stück) wurden mit der Stilllegung geleert und mit Sand/Kies verfüllt. Ein DK-Tank lag südlich des Tankstellengebäudes und wurde 2001 bereits ausgebaut. Zwei VK-Tanks mit je 5 m<sup>3</sup> Volumen wurden im Betankungsbereich der ehemaligen Tankstelle 2013 bei Untersuchungen ausgebaut. Zwei VK-Tanks liegen noch unter der versiegelten Fläche des jetzigen Parkplatzes. Die Montagegrube wurde im Zuge der Herrichtung der Fläche als Parkplatz abgebrochen und verfüllt. Über die Lage und den Zustand der Ölabscheider ist nichts bekannt.

*Die ehemalige Bebauung zum Zeitpunkt 1990 wurde auf der Anlage 1.5 dargestellt.*

Aus der beim KIJ archivierten Mappe der Abbruchgenehmigung 2001 sind Pläne vom Umbau des Geländes 1947, 1948 und 1952 enthalten. Diese Pläne zeigen die Bebauung mit Tankstelle, Entwässerungsplan und den Benzinabscheidern. Montagegruben waren in den ehemaligen Garagen enthalten, wobei auf diesem Plan nur zwei vorhanden sind und später von vier im Abrissprojekt geurteilt wird. Zum Vergleich ist die heutige Parkplatzentwässerung heranzuziehen, die weitgehend mit der alten Entwässerung identisch sein dürfte.

Die auf den Plänen des Abrissprojektes als Montagegrube benannte Bebauung ist 1961 als Waschrampe des Kraftverkehrs Jena geplant worden. Die reichlich 10 m lange, 5,5 m breite und 1,5 m tiefe Grube ist nach dem Abrissprojekt verfüllt worden. Die Entwässerung der Waschrampe wurde über einen Benzinabscheider an die vorhandene Straßenentwässerung angeschlossen, da keine Verbindung zur Hofentwässerung gefunden wurde.

In Vorbereitung des Abrisses der Altbebauung wurden 2001 die vorhandenen Entwässerungsleitungen befahren und im Plan der Befahrung auch die Abscheider aufgenommen. Nicht näher untersucht wurden die Waschrampe und die Montagegruben in den Garagen.

Kern des Abrissprojektes zur Nutzung der Fläche als Parkplatz war eine Kostenbegrenzung mit der Auflage, die ehemalige Bebauung nur bis – 0,3 m unter Gelände abzubrechen und die Unterkellerung des ehemaligen Heizungsgebäudes, die vier Montagegruben und die Waschrampe mit Liefermaterial bzw. sortiertem Abbruch zu verfüllen. Alle Deckel (21 Stück) der alten Entwässerung wurden aufgemessen.

Folgende unterirdische Kubatur wurde im Abrissprojekt für die Verfüllung berechnet:

1. Tankstelle	136 m <sup>3</sup>
2. Heizungsgebäude	81 m <sup>3</sup>
3. Montagegruben (Garage I)	45 m <sup>3</sup>
4. Montagegruben (Garage II)	15 m <sup>3</sup>
5. Waschrampe	<u>112 m<sup>3</sup></u>
Summe	389 m <sup>3</sup> u.R.

### **Tankstellenbereich**

Mit der Bohrung AB 2/08 wurde der Bereich der ehemaligen Tankstelle am deutlichsten getroffen. In einer Tiefe von ca. 1,5 m unter Gelände wurde Beton durchbohrt, die darauf folgende kiesige nasse Auffüllung wies einen starken Kraftstoffgeruch auf und war leicht ölig. Bei ca. 2,5 m unter Gelände wurde wieder Beton durchbohrt. Die kiesige Auffüllung setzte sich bis zum unterlagernden Saalekies fort. Zu erkennen war auch, dass unter der „Betonwanne“ mit Kraftstoffresten offensichtlich keine dichte Schicht existiert, um austretende Kraftstoffreste zurückzuhalten.

Die ehemalige Tankstelle greift mit ihrer Grundfläche in die Neubauplätze ein. Dieser Bereich wird gesondert zu entsorgen sein.

Vorbereitend der Neubaumaßnahme wird empfohlen, nach Aufgabe des Parkplatzes durch gezielte Freilegung mittels Suchschürfen durch Bagger die Reste der unterirdischen Bauwerke und der Waschrampe zu entsorgen. Für die fachgerechte Entsorgung des betroffenen Erdreichs ist von Belastungen durch Mineralöl im Umfeld der Tankstelle über dem Zuordnungswert Z 1.2- Z 2 auszugehen. Die Kubatur der Fläche über den Tanks sollte im Umriss um einen Betrag von mindestens 2 m erweitert als betroffen angesetzt werden. Danach ergibt sich ungefähr ein Volumen von  $12 \times 10 \times 4 \text{ m} = 480 \text{ m}^3$  an mit MKW belastetem Aushub zusätzlich möglicher Abdrift des Kraftstoffs im Untergrund, was erst nach Freilegung zu erkennen wäre.

LAGA M 20 Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Reststoffen / Abfällen / TR Boden 1997/2004

### Allgemeine Hinweise

Das Bundesbodenschutzgesetz (BBodSchV) ist in der Bundesrepublik Deutschland die maßgebende rechtliche Vollzugshilfe für die Verwertung von Bodenmaterial. Als Hilfe zur Verwertung von Aushubböden wurde als ergänzende Richtlinie von den Bundesländern die LAGA (Länderarbeitsgemeinschaft Abfall) entwickelt. Die letzten Aktualisierungen der LAGA 2003 / 2004 sind in Thüringen noch nicht vollständig eingeführt.

Folgende Situation ist derzeit gültig: Allgemeine Regeln von 2003

Technische Regeln TR Boden von 2004 nur für sog. bodenähnliche Anwendungen, bei Überschreitungen des Zuordnungswertes Z0\* gelten wieder die technischen Regeln TR Boden 1997.

Für jede Erdstoffdeponie gelten zusätzlich erweiterte Anforderungen des Thüringer Landesbergamtes, die über die LAGA hinausgehen und in der Deponieverordnung DepV von 2009 dokumentiert sind.

Die LAGA definiert die Verwertbarkeit der Aushubböden in Einbauklassen. Für die jeweilige Einbauklasse sind Obergrenzen als Zuordnungswerte Z 0 bis Z 5 festgelegt.

Bei Überschreitung der Zuordnungswerte Z 2 sind Verwertungen nur in zugelassenen Deponien als Abfall (Z 3 und Z 4) bzw. Sonderabfall (Z 5) zulässig. Die Verwertung der Aushuberdstoffe auf Deponien ist in der Deponieverordnung DepV geregelt.

Die aktuelle Herangehensweise ist deshalb zunächst eine Einstufung für sogenannte bodenähnliche Anwendungen nach LAGA 2004. Wenn die Zuordnungswerte Z 0/0\* nach LAGA 2004 überschritten werden gilt wieder die LAGA 1997. Die LAGA 1997 kennt aber nicht den Organik-Parameter TOC weshalb die Anforderungen des Bergamtes für die jeweilige Deponie durch den Entsorger zu prüfen sind.

### Untersuchungen 2008 (U 10.2) und 2018

Die Durchführung der Probenahmen sowie die Probemenge und Vorbereitung der Einzel- und Mischproben für die Laboruntersuchungen erfolgte gemäß LAGA M 32 PN 98.

Zur Beurteilung der Inhaltsstoffe wurden 2008 aus den Baugrundschichten der Kernbohrungen AB 1/08 und AB 4/08 Bodenmischproben entnommen. Die Lage der Bohrungen ist auf dem Aufschlussplan A 1.2, die Bohrprofile auf den Anlagen 2 dargestellt.

Die organoleptische Prüfung der in den aktuellen Bohrungen 2018 festgestellten aufgefüllten und natürlichen Baugrundschichten ergab zunächst keinen Hinweis, der einen Verdacht auf grundwassergefährdende Inhaltsstoffe oder Altlasten begründen würde. Bei der Durchführung der aktuellen Aufschlussarbeiten wurden keine eindeutig belasteten

Auffüllungen oder Aushuberdstoffe festgestellt.

Als Grundlage der weiteren Planung wurden im Rahmen der geotechnischen Erkundungen 2018 stichprobenartig zahlreiche Einzelproben entnommen, zu Mischproben MP vereinigt und Untersuchungen im zertifizierten Labor der AUB Dr. Fischer Bad Berka beauftragt. Den Prüfberichten 18-0592 bis 18-0595 des Labors AUB Dr. Fischer Bad Berka aus den Anlagen 6 können die Ergebnisse entnommen werden.

**Tabelle 2 Laboruntersuchung TR Boden 2018**

Probe	Einzelproben	Baugrundschichten	Analyseumfang
MP 1	KB 1, 0,4 – 2,1 m KB 4, 1,0 – 2,0 m	Auffüllung, 0, Schluff, Ziegel	LAGA Mindestuntersuchung für Böden bei unspezifischem Verdacht
MP 2	KB 3, 0,3 – 1,1 m KB 4, 0,1 – 0,8 m	Auffüllung, Kies, Ziegel, Mörtel	
MP 3	KB 3, 2,1 – 6,4 m	Kies, Saalekies	
MP 4	KB 4, 7,7 – 8,0 m	Ton, Tonstein	

Bei den Mischproben MP 1 bis MP 4 handelt es sich gemäß Definition der LAGA M 20 um Bodenaushub mit weniger als 10 % Fremdbestandteilen aus Bauschutt u.ä. Anteilen. Damit können die Proben nach der Laboranalyse in die Tabellen der TR Boden (Tab. II. 1.2-1) eingeordnet werden.

### **Bewertung der Laborergebnisse 2008 und 2018**

**Tabelle 3 Überschreitungen der Z-0 Werte im Feststoff**

Probe	Inhaltsstoff	Laborwert [mg/kg TS]	Zuordnung	Zuordnungswert
AB 1/08, 0-1,0 m Auffüllung, 0,1	Quecksilber	0,68	Z 1.1	1,0
	Σ PAK nach EPA	2,3	Z 1.1	5
AB 4/08, 0-1,5 m, Auffüllung 0,2	Quecksilber	0,74	Z 1.1	1,0
	Σ PAK nach EPA	1,61	Z 1.1	5
MP 1/18, Auffüllung, 0,2, Schluff, Ziegel	TOC	0,98 Masse-%	Z 1	1,5 Masse-%
	Blei	267 mg/kgTS	Z 1.2	300 mg/kgTS
	Quecksilber	0,97 mg/kgTS	Z 1.1	1,0 mg/kgTS
MP 2/18 Auffüllung, 0,1, Kies, Ziegel, Mörtel	PAK	14,1 mg/kgTS	Z 1.2	15 mg/kgTS
	Blei	115 mg/kgTS	Z 1.1	200 mg/kgTS
	Quecksilber	0,43 mg/kgTS	Z 1.1	1,0 mg/kgTS

Die beiden Mischproben MP 1/18 und MP 2/18 waren im Eluat < Z 0 ermittelt worden. Die

Mischproben MP 3/18 und MP 4/18 der natürlichen Aushubböden waren sowohl im Feststoff als auch im Eluat < Z 0 und somit für bodenähnliche Anwendungen ohne Einschränkungen geeignet.

Auch in U 10.6 wurden teilflächig erhöhte Blei- und Quecksilberbelastungen festgestellt.

*Tabelle 4 Überschreitungen im Eluat 2008*

Probe	Inhaltsstoff	Laborwert	Zuordnung	Zuordnungswert
AB 1/08, 0-1,0 m Auffüllung, 0,1	Leitfähigkeit	613 µS/cm	Z 1.1	1500
	Chlorid	11 mg/l	Z 1.1	20
	Sulfat	300 mg/l	Z 1.2	300
AB 1/08, 3,0-3,1 m Sand, Auesand, 2	Chlorid	22 mg/l	Z 2	30
	Sulfat	52 mg/l	Z 1.2	100
AB 4/08, 0-1,5 m Auffüllung, Ton, 0,2	Sulfat	140 mg/l	Z 2	150

#### Bewertung der Laborergebnisse

Bei Verwertung des Aushubes sind zum Teil erhöhte Gehalte und Konzentrationen von Einzelparametern festzustellen, die eine Einschränkung der Verwertung erfordern.

Für die vorhandenen Aushubböden besonders im Homogenbereich A (Schichten 0 Auffüllungen) wäre wegen der differenten Anteile von Blei und PAK im Feststoff zunächst der Zuordnungswert Z 1.2 maßgebend und deshalb von einer Verwertung in technischen Bauwerken der Zuordnungsklasse 1.2 in günstigen hydrologischen Bereichen oder auf eine zugelassene Deponie auszugehen.

Bei der Untersuchung der Baugrundschichten ist zwar in den Feststoffen nur eine Verunreinigung bis Z 1.2 festgestellt worden (was einer Erdstoffdeponie angedient werden kann), wegen der punktuell festgestellten Belastungen im Eluat bis Z 2 ist jedoch mit einem hohen Entsorgungsaufwand bei Andienung auf einer nach LAGA M 20 zugelassenen Deponie zu rechnen. Da durch die Übergangsregelungen der TR der LAGA seit 2004 jeder Steinbruch und jeder Deponiebetreiber eine andere Betriebsordnung und damit BlmSchG-Zulassung vom Thüringer Bergamt erhalten hat, haben die Annahmestellen unterschiedliche Kriterien in den einzelnen Parametern der Technischen Regeln. Die Ergebnisse lassen folgende Interpretation zu:

1. Die Verunreinigungen sind in den Auffüllungen im Feststoff mit Blei, Quecksilber und PAK nachgewiesen.

2. Im Eluat sind aus der Vornutzung der Flächen durch Kraftverkehr und Stadtwirtschaft beim Umgang mit salzhaltigen Stoffen der Flächen im Winter sehr starke Verunreinigungen mit Chlorid festzustellen. Die hohen Sulfatanteile sind den vorkommenden Bauschuttanteilen zuzurechnen. Die Proben wurden mit einer Zuordnung zu Z 2-Werten nach LAGA M 20 ermittelt. Die Belastungen wurden bis in den Auesand nachgewiesen.
3. Die festgestellten Belastungen sind in unmittelbarem Zusammenhang mit der ehemaligen Vornutzung der Flächen zu sehen.

Nach der AVV 2001 wird der Bodenaushub mit < 10% Fremdbestandteilen mit dem Abfallschlüssel 17 05 04 versehen. Es handelt sich nach Informationsblatt Abfall Nr. 4 des TLBV um nicht gefährlichen Abfall.

#### TR Bauschutt und Bodenaushub mit mineralischen Fremdbestandteilen > 10 Vol-%

(Technische Regeln Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Reststoffen / Abfällen, Teil Bauschutt vom 06.01.2003 mit Vollzugshinweisen des TMLFUN vom 30.06.2010)

Aktuell wurden aus dem Auffüllungsbereich der KB 5 Betonproben entnommen und zur Mischprobe MP 5 vereinigt.

Tabelle 5 Laboruntersuchung TR Bauschutt

Probe	Einzelproben	Baustoff	Analyseumfang
MP 5	KB 5, 1,0 – 2,0 m	Beton	LAGA M 20 TR Bauschutt Tab II, 1.4-5 und 1.4-6

#### Auswertung Laboruntersuchungen

Dem Prüfbericht 18-0596 des Labors AUb Dr. Fischer Bad Berka aus den Anlagen 6 des Gutachtens kann entnommen werden, dass folgende untersuchten Parameter im Feststoff und Eluat den Zuordnungswert Z 0 / Z0\* der LAGA überschreiten.

Tabelle 6 Überschreitungen im Feststoff

Mischprobe	Inhaltsstoff	Laborwert	Zuordnung	Zuordnungswert
MP 5	PAK	2,3 mg/kgTS	Z 1.1	5 mg/kgTS

Tabelle 7 Überschreitungen im Eluat

Mischprobe	Inhaltsstoff	Laborwert	Zuordnung	Zuordnungswert
MP 5	Sulfat	63,8 mg/l	Z 1.1	159 mg/l

Einschränkend muss an dieser Stelle auch darauf hingewiesen werden, dass die Baugrundbohrungen als punktuelle Aufschlüsse keine Bauwerksreste von Montagegruben

oder ähnliche unterirdischen Bauwerken getroffen haben. Es ist demzufolge derzeit nicht auszuschließen, dass weitere Verunreinigungen bei gezielter Suche nach den verbliebenen unterirdischen Bauwerken angetroffen werden. Die oben angegebenen Kubaturen mögen als erster Anhalt dienen.

Nach der AVV 2001 wird der Aushub mit > 10% Fremdbestandteilen mit dem Abfallschlüssel 17 09 04 versehen. Es handelt sich nach Informationsblatt Abfall Nr. 4 des TLBV um nicht gefährlichen Abfall.

#### Vorbereitung Ausschreibung

Bei der Vorbereitung der Bauarbeiten sollten baubegleitende Untersuchungen erfolgen, um den Entsorgungsweg festzulegen. Es wird eine Rasterfeldbeprobung empfohlen und in der Ausschreibung festgelegt. Gemäß DepV ist den Entsorgungsfachbetrieben oder Deponien für die Entsorgung von je 500 m<sup>3</sup> / 1000 t des zu verwertenden Aushubes der Einbauklassen Z 0 bis Z 2 eine vollständige Deklarationsanalytik nach LAGA M 20 TR Boden und für Aushub der Einbauklassen > Z 2 nach Deponieverordnung vorzulegen.

**Asphalt:** Die Bitumendeckschichten der Parkplatzflächen sind überwiegend als neue Beläge visuell erkennbar. Ältere Straßenbeläge (vor 1990 hergestellt) sind meist schon an einer sparsamen Dicke und einem deutlichen Phenolgeruch zu erkennen, aber bei der punktuellen Erkundung nicht bemerkt worden.

Aktuell wurden zwei Proben aus KB 3 und KB 4/18 entnommen.

*Tabelle 8 Laboruntersuchung Asphalt*

Probe	Probenahme	Baustoff	Analyseumfang
MP 6	KB 3, 0,0 – 0,08 m	Bitumen	RUVA-StB 01
MP 7	KB 4, 0,0 – 0,08 m	Bitumen	RUVA-StB 01

Dem Prüfbericht 18-0597 der Anlage 7 des Gutachtens kann entnommen werden, dass im Ausbauasphalt der Proben des Bitumens die Gesamtgehalte PAK < 25 mg/kgTS eingehalten und die Phenolindizes unkritisch sind. Nach RuVA-StB 01 ist der gebundene Oberbau des Bitumens als Ausbauasphalt der Verwertungsklasse A nach Tabelle 1 der RuVA-StB 01 zuzuordnen. Das Asphaltgranulat kann im Heißmischverfahren wieder eingesetzt werden.

**Kampfmittelsituation:** Nach dem beigefügten *Luftbild vom 10.04.1945 auf der Anlage 1.4* sind auf der Untersuchungsfläche Bombeneinwirkungen zu erkennen. Im Bereich der Südwestecke ist in der Bebauung ein Treffer zu erkennen, der jetzt noch vom

Bestattungshaus überbaut ist, und daran anschließend im jetzigen Gelände des Kindergartens ein kleiner Krater. Die Bombentreffer an der Nordostecke befinden sich jetzt unter der Straße am Eisenbahndamm.

Für die Planung der Tiefbau- und Gründungsarbeiten sind vorlaufende Leistungen der Munitionsbergung mit auszuschreiben. Während der Baugrunduntersuchung wurden in den zugänglichen Flächen keinerlei Anzeichen festgestellt.

### **3.2.2 Nutzung geländeferner Tiefenbereiche**

Im Untersuchungsgebiet gibt es keine stillgelegten bergbaulichen Anlagen oder andere oberflächenferne künstliche Hohlräume.

### **3.2.3 Grundwassereinwirkung**

Beim Umgang mit weitreichenden potentiellen Trinkwasserschadstoffen während Bau und Betrieb der Bauwerke ist Vorsicht notwendig.

### **3.2.4 Dynamische Einflüsse/Seismik**

Das Baugelände befindet sich nach der DIN 4149:2006-11 Zuordnung der Gebiete in Erdbebenzonen Bild 2 in der Erdbebenzone 0 (Baugrund-Geologie - B-R) mit vernachlässigbar geringer seismischer Gefährdung.

### **3.2.5 Rezente potentielle Prozesse (siehe Anlage 1.4)**

Am Baustandort sind rezente potentielle Prozesse, wie Auslaugungserscheinungen auf Grund der geologischen Situation nicht zu erwarten.

## **3.3 Regionale Einheiten/Geologischer Überblick**

naturräumlich: Saaleaue im Mittleren Saaletal.

regionalgeologisch: Die natürliche Baugrundschichtung setzt mit holozänem Auelehm ein. Es handelt sich um Schluffe und Tone mit feinsandigen bzw. wenigen kiesigen Anteilen. Die Verbreitung des Auelehms ist im Untersuchgebiet bedingt durch die über mehrere Jahrhunderte erfolgte Bautätigkeit nur noch in Resten erhalten. Vollflächig ist der Auelehm oberflächennah durch anthropogene Auffüllungen überdeckt bzw. ersetzt.

Unter den Auffüllungen und dem Auelehm stehen quartäre fluviatile Niederterrassen-schotter der Saale an, welche im Bereich des Steinweges / der Frauengasse den Hauptgrundwasserleiter bilden. Im oberen Schichtbereich geht der mittel- bis grobkiesig

ausgebildete Lockergesteinsgrundwasserleiter in einen Fein- bis Mittelsand über. Innerhalb der Terrassenkiese sind wechselnde Anteile von Feinsanden und eingeschalteten Schluffen zu beobachten. An der Basis der Niederterrasse sind teilweise Grobschotterlagen mit Steinen und Blöcken erkundet worden bzw. aus benachbarten Untersuchungen bekannt.

Die Saalekiese sind im Untersuchungsgebiet vollflächig ausgebildet und besitzen eine Mächtigkeit von ca. 1,5 - 4 m.

Der Festgesteinuntergrund wird im Bereich des Steinweges / der Frauengasse überwiegend von den Schichtenfolgen des Mittleren Buntsandsteins der Hardegsen-Folge, welche häufig tonig-schluffige Zonen (Schluffstein- und Tonsteinlagen) aufweisen, gebildet. Charakteristisch ist ein fein- bis mittelkörniger Sandstein. Grundsätzlich ist der beschriebene Festgesteinuntergrund oberflächennah infolge der fortschreitenden Verwitterung zersetzt bis entfestigt anstehend und geht mit der Tiefe rasch in einen unverwitterten Zustand über.

bodenmechanisch: Unter anthropogener Auffüllung als Sande, Kiese (Schicht 0.1, Homogenbereich A) bzw. Schluffe und Tone (Schicht 0.2, Homogenbereich B) mit Fremdbestandteilen folgen bindige Auesedimente (Schicht 1, Auelehm, Homogenbereich B) als leicht- bis mittelplastische Tone und Schluffe, darunter schwach- bis nichtbindige Sande (Schicht 2, Auesand, Homogenbereich A) und Saaleschotter (Schicht 3, Homogenbereich A) als steinige Fein- bis Grobkiese. Unter den Kiesen wurden im Hangenden des Sandsteins und teilweise als Zwischenschichten Ton- bis Tonsteinlagen und Schluffsteinlagen (Schichten 4, Homogenbereich C) angetroffen. Als Basisschicht wurde mürber bis fester Sandstein (Schichten 5, Homogenbereich D) als Sand bis Sandstein des Mittleren Buntsandsteins erkundet.

### **3.4 Baugrunderkundung, Felduntersuchungen**

Zur Feststellung der Baugrundschichtung und zur Gewinnung von Anhaltswerten über die Beschaffenheit des Bodens als Baugrund und Baustoff wurden nach Abstimmung des Untersuchungsprogramms mit dem Auftraggeber im Untersuchungsbereich ergänzend zu den Altaufschlüssen fünf Rotationskernbohrungen DN 230 als KB 1 bis 5/18 ausgeführt. Zur Beurteilung der Tragfähigkeit der Baugrundschichten wurden drei Schwere Rammsondierungen DPH 1 bis 3/18 ausgeführt. Neben den schweren Rammsondierungen wurden zur Beurteilung der Schichtung die Kleinrammbohrungen KRB 1 und 2/18 ausgeführt.

Die Lage der Erkundungsstellen kann dem Aufschlussplan der Anlage 1.2 entnommen werden. Die Einmessung der Höhen der Aufschlüsse wurde auf örtliche Festpunkte, die öffentlichen Abwasserschäfte vorgenommen (siehe A 1.2). Die Lage der aktuellen Aufschlüsse wurde mit GPS-Gerät als Gauss-Krüger-Koordinaten ermittelt und nachfolgend dokumentiert.

*Tabelle 9 Koordinaten der aktuellen Aufschlüsse (Gauss-Krüger)*

Aufschluss	Hochwert	Rechtswert
KB 1/18	56 43 692	44 71 464
KB 2/18	56 43 759	44 71 465
KB 3/18	56 43 774	44 71 536
KB 4/18	56 43 714	44 71 500
KB 5/18	56 43 696	44 71 5176

Der geförderte Baugrund wurde vor Ort angesprochen und mit den Erkundungsergebnissen älterer Baugrunduntersuchungen aus den Unterlagen U 10 verglichen. Für die Beurteilung wurden zahlreiche Altbohrungen in den Anlagen 1 bis 4 mit einbezogen und dokumentiert.

Bei der Festlegung des Stichprobenumfangs (Lage, Anzahl, Art und Tiefe der Aufschlüsse) wurden auf der Grundlage der DIN EN 1997-2:2010-10 Vorkenntnisse, örtliche Erfahrungen und örtliche Randbedingungen berücksichtigt.

Die erkundete und ausgewertete Baugrundschichtung ist aus den Anlagen A 2 und A 3 in Einzelprofilen und den Anlagen 4 als Geländeschnitte zu entnehmen.

### **3.5 Baugrundschichtung und Homogenbereiche**

Entsprechend den dokumentierten Erkundungsergebnissen (A 2 u. A 3) wurden folgende Baugrundschichten angetroffen und entsprechenden Homogenbereichen (HB) zugeordnet. Die Einstufung in Homogenbereiche (HB) nach dem aktuellen Normenstand der VOB Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen - Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV), z.B. DIN 18300 Erdarbeiten 2015, wird für Boden und Fels entsprechend ihrem Zustand vor dem Lösen vorgenommen. Dabei ist der Homogenbereich ein begrenzter Bereich, bestehend aus einzelnen oder ggf. mehreren Boden- und Felsschichten, der für einsetzbare Erdbaugeräte, Bohrarbeiten usw. vergleichbare Eigenschaften aufweist. Eine weiterführende Differenzierung, z.B. hinsichtlich Lösen, Laden, Fördern, Wiedereinbauen usw., erfolgt nicht.

Tabelle 10 Baugrundschichten und Homogenbereiche

Baugrundschicht		Homogenbereich
Nr.	Benennung	HB-Bezeichnung
0.1	Körnige Auffüllungen, Kies, Sand	A
0.2	feinkörnige Auffüllungen, Ton, Schluff	B
1	Schluff, Ton, Auelehm	
2	Sand, Auesand	A
3	Kies, Terrassenschotter der Saale	
4	Ton, Tonstein / Schluffstein	C
5	Sand, Sandstein	D

Zur Verdeutlichung der Homogenbereiche wurden auf den Anlagen 4 Geländeschnitte mit Abgrenzung der Homogenbereiche dargestellt. Die Baugrundschichten sind nummeriert, die Homogenbereiche mit Buchstaben versehen.

Die o.g. Schichten bzw. Homogenbereiche reichen in den einzelnen Bodenaufschlüssen bis in nachfolgende Teufen:

Tabelle 11: Schichtenfolge

Aufschluss	Höhe m NHN	0.1	0.2	1	2	3	4	5
KB 1/18	143,41	142,81	141,61	-	139,91	137,61	136,46	<103,41
KB 2/18	143,43	141,33	-	-	-	137,93	136,88	<103,43
BK 3/18	144,01	141,91	-	-	-	137,61	136,61	<104,01
KB 4/18	143,93	142,93	142,53	141,93	141,23	138,03	135,93	<103,93
KB 5/18	144,11	142,61	141,11	140,81	140,11	138,41	undiff.	<104,11
KRB 1/18	143,52	143,22	141,72	-	140,62	137,42	< 136,92	-
KRB 2/18	144,22	-	143,12	141,32	-	137,92	< 137,72	-
AB 66/69	143,68	-	142,68	142,03	140,68	137,68	136,68	< 128,68
AB 79/69	143,76	140,96	-	-	-	137,36	136,66	< 133,76
AB 80/69	143,04	-	141,24	-	140,74	137,34	-	< 133,04
AB 83/69	143,40	141,50	-	139,90	139,10	137,20	136,60	<133,40
AB 1/08	143,86	142,91	141,16	-	140,61	137,46	< 135,86	-
AB 2/08	144,05	140,35	-	-	-	137,85	< 137,85	-
AB 3/08	143,93	141,63	-	-	-	137,93	-	< 135,93
AB 4/08	143,89	143,49	141,89	-	141,59	138,09	-	< 136,89
KB 5/17	143,64	143,44	142,44	-	-	137,94	136,54	< 133,64

### 3.6 Laboruntersuchungen

Aus den durchgeföhrten Bohrungen wurden 12 Bodenproben der Güteklaße 2 entnommen und im Labor der BEB Jena Consult untersucht:

Tabelle 12: Laborversuche

Laborversuch	Vorschrift	Beprobung
Natürlicher Wassergehalt	DIN 18121	12 Stück
Zustandsgrenzen	DIN 18122	5 Stück
Körnungslinie	DIN 18123	3 Stück
Bestimmung Glühverlust	DIN 18128	2 Stück
Betonaggressivität Grundwasser	DIN 4030	1 Stück
Stahlaggressivität Grundwasser	DIN 50929	1 Stück
Dichte	DIN 18125	18 Stück
Bestimmung der einax. Druckfestigkeit	DGGT Nr. 1	4 Stück

Die Ergebnisse der bodenmechanischen Laboruntersuchungen sind den Anlagen 5 zu entnehmen.

Die Korngrößenverteilungen sind auf Grund des punktuellen Aufschlusscharakters nur näherungsweise repräsentativ. Steine und Blöcke > 250 mm werden auch mit den Kernbohrungen nicht erfasst, sind aber nicht ausgeschlossen und werden benannt. Die Wassergehalte und plastischen Eigenschaften der bindigen Böden unterliegen natürlichen Schwankungen. Die bindigen, feinkörnigen Böden bzw. die feinkörnigen Anteile der gemischtkörnigen Böden neigen unter Wassereinfluss zu teils starken Aufweichungerscheinungen.

### 3.7 Hydrologische Verhältnisse

Im Bereich des Steinweges können zwei Grundwasserleiter unterschieden werden. Die quartären Saalekiese bilden den oberen Grundwasserleiter. Die Sedimentgesteine des Mittleren Buntsandsteins (Hardegsenfolge) bilden den unteren Grundwasserleiter. Der Festgesteingrundwasserleiter weist einen um den Faktor 10 niedrigeren Durchlässigkeitsbeiwert auf. Die hydraulische Anbindung an den Lockergesteinsgrundwasserleiter konnte nicht beobachtet werden, da entfestigte Tonsteine in der Verwitterungszone als Zwischenstauer fungieren.

Die Saale als standortrelevanter Vorfluter verläuft 120 m östlich des Steinweges. Der Grundwasserstand des Untersuchungsgebietes wird maßgeblich durch den Wasserstand

der Saale beeinflusst.

Bei der Durchführung der Bohrungen wurde **freies Grund- bzw. Schichtenwasser** in den Sanden (Schicht 2) und Kiesen (Schicht 3) des Homogenbereiches A angetroffen. Das Grundwasser steht in Korrespondenz zum Vorfluter der Saale.

In den durchlässigen Auffüllungen des Homogenbereiches A ist bei Niederschlägen mit Schichtwasserzuläufen zu rechnen. Die Intensität ist jahreszeitlich sehr verschieden.

### 3.8 Wasserführung

Die bindigen Baugrundschichten der Homogenbereiche B und C sind überwiegend un- bis halbdurchlässig, werden vom steigenden Grundwasser nur langsam durchdrungen und wirken als Grundwasserstauer.

Die körnigen Baugrundschichten des Homogenbereiches A sind durchlässig und je nach Grund- bzw. Schichtwasserandrang wasserführend.

Sickerwasser kann auftreten, wenn es sich über den bindigen Baugrundschichten des Homogenbereiches B staut. Dessen Intensität ist je nach Jahreszeit und Niederschlägen sehr unterschiedlich.

### 3.9 Wasserstände

Zum Zeitpunkt der jeweiligen Erkundung angetroffene Grund- und Schichtwasserstände siehe A 2 und nachfolgende Tabelle.

*Tabelle 13 Wasserstände*

Aufschluss	m ü. NHN	Wasseranschnitt		Ruhewasserstand	
		m unter Gelände	m ü. NHN	m unter Gelände	m ü. NHN
KB 1/18	143,41	4,2	139,21	4,6	138,81
KB 2/18	143,43	4,6	138,83	4,3	139,13
KB 3/18	144,01	-	-	4,9	139,11
KB 4/18	143,93	-	-	4,8	139,13
KB 5/18	144,11	-	-	5,2	138,91
KRB 1/18	143,52	4,0	139,52	4,1	139,42
KRB 2/18	144,22	4,5	139,72	4,8	139,42
AB 66/69	143,68	4,8	138,88	5,2	138,48
AB 79/69	143,76	4,1	139,66	4,4	139,36
AB 80/69	143,04	4,9	138,14	4,3	138,74
AB 83/69	143,40	4,0	139,40	3,4	140,00
AB 1/08	143,86	-	-	4,9	138,46
AB 2/08	144,05	-	-	5,3	138,75
AB 3/08	143,93	5,3	138,63	5,1	138,83

AB 4/08	143,89	-	-	5,0	138,89
KB 5/17	143,64	4,7	138,94	4,7	138,94

Im Hydrogeologischen Gutachten für den Inselplatz wurden Bemessungswasserstände ermittelt und in U 10.2 dargestellt. Nach den örtlichen Erfahrungswerten kann bei Hochwasserführung der Saale mit einem höchsten Flusswasserstand zwischen den Ordinaten 140,98 (HQ 20) und 141,48 (HQ100) m NHN gerechnet werden. Der mittlere Flusswasserstand wurde mit 138,98 m NHN (MQ) ermittelt.

Auengrundwasserstände nach Auswertung der Unterlagen (U 10)

Mittlerer Grundwasserstand: MGW 138,60 m NHN

Höchster Grundwasserstand : HGW 140,80 m NHN

Aus der Kommunikation zwischen Vorfluter und Grundwasser wurde in U 10.2 ein **Bemessungswasserstand von 141,50 m NHN** abgeleitet.

Die Grundwasserfließrichtung schwankt von ENE bei Normalwasserständen auf NE bei Hochwasserführung der Saale.

### **3.9.1 Grundwassermessstellen**

Für die längerfristige Beobachtung der Grundwasserstände wurden in Abstimmung mit der Unteren Wasserbehörde um das Baufeld drei Grundwassermessstellen eingerichtet. Auf dem Aufschlussplan der Anlage 1.2 sind die Messstellen als GWM 1 bis 3/18 hervorgehoben. Die Messstellen wurden am 08.10.2018 eingerichtet und messen seitdem permanent jeden Tag um 12.00 Uhr den Wasserstand und die Wassertemperatur.

Die Messstellen werden gemeinsam mit der Messstelle GWM 3/11 am Nachbargrundstück für den Neubau B 19 abgelesen. Auf der Anlage 1.2.1 ist die Lage der GWM 3/11 dargestellt.

### **3.10 Wassereigenschaften / Betonaggressivität / Stahlaggressivität**

Zur Untersuchung des Grundwassers auf korrosive Eigenschaften wurde nach DIN 1045 aus der Bohrung KB 3/18 eine Wasserprobe entnommen und im Labor untersucht.

Nach dem Ergebnis der Wasseranalyse auf der Anlage 5.17 ist das Wasser wegen kalklösender Kohlensäure als schwach betonangreifend einzustufen. Für Betonrezepturen ist die Expositionsklasse XA 1 zu beachten.

Zur Untersuchung des Grundwassers auf Stahlaggressivität wurde gemäß DIN 50929 T 3 eine weitere Wasserprobe untersucht. Im Ergebnis wurde auf der Anlage 5.18 ein Bewertungsbogen für die Korrosionswahrscheinlichkeit metallischer Werkstoffe erstellt.

Je nach Lage des Bauteils im Wasser kann die Korrosionswahrscheinlichkeit daraus

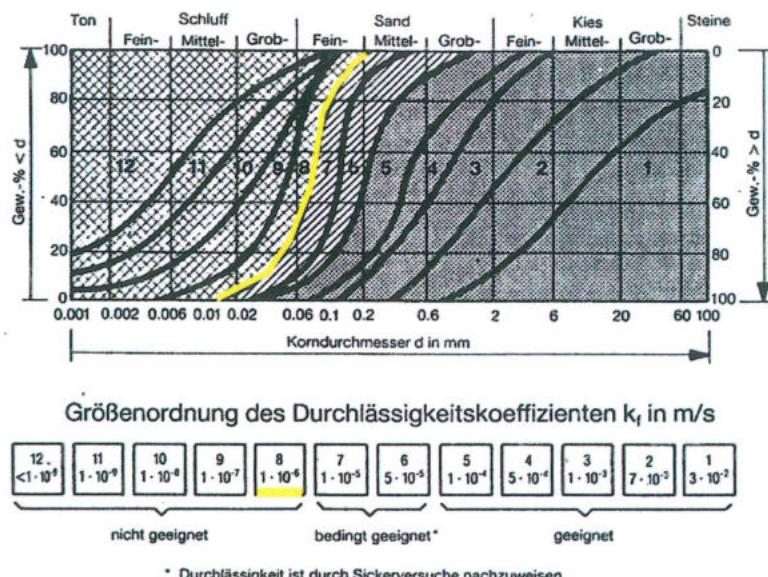
entnommen werden.

### 3.11 Durchlässigkeit der Baugrundschichten

Für bautechnische Zwecke werden nach DIN 18130 fünf Durchlässigkeitsbereiche unterschieden, die in nachfolgender Tabelle dargestellt sind:

Tabelle 14: Durchlässigkeitsbeiwerte:

Durchlässigkeitsbeiwert $k$ [m/s]	Bereich im Kornband
unter $10^{-8}$	sehr schwach durchlässig
$10^{-8}$ bis $10^{-6}$	schwach durchlässig
$10^{-6}$ bis $10^{-4}$	durchlässig
$10^{-4}$ bis $10^{-2}$	stark durchlässig
über $10^{-2}$	sehr stark durchlässig



Allgemein wird die Grenze zwischen durchlässigen und wenig oder schlecht durchlässigen Lockergesteinen bei  $k = 10^{-6}$  m/s angenommen (siehe gelbe Linie).

Tabelle 15 Durchlässigkeit der anstehenden Baugrundschichten

Homogenbereich	Durchlässigkeit $k_f$ [m/s]
A	$1 \times 10^{-3}$ bis $5 \times 10^{-5}$ m/s (Werte aus U 10.2 entnommen)
B	$1 \times 10^{-7}$ bis $1 \times 10^{-10}$
C	$1 \times 10^{-8}$ bis $1 \times 10^{-11}$
D	$2 \times 10^{-8}$ bis $1 \times 10^{-10}$

Von den untersuchten Lockergesteinen sind nur die kiesigen Auffüllungen, die Auesande und die Saalekiese des Homogenbereiches A als durchlässig einzustufen. Da im Auesand der Feinkorngehalt je nach Nähe zum Auelehm sehr schnell wechseln kann, sind bei Planungen zu Versickerbarkeit von Wässern Versickerungsversuche am konkreten Standort auszuführen.

Für Grundwassерmodellierungen wurde der *hydraulische Gradient* dem Gutachten U 10.6 entnommen. *Minimal- / Maximalwert bei Saalehoch-/niedrigwasser 0,0010/0,0020.*

### **3.12 Eigenschaften der Baugrundschichten / Homogenbereiche im Zustand vor dem Lösen**

*Tabellen 16 bis 19 Kurzbeschreibungen*

<b><i>Homogenbereiche</i></b>	<b><i>Baugrundschichten</i></b>
<i>Homogenbereich A (ohne Asphaltdeckschichten)</i>	Körnige Auffüllungen Schichten 0.1 Sand, Auesand, 2 Kies, Saaleschotter, 3
Bodenart (DIN EN ISO 14688-1):	Kies, sandig, schluffig, schwach steinig - steinig Sand, schluffig, schwach kiesig
Beimengungen:	Kalksteinschotter, Quarzkies, Grauwacke, Mörtel, Ziegel, Beton, Gips, Metallreste, Keramik, Kohle
Bodengruppen (DIN 18196):	[GW, GU], SW, SU, GW, GU, GI
Bodenklasse (DIN 18300): informativ	3, 5 bei Steinanteil > 30%
Massenanteil Steine, Blöcke und große Blöcke nach DIN EN ISO 14688-2	5 – 40 %, geschätzt
Organischer Anteil $v_{gl}$ :	0 – 4 %
Dichte $\rho_n$ :	1,8 bis 2,1 kN/m <sup>3</sup>
Lagerungsdichte	locker, mitteldicht bis dicht, D = 0,3 - >0,65
Frostempfindlichkeit (ZTV E-StB 17):	F 1- F 2, nicht bis gering frostempfindlich
Abrasivität als CAI-Index:	abrasiv bis stark abrasiv 1,0 – 4,0 [0,1 mm] geschätzt
Farbe:	graubraun, dunkelgrau, braun
Bodengruppe (ATV- Bl. 127):	G 1 – G 2
Eignung als Gründungshorizont	0.1 + 2 bedingt geeignet, 3 geeignet

Die grob- und gemischtkörnigen Auffüllungen (Schicht 0.1) des Homogenbereiches A wurden in der Parkplatzfläche aufgeschlossen und entsprechen weitestgehend den Schichten ohne Bindemitteln bzw. Tragschichten, wie sie üblicherweise zur Herstellung von Verkehrsflächenbefestigungen verwendet werden. Einschlüsse von Bauschutt in Form von Ziegel- und Betonresten sind vorhanden. Teilflächig wurden gemischtkörnige Auffüllungen mit erheblichen Fremdstoffen im Bereich von Abrissgebäuden angetroffen. Die Auesande

(Schicht 2) und Saalekiese (Schicht 3) wurden auch dem Homogenbereich A zugeordnet, weil diese vergleichbare bautechnische Eigenschaften wie die körnigen Auffüllungen besitzen. Eine zusätzliche Unterteilung in einen umwelttechnischen Homogenbereich für die Schicht 0.1 wurde wegen des ohnehin notwendigen Aushubes nicht vorgenommen.

<i>Homogenbereich B:</i>	<i>Bindige Auffüllungen Schichten 0.2 Schluff, Auelehm, 1</i>
Bodenart (DIN EN ISO 14688-1):	Schluff, tonig, feinsandig, schwach kiesig, schwach organisch bis organisch  Ton, schluffig, feinsandig, kiesig, steinig
Bodengruppe (DIN 18196):	UL, UM, TL, TM  [UL, UM, TL, TM, selten OU und OT]
Bodenklasse (DIN 18300): informativ	4
Massenanteil Steine, Blöcke und große Blöcke nach DIN EN ISO 14688-2	Anteile zwischen 3 und 10 % geschätzt
Farbe:	braun, dunkelbraun, grau, dunkelgrau
Konsistenz / Plastizität:	weich bis steif, $I_c = 0,5 - 0,75$ / $I_p = 0,1 - 0,3$
Frostempfindlichkeit (ZTV E-StB 17):	F 3, sehr frostempfindlich
Wasserempfindlichkeit:	hoch
Organischer Anteil $v_{gl}$ :	2 - 8 %
Abrasivität als CAI-Index:	kaum abrasiv, 0,3 – 0,5 [0,1 mm] geschätzt
Bodengruppe (ATV- Bl. 127):	G 3 - G 4
Beimengungen:	Ziegel, Betonreste, Metallreste, Holzkohle, Mörtel
Eignung als Gründungshorizont	nicht geeignet
Eignung als Auffüllmaterial mit Verdichtungsanforderungen	nur nach Stabilisierung mit Bindemittel geeignet
Eignung als Hinterfüllmaterial ZTV E-StB 17	nicht geeignet
Eignung als Boden zur Bodenverbesserung	geeignet, qualifizierte Bodenverbesserung mit 4 bis 6% Mischbinder / hydraul. Tragschichtbinder, Eignungsprüfung erforderlich

Der Homogenbereich B vereint die bindigen Auffüllungen und die quartären Deckschichten des Auelehms. Sie weisen ähnliche bautechnische Eigenschaften auf. Einschlüsse von Ziegel- und Betonresten sowie Holzkohlereste sind möglich.

<i>Homogenbereich C:</i>	<i>Ton, Tonsteinzersetzung</i> <i>Ton- u. Schluffstein, 4, feinkörniges Sedimentgestein</i>
Bodenart (DIN EN ISO 14688-1):	<b>Ton</b> , schluffig, feinsandig, schwach kiesig
Bodengruppe (DIN 18196):	TM, TA
Massenanteil Steine, Blöcke und große Blöcke nach DIN EN ISO 14688-2	geringe Anteile < 3 %
Bodenklasse (DIN 18300): informativ	4
Farbe:	grau, dunkelgrau, rotbraun, graugrün, blaugrau
Konsistenz:	halbfest
Frostempfindlichkeit (ZTV E-StB 17):	F 2 - F 3, gering bis sehr frostempfindlich
Abrasivität als CAI-Index:	schwach abrasiv, 0,5 – 1,0 [0,1 mm] geschätzt
Organischer Anteil $v_{gl}$ :	0 - 2 %
Bodengruppe (ATV- BI. 127):	G 4
Felsart: (DIN EN ISO 14689 / FGSV 543)	<b>Tonstein, Schluffstein</b>
Felsklasse (DIN 18300):informativ	5 - 6
Farbe:	grau, rotbraun, blaugrau, violett, grüngrau
Verwitterung:	stark bis gering verwittert, VE - VA
Härte:	geringhart bis mürbe einax. Druckfestigkeit < 1,0 MN/m <sup>2</sup>
Trennflächenabstand:	blättrig bis dünn, 0,5 – 4 mm
Struktur:	feinkörnig, örtlich löchrig
Frostempfindlichkeit (ZTV E-StB 17):	F 2 bis F 3, gering bis sehr frostempfindlich
Abrasivität als CAI-Index::	schwach abrasiv, 0,5 – 1,0 [0,1 mm] geschätzt

Der Homogenbereich C vereint die vorhandenen Tone und Ton- bzw. Schluffsteine der Hardegsen-Folge, die teilflächig auf dem Sandstein aufliegen und in geringen Lagenstärken dem Sandstein Zwischenlagen verursachen. Sie weisen ähnliche bautechnische Eigenschaften auf.

<i>Homogenbereich D:</i>	<i>Sand, Sandsteinzersetzung, 5.1</i> <i>Sandstein, grobkörniges Sedimentgestein, 5.2</i>
Bodenart (DIN EN ISO 14688-1):	<b>Sand</b> als Fein bis Mittelsand, schluffig, tonig teilweise Tonlagen
Bodengruppe (DIN 18196):	SU, ST, SU*, TM
Massenanteil Steine, Blöcke und große Blöcke nach DIN EN ISO 14688-2	geringe Anteile < 1%
Bodenklasse (DIN 18300): informativ	3 - 4
Farbe:	hellgrau, braungrau, rotbraun, graugrün, bunt
Lagerungsdichte:	dicht bis sehr dicht, $D = 0,55 - > 0,65$
Dichte $\rho_n$	2,0 bis 2,2 kN/m <sup>3</sup>
Abrasivität als CAI-Index:	abrasiv bis stark abrasiv 1,0 – 4,0 [0,1 mm] geschätzt
Frostempfindlichkeit (ZTVE-StB 09):	F 2 bis F 3, gering bis sehr frostempfindlich
Beimengungen:	verwitterte Sandsteinstücke
Felsart: (DIN EN ISO 14689 / FGSV 543)	<b>Sandstein</b>
Felsklasse (DIN 18300):informativ	6 bis 7, Übergang fließend, nicht abgrenzbar
Farbe:	hellgrau, braungrau, rotbraun, graugrün, bunt
Verwitterung:	angewittert bis entfestigt, VA – VE
Härte:	geringhart bis mürbe, <u>mittelhart</u> einax. Druckfestigkeit 0,7 – 15 MN/m <sup>2</sup>
Schichtung:	dünnplattig bis bankig, A 01 – A30 söhlig bis leicht geneigt, N 1 – N 6
Trennflächenabstand:	dünn – mittel, 60 – 600 mm
Struktur:	fein- bis grobkörnig
Abrasivität als CAI-Index:	abrasiv bis stark abrasiv 1,0 – 4,0 [0,1 mm] geschätzt

Die Festgesteinsschichten des Sandsteins der Hardegsen-Folge wurden überwiegend als mehr oder minder stark verwitterte Sandsteine erkundet. Der Anteil schluffig-toniger Matrix liegt um 15 bis 20%, in manchen Bereichen fehlen bindige Anteile. Im Regelfall wird der Sandstein sehr kompakt angetroffen.

Die untersuchten und bewerteten Böden werden klassifiziert und die entsprechenden Eigenschaften und Kennwerte den Homogenbereichen (HB) zugeordnet. Wenn keine Versuchsergebnisse nach den im Gutachten aufgeführten Anlagen vorliegen, wurden die entsprechenden Parameter anhand vergleichbarer Eigenschaften und benachbarter

Untersuchungen korreliert bzw. abgeschätzt und als Erfahrungswerte dargestellt.

#### **4. Baugrundeignung**

Die Aussagen dieses Abschnittes sind aus dem Baugrundmodell abgeleitet und gelten in Verbindung mit der Geometrie nach Abschnitt 3 als unmittelbare Planungsgrundlage.

##### **4.1 Bebaubarkeit der Baufläche**

Für die vorgesehene mehrgeschossig unterkellerte Neubebauung ist die Baufläche geeignet. Es sind Gründungen der mehrgeschossigen Bebauung in den Schichten 4 (Tonstein) und Schicht 5 (Sandstein) des Homogenbereiches D zu erwarten.

Örtlich sind erhöhte Aufwendungen bei Bodenaustausch im Gründungsniveau der Bodenplatten und im geländenahen Untergrundplanum der Verkehrsflächen und in Mediengräben zu erwarten.

##### **4.2 Belastbarkeit**

Tabelle 20 Belastbarkeit

<i>Homogenbereich/ Baugrundschicht</i>	<i>Eignung Gründungsschicht</i>	<i>als</i> <i>Tragfähigkeit</i>	<i>Setzungsverhalten</i>
A / 0.1, grobkörnige Auffüllungen	geeignet, nur teilflächig	tragfähig	schnell abklingend
A / 2, Auesand, 3, Saalekies	geeignet	tragfähig	schnell abklingend
B / 0.2, feinkörnige Auffüllungen 1, Auelehm	nicht geeignet	gering	länger anhaltend
C / 4, Ton bis Tonstein	bedingt geeignet	gut tragfähig	länger anhaltend
D / 5, Sand, Sandstein	geeignet	sehr gut tragfähig	keine Setzungen

##### **4.3 Lösbarkeit (informativ als Kalkulationshilfe)**

Die in den Aufschlüssen festgestellten Locker- und Festgesteine wurden hinsichtlich der Lösbarkeit der Bodenschichten informativ nach alter DIN 18300 wie folgt eingestuft:

**Tabelle 21 Lösbarekeit**

Homogen- bereich	Bezeichnung / Schicht	Boden- bzw. Felsklasse
A	Körnige Auffüllungen / 0.1 Auesand, 2, Saalekies, 3	3 – 5 (je nach Steinanteil)
B	Feinkörnige Auffüllungen, Ton, 0.2 Auelehm, 1	4
C	Ton, Tonstein, 4	4 - 6
D	Sand, Sandsteinzersatz, 5.1, Tonlagen Sandstein, 5.2	3 - 5 6 – 7 (je nach Kluftkörpergröße)

*Grundsätzlich ist darauf hinzuweisen, dass Bohrungen und Sondierungen nur punktförmig über den Baugrund, somit auch über die Boden- und Felsklassen, Aufschluss geben. Die genauen Anteile der einzelnen Boden- bzw. Felsklassen ergeben sich erst mit den Erdarbeiten.*

#### **4.4 Verwendbarkeit der Schüttstoffe aus Abtrag und Aushub / Wiedereinbaufähigkeit**

Beim Wiedereinbau gelösten Bodens sind die Bestimmungen der ZTVE - StB 17 und der DIN 18300 zu beachten. Unter Berücksichtigung dieser Richtlinien ist die Verwendbarkeit der Homogenbereiche wie folgt zu bewerten:

##### **Homogenbereich A:**

Körnige Auffüllungen der Schicht 0.1 als Kies sind als Verfüllmaterialien in belasteten Abschnitten nur nach Separierung ungeeigneter Anteile und Fremdstoffe geeignet und können zur Bauwerkshinterfüllung bzw. Angleichung von Planumsflächen verwendet werden.

Die Kiese und Sande der Schicht 2 als Auesand und der Schicht 3 als Saalekies sind als Verfüllmaterial in belasteten Abschnitten geeignet und können zur Bauwerkshinterfüllung bzw. Angleichung von Planumsflächen verwendet werden. Die Verfüllung ist in Lagen von maximal 0,3 m vorzunehmen. Als Verdichtungswert ist eine Proctordichte von  $Dpr \geq 100\%$  nachzuweisen.

Durchfeuchte Materialien sind generell auszuhalten bzw. vor dem Einbau entsprechend aufzubereiten (Trocknung, Stabilisierung durch hydraulische Bindemittel usw.).

##### **Homogenbereich B:**

Bindige Auffüllungen der Schichten 0.2, Schluffe und Tone des Auelehms der Schicht 1 sind als Verfüllmaterial in belasteten Abschnitten nicht geeignet und sollten lediglich in

Bereiche eingebaut werden, die keine besonderen qualitativen Anforderungen besitzen.

### **Homogenbereich C:**

Tone und Tonsteine der Schichten 4 sind als Verfüllmaterial in belasteten Abschnitten nicht geeignet und sollten lediglich in Bereiche eingebaut werden, die keine besonderen qualitativen Anforderungen besitzen. Die Hinweise zum Homogenbereich B gelten dann sinngemäß.

### **Homogenbereich D:**

Sande und Sandstein der Schichten 5 sind als Verfüllmaterial in belasteten Abschnitten geeignet. Kompaktere Sandsteinbrocken sind nach Kornzerkleinerung zum Einbau aufzubereiten.

Zur Auffüllung zu verwendende Schüttstoffe als Liefermaterial sind noch nicht bekannt, können jedoch im Rahmen baubegleitender Untersuchungen von der BEB Jena Consult GmbH auf ihre Eignung untersucht werden.

### **4.5 Stabilisierbarkeit / Einsatz von Bindemittel**

Die bindigen Schichten des Homogenbereiches B (bindige Auffüllungen, Schicht 0.2 und Auelehme, Schicht 1) sowie die Tone und Tonsteine des Homogenbereiches C (Schicht 4) sind prinzipiell zur Stabilisierung mit Bindemitteln geeignet. Vor einem konkreten Einsatz wären jedoch Eignungsuntersuchungen erforderlich, die den Rahmen der beauftragten Baugrunduntersuchung übersteigen. Über diesbezügliche Möglichkeiten sollte im weiteren Planungsablauf entschieden werden. Denkbar sind Überlegungen zum Ersatz eines notwendigen mineralischen Gründungspolsters als Bodenaustausch im Erdplanum der Verkehrsflächen z.B. durch eine qualifizierte Bodenverbesserung mit Mischbindemitteln oder Tragschichtbinder.

### **4.6 Rammbarkeit (informativ als Kalkulationshilfe)**

Nach den Empfehlungen des Arbeitsausschusses Ufereinfassungen der DGEG (EAU 2012) sind folgende Kriterien für Baugrubenumschließungen mit Rammelementen beim **Einbringverfahren der schlagenden Rammung** zu erwarten:

**Tabelle 22 Rammbarkeit**

Homogenbereich / Baugrundschichten	Rammbarkeit
A / grobkörnige Auffüllungen, 0.1	mittelschwer rammbar
B / bindige Auffüllungen, 0.2, Auelehm, 1	leicht rammbar, Rammhindernisse durch Bauwerksreste möglich
A / Kiese und Sande als Auesand, 2, und Saalekies , 3	mittelschwer bis schwerste Rammung, Rammhilfen als Lockerungsbohrungen einplanen
C / Ton bis Tonstein, 4	mittelschwer bis schwerste Rammung
D / Sand bis Sandstein, 5	nur anrammbar

**(bei Antreffen von Tonstein- bzw. Schluffsteinbänken der Schicht 4 bzw. Sandsteinbänken der Schicht 5 ist ohne Austauschbohrung kein Rammfortschritt mehr möglich)**

Völlig andere Kriterien gelten für das **Einbringverfahren mit Vibration**, manchmal auch **Rüttelrammen** genannt. Von diesem Verfahren ist wegen der nicht umlagerungsfähigen Homogenbereiche C und D abzuraten. Bei Anwendung dieses Verfahrens müsste für die Ausschreibung von nahezu 100-% Austauschbohrungen ausgegangen werden.

Aus den genannten Gründen ist alternativ eine überschnittene überwiegend wasserdichte **Bohrpfahlwand als Baugrubenverbau** die sichere und wirtschaftliche Methode zur Sicherung der Baugruben von tiefer reichenden Bauwerken.

#### **4.7 Bohrbarkeit (informativ als Kalkulationshilfe)**

Für die Beurteilung der Baugrundschichten galt für Bohrungen jeder Art, Neigung und Tiefe bei denen Stoffe gelöst und als Bohrgut gefördert werden die alte ATV DIN 18301 „Bohrarbeiten“, dies „insbesondere für ... Bohr- und Verpresspfähle sowie Bohrpahl-, Verbau- und Dichtwände.“ Diese Norm wurde 2015 mit der neuen VOB Teil C abgelöst. Maßgebend sind die im Gutachten beurteilten Homogenbereiche. Die Bohrbarkeitsklassen werden informativ mitgeteilt.

**Tabelle 23 Bohrbarkeit (informativ)**

Homogenbereich / Baugrundschicht	Boden- und Felsklassen für Bohrarbeiten
A / grobkörnige Auffüllungen, 0.1 Kies und Sand, 2 und 3	BN 1 bis BN 2, BS 1 – BS 3
B / bindige Auffüllungen 0.2, Auelehm, 1 als Schluffe, Tone	BB2 – BB 3, BS 1
C / Ton bis Tonstein, 4	BB 3 bis BB 4, (BS 1)
D / Sand bis Sandstein, 5	FV 1 bis FV 3, FD 1 – FD 2

## **5. Lösungsvorschläge**

Die nachfolgenden Vorschläge sind Empfehlungen, über deren Realisierung der Anwender endgültig entscheidet.

### **5.1 Bauwerkseinordnung**

Die lagemäßige Einordnung der vorgesehenen Bebauung auf dem Baugelände kann aus Baugrundsicht beibehalten werden, da auf der zur Verfügung stehenden Baufläche keine besseren Baugrundverhältnisse zu erwarten sind.

Die aktuell geplante höhenmäßige Einordnung der Gründung erreicht den tragfähigen Baugrund der Homogenbereiche C (Baugrundschicht 4) und D (Schicht 5).

### **5.2 Konstruktionssystem**

Die endgültige Bauwerkskonstruktion ist noch nicht bekannt. Nach den bisher übergebenen Unterlagen ist von einer Wandbauweise mit statisch aussteifenden Wand scheiben und Treppenhauskernen auszugehen. In Höhe der Geschoßdecken und am Dachauflager sollten durchlaufende Ringanker mit sorgfältiger Ausbildung der Eck- und Kreuzungsbewehrung angeordnet werden.

Bauten sehr unterschiedlicher Konstruktion und stark differenter Baugrundbelastung sind durch Setzungsfugen zu trennen.

### **5.3 Gründungsmethode**

Die Neubebauung erhält mit der mehrgeschossigen Tiefgarage eine Unterkellerung, so dass die Gründung der Gebäude die tragfähigen Homogenbereiche C + D (Schichten 4 + 5) erreicht, um die Bauwerkslasten verformungsarm abzutragen.

Die Flachgründungen im Sandstein sollen entsprechend DIN 1054:2010 geplant werden. Die Gründung des Neubaus erfolgt über Bodenplatten im Sandstein. Sowohl Tragfähigkeit als auch Wasserdichtigkeit sind mit der Bodenplatte als Vorzugslösung zu beherrschen.

In der endgültigen Gründungssohle angetroffene Tone und bindige Zersatzbildungen des Sandsteins sind vollständig zu lösen und durch Magerbeton zu ersetzen. Die Geländeschnitte bieten dazu erste Anhaltshöhen.

### **5.4 Bauwerksschutz / Abdichtung**

#### *Abdichtung*

Sperr- und Dichtungsmaßnahmen sind entsprechend den Trockenheitsforderungen aus

der Nutzung vorzunehmen. Bei der Optimierung von Abdichtungsmaßnahmen sind die Anforderungen der angrenzenden Nutzungen zu berücksichtigen.

Deshalb sind je nach Einbindung der Bauwerke unterschiedliche Wassereinwirkungsklassen nach DIN 18533-1:2017-07 anzusetzen.

Für unterkellerte Gebäude Teile ist von einer Beanspruchung durch versickerndes Oberflächen-, Sicker- und freies Grundwasser auszugehen.

Aktuell wäre für unterkellerte Gebäude Teile von Grundwasserberührungen des Bemessungswasserstandes auszugehen und somit die Wassereinwirkungsklasse W2.2-E hohe Einwirkung von drückendem Wasser anzusetzen. Eine Abdichtung ist mit bahnenförmigen Stoffen nach DIN 18533-2 Tabellen 9 und 17 vorzusehen.

Die planerischen Festlegungen zu Rissklassen, Rissüberbrückungsklassen, Raumnutzungsklassen und Zuverlässigkeitssanforderungen sind vom Fachplaner zu treffen. Bei W2-E ist für das abzudichtende Bauwerk ein statischer Nachweis gegen Auftrieb und Wasserdruck erforderlich.

Alternativ sind für eingeardete Bauteile konsequente wu-Konstruktionen nach der Richtlinie des DAfStb zu empfehlen. Die Anforderungen an die Raumnutzung sind dann vom Bauherrn klar zu definieren. Die Expositionsklasse XA 1 ist (im Grundwasser) zu beachten.

#### *Standsicherheit benachbarter Fundamente*

Zum Schutz unmittelbar benachbarter Bauwerke ist die Standsicherheit der Fundamente in jeder Bauphase zu gewährleisten (Unterfangungen, Aussteifungen unter strikter Einhaltung der DIN 4123).

Werden innerhalb eines Bauwerkes oder zu unmittelbar benachbarten Bauwerken unterschiedliche Gründungstiefen gewählt, können Zusatzbelastungen von höher gelegenen Fundamenten nur dann unberücksichtigt bleiben, wenn zwischen benachbarten Fundamenten ein Abtreppungswinkel von  $25^\circ$  im Homogenbereich B und  $30^\circ$  in den Homogenbereichen A und C nicht überschritten wird.

#### **5.5 Schutz des Baugrundes / Frostschutz**

Für die Bauausführung wird an dieser Stelle nachdrücklich auf die hohe Wasserempfindlichkeit aller bindigen Schichten (Homogenbereiche B und C) hingewiesen. Zum Planumsschutz werden unter Absatz 5.8 Vorschläge gemacht.

Allgemeiner Frostschutz in Frostperioden (DIN 1054) durch Einhaltung der Mindestgründungstiefe bzw. frostsicheren Überdeckung der Fundamentsohlen von 0,8 m.

Niederschlags- und Brauchwasser ist in dichten Leitungen sicher abzuleiten.

### 5.6 Wasserhaltung

Für die Gründungsarbeiten ist in der überwiegend wasserdicht umschlossenen Baugrube eine Restwasserhaltung erforderlich.

Der Wasserandrang aus dem Einzugsgebiet wird allgemein von Jahreszeit und Niederschlagssituation abhängen. Grundsätzlich empfiehlt sich deshalb, die Ausführung der Erdarbeiten möglichst in trockener Jahreszeit zu planen, um Bauaufwand für Wasserhaltung und Planumsschutz gering zu halten.

In der großflächigen Baugrube wird in Abhängigkeit von der Bauzeit eine offene Restwasserhaltung entweder über offene Gräben oder eine Planumsdränage erforderlich, um das eingeschlossene Grundwasser zu entfernen und die durchsickernde Wassermenge der Bohrpfahlwände über die Bauzeit zu beherrschen. Die benetzte Fläche umfasst den Grundwasserleiter in ganzer Höhe (Auesand, 2 und Saalekies, 3) bis zur Oberkante Stauer (OK Tonstein, 4 bzw. Sandstein, 5 bei Fehlen des Tonsteins).

Über Pumpenschächte sollte das so gesammelte Wasser entweder in die Vorflut oder den Kanal übergepumpt werden, was eine Einleitgenehmigung erfordert. Die aktuellen Einleitgebühren sind beim Zweckverband JenaWasser gemäß Satzung zu erfragen.

### 5.7 Schutz der Baugrube / Böschungsgestaltung

Baugruben und Gräben mit Tiefen über 1,25 m sind nach DIN 4124:2002-10 abzusteifen, zu verbauen oder abzuböschten.

Der zulässige Böschungswinkel richtet sich unabhängig von der Lösbarkeit des Bodens nach dessen bodenmechanischen Eigenschaften unter Berücksichtigung der Zeit, während der die Baugrube offen zu halten ist, und nach den äußeren Einflüssen, die auf die Böschung wirken.

Bei unbelasteten Böschungsschlütern (lastfreier Streifen je nach Verkehrslasten und Erdaufschüttungen zwischen 1,0 m und 2,0 m) und Baugruben bis 5 m Tiefe gelten ohne rechnerischen Nachweis nachstehende max. zulässige Böschungswinkel:

Tabelle 24 zulässige Böschungswinkel

Homogenbereich / Baugrundschicht	Zul. Böschungswinkel
A / grobkörnige Auffüllungen, 0.1 Sand und Kies, 2 und 3	45 ° < 25 ° bei Wassereinfluss
B / bindige Auffüllungen 0.2, Auelehme, 1 als Schluffe, Tone	45° weiche Konsistenz, 60 ° mind. steife Konsistenz
C / Ton bis Tonstein	60 °
D / Sand / Sandstein	45 / 80°

Die obigen Angaben gelten nicht, wenn Sachverhalte der DIN 4124 Absatz 4.2.6 erfüllt sind. Tiefere Baugruben über 5 m und Gräben oder Baugruben mit belasteten Schultern sind rechnerisch nachzuweisen und zu verbauen.

Bei geplanten drei Untergeschossen ist derzeit davon auszugehen, dass für die Baugrube eine überschnittene Bohrfahlwand das wirtschaftliche Verbauverfahren ist.

## 5.8 Planumsschutz, Planumsstabilisierung

Das Feinplanum besteht sowohl aus Ton bis Tonstein des Homogebereiches C als auch Sandstein des Homogenbereiches D.

Um zu einem einigermaßen lagegerechten Planum zu kommen, wird das Feinplanum im Sandstein wahrscheinlich mit Felsfräse hergerichtet. Zum Ausgleich von Unebenheiten im Feinplanum beim Abtrag des klüftigen Sandsteins ist eine Sauberkeitsbetonschicht von 8 – 10 cm einzuplanen.

## 6. Berechnungsgrundlagen

### 6.1 Generelle Berechnungsgrundlagen

Die Aussagen des Abschnittes - Baugrundmodell - gelten unmittelbar als Planungsgrundlage. Die Aussagen zur Geometrie des Baugrundes, wie Schichtgrenzen und Wasserstände, besitzen Abbildcharakter und wurden noch nicht unter Beachtung von Sicherheitsbedürfnissen modifiziert.

### 6.2 Spezielle Berechnungsgrundlagen

Zur Durchführung erdstatistischer Berechnungen können neben den Angaben unter Abschnitt 3 die nachfolgenden Werte verwendet werden. Die angegebenen Merkmale entsprechen vorsichtig geschätzten Schichtenmittelwerten und beruhen auch auf territorialen Erfahrungswerten:

Tabelle 25 Charakteristische Bodenparameter

Homogen- bereich	Baugrund- schicht	natürl. Wichte $\gamma_k$ [kN/m <sup>3</sup> ]	Wichte unter Auftrieb $\gamma'_k$ [kN/m <sup>3</sup> ]	wirks. Reibungs- winkel $\phi'_k$ [Grad]	wirks. Kohäsion $c'_k$ / undränierter Kohäsion $c_u$ [kN/m <sup>2</sup> ]	Steifemodul $E_{sk}$ [MN/m <sup>2</sup> ]
A	0.1	18	10	33	0	35 - 45
	2	20	10	31 - 33	0 - 4	20 - 40
	3	18	10	30 - 34	0	45 - 50
B	0.2	19	11	24 - 25	6 - 8 / 15 - 25	5 - 10
	1	21	11	27	5 - 10 / 25 - 40	5 - 12
C	4	21	11	27 - 29	25 - 40 / 40 - 120	45 - 60
D	5	22	12	35 - 40	20 - 50	45 - >200

Für alle Schichten sind die vorgefundenen sehr unterschiedlichen Konsistenzen bzw. Lagerungsdichten bei der Festlegung der Spannen der Scherfestigkeitswerte und der Steifemoduln als Maximal- und Minimalwerte berücksichtigt worden. Für erdstatische Nachweise müsste genau genommen mit den Spannen gerechnet werden, da die Eigenschaften teilweise auf kurze Entfernung schnell wechseln können.

### 6.2.1 Bemessungswiderstand des Sohldrucks für die Flachgründungen

Der Bemessungswiderstand des Sohldrucks für die Gründung auf dem festen Sandstein im Homogenbereich D auf der Schicht 5 wird für die **Vorbemessung von Bodenplatten mit einem Wert von  $\sigma_{R,d} \leq 1200 \text{ kN/m}^2$**  empfohlen. Bei Ausnutzung dieses Sohldrucks ist nicht mit nennenswerten Setzungen zu rechnen.

### 6.2.2 Erddruckansätze

Für die Erddruckansätze zur erdstatischen Bemessung von eingearbeiteten Bauwerksteilen wird zunächst allgemein auf DIN 4085:2007-10 verwiesen.

Bei der Ermittlung des Erddrucks sind die Scherfestigkeitswerte im dränierten Zustand des Baugrunds wirksamer Reibungswinkel  $\phi'$  und wirksame Kohäsion  $c'$  anzusetzen.

Die Größe der Erdruckkraft ist von der möglichen Wandverschiebung abhängig.

Für die möglichen Bauwerke ist aus Baugrundsicht von einer erhöhten Steifigkeit auszugehen, die den Ansatz eines erhöhten aktiven Erddrucks rechtfertigen. Aus fachlicher

Sicht wird der Ansatz von 50% aktiver Erddruck und 50% Erdruhedruck empfohlen. Alternativen je nach möglichen Verformungen der Bauwerke sind möglich.

Bei einem lagenweisen Einbau des Bodens in den Bauwerkshinterfüllungen mit intensiver Verdichtung, zur Erzielung ausreichender Tragfähigkeit in benachbarten Verkehrsflächen, kommt es zum Anwachsen des Erdrucks über den Erddruck aus Eigenlast des Bodens hinaus. Die Erddruckzunahme aus dem Verdichtungserddruck als Sonderfall darf nach Bild 19 und Tabelle 3 der o.g. DIN bestimmt werden.

### 6.2.3 Pfahlgründungen bzw. Bohrpahlwände für den Verbau

Für die Nachweise einer Bohrpahlgründung des Verbaus können nach Auswertung der vorliegenden Unterlagen zunächst folgende Werte in Anlehnung an Anhang B der DIN 1054:2010 bzw. EA-Pfähle:2012 verwendet werden:

*Tabelle 26 Charakteristische Pfahlkennwerte*

Schicht	Pfahlspitzendruck $q_{b,k}$ [MN/m <sup>2</sup> ]	Mantelreibung $q_{s,k}$ [MN/m <sup>2</sup> ]	Horizont. Bettungsmodul $k_{s,k}$ [MN/m <sup>3</sup> ]
3, Kies	-	0,20	$K_{s,k} = E_{s,k} / D$
4, Tonstein	s/D= 0,02      0,9 s/D = 0,03      1,1 s <sub>gr</sub> /D = 0,10    1,5	0,12	
5, Sandstein	5,0	0,50	

Folgende Hinweise sind bei der Anwendung der Tabelle zu beachten:

Es ist in der Ausführung zu garantieren, dass die Einbindetiefe im angewitterten Sandstein der Schicht 5 mindestens dem halben Pfahlfußdurchmesser beträgt. Die Zersatzhorizonte von den Schichten 4 und 5 variieren geologisch bedingt kleinräumig, so dass bei der Festlegung der endgültigen Bohrtiefe in der Ausführung Mehraufwendungen zu erwarten sind. Zur Planungssicherheit wird eine Mindestpfahleinbindung in die Schicht 5 nach den Geländeschnitten der Anlagen 4 von 1 m empfohlen.

Die Pfahlsohlen sind durch Begleitung der Bohrarbeiten durch den Gutachter stichprobenartig abzunehmen.

Für die Festlegung der Rezeptur des Pfahlbetons wird empfohlen, von einer Expositionsklasse XA 1 auszugehen (siehe Absatz 3.10).

Für Bohrpfähle ist die Herstellungs norm DIN EN 1536 zu beachten.

## 6.2.4 Verankerungen(DIN 1054:2010) der Verbauwände

Statisch erforderliche Verankerungen des Verbaus können im Saalekies der Schicht 3 oder im Sandstein der Schicht 5 erfolgen. Dabei kann zum Entwurf für den Saalekies ein charakteristischer Mantelreibungswert von cal  $q_{s,k} = 0,2 \text{ MN/m}^2$  und für den verwitterten Sandstein (Schicht 5.2) nach den Tabellen von *Ostermayer* ein charakteristischer Mantelreibungswert von cal  $q_{s,k} = 0,5 \text{ MN/m}^2$  angesetzt werden. Die wirksame Verpressstrecke sollte mindestens 5 m betragen. Für die Ausschreibung ist zu berücksichtigen, dass mehrmaliges Nachverpressen erforderlich werden könnte und wegen der Klüftigkeit des Sandsteins zumindest teilweise Vorinjektionen notwendig werden können.

## 7. Hinweise

Der vorliegende geotechnische Untersuchungsbericht als Vorentwurf enthält die Beschreibung der Baugrund- und Grundwassersituation am Baustandort des Steinwegtower in Jena zwischen Steinweg und Frauengasse. Aus der vorliegenden Baugrunderkundung und den beurteilten Grundwasserverhältnissen ergibt sich in Abstimmung mit der vorliegenden Planung die Einstufung in die geotechnische Kategorie 3.

Zu Einzelheiten der möglichen Bauverfahren wurde Stellung genommen, soweit dies anhand der bisher übergebenen Unterlagen der Entwurfsplanung des Architekten möglich war.

Es wird generell davon ausgegangen, dass die in der Planung beteiligten Ingenieure alle die den relevanten Normen und Regeln der Bautechnik entsprechenden Nachweise führen.

Bei der Festlegung des Untersuchungsumfanges wurden auf der Grundlage der DIN 4020: 2003-09 Vorkenntnisse, örtliche Erfahrungen und Altgutachten berücksichtigt. Die Aufschlüsse tragen punktuellen Charakter. Abweichungen von den dargestellten Baugrundschnittprofilen sind generell nicht ausgeschlossen.

Die Aussagen und Ergebnisse der vorliegenden Untersuchung sind vom Planer sorgfältig zu prüfen.

Weitergehende Untersuchungen für noch nicht beurteilte Bauwerke und Konstruktionen werden empfohlen und sollten in Abstimmung mit Objekt- und Tragwerksplaner ausgeführt und im Rahmen der Genehmigungsplanung bzw. zur Ausführungsplanung vorliegen.

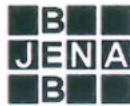
Die Erstellung eines geotechnischen Entwurfsberichtes nach EC 7.2 ist dann erforderlich. Für die Gründung sind Detailnachweise nach Maßgabe des EC 7 in Verbindung mit DIN 1054: 2010-12 zu erstellen.

Bei der vorliegenden komplexen Bauaufgabe kann der geotechnische Sachverständige nicht alle Eventualitäten erkennen und abarbeiten. Das entsprechende umfassende Wissen hat nur der Objektplaner. Deshalb muss er das Baugrundgutachten umfassend prüfen und seine Erkenntnisse mit dem Gutachter abstimmen. Nur so ist es ihm möglich, aus der Schichtbeschreibung des Bodengutachtens für die Ausschreibung die Homogenbereiche festzulegen und entsprechende Massen zu ermitteln.

Soweit im Rahmen von Planungen weitere auch alternative Verfahren vorgeschlagen werden, sind die zugehörigen Planungs- und Berechnungsunterlagen der BEB Jena Consult zur Beurteilung bodenmechanischer und gründungstechnischer Belange vorzulegen.

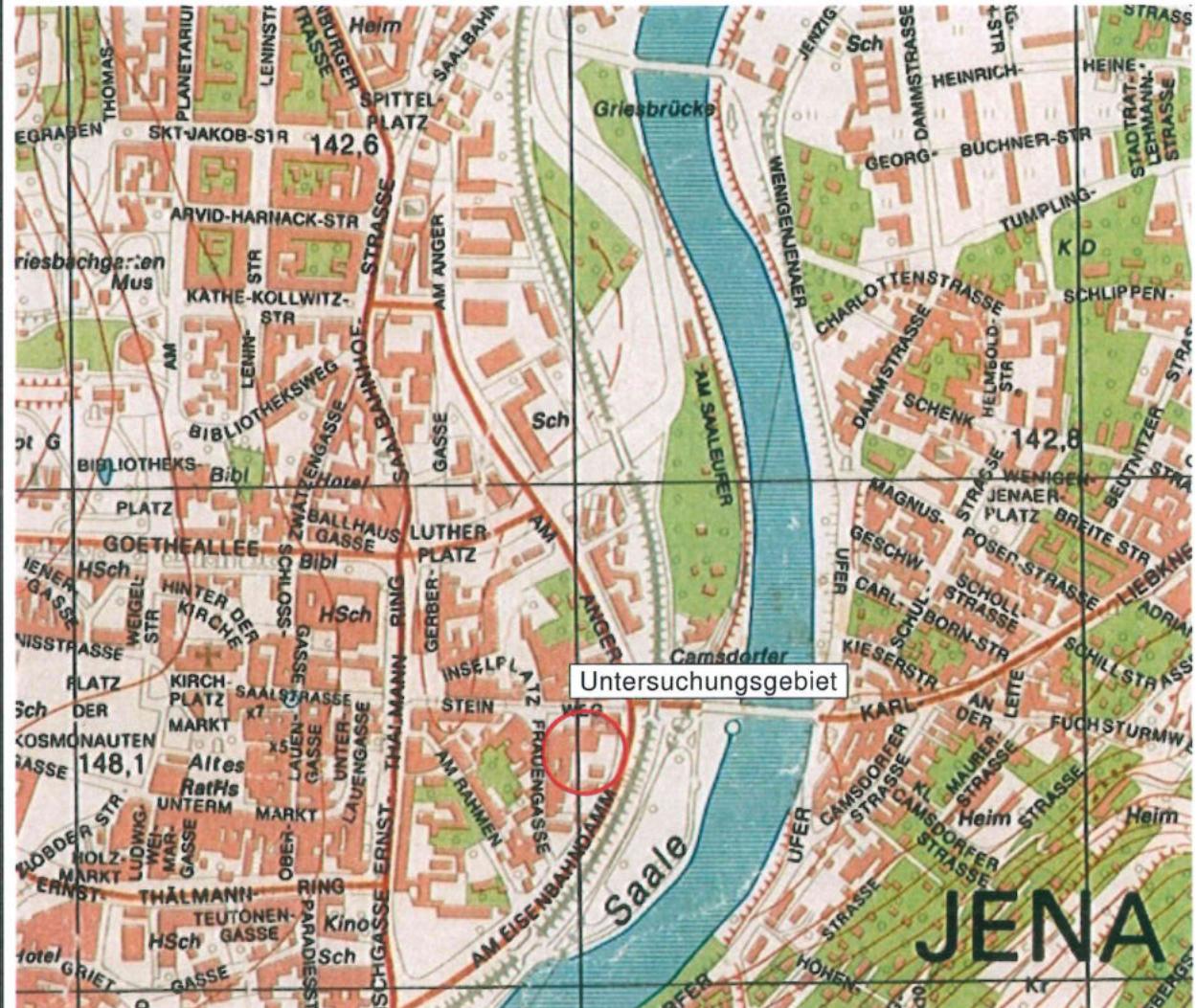
Die Bauherrschaft sollte zur Wahrung ihrer Rechtssicherheit gegenüber den Eigentümern der Nachbargebäude, als auch gegenüber der Baufirmen der einzelnen Bauabschnitte vor Beginn der Bauarbeiten ein Beweissicherungsverfahren des Bestandes und der Nachbargebäude innen und außen beauftragen (s. DIN 4123 5.5 und 4107).

BEB Jena Consult GmbH  
Baugrund-Erbau-Beweissicherung  
Tatzendpromenade 2  
07745 Jena  
Tel.: 03641-4527-0    www: beb-jena-consult  
Fax. 03641-4527-30    mail: beb-jena@beb-jena.de



Jena, Steinweg, Frauengasse  
Neubau Steinweg Tower  
Baugrund- und Gründungsberatung  
Übersichtsplan

Datum: 28.09.18  
Bericht Nr.:  
5035/39/91/D  
Anlage: 1.1



# Topografische Übersicht 1984



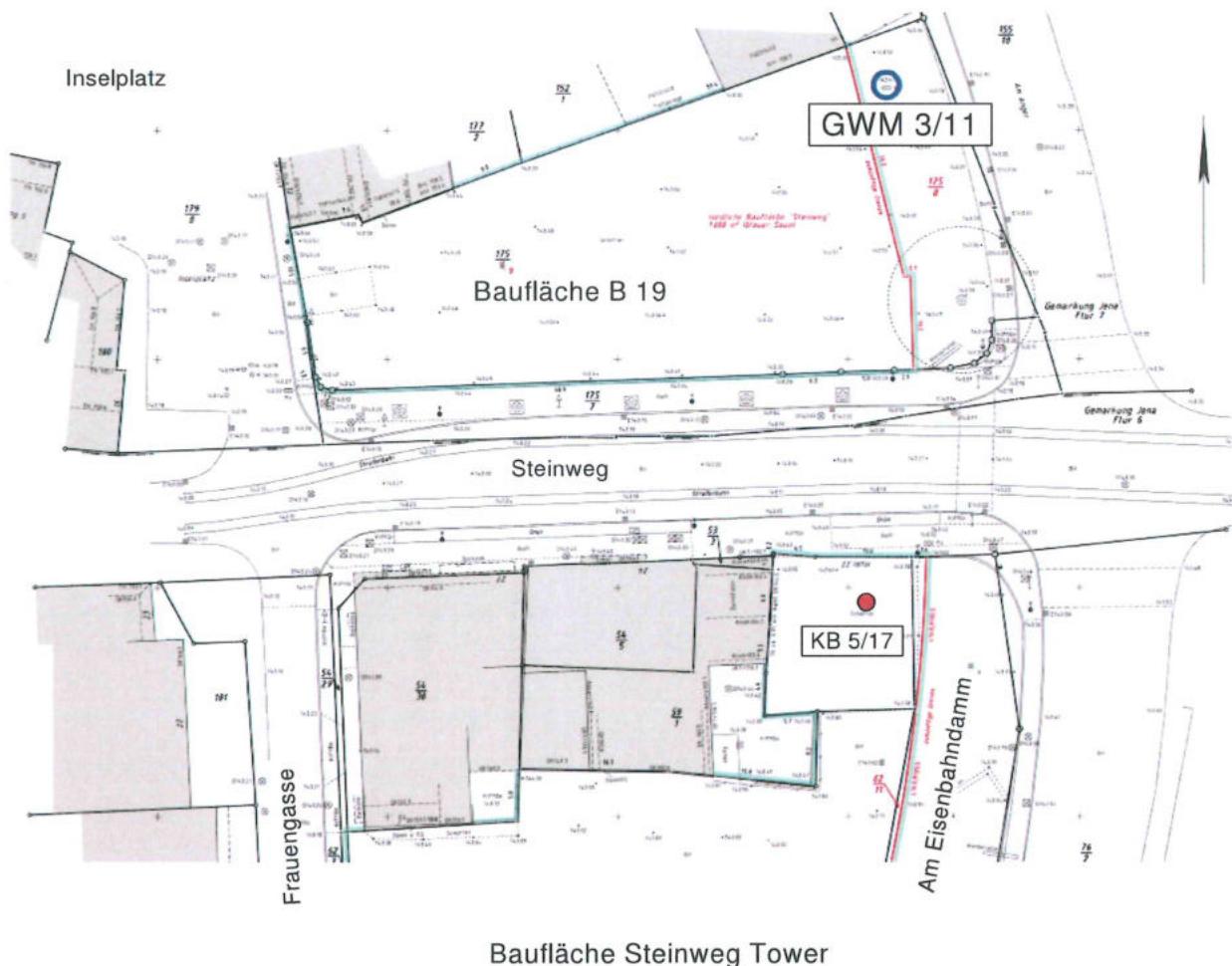


BEB Jena Consult GmbH  
Baugrund-Erbau-Beweissicherung  
Tatzendpromenade 2  
07745 Jena  
Tel.: 03641-4527-0  
Fax. 03641-4527-30



Jena, Steinweg, Frauengasse  
Neubau Steinweg Tower  
Baugrund- und Gründungsberatung  
Aufschlussplan 2 mit GWM 3/11

Datum: 08.10.18
Bericht Nr.: 5035/39/91/D
Anlage: 1.2.1
M 1: 750



BEB Jena Consult GmbH  
Baugrund-Erbau-Beweissicherung  
Tatzendpromenade 2  
07745 Jena  
Tel.: 03641-4527-0   www: beb-jena-consult.de  
Fax. 03641-4527-30   mail: beb-jena@beb-jena-consult.de



Jena, Steinweg Frauengasse  
Neubau Steinweg Tower  
Baugrund- und Gründungsberatung  
Geologie

Datum: 28.09.18  
Bericht Nr.:  
5035/39/91/D  
Anlage: 1.3  
M = 1 : 12.500

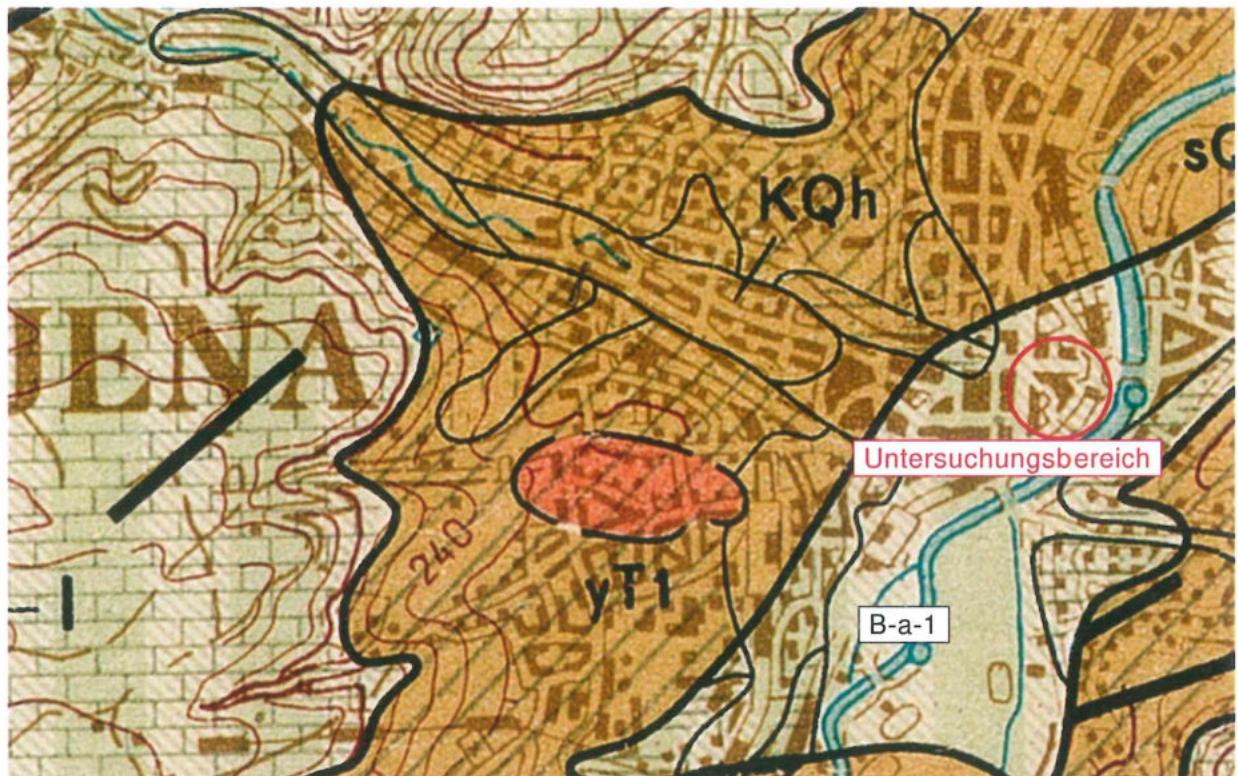


BEB Jena Consult GmbH  
 Baugrund-Erbau-Beweissicherung  
 Tatzendpromenade 2  
 07745 Jena  
 Tel.: 03641-4527-0    www: beb-jena-consult.de  
 Fax. 03641-4527-30    mail: beb-jena@beb-jena-consult.de



Jena, Steinweg, Frauengasse  
 Neubau Steinweg Tower  
 Baugrund- u. Gründungsberatung  
 Auslaugungsrisiko

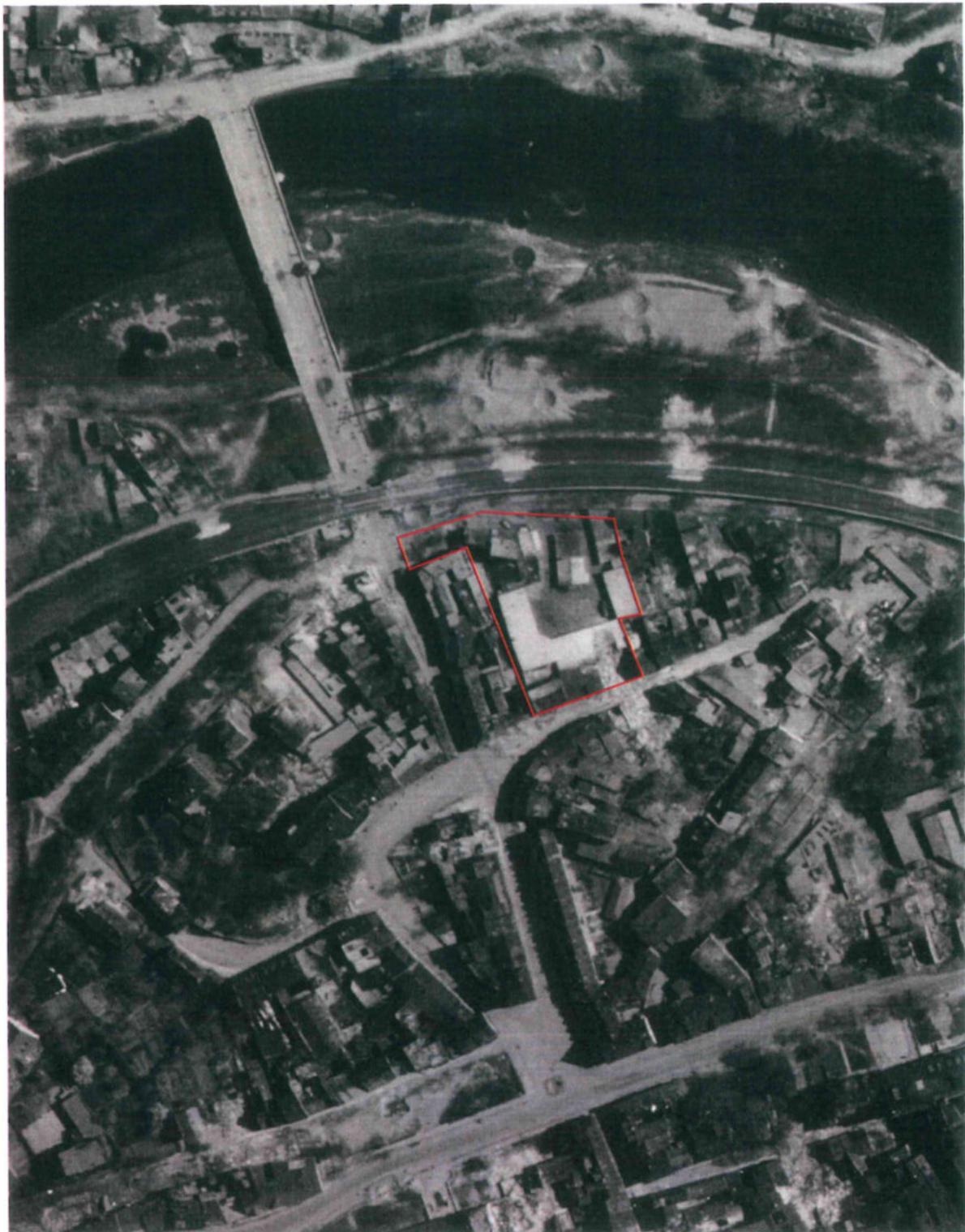
Datum: 28.09.18  
 Bericht Nr.:  
 5035/39/91/D  
 Anlage: 1.4  
 M = 1 : 50.000



**B-a-1**      Auslaugung nicht zu erwarten!

Auszug aus der Auslaugungskarte M 32-48 Jena





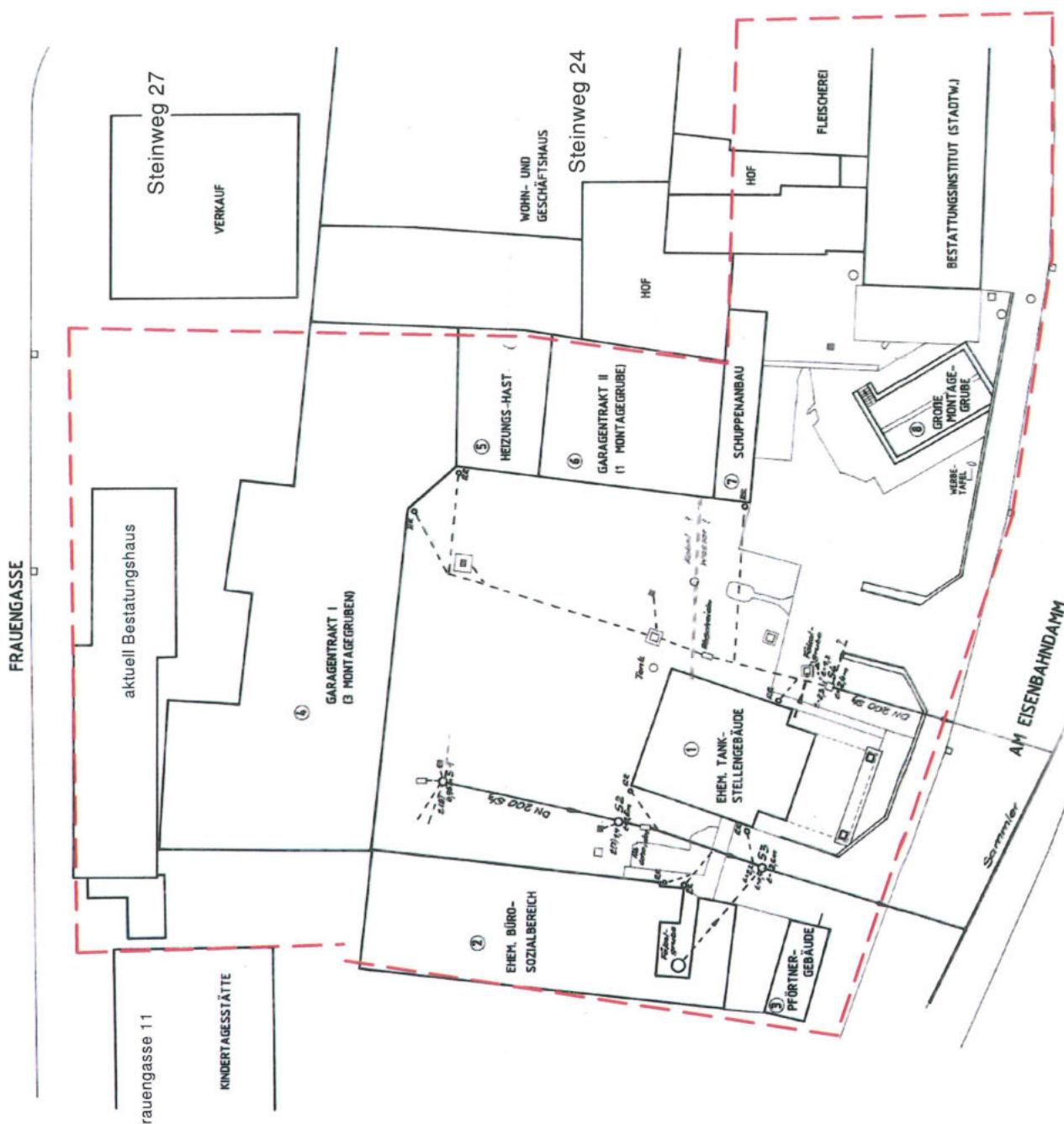
BEB Jena Consult GmbH  
Baugrund-Erbbau-Beweissicherung  
Tatzendpromenade 2  
07745 Jena  
Tel.: 03641-4527-0  
Fax.: 03641-4527-30  
Jena, Steinweg, Frauengasse  
Neubau Steinweg Tower  
Baugrund- u. Gründungsberatung  
Luftbild 10.04.1945  
Datum: 28.09.18  
Bericht Nr.:  
5035/39/91/D  
Anlage: 1.5  
M = ohne

Baufläche rot hervorgehoben

BEB Jena Consult GmbH  
Baugrund-Erbau-Bewirtschaftung JENA  
Tatzendpromenade 2  
07745 Jena  
Tel.: 03641-4527-0  
Fax: 03641-4527-30  
www.beb-jena-consult.de  
mail: beb-jena@beb-jena-consult.de

Jena, Steinweg, Frauengasse  
Neubau Steinweg Tower  
Baugrund- u. Gründungsberatung  
Altbebauung ca. 1990  
M = ohne

Steinweg



## KB 1/18

143.41 m

## Koordinaten (Gauss-Krüger)

H: 56 43 692

R: 44 71 464

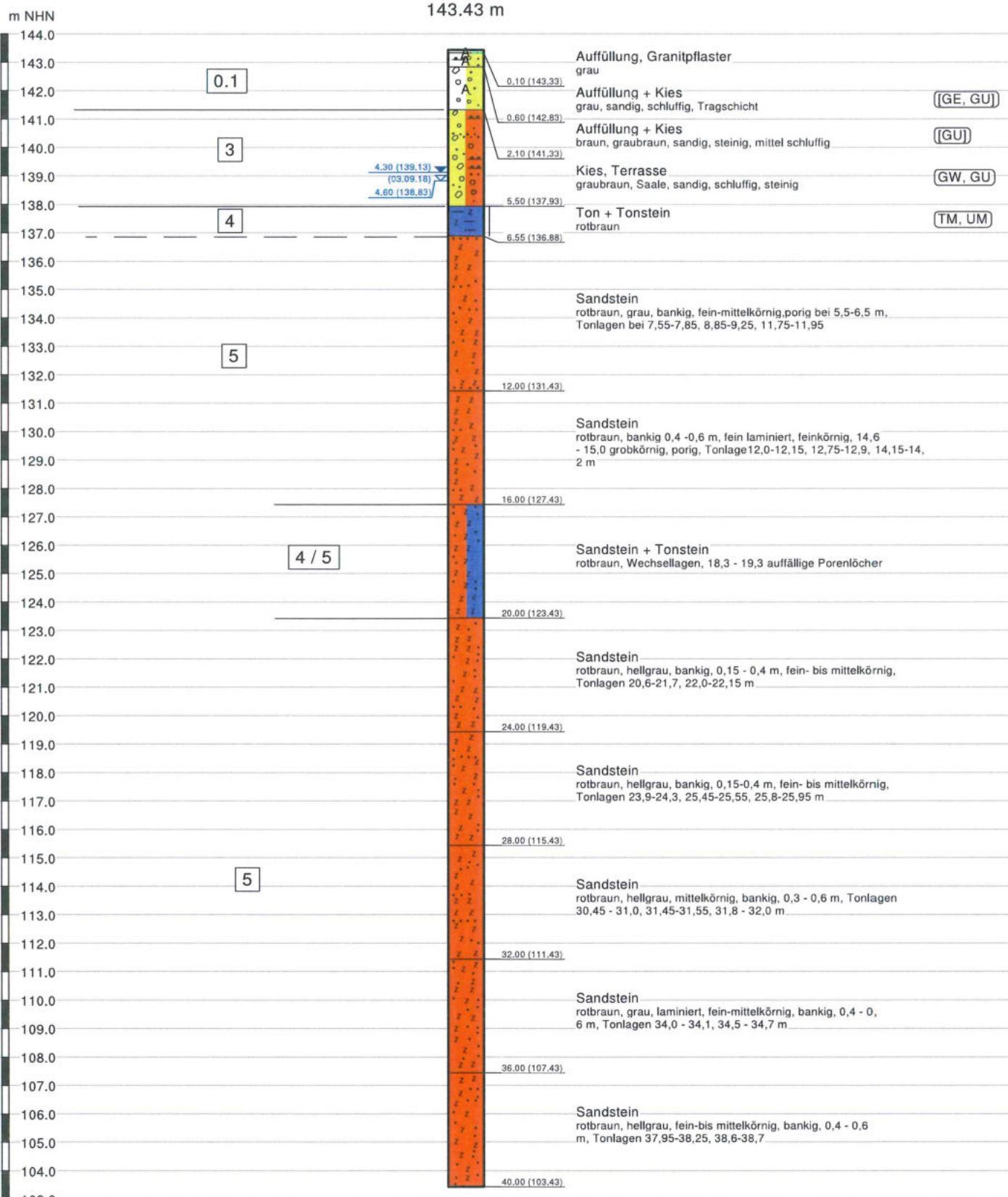


Auffüllung, Betonpflaster grau	0,06 (143,35)	
Auffüllung, Sand graubraun, Betonstücke	0,35 (143,06)	[SE, SW]
Auffüllung, Kies grau, sandig, schluffig, Kalkstein, Tragschicht	0,60 (142,81)	[GE, GU]
Auffüllung, Schluff dunkelgrau, rotbraun, tonig, feinsandig, kiesig, Holzkohle, 10 % Ziegel, Betonreste	1,80 (141,61)	[TL]
Sand, Auesand braun, mittel schluffig, feinsandig - mittelsandig	3,50 (139,91)	[SU*]
Kies, Terrasse graubraun, Saale, sandig, schluffig, steinig, X~ 30%	5,80 (137,61)	[GU]
Tonstein, Ton rotbraun, dünn schichtig, mürbe, Sandsteinbank 5 cm bei 6,8 m	6,95 (136,46)	[TM, UM]
Sandstein hellgrau, grau, rotbraun, dünn schichtig bis bankig, 30 - 40 cm, Tonsteinlagen 5 - 10 cm bei 8,6, 9,3+9,6m	10,40 (133,01)	
Tonstein rotbraun, dünn schichtig, mürbe	11,10 (132,31)	
Sandstein hellrotbraun, grau, grobsandig, porig - stark porig	13,70 (129,71)	
Tonstein, Schluffstein rotbraun, grau, Feinsandsteinlagen, dünn schichtig bis blättrig	16,40 (127,01)	
Sandstein grau, rotbraun, blaugrau, fein- bis mittelkörnig, bankig, 0,2 - 0,4 m, Tonsteinlagen bei 17,9, 18,2, 18,9+19,4 m	20,30 (123,11)	
Tonstein, Schluffstein rotbraun, dünn schichtig	20,90 (122,51)	
Sandstein rotbraun, mittelkörnig, bankig, 0,4 - 0,8 m	23,00 (120,41)	
Tonstein rotbraun	23,30 (120,11)	
Sandstein rotbraun	23,80 (119,61)	
Tonstein, Schluffstein rotbraun, hellgrau	24,65 (118,76)	
Sandstein rotbraun, feinkörnig, laminiert, Tonsteinlagen 5 - 15 cm bei 23,3, 25,2, 25,6, 27,3	28,00 (115,41)	
Sandstein hellgrau, rotbraun, mittelkörnig, Tst+Ust-Lagen bei 28,4, 29, 1, 29,6 m	32,00 (111,41)	
Sandstein rotbraun, hellrotbraun, fein- bis mittelkörnig, bankig, 0,3 - 0,7 m, 34,4 bis 34,7 senkrechte Kluft, Tst-33,4+ 35,4 m	36,00 (107,41)	
Sandstein rotbraun, hellrotbraun, fein- bis mittelkörnig, bankig, 0,4 - 0,8 m, Tst-Lagen bei 36,0, senkrechte Kluft bei 37,3, 38,0 + 39,1 m	40,00 (103,41)	

Koordinaten (Gauss-Krüger)

## KB 2/18

H: 56 43 759  
R: 44 71 465

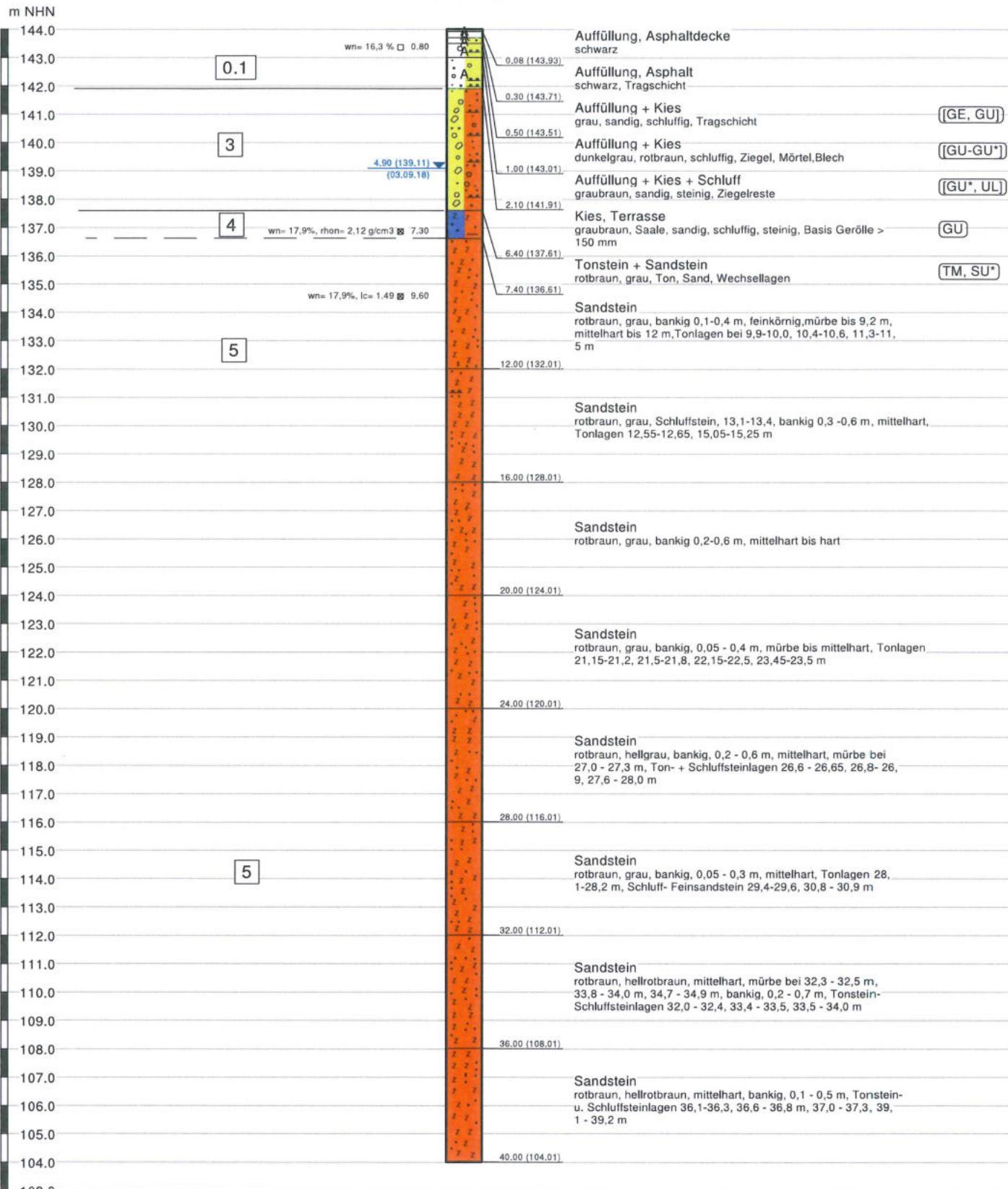


## KB 3/18

## Koordinaten (Gauss-Krüger)

H: 56 43 774  
R: 44 71 536

144.01 m



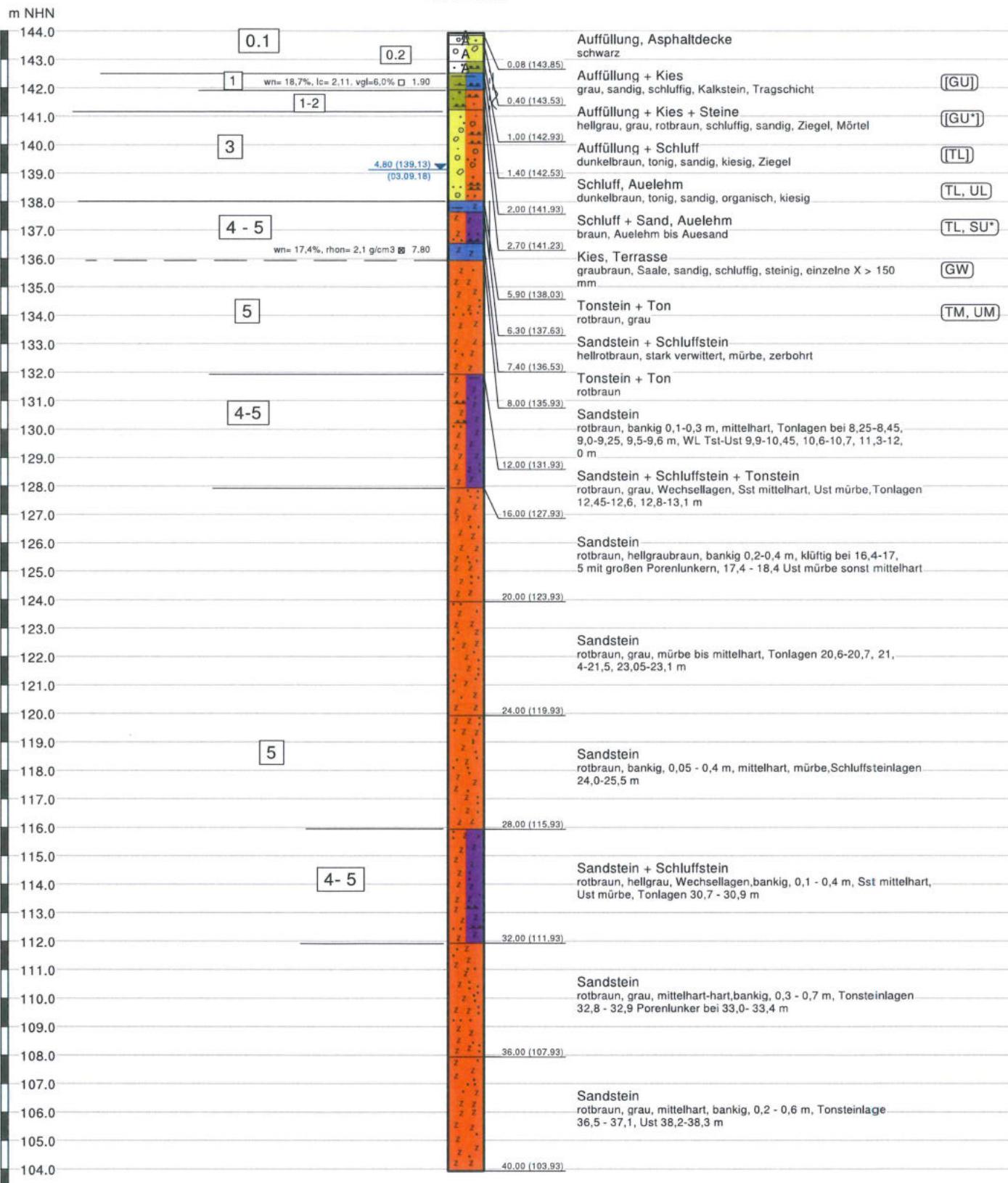
## KB 4/18

## Koordinaten (Gauss-Krüger)

H: 56 43 714

R: 44 71 500

143.93 m



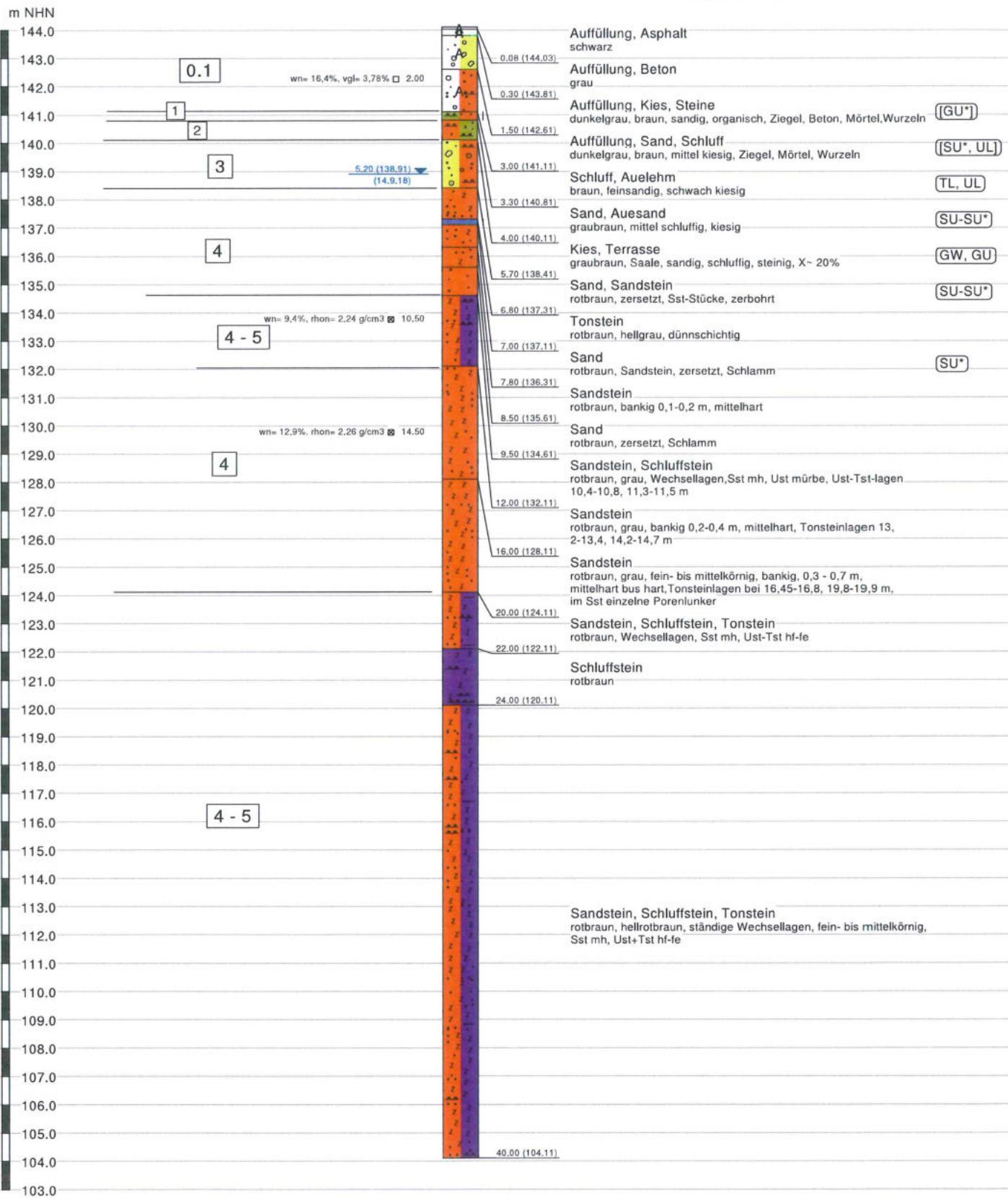
## KB 5/18

144.11 m

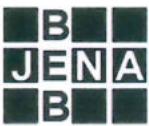
Koordinaten (Gauss-Krüger)

H: 56 43 696

R: 44 71 517



BEB Jena Consult GmbH  
Baugrund-Erbau-Beweissicherung  
Tatzendpromenade 2  
07745 Jena  
Tel.: 03641-4527-0  
Fax. 03641-4527-30

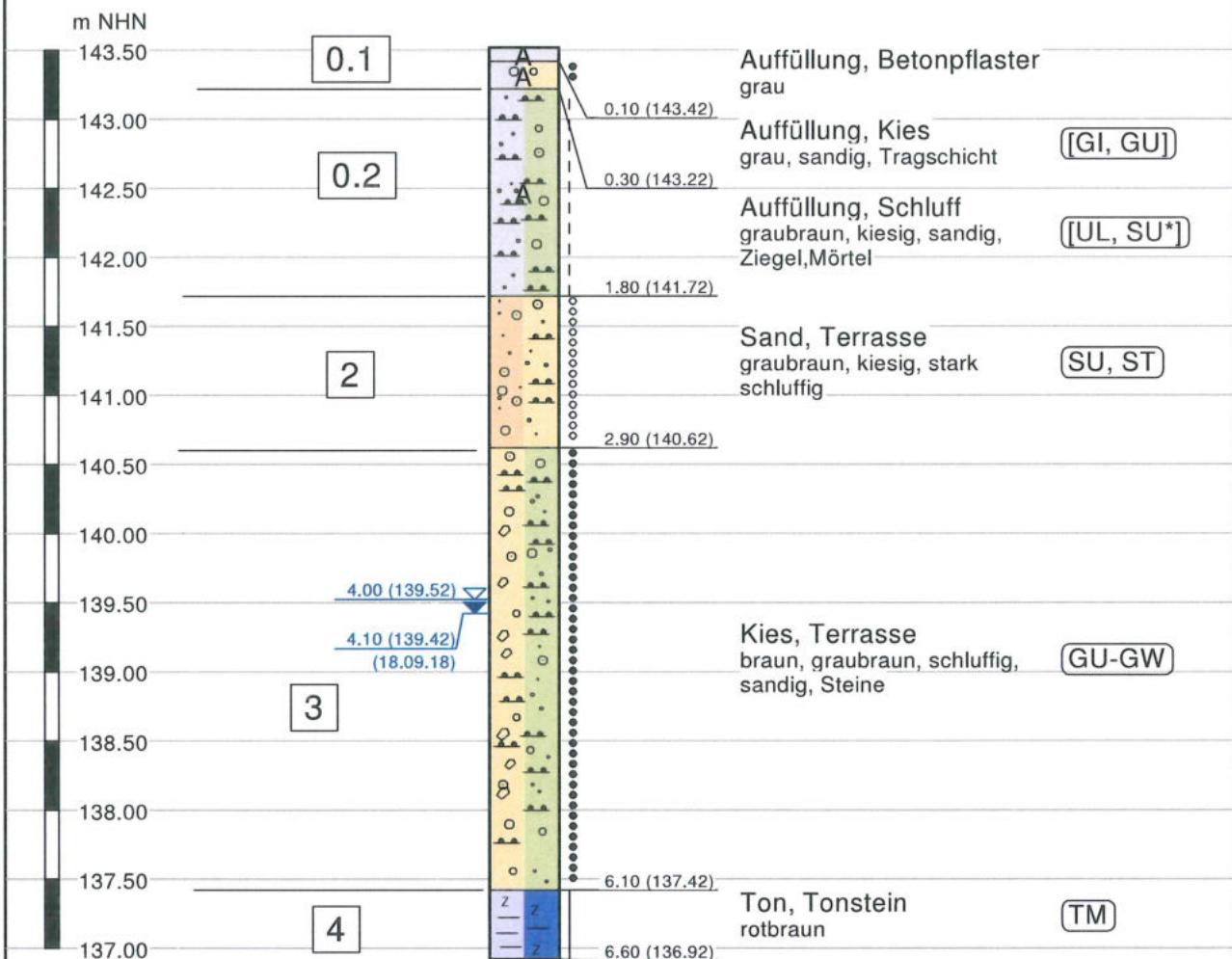


Jena, Steinweg Frauengasse  
Neubau Steinweg Tower  
Baugrund- u. Gründungsberatung  
Kleinrammbohrung KRB 1/18

Datum: 20.09.18  
Bericht Nr.:  
5035/39/91/D  
Anlage: 2.6  
M 1: 50

## KRB 1/18

143,52 m NHN



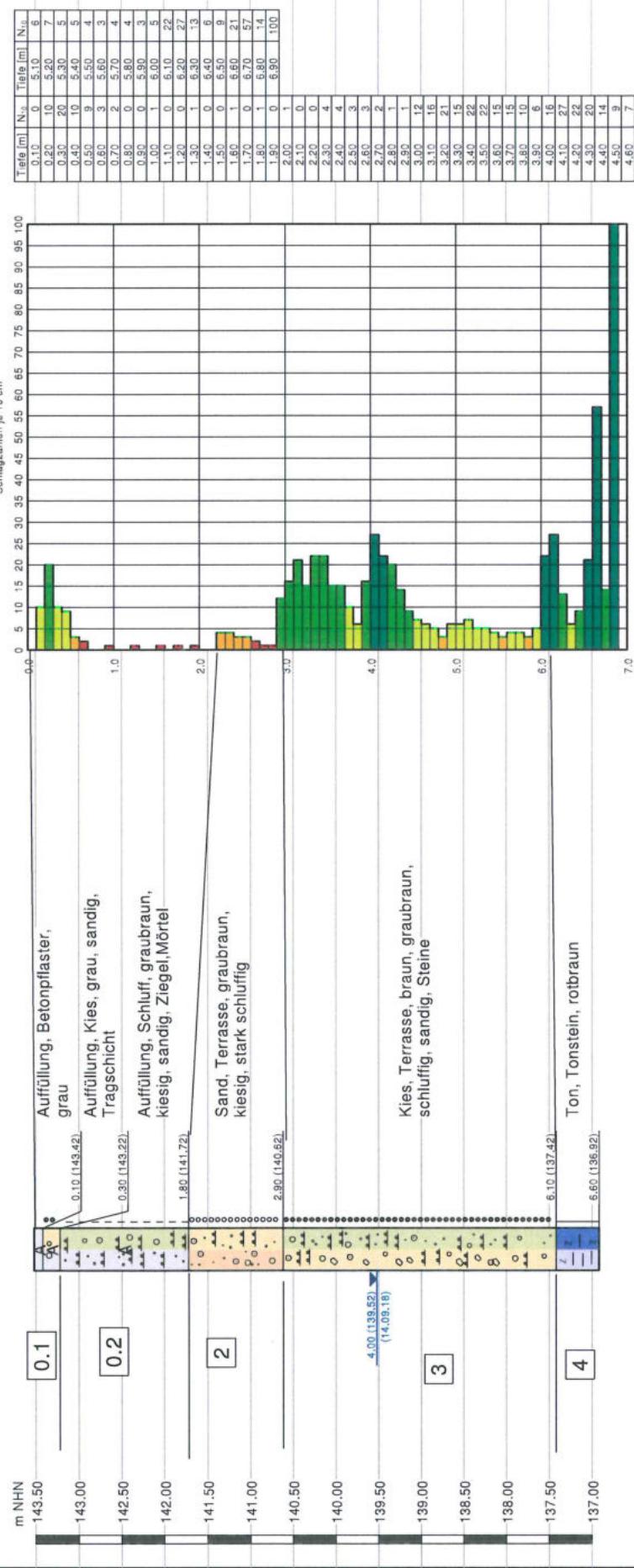
### Legende

halbfest		Tonstein		Sand	
steif		Auffüllung		Schluff	
locker		Kies		Ton	
mitteldicht					

BEB Jena Consult GmbH Baugrund-Erbau-Beweissicherung Tatzendpromenade 2 07745 Jena Tel.: 03641-4527-0 Fax: 03641-4527-30	Jena, Steinweg Frauengasse Neubau Steinweg Tower Baugrund- u. Gründungsberatung KRБ 1/18 und DPH 1/18	Datum: 20.09.18 Bericht Nr.: 5035/39/91/D Anlage: 2.6.1 M 1: 50
---	--	--

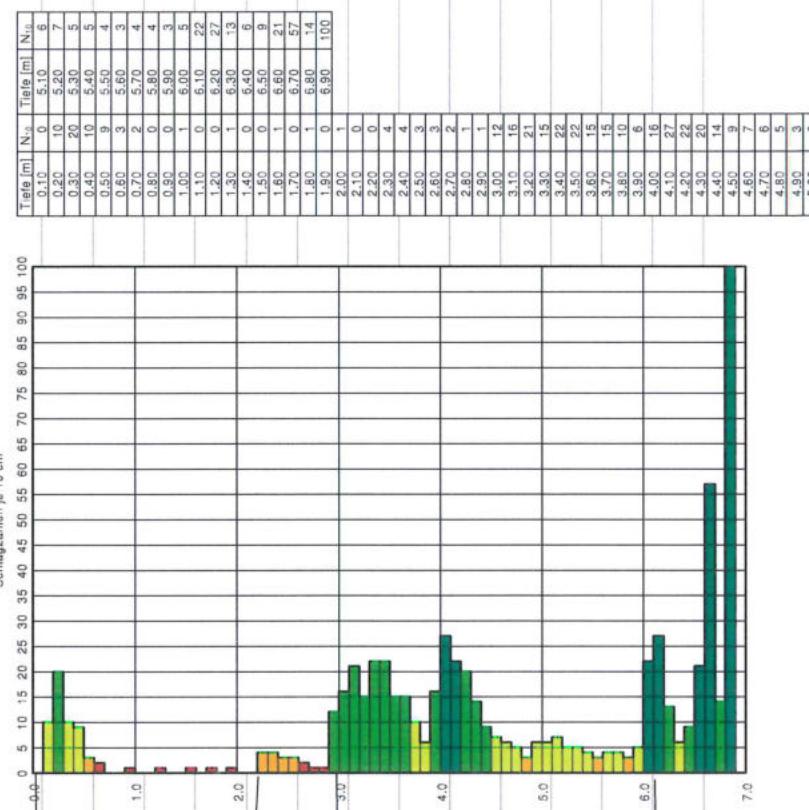
## KRB 1/18

143,52 m NHN



## DPH 1/18

143.59 m



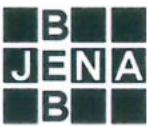
## Legende

halbfest	Tonstein	Sand
steif	Auffüllung	Schluff
locker	Kies	Ton
mitteldicht		

## Legende DPH

sehr locker	rot
locker	orange
mitteldicht	gelb
dicht	grün
sehr dicht	türkis

BEB Jena Consult GmbH  
Baugrund-Erbau-Beweissicherung  
Tatzendpromenade 2  
07745 Jena  
Tel.: 03641-4527-0  
Fax: 03641-4527-30

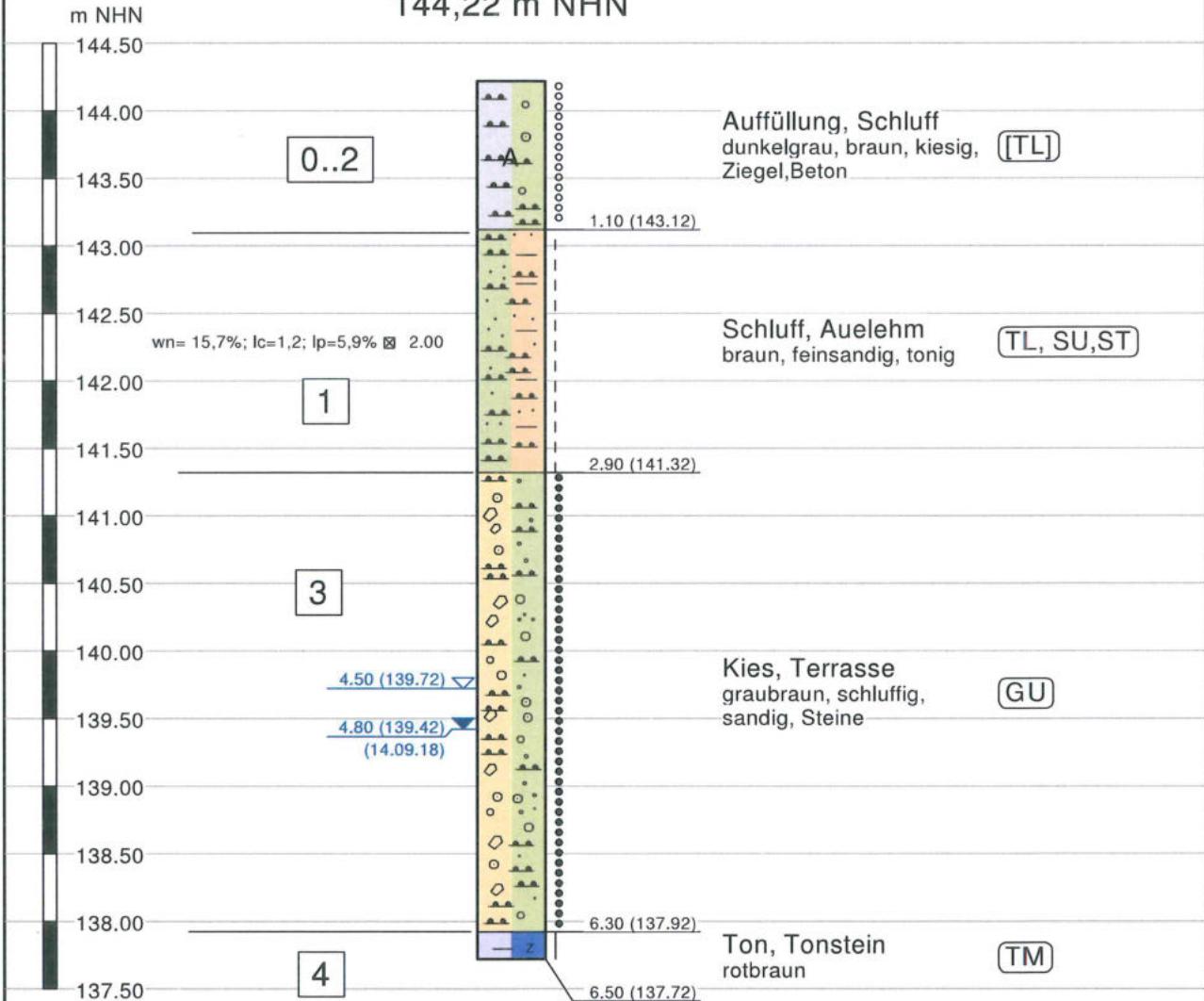


Jena, Steinweg Frauengasse  
Neubau Steinweg Tower  
Baugrund- u. Gründungsberatung  
Kleinrammbohrung KRB 2/18

Datum: 09.10.18
Bericht Nr.: 5035/39/91/D
Anlage: 2.7
M 1: 50

## KRB 2/18

144,22 m NHN



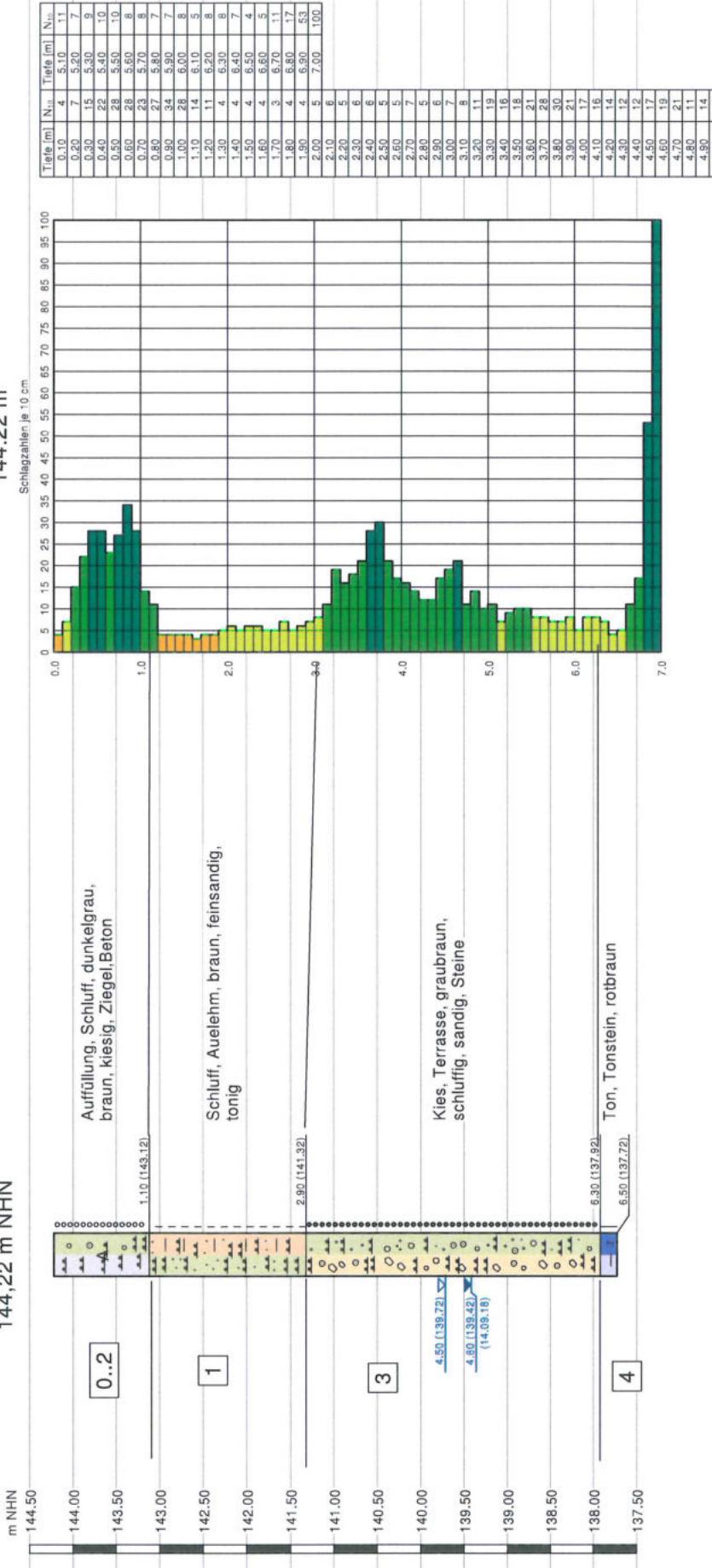
### Legende

halbfest	[z z z]	Tonstein	[▲▲▲]	Schluff
steif	[A]	Auffüllung	[— — —]	Ton
locker				
mitteldicht	[○]	Kies		

BEB Jena Consult GmbH Baugrund-Erbau-Bewertungssicherung Tatzendpromenade 2 07745 Jena Tel.: 03641-4527-0 Fax: 03641-4527-30	Jena, Steinweg Frauengasse Neubau Steinweg Tower Baugrund- u. Gründungsberatung KRB 2/18 und DPH 3/18	Datum: 20.09.18 Bericht Nr.: 5035/39/91/D Anlage: 2.7.1 M 1 : 50
---	--	---

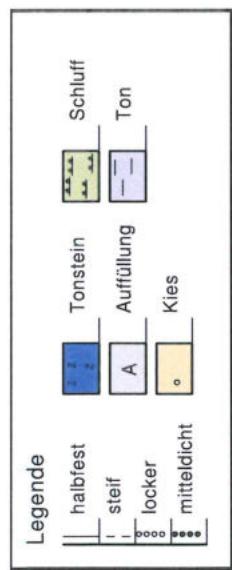
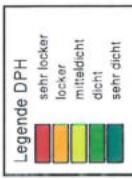
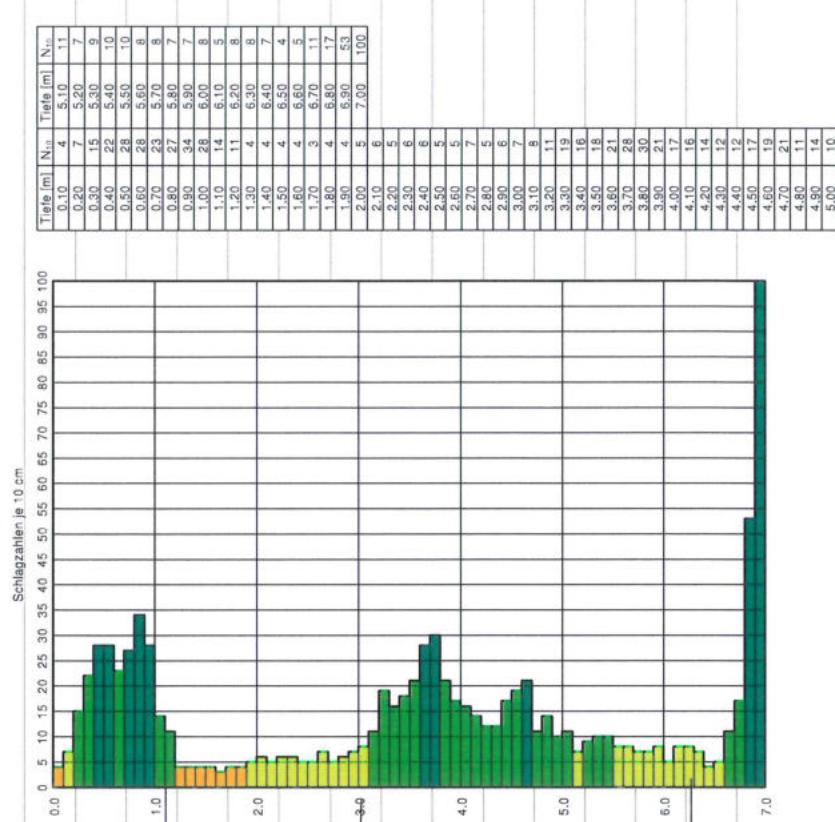
## KRB 2/18

144,22 m NHN



## DPH 3/18

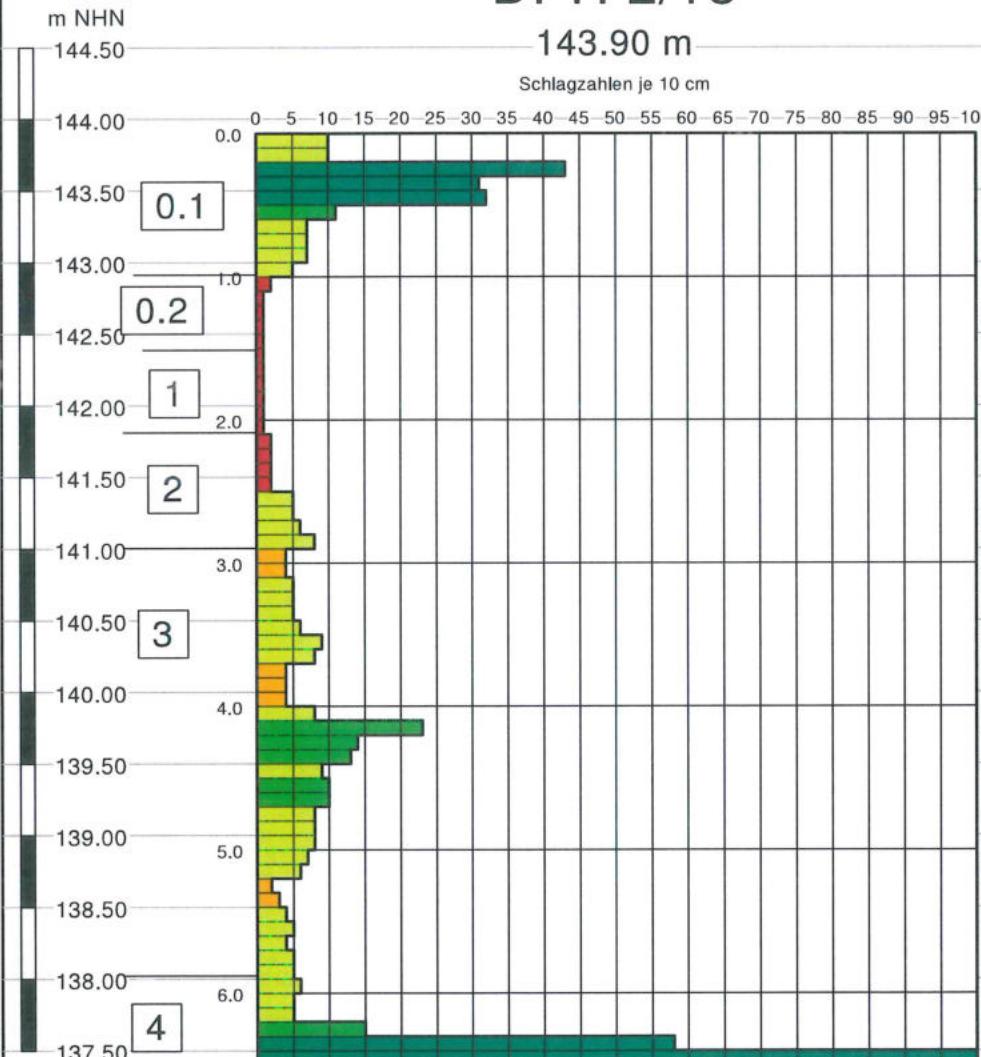
144.22 m



## DPH 2/18

143.90 m

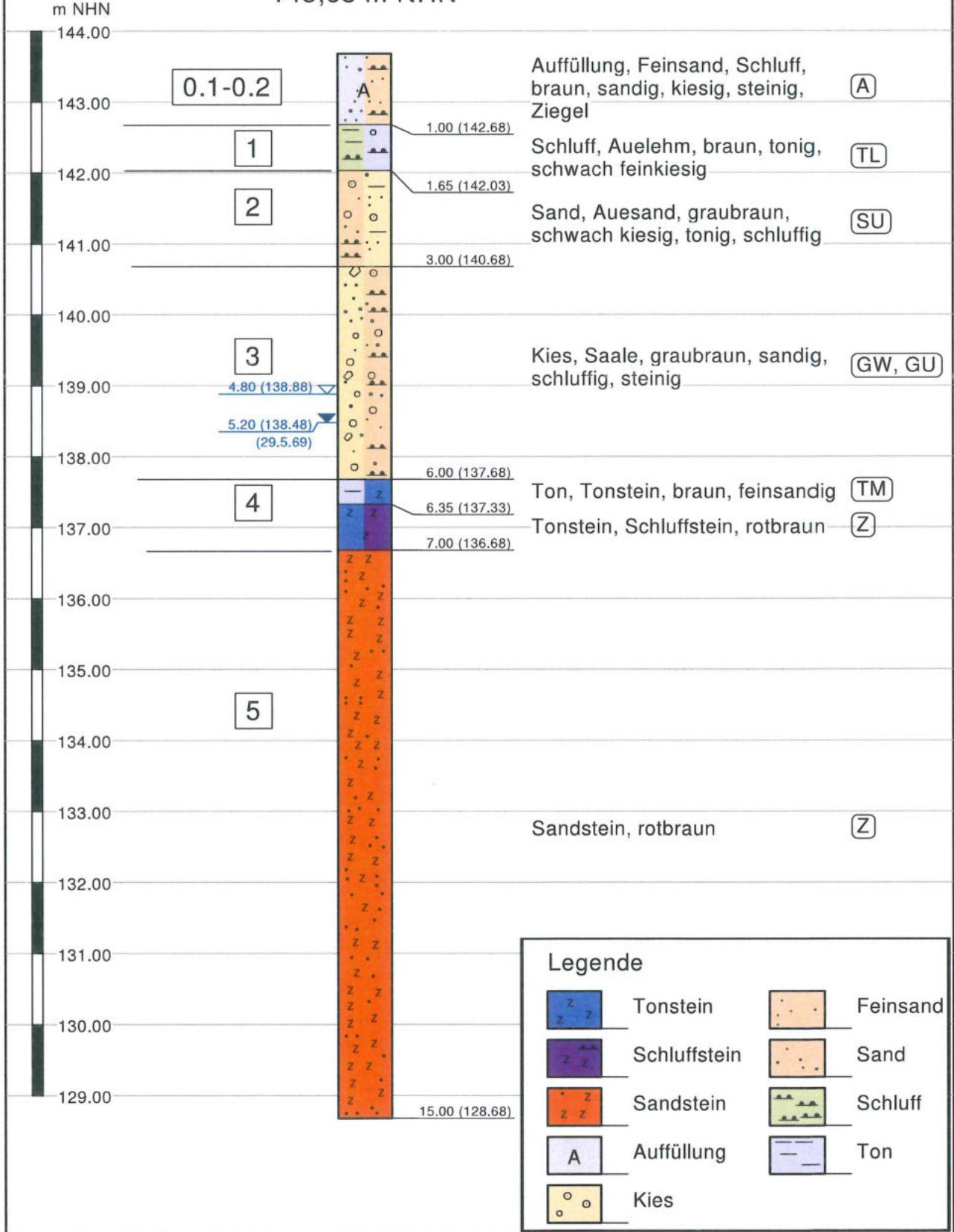
Schlagzahlen je 10 cm



Vergleichsbohrung KB 4/18

## AB 66/69

143,68 m NHN



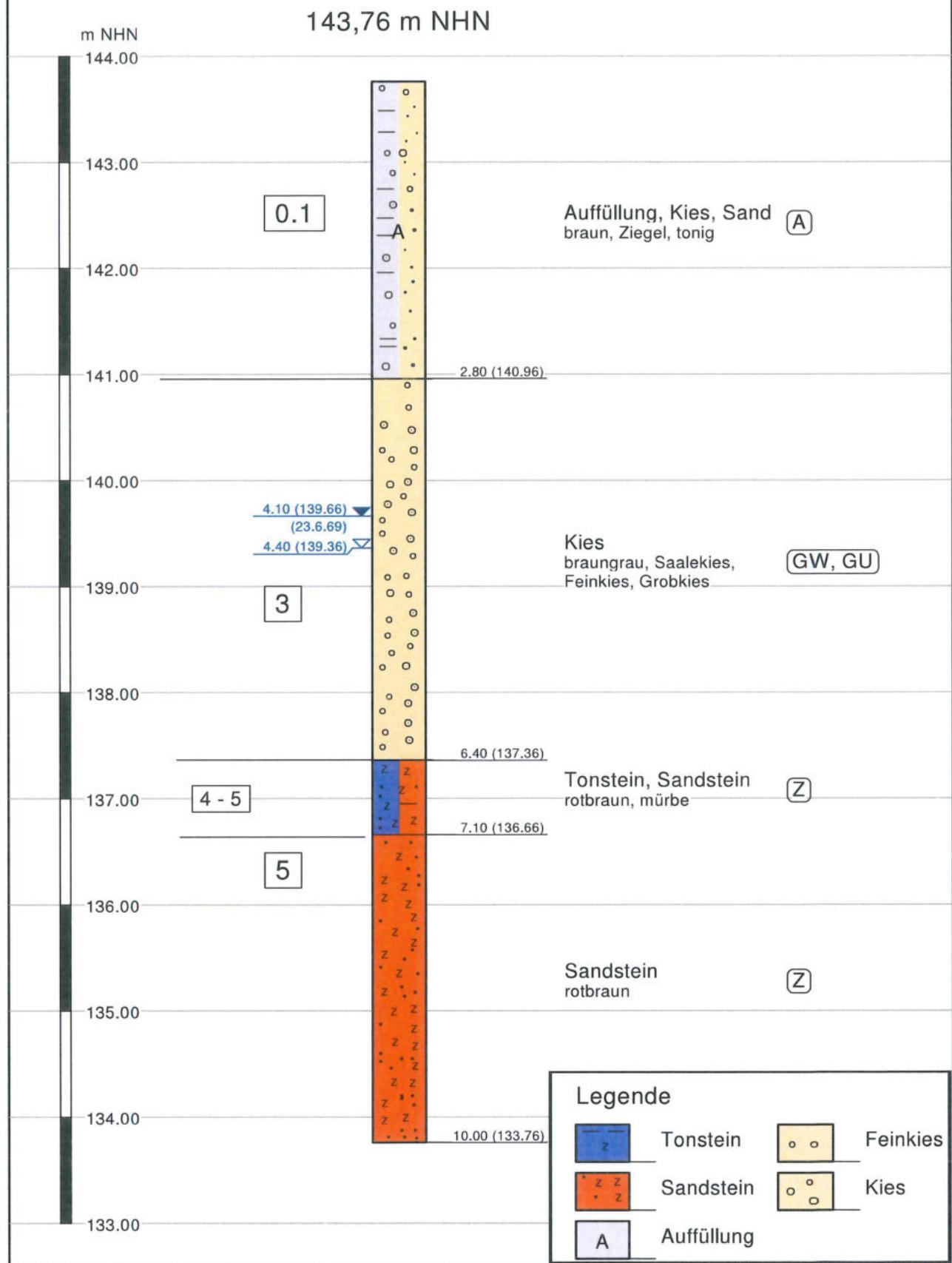
BEB Jena Consult GmbH  
Baugrund-Erbau-Beweissicherung  
Tatzendpromenade 2  
07745 Jena  
Tel.: 03641-4527-0  
Fax: 03641-4527-30



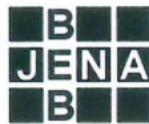
Jena, Steinweg Frauengasse  
Neubau Steinweg Tower  
Baugrund- u. Gründungsberatung  
Altbohrung 79/69

Datum:	20.09.18
Bericht Nr.:	5035/39/91/D
Anlage:	3.2
M 1:	75

## AB 79/69



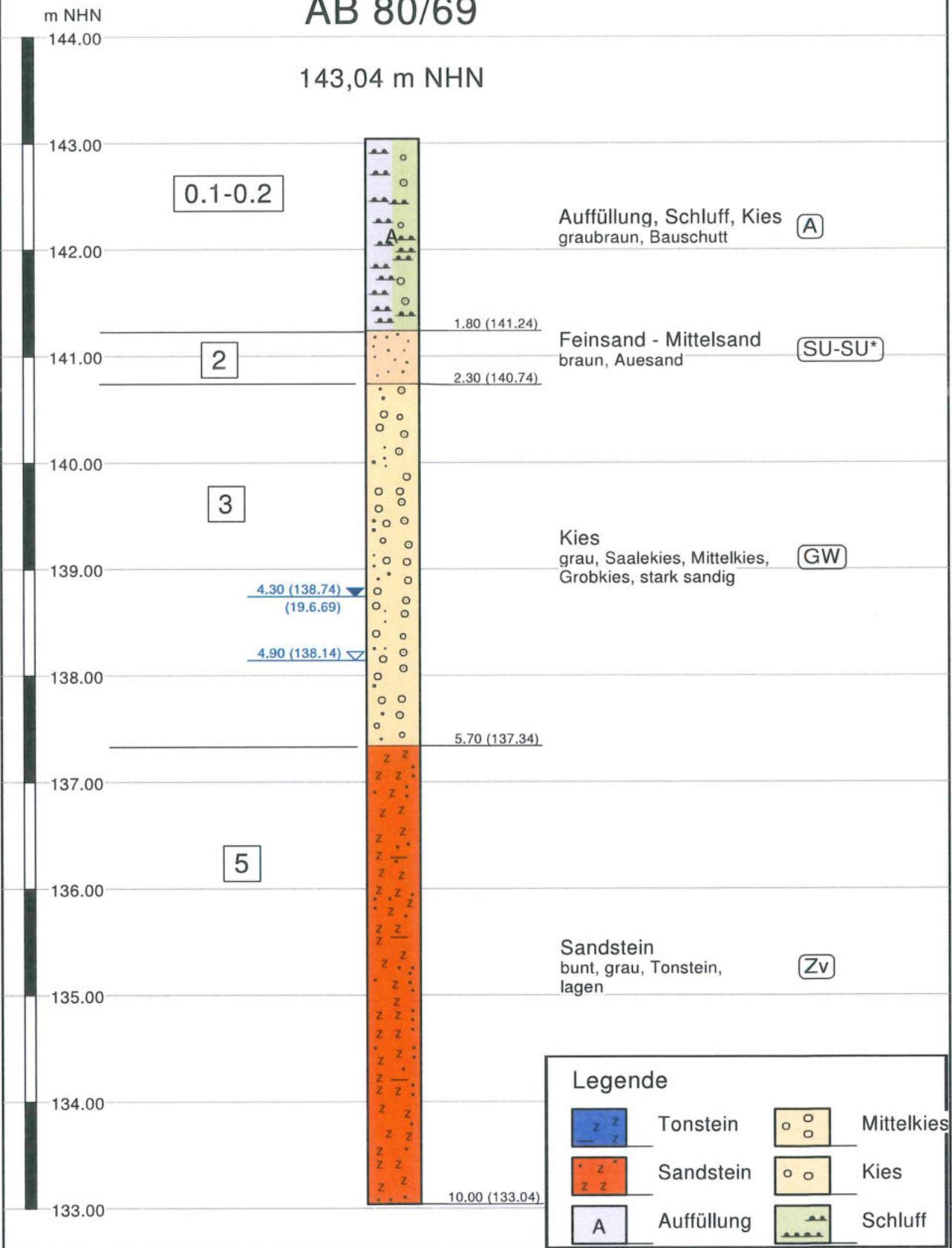
BEB Jena Consult GmbH  
Baugrund-Erbau-Beweissicherung  
Tatzendpromenade 2  
07745 Jena  
Tel.: 03641-4527-0  
Fax. 03641-4527-30



Jena, Steinweg Frauengasse  
Neubau Steinweg Tower  
Baugrund- u. Gründungsberatung  
Altbohrung 80/69

Datum: 20.09.18
Bericht Nr.: 5035/39/91/D
Anlage: 3.3
M 1: 75

## AB 80/69



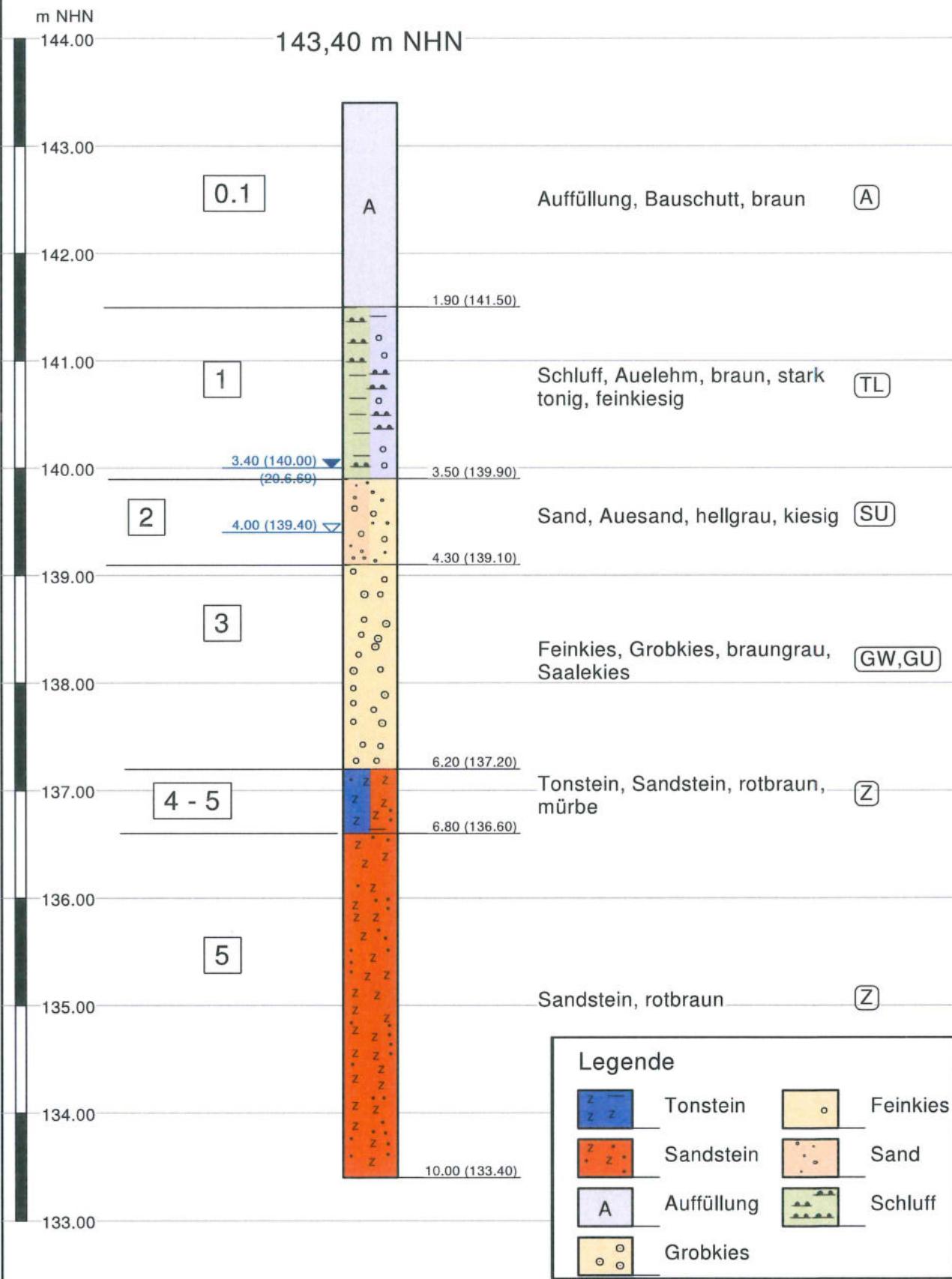
BEB Jena Consult GmbH  
Baugrund-Erbau-Beweissicherung  
Tatzendpromenade 2  
07745 Jena  
Tel.: 03641-4527-0  
Fax. 03641-4527-30



Jena, Steinweg Frauengasse  
Neubau Steinweg Tower  
Baugrund- u. Gründungsberatung  
Altbohrung 83/69

Datum:	20.09.18
Bericht Nr.:	5035/39/91/D
Anlage:	3.4
M 1:	75

## AB 83/69



BEB Jena Consult GmbH  
Baugrund-Erbau-Beweissicherung  
Tatzendpromenade 2  
07745 Jena  
Tel.: 03641-4527-0  
Fax. 03641-4527-30

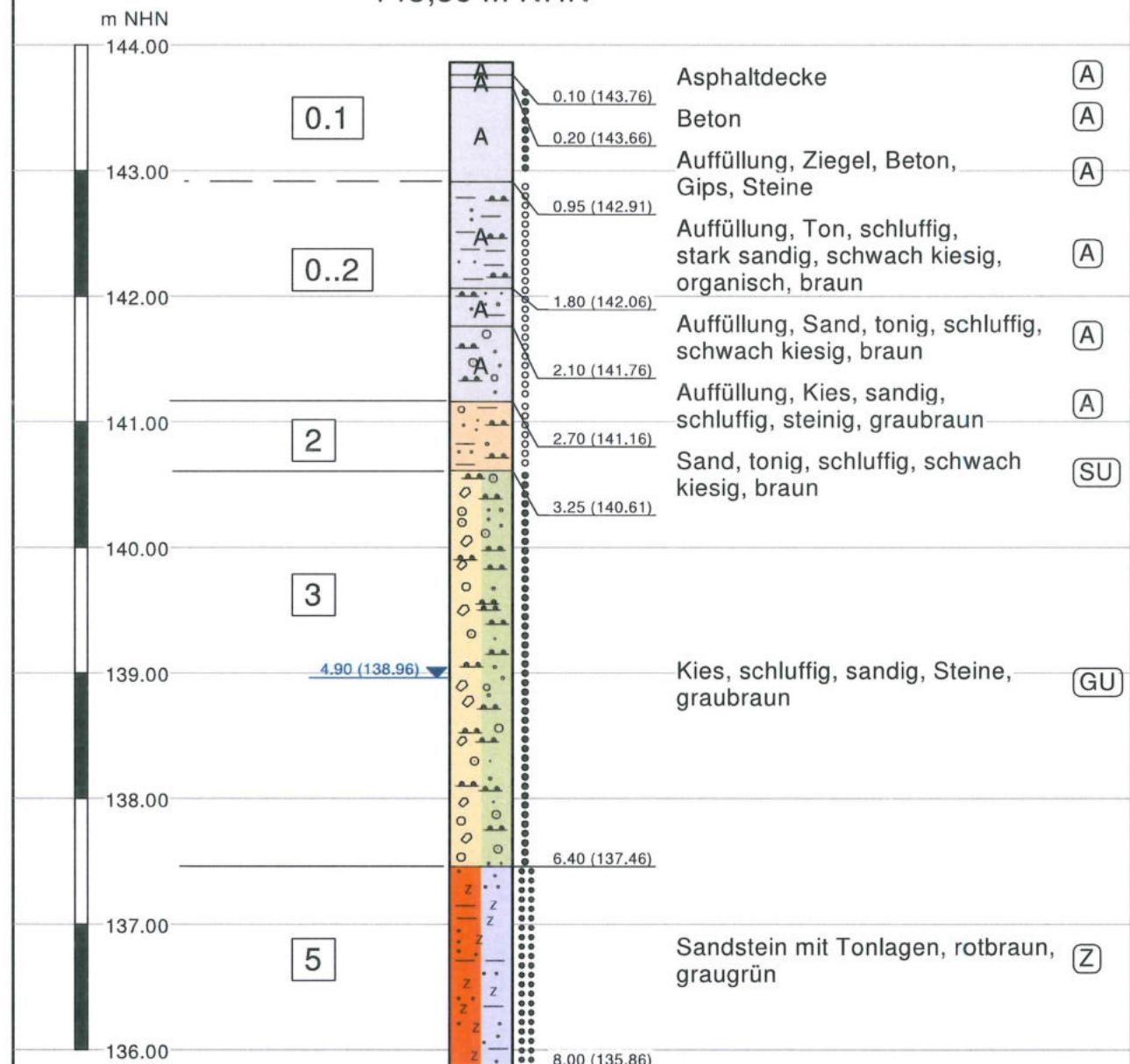


Jena, Steinweg Frauengasse  
Neubau Steinweg Tower  
Baugrund- u. Gründungsberatung  
Altbohrung AB 1/08

Datum: 20.09.18
Bericht Nr.: 5035/39/91/D
Anlage: 3.5
M 1: 50

## AB 1/08

143,86 m NHN



### Legende

locker		Sandstein		Sand	
mitteldicht		Auffüllung		Ton	
dicht				Kies	

BEB Jena Consult GmbH  
Baugrund-Erbau-Beweissicherung  
Tatzendpromenade 2  
07745 Jena  
Tel.: 03641-4527-0  
Fax. 03641-4527-30

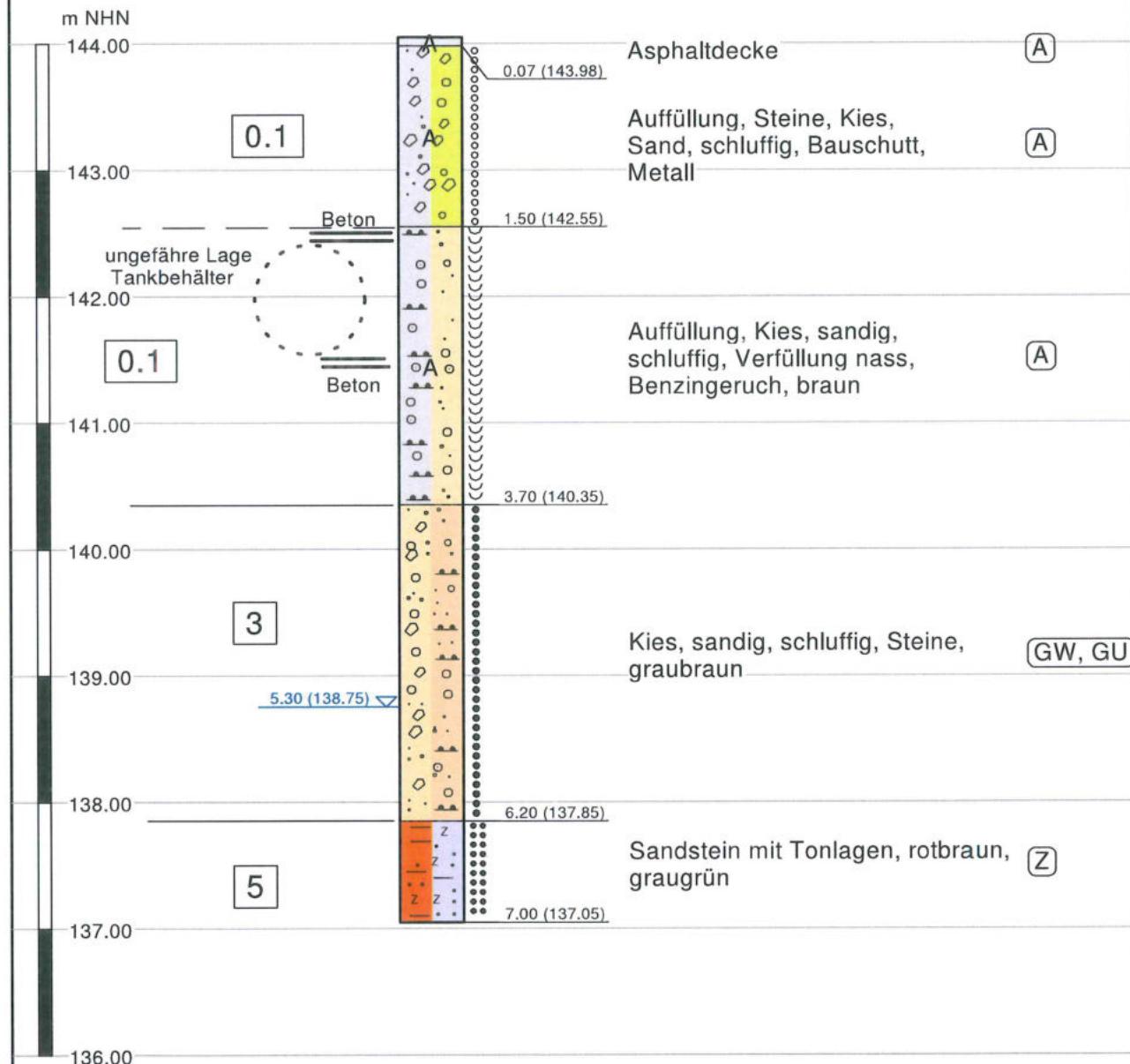


Jena, Steinweg Frauengasse  
Neubau Steinweg Tower  
Baugrund- u. Gründungsberatung  
Altbohrung AB 2/08

Datum:	20.09.18
Bericht Nr.:	5035/39/91/D
Anlage:	3.6
M 1:	50

## AB 2/08

144,05 m NHN



### Legende

naß		Sandstein		Kies	
locker		Auffüllung		Ton	
mitteldicht					
dicht		Steine			

BEB Jena Consult GmbH  
Baugrund-Erbau-Beweissicherung  
Tatzendpromenade 2  
07745 Jena  
Tel.: 03641-4527-0  
Fax. 03641-4527-30

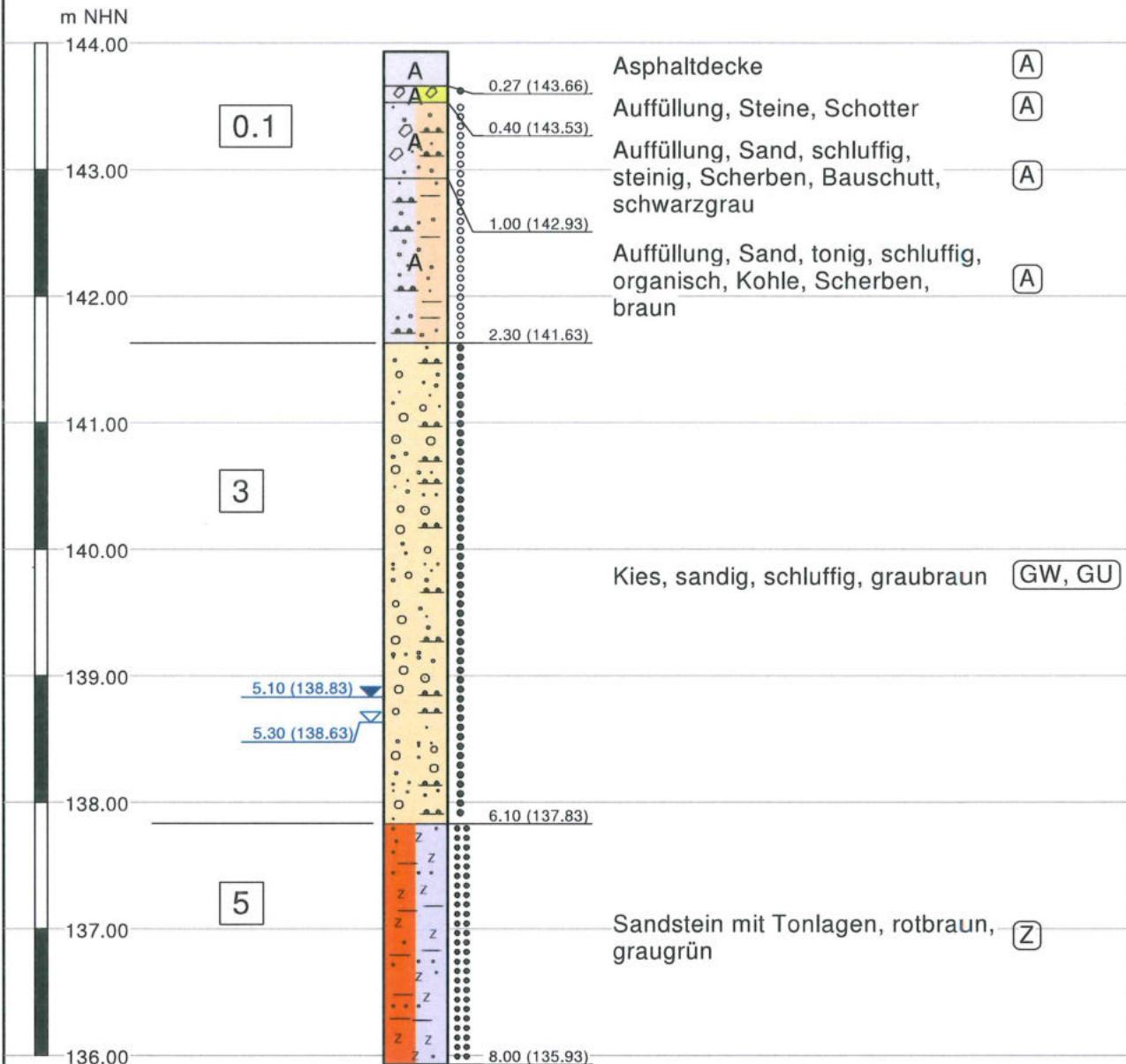


Jena, Steinweg Frauengasse  
Neubau Steinweg Tower  
Baugrund- u. Gründungsberatung  
Altbohrung AB 3/08

Datum: 20.09.18
Bericht Nr.: 5035/39/91/D
Anlage: 3.7
M 1: 50

## AB 3/08

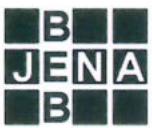
143,93 m NHN



### Legende

locker		Sandstein		Kies
mitteldicht		Auffüllung		Sand
dicht		Steine		Ton

BEB Jena Consult GmbH  
Baugrund-Erbau-Beweissicherung  
Tatzendpromenade 2  
07745 Jena  
Tel.: 03641-4527-0  
Fax. 03641-4527-30

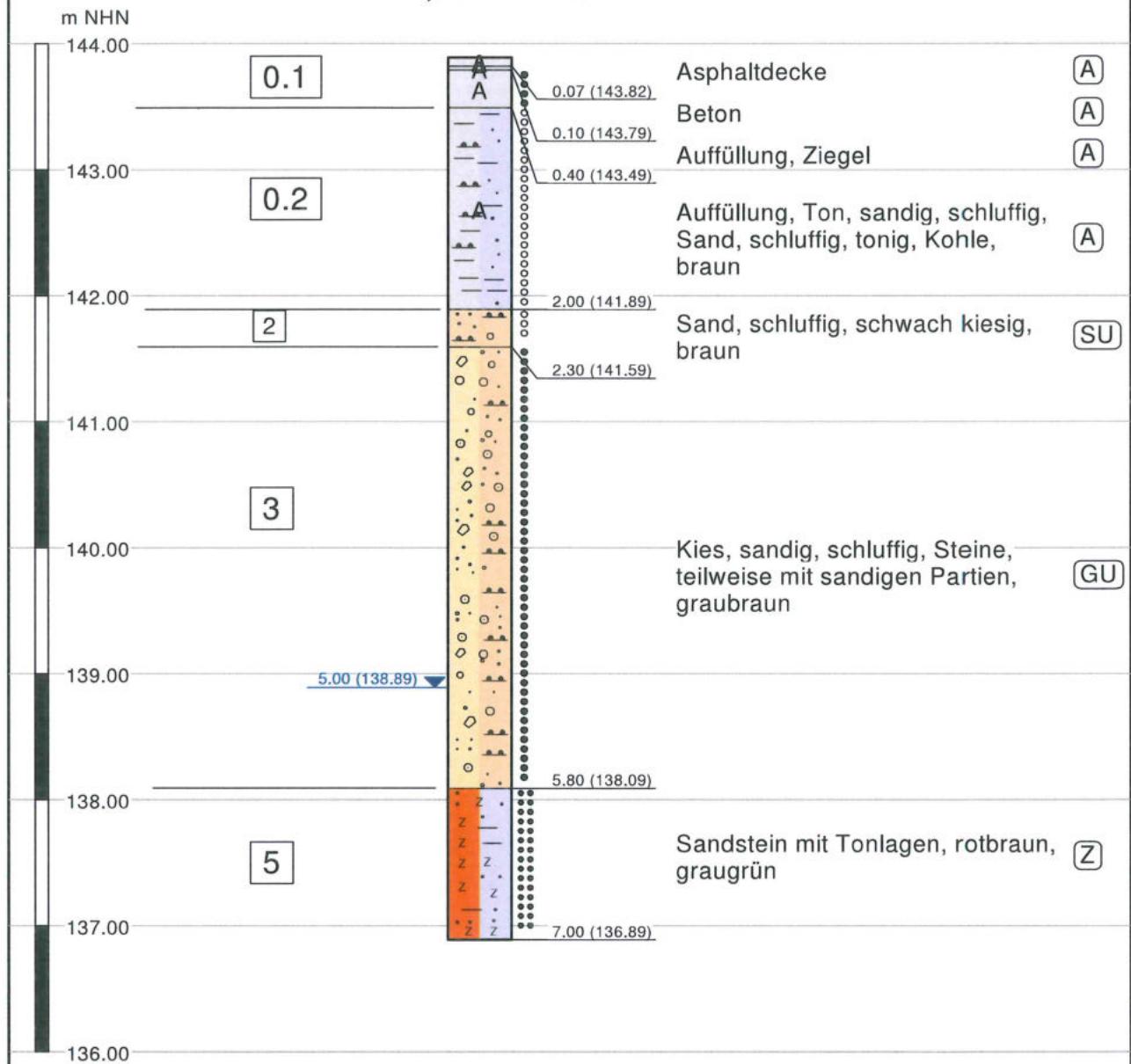


Jena, Steinweg Frauengasse  
Neubau Steinweg Tower  
Baugrund- u. Gründungsberatung  
Altbohrung AB 4/08

Datum: 20.09.18
Bericht Nr.: 5035/39/91/D
Anlage: 3.8
M 1: 50

## AB 4/08

143,89 m NHN



### Legende

locker		Sandstein		Sand	
mitteldicht		Auffüllung		Ton	
dicht		Kies			

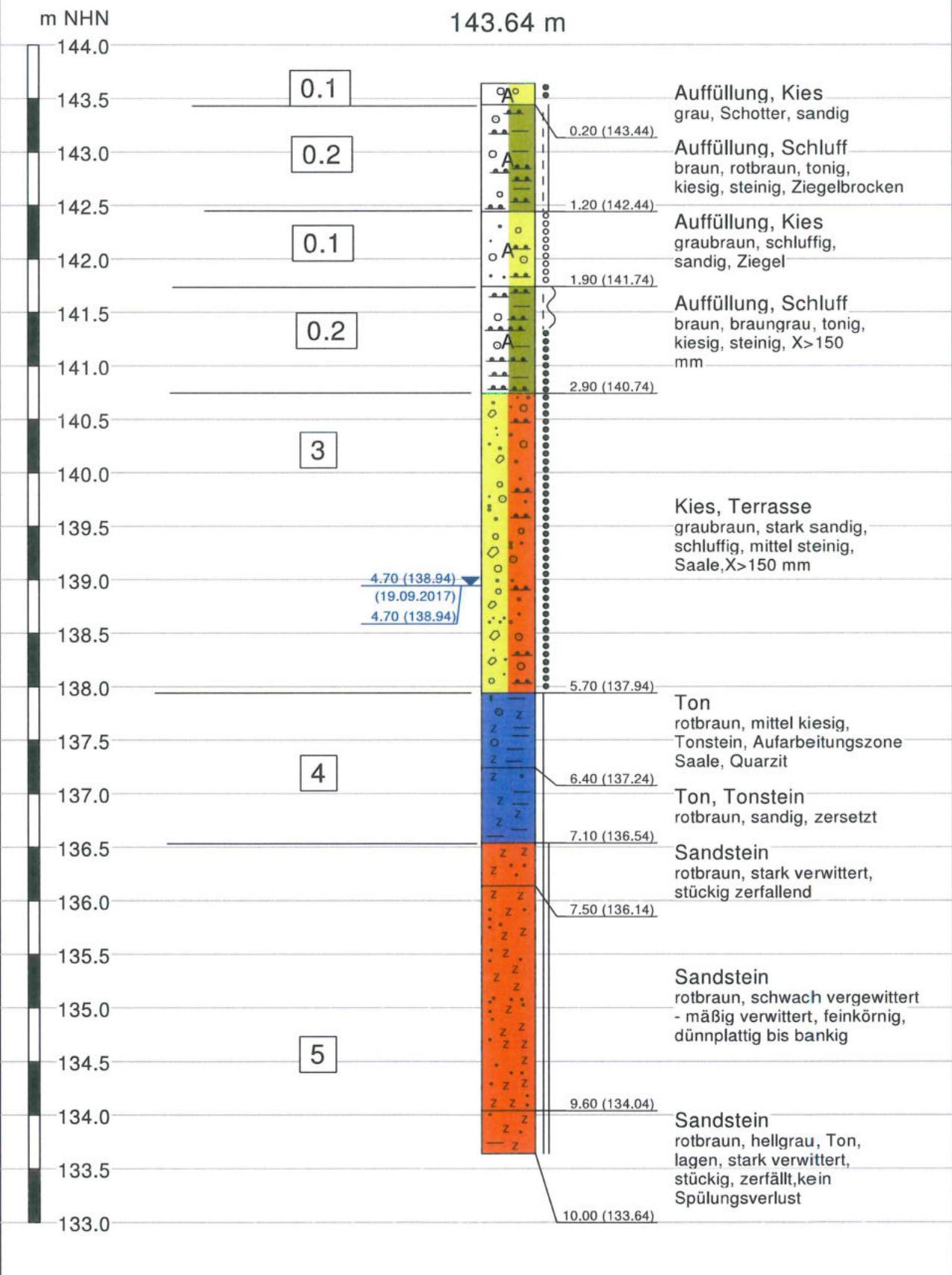
BEB Jena Consult GmbH  
Baugrund-Erbau-Beweissicherung  
Tatzendpromenade 2  
07745 Jena  
Tel.: 03641-4527-0  
Fax: 03641-4527-30



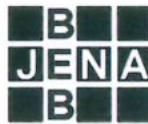
Jena, Steinweg Frauengasse  
Neubau Steinweg Tower  
Baugrund- u. Gründungsberatung  
Altbohrung KB 5/17

Datum: 20.09.18
Bericht Nr.: 5035/39/91/D
Anlage: 3.9
M 1: 50

## KB 5/17



BEB Jena Consult GmbH  
 Baugrund-Erbau-Beweissicherung  
 Tatzendpromenade 2  
 07745 Jena  
 Tel.: 03641-4527-0  
 Fax. 03641-4527-30

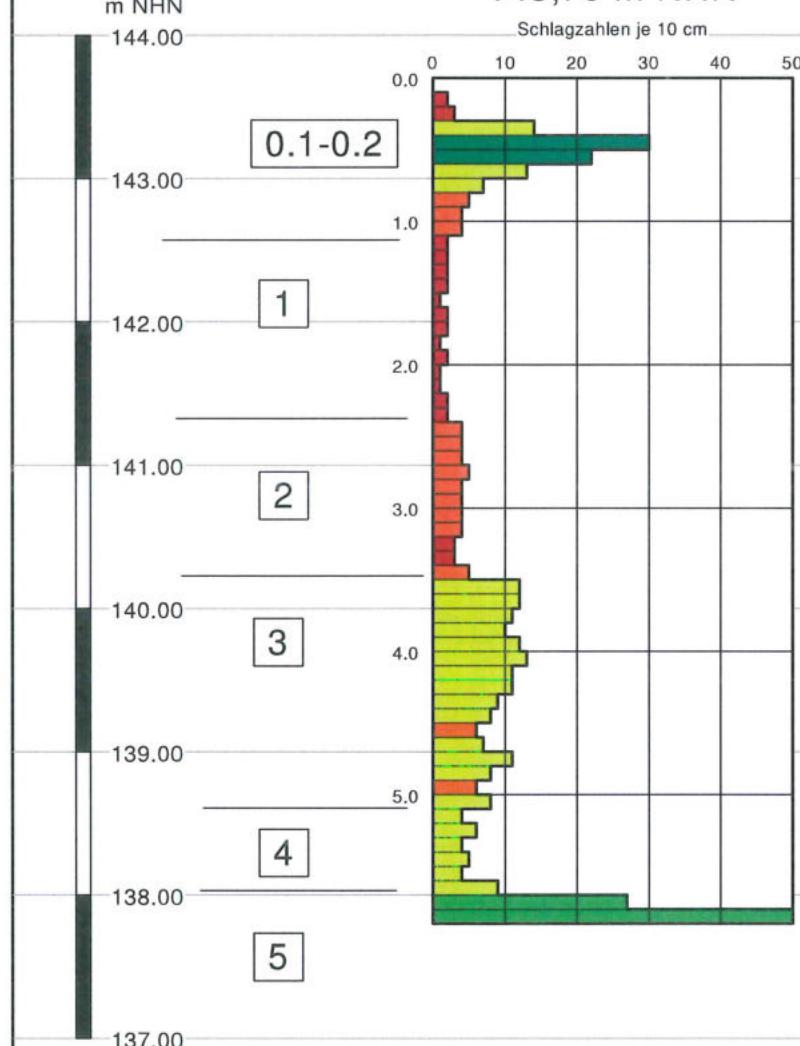


Jena, Steinweg Frauengasse  
 Neubau Steinweg Tower  
 Baugrund- u. Gründungsberatung  
 Rammsondierung DPH 3/08

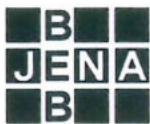
Datum: 20.09.18
Bericht Nr.:
5035/39/91/D
Anlage: 3.10
M 1: 50

## DPH 3/08

143,70 m NHN



BEB Jena Consult GmbH  
Baugrund-Erbau-Beweissicherung  
Tatzendpromenade 2  
07745 Jena  
Tel.: 03641-4527-0  
Fax. 03641-4527-30

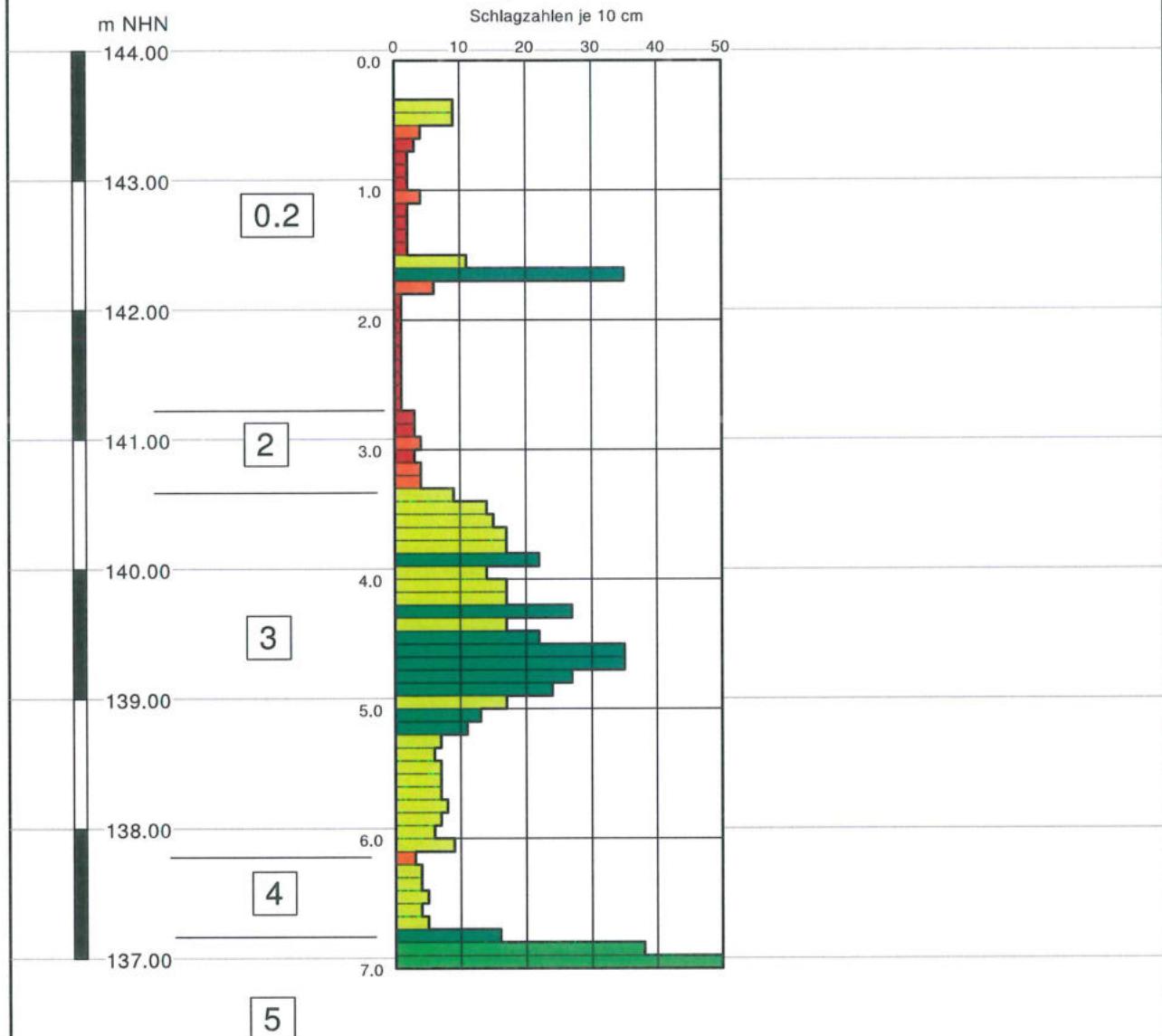


Jena, Steinweg Frauengasse  
Neubau Steinweg Tower  
Baugrund- u. Gründungsberatung  
Rammsondierung DPH 4/08

Datum: 20.09.18
Bericht Nr.: 5035/39/91/D
Anlage: 3.11
M 1: 50

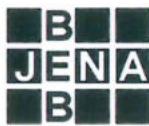
## DPH 4/08

143,92 m NHN



Legende DPH	
sehr locker	<span style="background-color: #e64a4a; width: 10px; height: 10px; display: inline-block;"></span>
locker	<span style="background-color: #ff7f0e; width: 10px; height: 10px; display: inline-block;"></span>
mitteldicht	<span style="background-color: #ffff00; width: 10px; height: 10px; display: inline-block;"></span>
dicht	<span style="background-color: #32cd32; width: 10px; height: 10px; display: inline-block;"></span>
sehr dicht	<span style="background-color: #008000; width: 10px; height: 10px; display: inline-block;"></span>

BEB Jena Consult GmbH  
Baugrund-Erbau-Beweissicherung  
Tatzendpromenade 2  
07745 Jena  
Tel.: 03641-4527-0  
Fax. 03641-4527-30

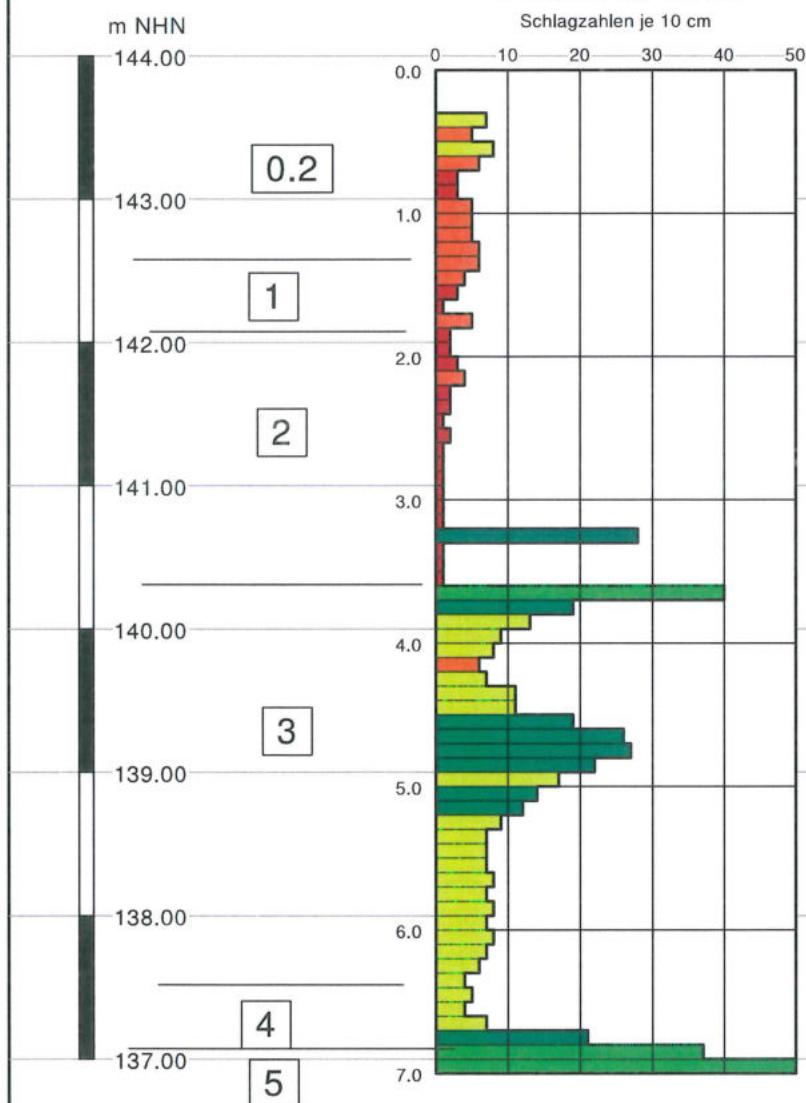


Jena, Steinweg Frauengasse  
Neubau Steinweg Tower  
Baugrund- u. Gründungsberatung  
Rammsondierung DPH 5/08

Datum: 20.09.18
Bericht Nr.: 5035/39/91/D
Anlage: 3.12
M 1: 50

## DPH 5/08

143,90 m NHN



Legende DPH

sehr locker
locker
mitteldicht
dicht
sehr dicht

BEB Jena Consult GmbH  
Baugrund-Erbau-Beweissicherung  
Tatzendpromenade 2  
07745 Jena  
Tel.: 03641-4527-0  
Fax. 03641-4527-30

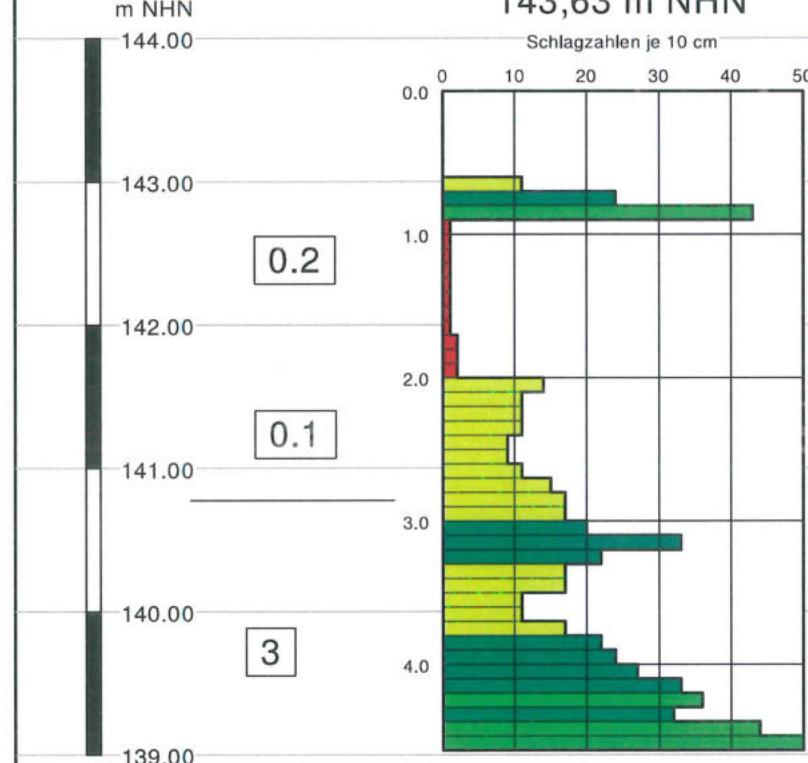


Jena, Steinweg Frauengasse  
Neubau Steinweg Tower  
Baugrund- u. Gründungsberatung  
Rammsondierung DPH 6/08

Datum: 20.09.18
Bericht Nr.: 5035/39/91/D
Anlage: 3.13
M 1: 50

## DPH 6/08

143,63 m NHN



Legende DPH	
sehr locker	
locker	
mitteldicht	
dicht	
sehr dicht	

BEB Jena Consult GmbH  
Baugrund-Erbau-Beweissicherung  
Tatzendpromenade 2  
07745 Jena  
Tel.: 03641-4527-0  
Fax: 03641-4527-30

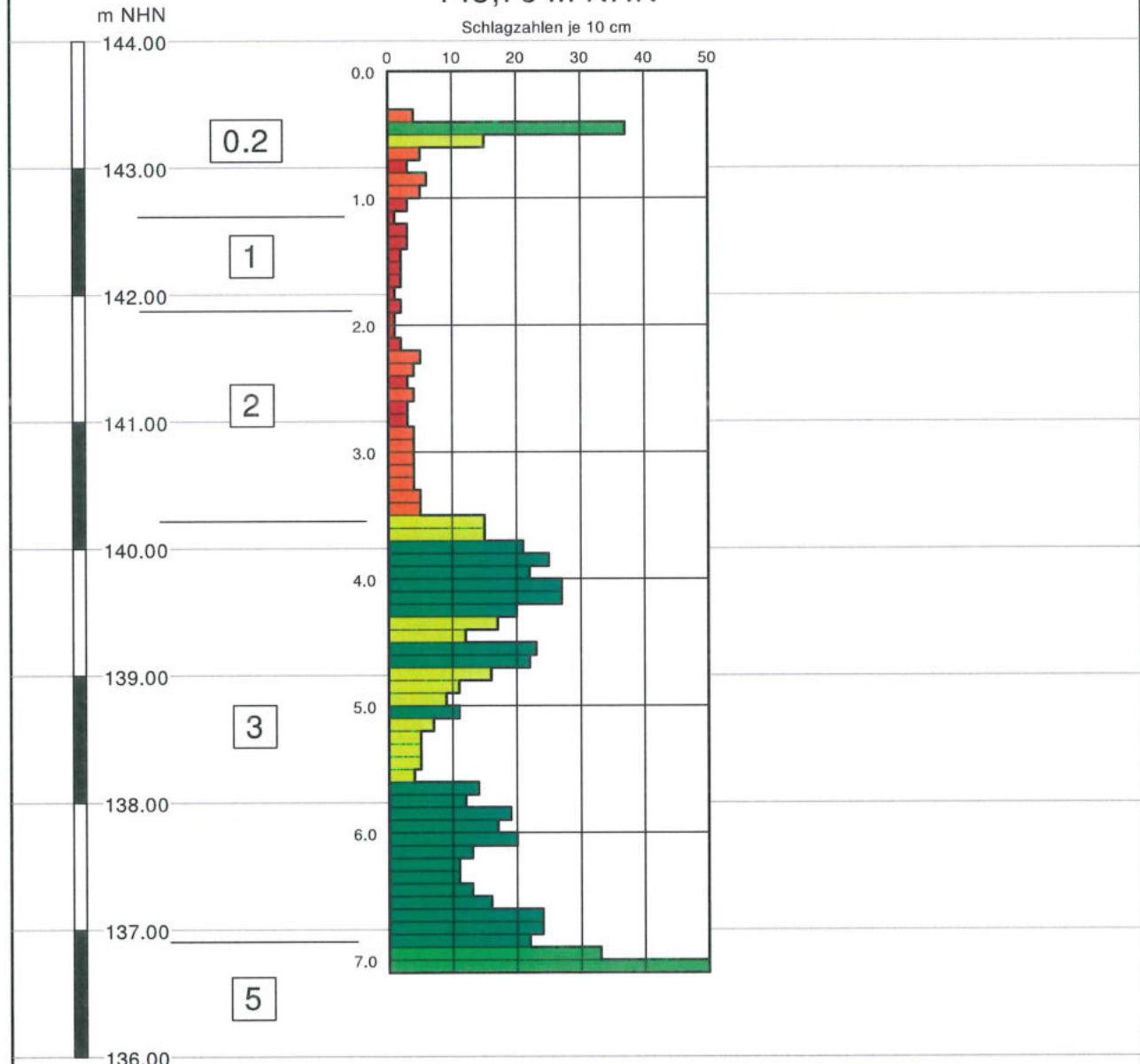


Jena, Steinweg Frauengasse  
Neubau Steinweg Tower  
Baugrund- u. Gründungsberatung  
Rammsondierung DPH 7/08

Datum: 20.09.18
Bericht Nr.: 5035/39/91/D
Anlage: 3.14
M 1: 50

## DPH 7/08

143,76 m NHN



BEB Jena Consult GmbH  
Baugrund-Erbau-Beweissicherung  
Tatzendpromenade 2  
07745 Jena  
Tel.: 03641-4527-0  
Fax. 03641-4527-30

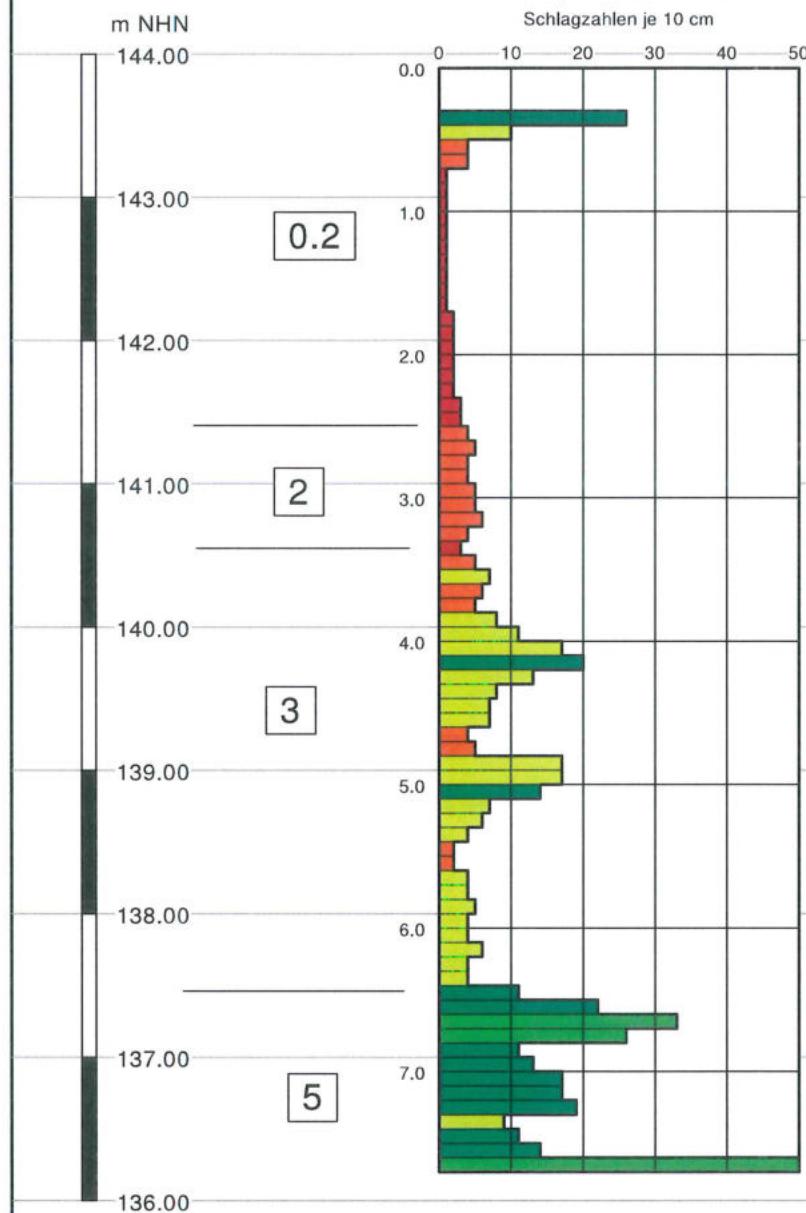


Jena, Steinweg Frauengasse  
Neubau Steinweg Tower  
Baugrund- u. Gründungsberatung  
Rammsondierung DPH 8/08

Datum: 20.09.18
Bericht Nr.: 5035/39/91/D
Anlage: 3.15
M 1: 50

## DPH 8/08

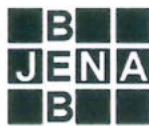
143,90 m NHN



Legende DPH

sehr locker
locker
mitteldicht
dicht
sehr dicht

BEB Jena Consult GmbH  
Baugrund-Erbau-Beweissicherung  
Tatzendpromenade 2  
07745 Jena  
Tel.: 03641-4527-0  
Fax. 03641-4527-30



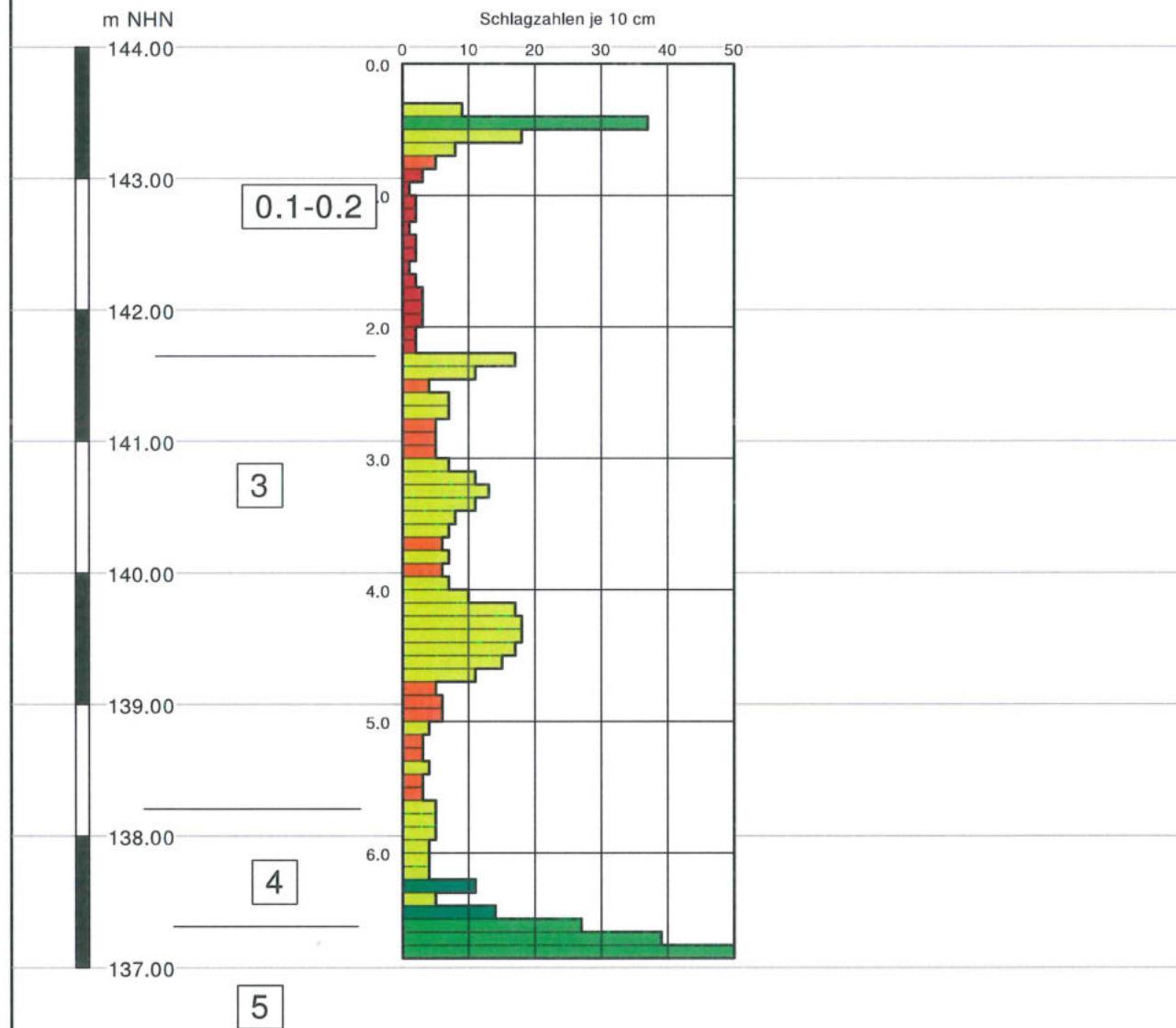
Jena, Steinweg Frauengasse  
Neubau Steinweg Tower  
Baugrund- u. Gründungsberatung  
Rammsondierung DPH 9/08

Datum: 20.09.18
Bericht Nr.:
5035/39/91/D
Anlage: 3.16

M 1: 50

## DPH 9/08

143,87 m NHN



Legende DPH

sehr locker
locker
mitteldicht
dicht
sehr dicht

BEB Jena Consult GmbH  
Baugrund-Erbau-Beweissicherung  
Tatzendpromenade 2  
07745 Jena  
Tel.: 03641-4527-0  
Fax. 03641-4527-30

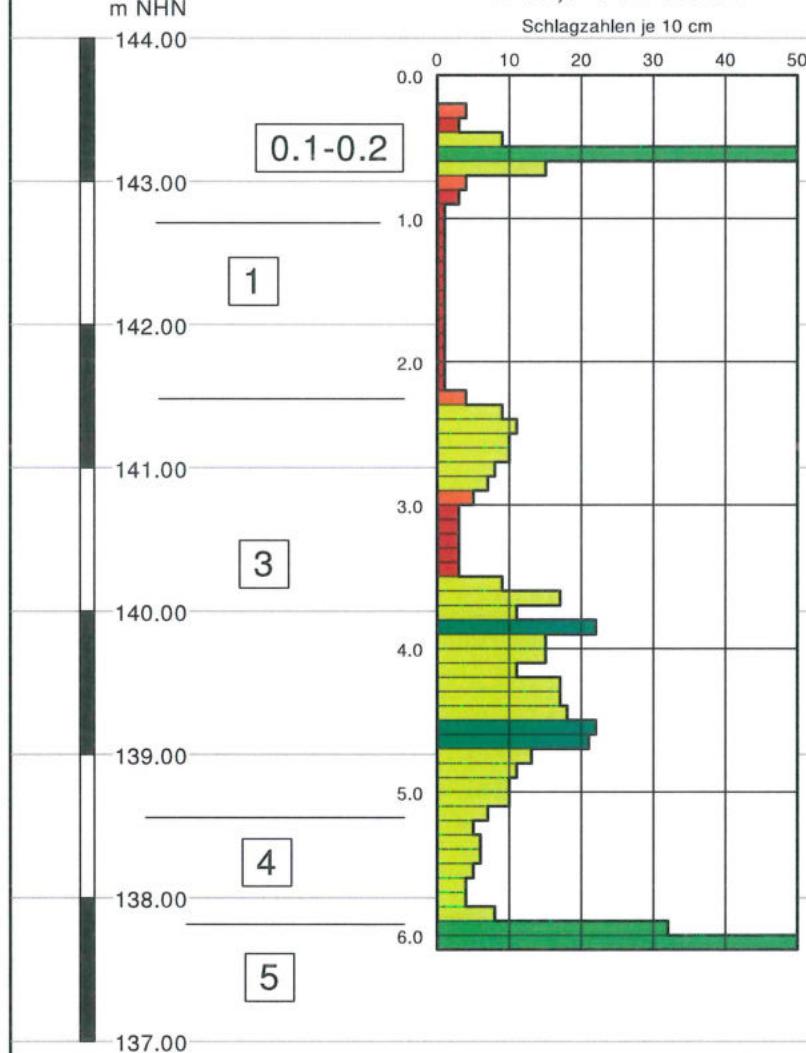


Jena, Steinweg Frauengasse  
Neubau Steinweg Tower  
Baugrund- u. Gründungsberatung  
Rammsondierung DPH 10/08

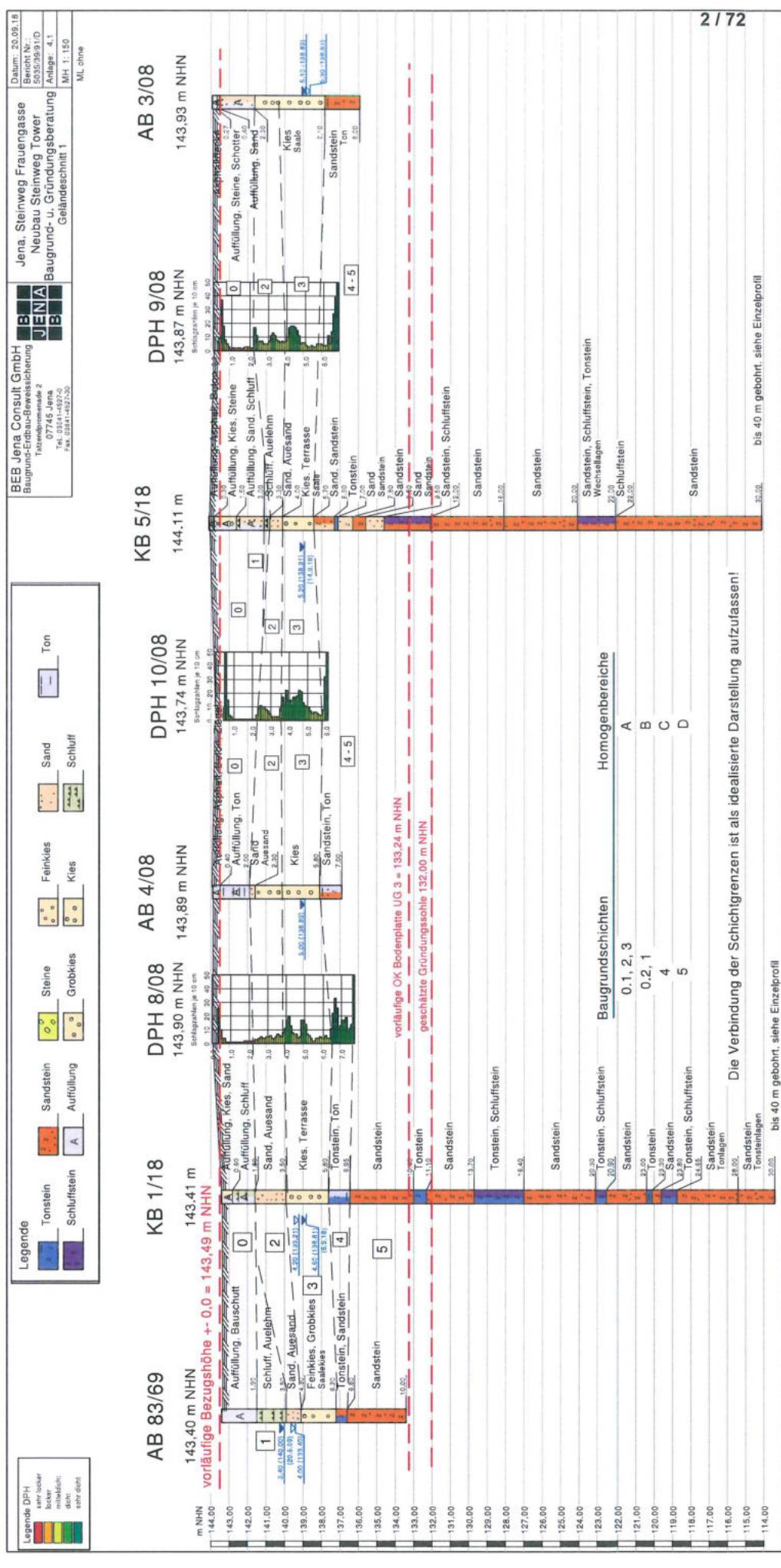
Datum: 20.09.18
Bericht Nr.: 5035/39/91/D
Anlage: 3.17
M 1: 50

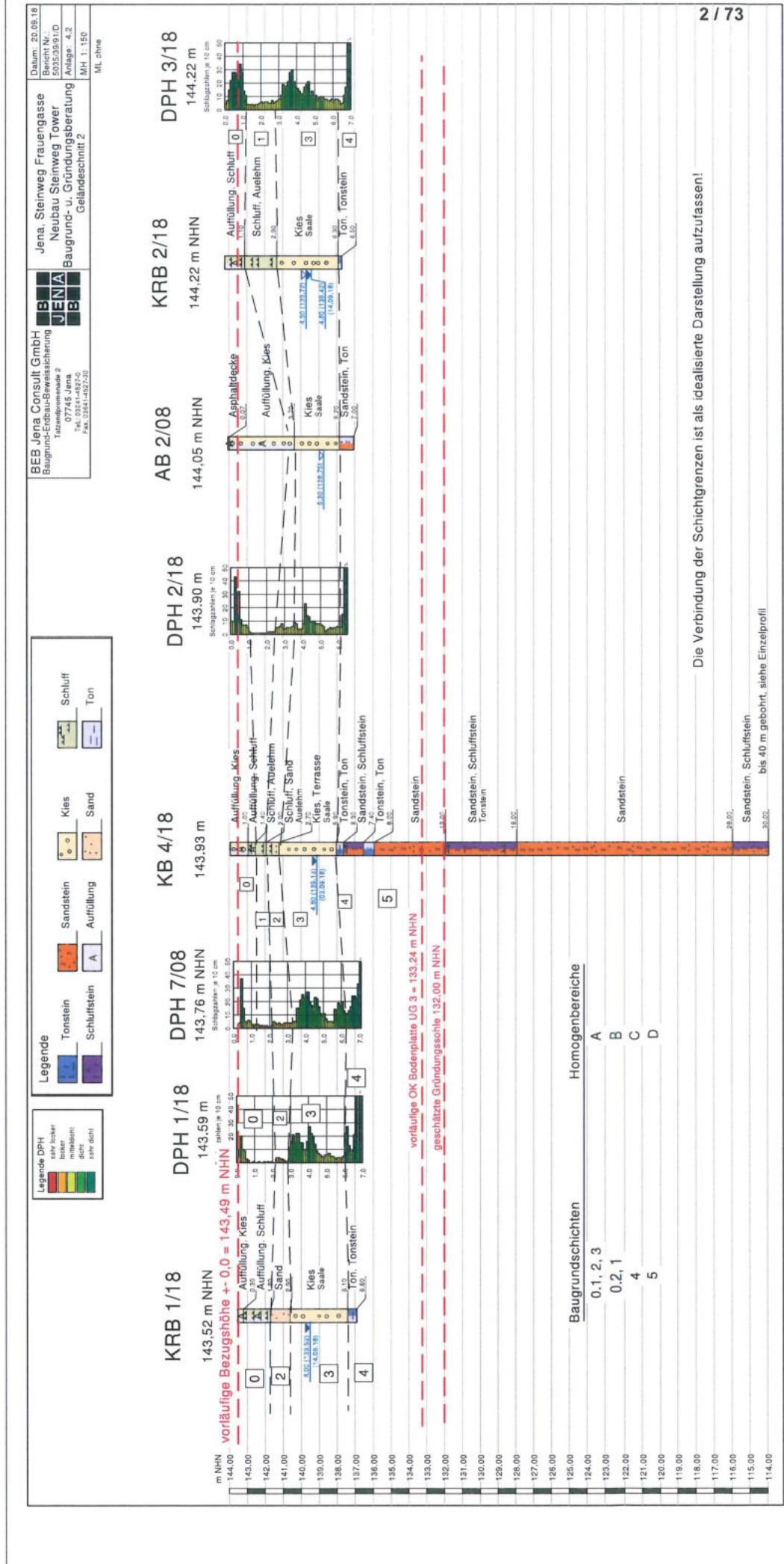
## DPH 10/08

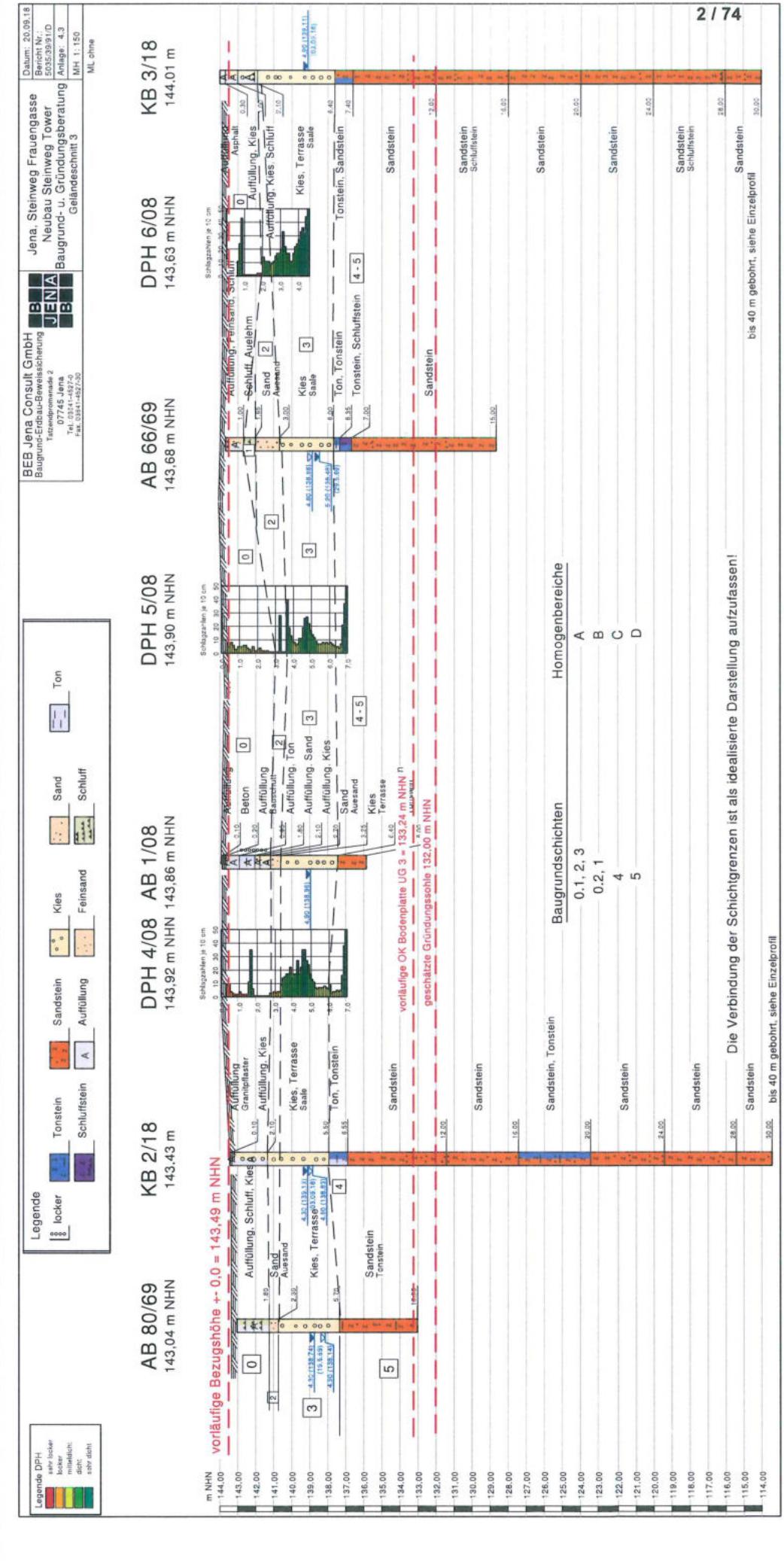
143,74 m NHN



Legende DPH	
sehr locker	
locker	
mitteldicht	
dicht	
sehr dicht	







## Wassergehalt nach DIN 18 121

Jena  
 Steinweg Tower

Bearbeiter: Agsten

Datum: 11./20.09./09.10.2018/ Ba

Prüfungsnummer:

Entnahmestelle: KRB2/18; KB1-5/18

Tiefe: 0,3 - 14,5 m

Bodenart:

Art der Entnahme: gestört

Probe entnommen am: 10./18./19.09.2018/ Agsten, Grimm

Probenbezeichnung:	KRB2/18 1,1 - 2,9 m	KB1/18 0,4 - 2,1 m	KB1/18 6,3 - 6,6 m	KB1/18 10,5-10,7m	KB3/18 0,3 - 1,1 m	KB3/18 7,7 - 7,9 m
Feuchte Probe + Behälter [g]:	269.84	312.48	258.76	302.09	308.76	278.49
Trockene Probe + Behälter [g]:	242.33	275.66	234.67	284.11	274.70	245.89
Behälter [g]:	66.50	75.25	63.44	71.83	65.65	63.70
Porenwasser [g]:	27.51	36.82	24.09	17.98	34.06	32.60
Trockene Probe [g]:	175.83	200.41	171.23	212.28	209.05	182.19
Wassergehalt [%]	15.65	18.37	14.07	8.47	16.29	17.89

Probenbezeichnung:	KB3/18 9,5 - 9,7 m	KB4/18 1,0 - 2,0 m	KB4/18 7,7 - 8,0 m	KB5/18 1,0 - 2,0 m	KB5/18 10,1-10,5 m	KB5/18 14,2-14,5 m
Feuchte Probe + Behälter [g]:	327.20	334.11	326.24	262.65	324.84	303.37
Trockene Probe + Behälter [g]:	288.33	292.55	288.93	233.82	301.94	275.35
Behälter [g]:	71.43	69.91	74.32	58.40	58.54	58.02
Porenwasser [g]:	38.87	41.56	37.31	28.83	22.90	28.02
Trockene Probe [g]:	216.90	222.64	214.61	175.42	243.40	217.33
Wassergehalt [%]	17.92	18.67	17.39	16.43	9.41	12.89

Probenbezeichnung:						
Feuchte Probe + Behälter [g]:						
Trockene Probe + Behälter [g]:						
Behälter [g]:						
Porenwasser [g]:						
Trockene Probe [g]:						
Wassergehalt [%]						

Probenbezeichnung:						
Feuchte Probe + Behälter [g]:						
Trockene Probe + Behälter [g]:						
Behälter [g]:						
Porenwasser [g]:						
Trockene Probe [g]:						
Wassergehalt [%]						

BEB Jena Consult GmbH  
Baugrund - Erbau - Beweissicherung  
Tatzendpromenade 2  
07745 Jena

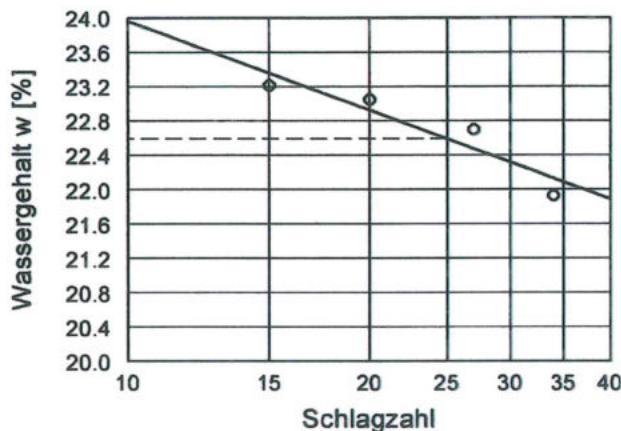
Bericht: 5035/39/91/D  
Anlage: 5.2

## Zustandsgrenzen nach DIN 18 122

Jena  
Steinweg Tower

Bearbeiter: Agsten

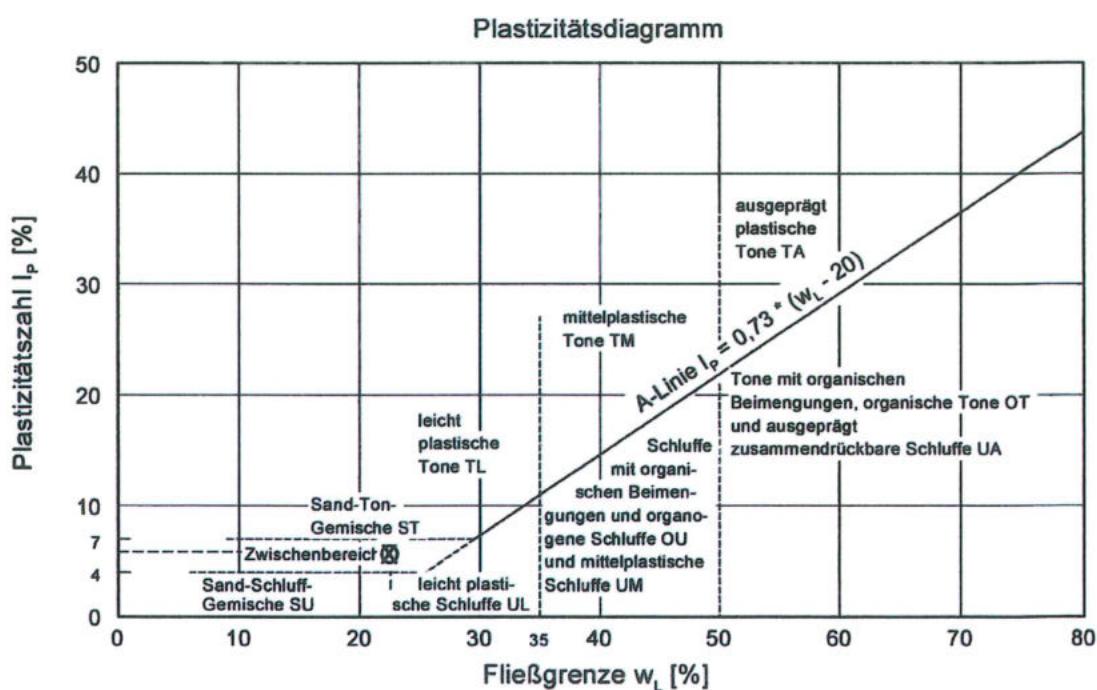
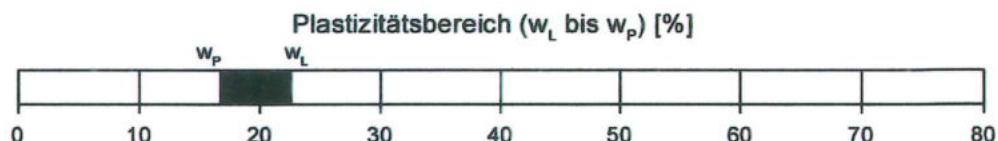
Datum: 09.10.2018/ Ba



Prüfungsnummer:  
Entnahmestelle: KRB2/18  
Tiefe: 1,1 - 2,9 m  
Art der Entnahme: gestört  
Bodenart: Zwischenbereich SU/ST  
Probe entnommen am: 19.09.2018/ Agsten, Grimm

Wassergehalt w = 15.7 %  
Fließgrenze w<sub>L</sub> = 22.6 %  
Ausrollgrenze w<sub>p</sub> = 16.7 %  
Plastizitätszahl I<sub>p</sub> = 5.9 %  
Konsistenzzahl I<sub>c</sub> = 1.19

Zustandsform				
	halbfest	steif	weich	breig
I <sub>c</sub> = 1.19	1.00	0.75	0.50	0.00



BEB Jena Consult GmbH  
Baugrund - Erbau - Beweissicherung  
Tatzendpromenade 2  
07745 Jena

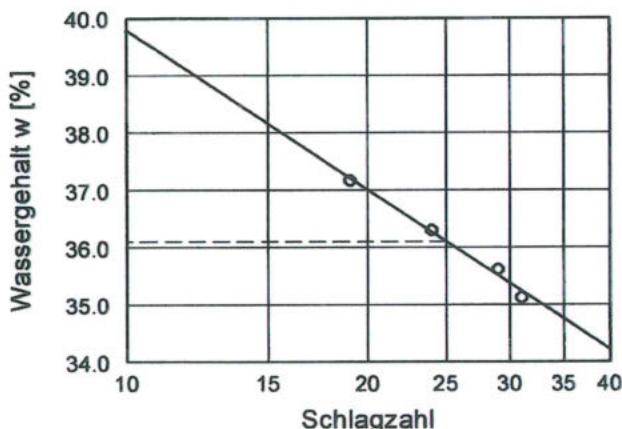
Bericht: 5035/39/91/D  
Anlage: 53

## Zustandsgrenzen nach DIN 18 122

Jena  
Steinweg Tower

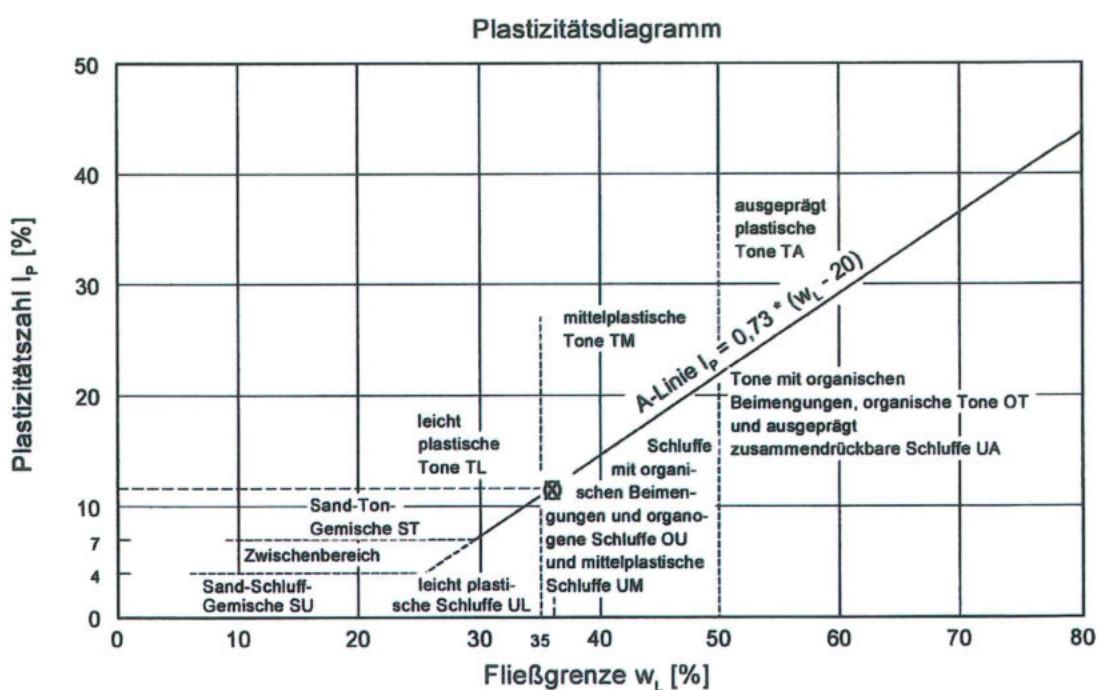
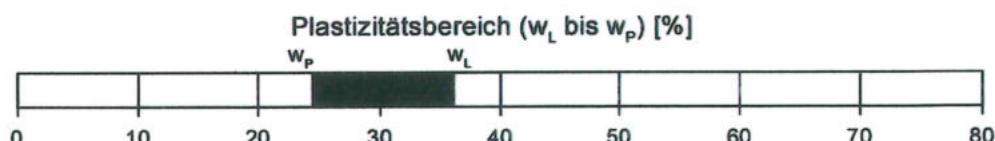
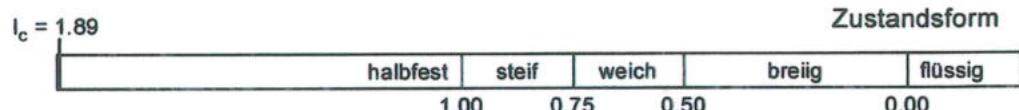
Bearbeiter: Agsten

Datum: 17.10.2018/ Ba



Prüfungsnummer:  
Entnahmestelle: KB1/18  
Tiefe: 6,3 - 6,6  
Art der Entnahme: gestört  
Bodenart: TM/UM  
Probe entnommen am: 10.09.2018/ Agsten, Grimm

Wassergehalt  $w = 14.1 \%$   
Fließgrenze  $w_L = 36.1 \%$   
Ausrollgrenze  $w_P = 24.5 \%$   
Plastizitätszahl  $I_p = 11.6 \%$   
Konsistenzzahl  $I_c = 1.89$



BEB Jena Consult GmbH  
 Baugrund - Erbau - Beweissicherung  
 Tatzendpromenade 2  
 07745 Jena

Bericht: 5035/39/91/D

Anlage: S.Y

## Zustandsgrenzen nach DIN 18 122

Jena  
 Steinweg Tower

Bearbeiter: Agsten

Datum: 09.10.2018/ Ba

Prüfungsnummer:

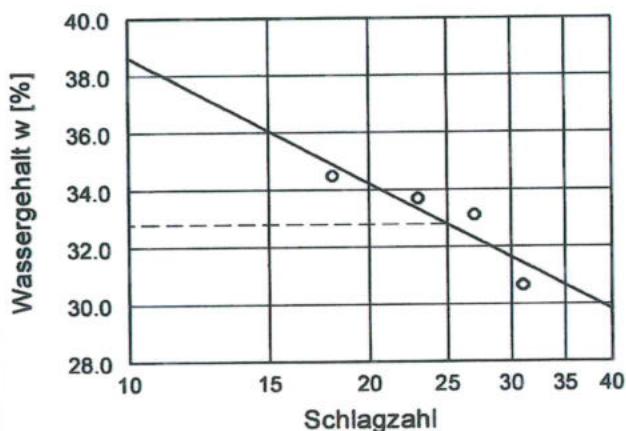
Entnahmestelle: KB1/18

Tiefe: 10,5 - 10,7 m

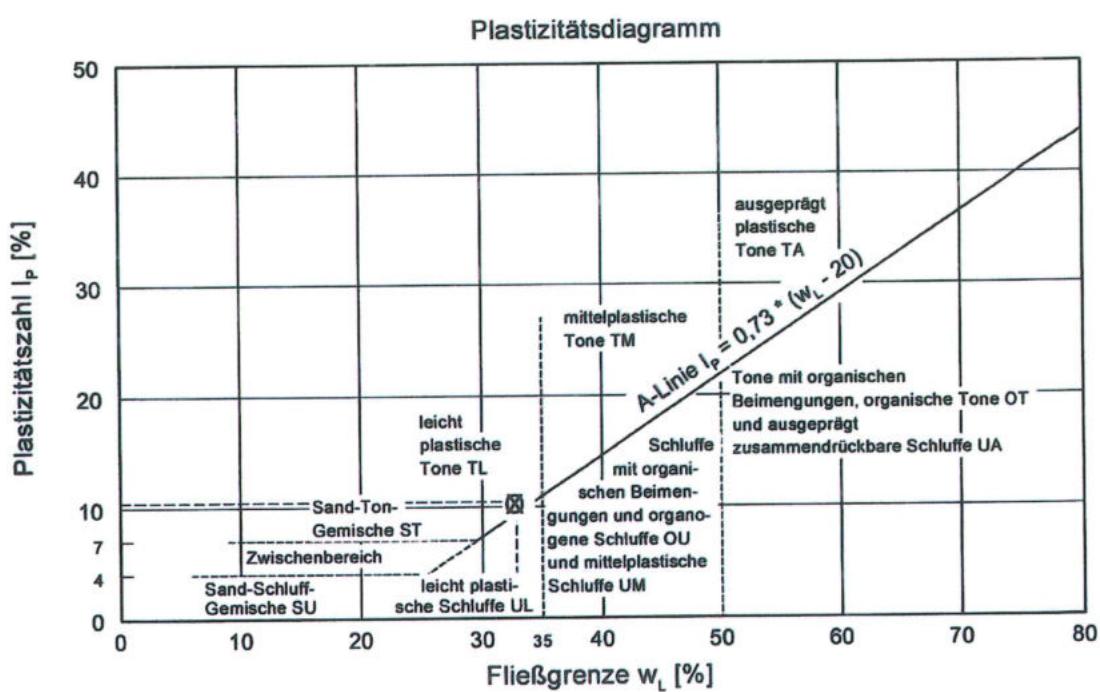
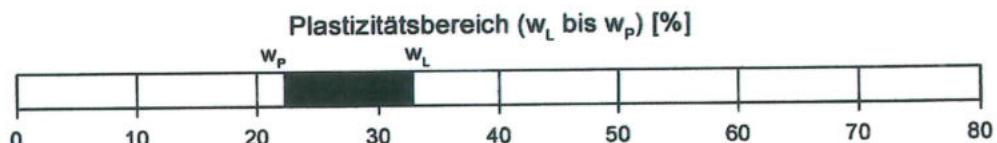
Art der Entnahme: gestört

Bodenart: TL

Probe entnommen am: 10.09.2018/ Agsten, Grimm



Wassergehalt  $w = 8.5 \%$   
 Fließgrenze  $w_L = 32.8 \%$   
 Ausrollgrenze  $w_P = 22.4 \%$   
 Plastizitätszahl  $I_p = 10.4 \%$   
 Konsistenzzahl  $I_c = 2.33$



BEB Jena Consult GmbH  
Baugrund - Erbau - Beweissicherung  
Tatzendpromenade 2  
07745 Jena

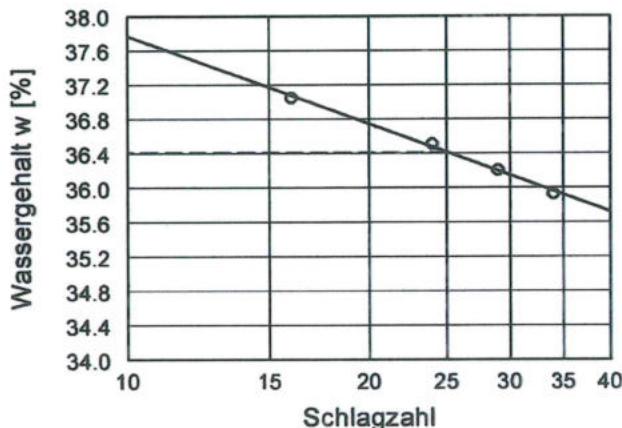
Bericht: 5035/39/91/D  
Anlage: 5,5

## Zustandsgrenzen nach DIN 18 122

Jena  
Steinweg Tower

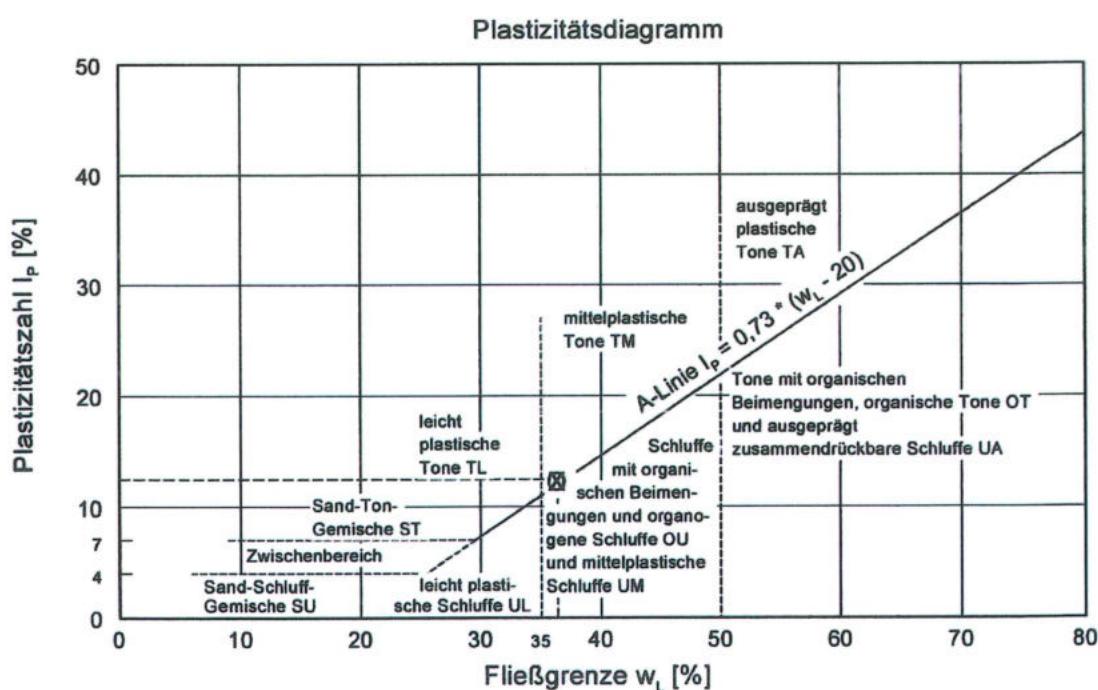
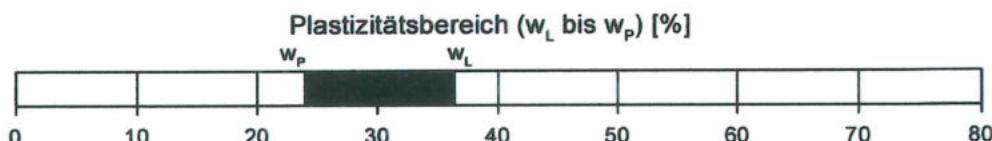
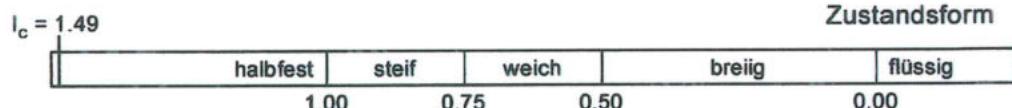
Bearbeiter: Agsten

Datum: 17.10.2018/ Ba



Prüfungsnummer:  
Entnahmestelle: KB3/18  
Tiefe: 9,5 - 9,7 m  
Art der Entnahme: gestört  
Bodenart: TM/UM  
Probe entnommen am: 18.09.2018/ Agsten, Grimm

Wassergehalt  $w = 17.9 \%$   
Fließgrenze  $w_L = 36.4 \%$   
Ausrollgrenze  $w_P = 24.0 \%$   
Plastizitätszahl  $I_p = 12.4 \%$   
Konsistenzzahl  $I_c = 1.49$



BEB Jena Consult GmbH  
Baugrund - Erbau - Beweissicherung  
Tatzendpromenade 2  
07745 Jena

Bericht: 5035/39/91/D

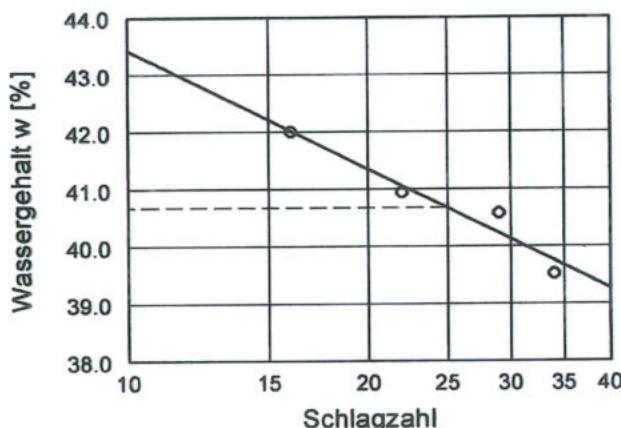
Anlage: 5.6

### Zustandsgrenzen nach DIN 18 122

Jena  
Steinweg Tower

Bearbeiter: Agsten

Datum: 18.10.2018/ Ba



Prüfungsnummer:

Entnahmestelle: KB4/18

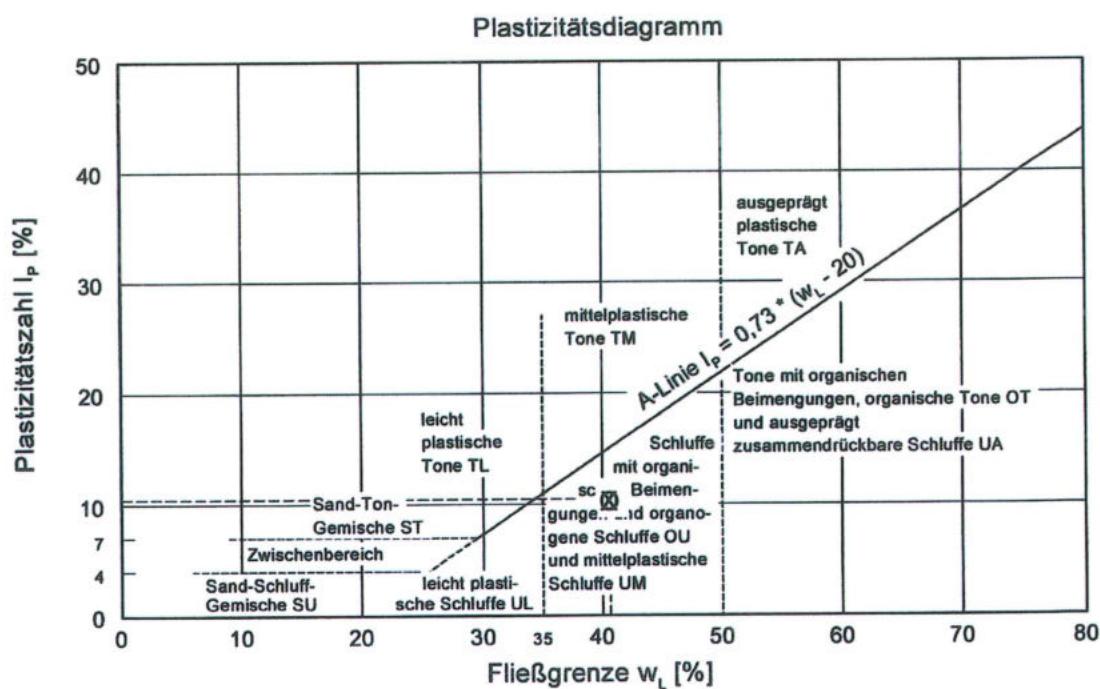
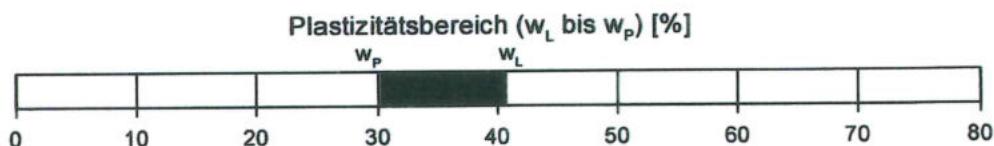
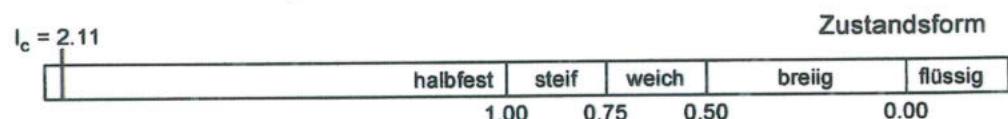
Tiefe: 1,0 - 2,0 m

Art der Entnahme: gestört

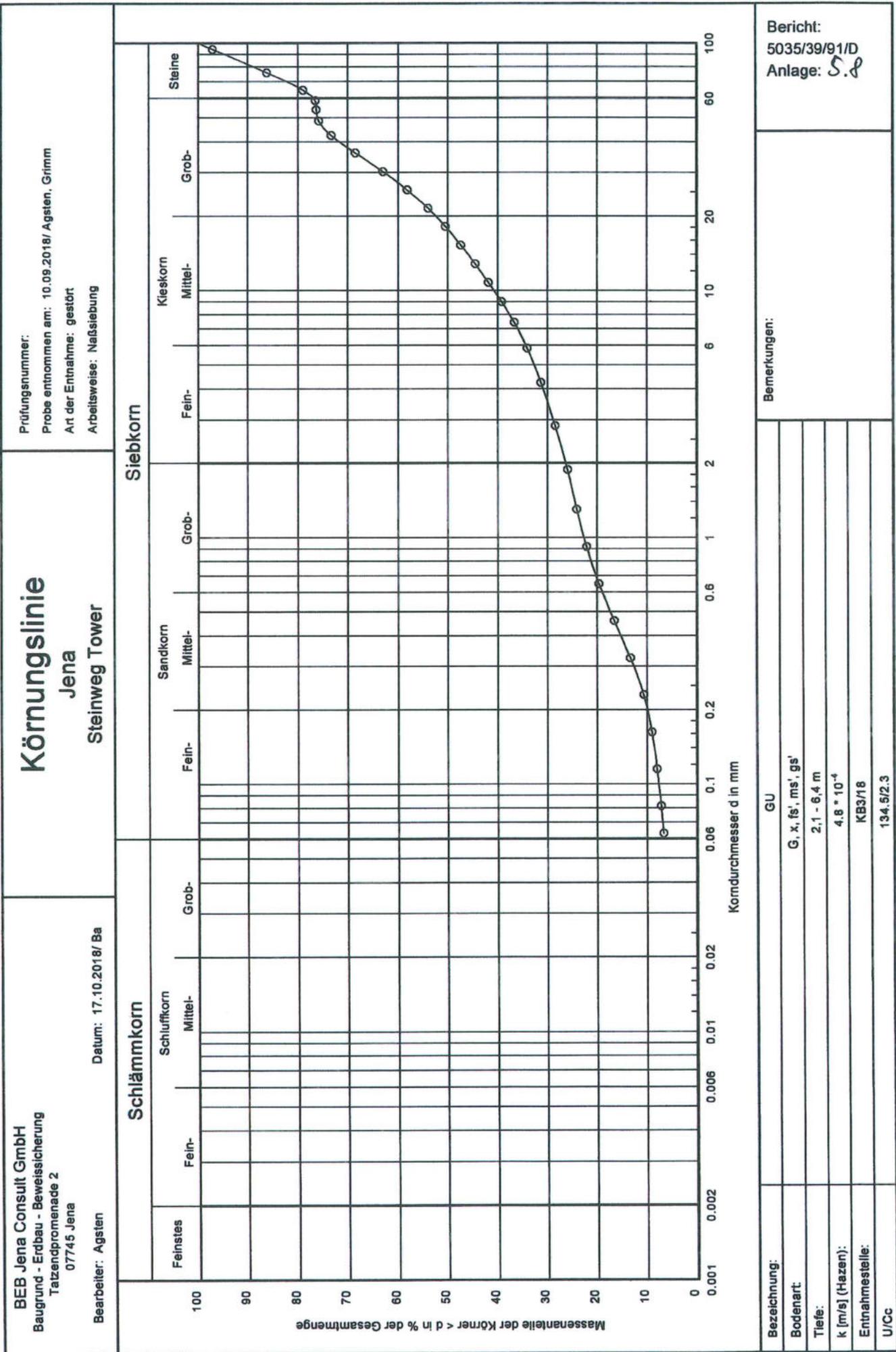
Bodenart: OU

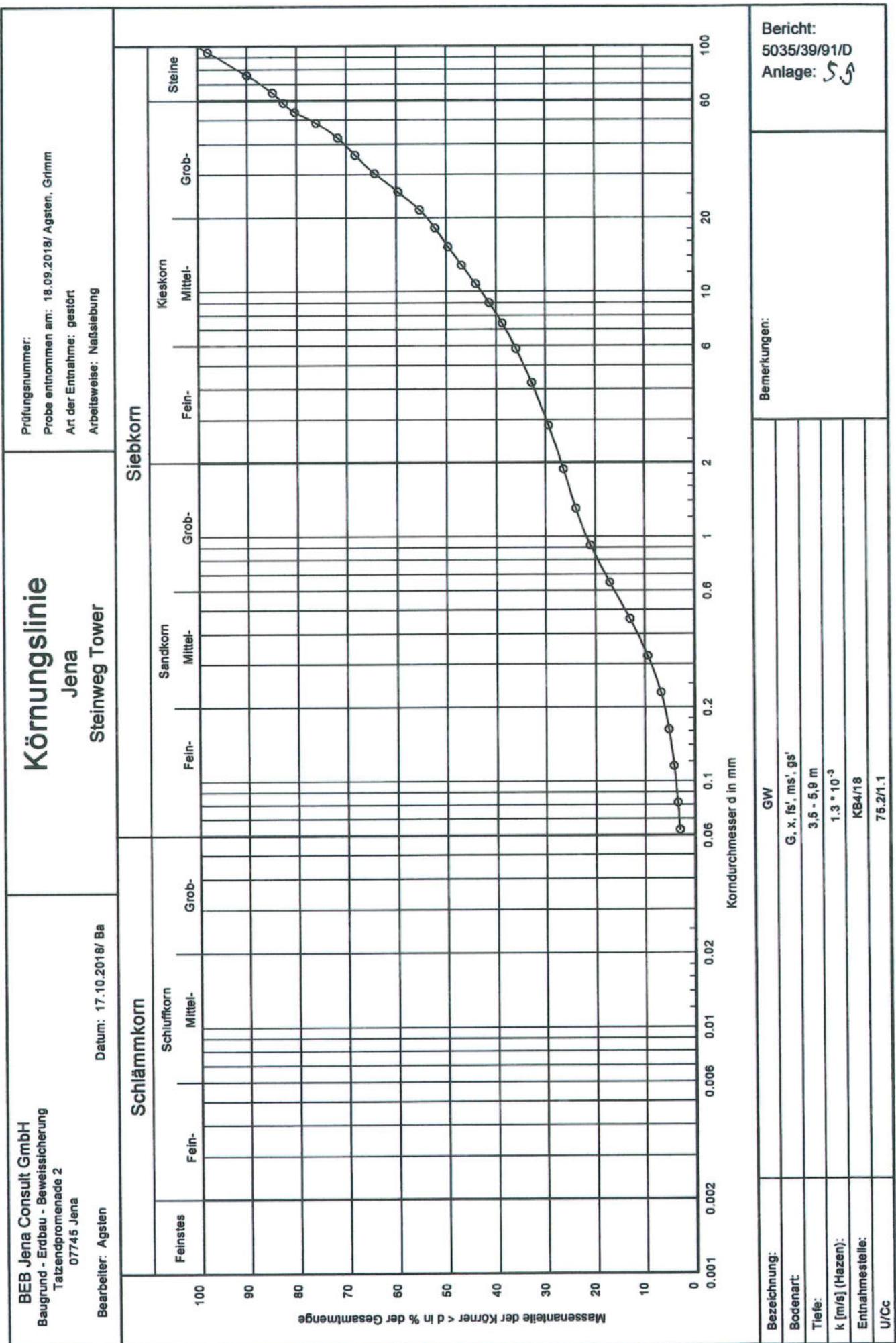
Probe entnommen am: 18.09.2018/ Agsten, Grimm

**Wassergehalt w =** 18.7 %  
**Fließgrenze w<sub>L</sub> =** 40.7 %  
**Ausrollgrenze w<sub>P</sub> =** 30.2 %  
**Plastizitätszahl I<sub>p</sub> =** 10.5 %  
**Konsistenzzahl I<sub>c</sub> =** 2.11









**BEB Jena Consult GmbH**  
 Baugrund - Erdbau - Beweissicherung  
 Tatzendpromenade 2 07745 Jena  
 Tel: 03641-4527-0 Fax: 03641-45 27-30  
 e-mail: BEB-jena@beb-jena-consult.de



Prüfungs-Nr.:

Anlage :

5.10

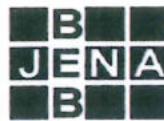
zu :

5035/39/91/D

**Bestimmung der Dichte**  
 durch Tauchwägung, Ballon- oder Aussteckzylinderverfahren  
 nach DIN 18125 T1 bzw. T2

Bemerkung : Bauvorhaben : Jena Steinweg Tower Ausgeführt durch : Ba am : 23.10.2018 Dateiname : Jena	Entnahmestelle : KB1/18 Entnahmetiefe : (m) 6,3 - 6,6 Bodenart : Bodengruppe : Art der Entnahme: Entnahme am : 10.09.18	
Bezeichnung der Probe Glühverlust Vgl (%) Korndichte ps (g/cm³)	1 2,70 2,70	2 2,70 2,70
<b>1. Massebestimmung Gesamtprobe</b> feuchte Probe + Behälter m+mB (g) Behälter -mB (g) feuchte Probe m (g) trockene Probe md=m/1+w (g)	327,42 327,42 287,02	482,89 482,89 423,31
<b>2. Volumenbestimmung</b> (cm³) Tauchwág. Ballonvf. Zylindervf. Ersatzvf. m+Par.=m2 Lesung L1 L Rohr =l1 Lesung m0 Tauchwágung m =m1 Lesung L0 ob. Abst.=l2 Lesung m1 Tauchwágung mAuftr.=m3 Diff. dL ut. Abst. =l3 m0-m1 =mE Tauchwágung m2-m3=mo Kolbenfl. l1-l2-l3 =l Ersatzstoff m2-m1/0,87 A= 285,00 Zyldd.i . =d pE =Vp cm² d²π/4 =F m0-Vp=V dL* A = V l*F =V mE/pE=V	343,95 327,42 168,55 175,40 19,00 156,40	499,91 482,89 258,47 241,44 19,56 221,88
<b>3. Wassergehaltsbestimmung an Teilprobe</b> feuchte Probe + Behälter mw+md+mb (g) trockene Probe + Behälter md+mb (g) Behälter mb (g) Wasser mw (g) trockene Probe md (g) Wassergehalt w=100*mw/md (%)	258,76 234,67 63,44 24,09 171,23 14,07	258,76 234,67 63,44 24,09 171,23 14,07
<b>4. Bestimmung der Dichte</b> (g/cm³) Feuchtdichte ρ m/v (g/cm³) Trockendichte pd ρ/1+w (g/cm³) Dichte unter Auftrieb ρ' (g/cm³) Dichte wassergesättigt ρr (g/cm³)	2,09 1,84 1,16 2,16	2,18 1,91 1,20 2,20
<b>5. Porositätskennzahlen</b> Porenzahl e ρs/pd- (l) bezogene Lagerungsdichte ID (l) Porenanteil n 1-pd/ρs (l) Lagerungsdichte D (l) Anteil wassergef. Poren nw pd*w (l) Anteil luftgef. Poren na n-nw (l) Sättigungswassergehalt wr e/ps (l) Sättigungszahl Sr nw/n (l)	0,47 s. dicht 0,32 dicht 0,26 0,06 0,17 0,81	0,42 dichtest 0,29 dicht 0,27 0,02 0,15 0,92
<b>6. Verdichtungsgrad</b> Proctordichte ppr (g/cm³) gefor. Verdichtungsgrad Dpr (%) erreich./vorh. Verdgrd. 100pd/ppr (%)		

**BEB Jena Consult GmbH**  
 Baugrund - Erdbau - Beweissicherung  
 Tatzendpromenade 2 07745 Jena  
 Tel: 03641-4527-0 Fax: 03641-45 27-30  
 e-mail: BEB-jena@beb-jena-consult.de



Prüfungs-Nr.:

Anlage :

SM

zu :

5035/39/91/D

**Bestimmung der Dichte**  
 durch Tauchwägung, Ballon- oder Ausstechzylinderverfahren  
 nach DIN 18125 T1 bzw. T2

Bemerkung :		Entnahmestelle :	KB1/18	
Bauvorhaben :	Jena	Entnahmetiefe :	10,5 - 10,7	
Ausgeführt durch :	Steinweg Tower	Bodenart :		
am :	Ba	Bodengruppe :	TL	
Dateiname :	23.10.2018	Art der Entnahme:	gestört	
		Entnahme am :	10.09.18	durch : Agsten, Grimm
<b>Bezeichnung der Probe</b>			1	2
Glühverlust Vgl (%)			1	2
Korndichte ps (g/cm³)		2,70	2,70	2,70
<b>1. Massebestimmung Gesamtprobe</b>				
feuchte Probe + Behälter	m+mB	(g)	573,62	539,00
Behälter	-mB	(g)		405,97
feuchte Probe	m	(g)	573,62	539,00
trockene Probe	md=m/1+w	(g)	528,80	496,89
				374,25
<b>2. Volumenbestimmung</b> (cm³)				
Tauchwäg.	Ballonvf.	Zylindervf.	Ersatzvf.	Tauchwägung
m+Par.=m2	Lesung L1	L Rohr =l1	Lesung m0	597,70
m =m1	Lesung L0	ob. Abst.=l2	Lesung m1	573,62
mAuftr.=m3	Diff. dL	ut. Abst. =l3	m0-m1 =mE	321,26
m2-m3 =mo	Kolbenfl.	I1-I2-I3 =l	Ersatzstoff	276,44
m2-m1/0,87	A= 285,00	Zylldd.i. =d	pE	
=Vp	cm²	d²π/4 =F		27,68
m0-Vp=V	dL* A = V	I°F =V	mE/pE=V	248,76
				31,22
				233,36
				179,05
<b>3. Wassergehaltsbestimmung an Teilprobe</b>				
feuchte Probe + Behälter	mw+md+mb	(g)	302,09	302,09
trockene Probe + Behälter	md+mb	(g)	284,11	284,11
Behälter	mb	(g)	71,83	71,83
Wasser	mw	(g)	17,98	17,98
trockene Probe	md	(g)	212,28	212,28
Wassergehalt	w=100*mw/md	(%)	8,47	8,47
<b>4. Bestimmung der Dichte</b> (g/cm³)				
Feuchtdichte ρ	m/v	(g/cm³)	2,31	2,31
Trockendichte pd	p/1+w	(g/cm³)	2,13	2,13
Dichte unter Auftrieb	p'	(g/cm³)	1,34	1,34
Dichte wassergesättigt	pr	(g/cm³)	2,34	2,34
<b>5. Porositätskennzahlen</b>				
Porenzahl e	ps/pd-1	(l)	0,27	0,27
bezogene Lagerungsdichte	ID	(l)	dichtest	dichtest
Porenanteil n	1-pd/ρ	(l)	0,21	0,21
Lagerungsdichte D		(l)	dicht	dicht
Anteil wassergef. Poren nw	pd*w		0,18	0,18
Anteil luftgef. Poren na	n-nw		0,03	0,03
Sättigungswassergehalt wr	e/ps		0,10	0,10
Sättigungszahl Sr	nw/n		0,85	0,85
<b>6. Verdichtungsgrad</b>				
Proctordichte ppr		(g/cm³)		
gefor. Verdichtungsgrad Dpr		(%)		
erreicht./vorh. Verdgrd.	100pd/ppr	(%)		

**BEB Jena Consult GmbH**  
 Baugrund - Erdbau - Beweissicherung  
 Tatzendpromenade 2 07745 Jena  
 Tel: 03641-4527-0 Fax: 03641-45 27-30  
 e-mail: BEB-jena@beb-jena-consult.de



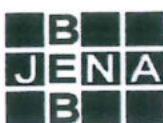
Prüfungs-Nr.:

Anlage : 5.12  
 zu : 5035/39/91/D

**Bestimmung der Dichte**  
 durch Tauchwägung, Ballon- oder Aussteckzylinderverfahren  
 nach DIN 18125 T1 bzw. T2

Bemerkung : Bauvorhaben : Jena Steinweg Tower Ausgeführt durch : Ba am : 23.10.2018 Dateiname : Jena		Entnahmestelle : KB3/18 Entnahmetiefe : (m) 7,7 - 7,9 Bodenart : Bodengruppe : Art der Entnahme: gestört Entnahme am : 10.09.18 durch : Agsten, Grimm
Bezeichnung der Probe Glühverlust Vgl (%) Korndichte ps (g/cm³)	1 2,70 2,70	3 2,70
1. Massebestimmung Gesamtprobe feuchte Probe + Behälter m+mB (g) Behälter -mB (g) feuchte Probe m (g) trockene Probe md=m/1+w (g)	494,26 494,26 419,23	334,22 334,22 283,48
2. Volumenbestimmung (cm³) Tauchwäg. Ballonvf. Zylindervf. Ersatzvf. m+Par.=m2 Lesung L1 L Rohr =l1 Lesung m0 512,58 355,99 363,23 m =m1 Lesung L0 ob. Abst.=l2 Lesung m1 494,26 334,22 350,34 mAuftr.=m3 Diff. dL ut. Abst. =l3 m0-m1 =mE 259,89 167,13 180,87 m2-m3=mo Kolbenfl. l1-l2-l3 =l Ersatzstoff 252,69 188,86 182,36 m2-m1/0,87 A= 285,00 Zylldd.i. =d ρE =Vp cm² d²π/4 =F 21,06 25,02 14,82 m0-Vp=V dL* A = V l¹F =V mE/ρE=V 231,63 163,84 167,54	Tauchwägung Tauchwägung Tauchwägung	
3. Wassergehaltsbestimmung an Teilprobe feuchte Probe + Behälter mw+md+mb (g) trockene Probe + Behälter md+mb (g) Behälter mb (g) Wasser mw (g) trockene Probe md (g) Wassergehalt w=100*mw/md (%)	278,49 245,89 63,70 32,60 182,19 17,90	278,49 245,89 63,70 32,60 182,19 17,90
4. Bestimmung der Dichte (g/cm³) Feuchtdichte ρ m/v (g/cm³) Trockendichte pd ρ/1+w (g/cm³) Dichte unter Auftrieb ρ' (g/cm³) Dichte wassergesättigt ρr (g/cm³)	2,13 1,81 1,14 2,14	2,04 1,73 1,09 2,09
5. Porositätskennzahlen Porenzahl e ρs/pd- (l) bezogene Lagerungsdichte ID (l) Porenanteil n 1-pd/ρs (l) Lagerungsdichte D (l) Anteil wassergef. Poren nw pd*w Anteil luftgef. Poren na n-nw Sättigungswassergehalt wr e/ps Sättigungszahl Sr nw/n	0,49 s. dicht 0,33 dicht 0,32 0,01 0,18 0,98	0,56 s. dicht 0,36 dicht 0,31 0,05 0,21 0,86
6. Verdichtungsgrad Proctordichte ppr (g/cm³) gefor. Verdichtungsgrad Dpr (%) erreich./vorh. Verdgrd. 100pd/ppr (%)		

BEB Jena Consult GmbH  
 Baugrund - Erdbau - Beweissicherung  
 Tatzendpromenade 2 07745 Jena  
 Tel: 03641-4527-0 Fax.: 03641 45 27-30  
 e-mail: BEB-jena@beb-jena-consult.de



Prüfungs-Nr.:

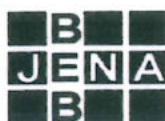
Anlage : S.13  
 zu : 5035/39/91/D

2 87

**Bestimmung der Dichte**  
 durch Tauchwägung, Ballon- oder Ausstechzylinderverfahren  
 nach DIN 18125 T1 bzw. T2

Bemerkung :		Entnahmestelle :	KB4/18
Bauvorhaben :	Jena	Entnahmetiefe : (m)	7,7 - 8,0
Steinweg Tower		Bodenart :	
Ausgeführt durch :	Ba	Bodengruppe :	
am :	23.10.2018	Art der Entnahme:	gestört
Dateiname :	Jena	Entnahme am :	18.09.18
Bezeichnung der Probe		1	2
Glühverlust Vgl (%)		2,70	2,70
Korndichte ps (g/cm³)		2,70	2,70
<b>1. Massebestimmung Gesamtprobe</b>			
feuchte Probe + Behälter m+mB (g)	414,00	305,97	274,39
Behälter -mB (g)			
feuchte Probe m (g)	414,00	305,97	274,39
trockene Probe md=m/1+w (g)	352,67	260,64	233,74
<b>2. Volumenbestimmung</b>	(cm³)		
Tauchwäg. Ballonvf.	Zylindervf.	Ersatzvf.	Tauchwägung
m+Par.=m2 Lesung L1	L Rohr =l1	Lesung m0	434,53
m =m1 Lesung L0	ob. Abst.=l2	Lesung m1	414,00
mAuftr.=m3 Diff. dL	ut. Abst. =l3	m0-m1 =mE	212,51
m2-m3 =mo Kolbenfl.	l1-l2-l3 =l	Ersatzstoff	222,02
m2-m1/0,87 A= 285,00 Zylld.i. =d	cm²	pE	23,60
=Vp	d²π/4 =F		15,82
m0-Vp=V dL* A = V	I*F =V	mE/pE=V	144,35
			130,94
<b>3. Wassergehaltsbestimmung an Teilprobe</b>			
feuchte Probe + Behälter mw+md+mb (g)	326,24	326,24	326,24
trockene Probe + Behälter md+mb (g)	288,93	288,93	288,93
Behälter mb (g)	74,32	74,32	74,32
Wasser mw (g)	37,31	37,31	37,31
trockene Probe md (g)	214,61	214,61	214,61
Wassergehalt w=100*mw/md (%)	17,39	17,39	17,39
<b>4. Bestimmung der Dichte</b>	(g/cm³)		
Feuchtdichte p m/v	(g/cm³)	2,09	2,12
Trockendichte pd p/1+w	(g/cm³)	1,78	1,81
Dichte unter Auftrieb p'	(g/cm³)	1,12	1,14
Dichte wassergesättigt pr	(g/cm³)	2,12	2,14
<b>5. Porositätskennzahlen</b>			
Porenzahl e ps/pd-	(l)	0,52	0,50
bezogene Lagerungsdichte ID	(l)	s. dicht	s. dicht
Porenanteil n 1-pd/p	(l)	0,34	0,33
Lagerungsdichte D	(l)	dicht	dicht
Anteil wassergef. Poren nw pd*w		0,31	0,31
Anteil luftgef. Poren na n-nw		0,03	0,02
Sättigungswassergehalt wr e/ps		0,19	0,18
Sättigungszahl Sr nw/n		0,90	0,95
<b>6. Verdichtungsgrad</b>			
Proctordichte ppr	(g/cm³)		
gefor. Verdichtungsgrad Dpr	(%)		
erreich./vorh. Verdgrd.	100pd/ppr (%)		

**BEB Jena Consult GmbH**  
 Baugrund - Erdbau - Beweissicherung  
 Tatzendpromenade 2 07745 Jena  
 Tel: 03641-4527-0 Fax.: 03641-45 27-30  
 e-mail: BEB-jena@beb-jena-consult.de



Prüfungs-Nr.:

Anlage :

S. 14

zu :

5035/39/91/D

**Bestimmung der Dichte**  
 durch Tauchwägung, Ballon- oder Ausstechzylinderverfahren  
 nach DIN 18125 T1 bzw. T2

Bemerkung : Bauvorhaben : Jena Steinweg Tower Ausgeführt durch : Ba am : 23.10.2018 Dateiname : Jena		Entnahmestelle : KB5/18 Entnahmetiefe : (m) 10,1 - 10,5 Bodenart : Bodengruppe : Art der Entnahme: gestört Entnahme am : 18.09.18 durch : Agsten, Grimm
Bezeichnung der Probe Glühverlust Vgl (%) Korndichte ps (g/cm³)	1 2,70 2,70	3 2,70
1. Massebestimmung Gesamtprobe feuchte Probe + Behälter m+mB (g) Behälter -mB (g) feuchte Probe m (g) trockene Probe md=m/1+w (g)	521,36 521,36 476,50	560,53 560,53 512,30
2. Volumenbestimmung (cm³) Tauchwäg. Ballonvf. Zylindervf. Ersatzvf. m+Par.=m2 Lesung L1 L Rohr =l1 Lesung m0 540,41 577,87 442,31 m =m1 Lesung L0 ob. Abst.=l2 Lesung m1 521,36 560,53 419,18 mAuftr.=m3 Diff. dL ut. Abst. =l3 m0-m1 =mE 285,33 308,25 229,21 m2-m3 =mo Kolbenfl. l1-l2-l3 =l Ersatzstoff 255,08 269,62 213,10 m2-m1/0,87 A= 285,00 Zyldd.i. =d pE =Vp cm² d²π/4 =F m0-Vp=V dL* A = V l°F =V mE/pE=V	21,90 233,18	19,93 249,69
3. Wassergehaltsbestimmung an Teilprobe feuchte Probe + Behälter mw+md+mb (g) trockene Probe + Behälter md+mb (g) Behälter mb (g) Wasser mw (g) trockene Probe md (g) Wassergehalt w=100*mw/md (%)	324,84 301,94 58,54 22,90 243,40 9,41	324,84 301,94 58,54 22,90 243,40 9,41
4. Bestimmung der Dichte (g/cm³) Feuchtdichte ρ m/v (g/cm³) Trockendichte pd ρ/1+w (g/cm³) Dichte unter Auftrieb ρ' (g/cm³) Dichte wassergesättigt ρr (g/cm³)	2,24 2,04 1,29 2,29	2,24 2,05 1,29 2,29
5. Porositätskennzahlen Porenzahl e ps/pd- (l) bezogene Lagerungsdichte ID (l) Porenanteil n 1-pd/ρ (l) Lagerungsdichte D (l) Anteil wassergef. Poren nw pd*w Anteil luftgef. Poren na n-nw Sättigungswassergehalt wr e/ps Sättigungszahl Sr nw/n	0,32 dichtest 0,24 dicht 0,19 0,05 0,12 0,79	0,32 dichtest 0,24 dicht 0,19 0,05 0,12 0,80
6. Verdichtungsgrad Proctordichte ppr (g/cm³) gefor. Verdichtungsgrad Dpr (%) erreich./vorh. Verdgrd. 100pd/ppr (%)		

**BEB Jena Consult GmbH**  
 Baugrund - Erdbau - Beweissicherung  
 Tatzendpromenade 2 07745 Jena  
 Tel: 03641-4527-0 Fax: 03641-45 27-30  
 e-mail: BEB-jena@beb-jena-consult.de



Prüfungs-Nr.:

Anlage :

5.15

zu : 5035/39/91/D

**Bestimmung der Dichte**  
 durch Tauchwägung, Ballon- oder Ausstechzylinderverfahren  
 nach DIN 18125 T1 bzw. T2

Bemerkung : Bauvorhaben : Jena Steinweg Tower Ausgeführt durch : Ba am : 23.10.2018 Dateiname : Jena		Entnahmestelle : KB5/18 Entnahmetiefe : (m) 14,2 - 14,5 Bodenart : Bodengruppe : Art der Entnahme: gestört Entnahme am : 18.09.18 durch : Agsten, Grimm
Bezeichnung der Probe Glühverlust Vgl (%) Korndichte ps (g/cm³)	1 2,70	2 2,70
1. Massebestimmung Gesamtprobe feuchte Probe + Behälter m+mB (g) Behälter -mB (g) feuchte Probe m (g) trockene Probe md=m/1+w (g)	393,02 393,02 348,12	595,59 595,59 527,55
2. Volumenbestimmung (cm³) Tauchwäg. Ballonvf. Zylindervf. Ersatzvf. m+Par.=m2 Lesung L1 L Rohr =I1 Lesung m0 Tauchwägung m =m1 Lesung L0 ob. Abst.=I2 Lesung m1 Tauchwägung mAuftr.=m3 Diff. dL ut. Abst. =I3 m0-m1 =mE Tauchwägung m2-m3 =mo Kolbenfl. I1-I2-I3 =I Ersatzstoff m2-m1/0,87 A= 285,00 Zylld.i. =d ρE =Vp cm² d²π/4 =F m0-Vp=V dL* A = V I*F =V mE/ρE=V	421,97 393,02 212,59 209,38 33,28 176,10	625,41 595,59 330,44 294,97 34,28 260,69
3. Wassergehaltsbestimmung an Teilprobe feuchte Probe + Behälter mw+md+mb (g) trockene Probe + Behälter md+mb (g) Behälter mb (g) Wasser mw (g) trockene Probe md (g) Wassergehalt w=100*mw/md (%)	303,37 275,35 58,02 28,02 217,33 12,90	303,37 275,35 58,02 28,02 217,33 12,90
4. Bestimmung der Dichte (g/cm³) Feuchtdichte ρ m/v (g/cm³) Trockendichte pd ρ/1+w (g/cm³) Dichte unter Auftrieb ρ' (g/cm³) Dichte wassergesättigt ρr (g/cm³)	2,23 1,98 1,24 2,24	2,28 2,02 1,27 2,27
5. Porositätskennzahlen Porenzahl e ps/pd- (l) bezogene Lagerungsdichte ID (l) Porenanteil n 1-pd/ρ (l) Lagerungsdichte D (l) Anteil wassergef. Poren nw pd*w Anteil luftgef. Poren na n-nw Sättigungswassergehalt wr e/ps Sättigungszahl Sr nw/n	0,37 dichtest 0,27 dicht 0,25 0,01 0,14 0,95	0,33 dichtest 0,25 dicht 0,26 -0,01 0,12 1,04
6. Verdichtungsgrad Proctordichte ppr (g/cm³) gefor. Verdichtungsgrad Dpr (%) erreich./vorh. Verdgrd. 100pd/ppr (%)		

**BEB Jena Consult GmbH**  
 Baugrund - Erdbau - Beweissicherung  
 Tatzendpromenade 2 07745 Jena  
 Tel: 03641-4527-0 Fax: 03641-45 27-30  
 e-mail: BEB-jena@beb-jena-consult.de



Prüfungs-Nr.:

2 / 90

Anlage :

5.16

zu :

5035/39/91/D

### Bestimmung des Glühverlustes

nach DIN 18128

Bemerkung :

Bauvorhaben : Jena

Steinweg Tower

Ausgeführt durch : Ba

am : 10.10.2018

Dateiname : Jena

Art der Entnahme:

Entnahme am : 18.09.18

gestört

durch : Agsten, Grimm

Proben-Nr.	1	2	3	4	5
------------	---	---	---	---	---

Entnahmestelle	KB4/18	KB5/18			
----------------	--------	--------	--	--	--

Entnahmetiefe [m]	1,0 - 2,0	1,0 - 2,0			
-------------------	-----------	-----------	--	--	--

Behälter Nr.	1	3			
--------------	---	---	--	--	--

Behälter m <sub>B</sub> [g]	71,05	66,65			
--------------------------------	-------	-------	--	--	--

Probe + Behälter m+m <sub>B</sub> [g]	119,65	111,57			
--	--------	--------	--	--	--

Probe n.d. Glühen + Behälter m <sub>O</sub> +m <sub>B</sub> [g]	116,72	109,87			
--	--------	--------	--	--	--

Massenverlust (m+m <sub>B</sub> )-(m <sub>O</sub> +m <sub>B</sub> ) = m <sub>gl</sub> [g]	2,93	1,70			
--	------	------	--	--	--

Probemenge (m+m <sub>B</sub> )-m <sub>O</sub> = m [g]	48,60	44,92			
--	-------	-------	--	--	--

Glühverlust m <sub>gl</sub> *100/m = V <sub>gl</sub> [%]	6,03	3,78			
---	------	------	--	--	--

Bodenart	bindig				
----------	--------	--	--	--	--

Bodengruppe	OU				
-------------	----	--	--	--	--

Bemerkungen:

#### Einteilung der Böden nach DIN 1054, 4022 T1 und 18196

organogene Böden und Böden mit organischen Beimengungen		organische Böden
---	--	------------------

bindig	nicht bindig	
--------	--------------	--

V<sub>gl</sub> > 2% - 5% schwach organisch  
 - Bodengruppe nach DIN 18196

V<sub>gl</sub> > 1% - 3% schwach organisch  
 - Bodengruppe nach DIN 18196

V<sub>gl</sub> > 5% - 10% organisch  
 > 10% - < 20% stark organisch

V<sub>gl</sub> > 3% - 5% organisch  
 > 5% - < 20% stark organisch

OU - Schluffe mit organischen Beimengungen und organogene Schluffe

groß- bis gemischtkörnige Böden:

OT - Tone mit organischen Beimengungen und organogene Tone

OH - mit humusartigen Beimengungen  
 OK - mit kalkigen, kieseligen Bildungen

V<sub>gl</sub> >= 20%

HN - Torfe, nicht zersetzt  
 HZ - Torfe, zersetzt  
 (Zersetzunggrad nach DIN 4022 T1 und 19682)

F - Mudde, Faulschlamm

**BEB Jena Consult GmbH**  
 Baugrund - Erdbau - Beweissicherung  
 Tatzendpromenade 2 07745 Jena  
 Tel: 03641-4527-0 Fax: 03641-45 27-30  
 e-mail: BEB-jena@beb-jena-consult.de



Prüfungs-Nr.:

Anlage :

5.12

zu :

5035/39/91/D

**Bewertungsbogen für Grundwasser  
 Betonkorrosion bei chemischem Angriff  
 nach DIN 1045-2:2001-07**

Bauvorhaben : Steinweg Tower	Entnahmestelle : GWM3					
Ausgeführt durch : Ba am : 15.10.2018	Entnahmetiefe : (m) Wasserart : Bodentemp. zwischen 5°-25°C Entnahme am: 10.10.2018 durch : Beck					
Dateiname : Jena						
Chemisches Merkmal	<b>Expositionsklasse</b> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <th></th> <th>keine</th> <th>  XA1(schwach)  </th> <th>X A2 (mäßig)</th> <th>X A3 (stark)</th> </tr> </table>		keine	XA1(schwach)	X A2 (mäßig)	X A3 (stark)
	keine	XA1(schwach)	X A2 (mäßig)	X A3 (stark)		
Grenzwerte pH-Wert	<table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td>7,5</td> <td>6,5 6,8 5)</td> <td>5,5 5,8</td> <td>4,5 4,8</td> </tr> </table>	7,5	6,5 6,8 5)	5,5 5,8	4,5 4,8	
7,5	6,5 6,8 5)	5,5 5,8	4,5 4,8			
Grenzwerte CO <sub>2</sub> angreifend [mg/l]	<table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td>11,25 15 1</td> <td>33,75 40 26</td> <td>85 100 1</td> </tr> </table>	11,25 15 1	33,75 40 26	85 100 1		
11,25 15 1	33,75 40 26	85 100 1				
Grenzwerte Ammonium NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> [mg/l]	<table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td>0,0</td> <td>15 11,25</td> <td>30 26,25</td> <td>60 52,5</td> </tr> </table>	0,0	15 11,25	30 26,25	60 52,5	
0,0	15 11,25	30 26,25	60 52,5			
Grenzwerte Magnesium Mg <sup>2+</sup> [mg/l]	<table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td>200 225</td> <td>300 825</td> <td>1000 25000</td> <td>3000 1</td> </tr> </table>	200 225	300 825	1000 25000	3000 1	
200 225	300 825	1000 25000	3000 1			
Grenzwerte Sulfat SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> [mg/l]	<table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td>185 150</td> <td>200 500</td> <td>600 24000</td> <td>3000 1</td> </tr> </table>	185 150	200 500	600 24000	3000 1	
185 150	200 500	600 24000	3000 1			

**Auswertung: XA1 (schwach angreifend)**

Erforderliche Betonzusammensetzung: Expositionsklasse XA - Betonkorrosion durch chemischen Angriff

Expositionsklasse	Umgebungsbedingungen	Mindestzementgehalt <sup>2)</sup> [kg/m <sup>3</sup> ]	Mindestzementgehalt <sup>2)</sup> bei Anrechnung von Zusatzstoffen [kg/m <sup>3</sup> ]	maximaler Wasser/Zementwert	Mindestdruckfestigkeitsklasse <sup>1)</sup>
XA1	chemisch schwach angreifend nach DIN EN 206-1, Tab. 2	280	270	0,60	C 25/30
XA2	chemisch mäßig angreifend nach DIN EN 206-1, Tab. 2	320	270	0,50	C 35/45 <sup>3)</sup>
XA3	chemisch stark angreifend nach DIN EN 206-1, Tab. 2	320	270	0,45	C 35/45 <sup>3),4)</sup>

**Bemerkungen:**

Der schärfste Wert für jedes einzelne chemische Merkmal bestimmt die Klasse. Wenn beide angreifenden Merkmale zu derselben Klasse führen, muß die Umgebung der nächsthöheren Expositionsklasse zugeordnet werden, sofern nicht in einer speziellen Studie für diesen Fall nachgewiesen wird, daß dies nicht erforderlich ist. Auf diese Studie kann verzichtet werden, wenn keiner der Werte im oberen Viertel (> 75% des Maximalwertes) liegt.

<sup>1)</sup> Gilt nicht für Leichtbeton.

<sup>2)</sup> Bei einem Großkorn der Gesteinskörnung von 63 mm darf der Zementgehalt um 30 kg/m<sup>3</sup> reduziert werden.

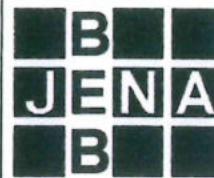
<sup>3)</sup> Bei der Verwendung von Luftporen, z. B. aufgrund gleichzeitiger Anforderungen aus der Expositionsklasse XF, eine Festigkeitsklasse niedriger

<sup>4)</sup> Schutzmaßnahmen für den Beton sind erforderlich.

<sup>5)</sup> 75% des jeweiligen Maximalwertes

**BEB Jena Consult GmbH**  
 Baugrund – Erdbau – Beweissicherung  
 Tatzendpromenade 2  
**07745 Jena**  
 Tel: 03641-4527-0 Fax.: 03641-45 27-30  
 e-mail: BEB-jena@beb-jena-consult.de

**Korrosionswahrscheinlichkeit  
 metallischer Werkstoffe  
 bei äußerer Korrosionsbelastung  
 in Wässern nach DIN 50929 T3, 09.85**



Anlage:	T.18	Entnahmestelle:	GWM3
Auftrags-Nr.:	5035/39/91/D	Entnahmetiefe:	6,0 – 7,0 m
Bauvorhaben:	Jena, Steinweg	Entnahme am/durch:	10.10.2018/ Beck
Bearbeiter:	Agsten	Wasserproben-Nr.:	04W/18
Datum:	15.10.2018		
Nr.	Merkmal / Dimension	Einheit	Bewertungsziffer für unlegierte Eisen      verzinkten Stahl
1	Wasserart		N <sub>1</sub> M <sub>1</sub>
	stehendes Gewässer		-1      +1
2	Lage des Objektes		N <sub>2</sub> M <sub>2</sub>
	Unterwasserbereich		0      0
	Wasser/Luft-Bereich		1      -6
	Spritzwasserbereich		0,3      -2
3	c (Cl <sup>-</sup> ) + 2c (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )	mol/m <sup>3</sup>	N <sub>3</sub> M <sub>3</sub>
		123,08	-7      -3
4	Säurekapazität bis pH 4,3 (Alkalität K <sub>S4,3</sub> )	mol/m <sup>3</sup>	N <sub>4</sub> M <sub>4</sub>
		5,3	4      0
5	c (Ca <sup>2+</sup> )	mol/m <sup>3</sup>	N <sub>5</sub> M <sub>5</sub>
		6,95	+1      +3
6	pH – Wert		N <sub>6</sub> M <sub>6</sub>
		7,5	0      +1

**Auswertung** (gilt nicht für Korrosion durch Elementbildung mit Fremdkathoden)

		Mulden- u. Lochkorr.	Güte der Flächenkorr.	Güte der Deckschichten
<b>Unterwasserbereich</b>				
unlegierte und niedrigleg. Eisen:	$W_0 = N_1 + N_3 + N_4 + N_5 + N_6 + N_3 / N_4 = -4,75$	mittel	gering	—
feuerverzinkter Stahl:	$W_D = M_1 + M_3 + M_4 + M_5 + M_6 = 2$	—	—	sehr gut
<b>Wasser/Luft-Grenze</b>				
unlegierte u. niedrigleg. Eisen:	$W_1 = W_0 - N_1 + N_2 \cdot N_3 = -10,75$	hoch	mittel	—
feuerverzinkter Stahl:	$W_L = W_D + M_2 = -4$	—	—	gut
<b>Spritzwasserbereich</b>				
unlegierte u. niedrigleg. Eisen:	$W_1 = W_0 - N_1 + N_2 \cdot N_3 = -5,85$	mittel	gering	—
feuerverzinkter Stahl:	$W_L = W_D + M_2 = 0$	—	—	sehr gut

(also Bezug GW 9, Korrosion Rohrleitungen, DVGW, 03.86)

Wissenschaftlicher Direktor: Prof. Dr.-Ing. habil. C. Könke

MFPA Weimar  
Coudraystraße 9  
99423 Weimar

Abteilung: Geo- und Umwelttechnik  
Abteilungsleiter: Dipl.-Ing. J. Köditz

Frau A. Damaschke  
Tel. 03643 / 564 348  
Fax 03643 / 564 203  
geotechnik@mfpa.de

## Prüfbericht Nr. B 51.18.110.01



Auftrag: Bauvorhaben Jena, Steinweg/Frauengasse, Neubau Steinweg Tower  
Bestimmung der einaxialen Druckfestigkeit an Festgesteinproben

Auftraggeber: BEB Jena Consult GmbH  
Tatzendpromenade 2  
07745 Jena

Auftrag vom: 12.10.2018

Im Auftrag

Weimar,  
19.10.2018

Dipl.-Ing. J. Köditz  
Abteilungsleiter



Dr. rer. nat. A. Damaschke  
Bearbeiter

## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Veranlassung und Gegenstand der Prüfung</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>Verwendete Proben</b>	<b>2</b>
<b>3</b>	<b>Verwendete Prüfeinrichtung</b>	<b>2</b>
<b>4</b>	<b>Durchgeführte Prüfungen und Ergebnisse</b>	<b>2</b>
	<b>Verzeichnis der Anlagen</b>	<b>3</b>
	<b>Verzeichnis der verwendeten Unterlagen</b>	<b>3</b>

### 1 Veranlassung und Gegenstand der Prüfung

Anlass dieser Prüfung war ein Auftrag der BEB Jena Consult GmbH zur Bestimmung der einaxialen Druckfestigkeit an Festgesteinproben für das Bauvorhaben Jena, Steinweg/Frauengasse, Neubau Steinweg Tower.

Die Probenanlieferung erfolgte am 12.10.2018. Die Prüfungen fanden im Zeitraum vom 16.- 17.10.2018 statt. MFPA-intern sind der Gegenstand des Prüfberichtes und die zugehörigen Proben wie folgt gekennzeichnet:

Bezeichnung	Probennummern bis zum Berichtszeitpunkt
Auftrags-Nr.: 51.18.110; Einax BEB Jena	51 18 110 001 bis 51 18 110 004

Tabelle 1: Bezeichnungen

### 2 Verwendete Proben

Die Probenbezeichnungen und -beschreibungen enthält nachfolgende Tabelle:

Bezeichnung an der MFPA	Bezeichnung AG	Entnahmetiefe	Beschreibung der Probe; Bemerkungen
51 18 110 001	KRB 3	10,5 – 10,8 m	BK, Sandstein
51 18 110 002	KRB 4	14,5 – 14,8 m	BK, Sandstein
51 18 110 003	KRB 4	22,3 – 22,5 m	BK, Sandstein
51 18 110 004	KRB 5	12,4 – 12,6 m	BK, Sandstein

Tabelle 2: Verwendete Proben, BK = Bohrkern

### 3 Verwendete Prüfeinrichtung

- allgemeine Laborgeräte, Trockenschrank, Säge, Schleifmaschine
- Toni Technik 4-Säulen-Prüfmaschine mit 1600 kN Maximalprüfraft und digitalem Mess- und Regelsystem

## 4 Durchgeführte Prüfungen und Ergebnisse

Die Stirnflächen der Bohrkern-Stücke wurden planparallel gesägt und geschliffen. Die maximal erreichbare Höhe der Prüfzylinder wurde durch die Geometrie und das Gefüge der angelieferten Proben reglementiert.

Vor Versuchsbeginn wurden die Prüfzylinder vermessen und gewogen. Die Bestimmung der einaxialen Druckfestigkeit erfolgte anschließend nach DG GT Empfehlung Nr. 1.

Die Ergebnisse sind in der Tabelle 3 zusammengefasst dargestellt. Die Prüfprotokolle enthält Anlage 1.

MFPA Probennr.		51 18 110 001	51 18 110 002	51 18 110 003	51 18 110 004
Bezeichnung AG		KRB 3 (10,5 – 10,8 m)	KRB 4 (14,5 – 14,8 m)	KRB 4 (22,3 – 22,5 m)	KRB 5 (12,4 – 12,6 m)
Rohdichte	g/cm <sup>3</sup>	2,081	2,171	2,224	2,180
Trockendichte	g/cm <sup>3</sup>	1,944	1,976	2,089	2,012
Wassergehalt	%	7,1	9,9	6,4	8,4
<b>Bruchspannung <math>\sigma_u</math></b>	<b>MN/m<sup>2</sup></b>	<b>18,79</b>	<b>13,80</b>	<b>15,60</b>	<b>12,53</b>
Bruchdehnung $\epsilon_u$	%	0,4	0,6	0,6	0,4
Erstbelastungsmodul	MN/m <sup>2</sup>	5566	2884	3021	3240

Tabelle 3: Ergebnisse

## Verzeichnis der Anlagen

Anlage 1 Prüfprotokolle zum einaxialen Druckversuch

(4 Seiten)

## Verzeichnis der verwendeten Unterlagen

[U 1] DG GT Empfehlung Nr. 1 des Arbeitskreises „Versuchstechnik Fels“ – Einaxiale Druckversuche an zylindrischen Gesteinsprüfkörpern (2004)

X:\AG 51 Geotechnik\Aufträge\18 110 Einax BEB Jena\5 Prüfbericht\B 51.18.110.01 Einax.doc

Ende Prüfbericht Nr. B 51.18.110.01

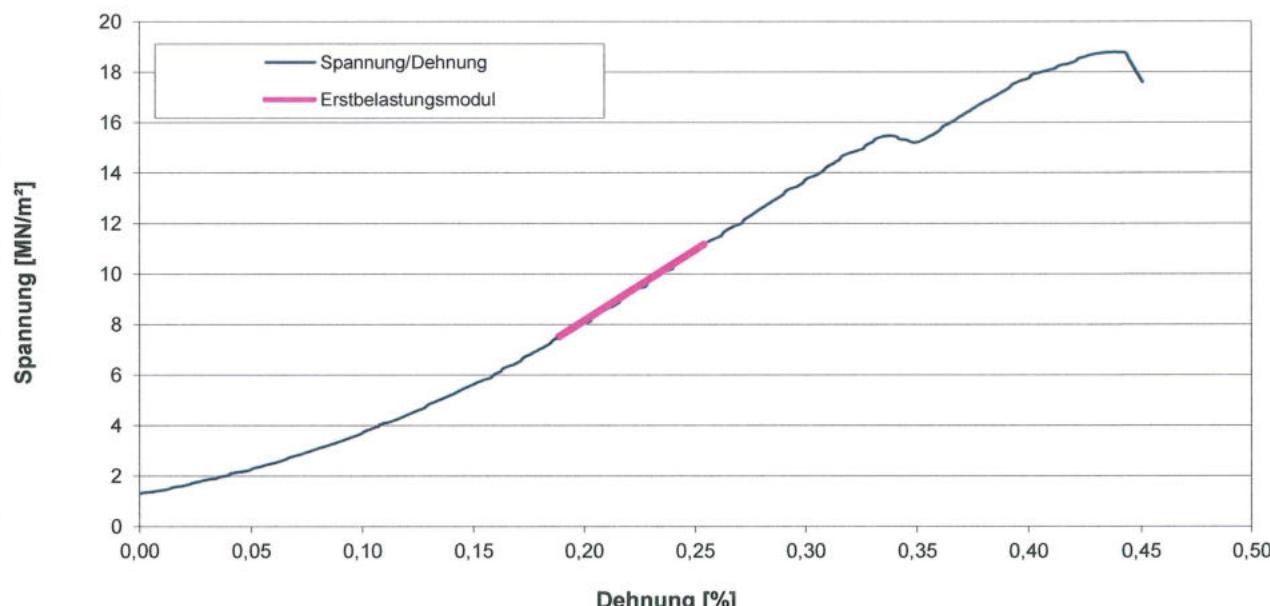
## Einaxiale Druckfestigkeit nach DGQT Empfehlung Nr. 1

MFPA Auftragsbez.:	Einax BEB Jena	Bearbeiter:	Da
MFPA Auftrags-Nr.:	51.18.110	Datum:	18.10.2018
Proben-Nr. MFPA:	51 18 110 001		
Probenbezeichnung AG:	KRB 3	Versuchsrandbedingungen:	
Teufe [m]:	10,5 - 10,8 m	Belastung:	weggesteuert
Entnahmehort:	Jena, Steinweg/Frauengasse	Dehnungsrate:	0,17 mm/min
Entnahmedatum:	18.09.2018	Prüfdatum:	17.10.2018

### Probenabmessungen:

Probenhöhe:	$h =$	170,3 mm	Probenmasse:	$m =$	2907,0 g
Durchmesser:	$d =$	102,2 mm	Rohdichte:	$\rho =$	2,081 g/cm <sup>3</sup>
Verhältnis h/d:	$h/d =$	1,7	Trockendichte:	$\rho_d =$	1,944 g/cm <sup>3</sup>
Probenfläche:	$A =$	8203,4 mm <sup>2</sup>	Wassergehalt:	$w =$	7,1 %

Spannungs-Dehnungs-Diagramm



### Festigkeit:

Bruchspannung  $\sigma_u$ : 18,79 MN/m<sup>2</sup> Spannungsbereich:  $0,4 * \sigma_u < \sigma < 0,6 * \sigma_u$   
abgemind. Bruchspannung  $\sigma_{u(2)}$ : 18,33 MN/m<sup>2</sup>

### Moduli:

Erstbelastungsmodul V: 5566 MN/m<sup>2</sup>

### Dehnung:

Bruchdehnung  $\varepsilon_u$ : 0,4 %

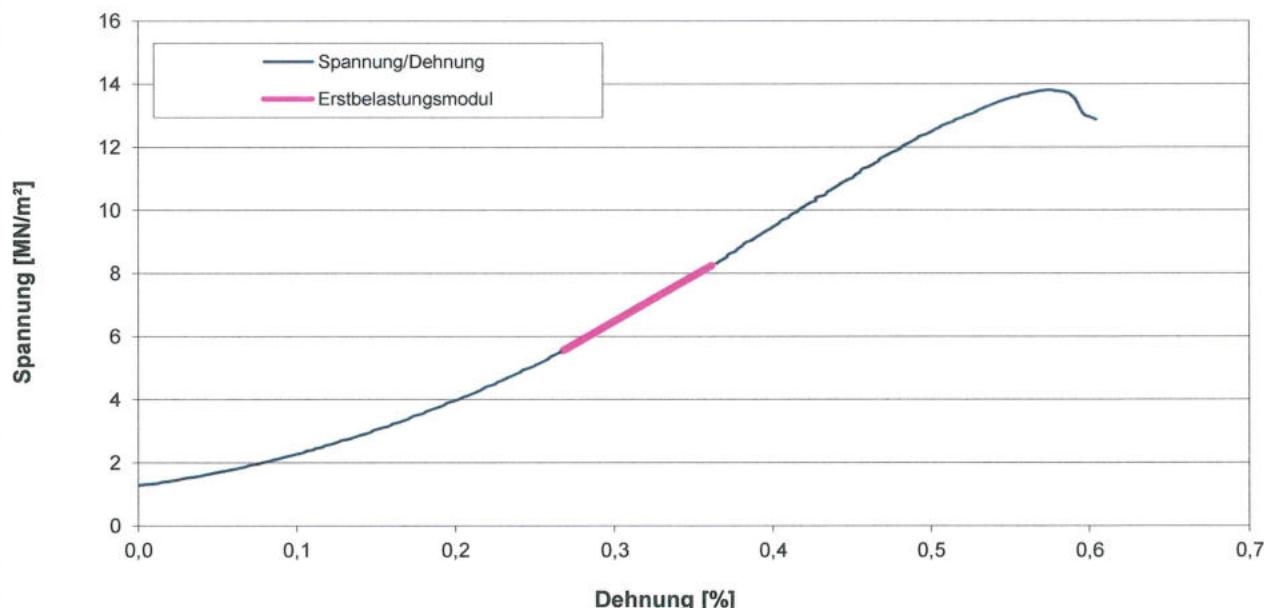
## Einaxiale Druckfestigkeit nach DGQT Empfehlung Nr. 1

MFPA Auftragsbez.:	Einax BEB Jena	Bearbeiter:	Da
MFPA Auftrags-Nr.:	51.18.110	Datum:	18.10.2018
Proben-Nr. MFPA:	51 18 110 002		
Probenbezeichnung AG:	KRB 4	Versuchsrandbedingungen:	
Teufe [m]:	14,5 - 14,8 m	Belastung:	weggesteuert
Entnahmestandort:	Jena, Steinweg/Frauengasse	Dehnungsrate:	0,17 mm/min
Entnahmedatum:	18.09.2018	Prüfdatum:	17.10.2018

### Probenabmessungen:

Probenhöhe:	$h =$	174,4 mm	Probenmasse:	$m =$	3100,0 g
Durchmesser:	$d =$	102,1 mm	Rohdichte:	$\rho =$	2,171 g/cm <sup>3</sup>
Verhältnis h/d:	$h/d =$	1,7	Trockendichte:	$\rho_d =$	1,976 g/cm <sup>3</sup>
Probenfläche:	$A =$	8187,3 mm <sup>2</sup>	Wassergehalt:	$w =$	9,9 %

Spannungs-Dehnungs-Diagramm



### Festigkeit:

Bruchspannung $\sigma_u$ :	13,80 MN/m <sup>2</sup>	Spannungsbereich:	$0,4 * \sigma_u < \sigma < 0,6 * \sigma_u$
abgemind. Bruchspannung $\sigma_{u(2)}$ :	13,51 MN/m <sup>2</sup>	Erstbelastungsmodul V:	2884 MN/m <sup>2</sup>

### Moduli:

Dehnung:	
Bruchdehnung $\varepsilon_u$ :	0,6 %

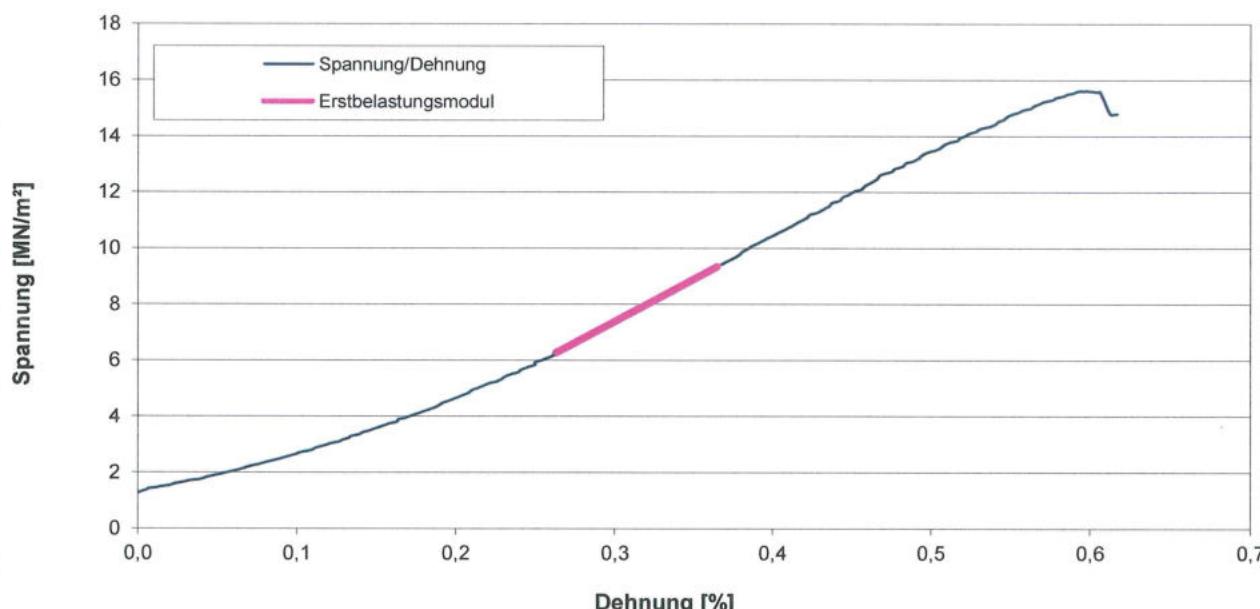
## Einaxiale Druckfestigkeit nach DGQT Empfehlung Nr. 1

MFPA Auftragsbez.:	Einax BEB Jena	Bearbeiter:	Da
MFPA Auftrags-Nr.:	51.18.110	Datum:	18.10.2018
Proben-Nr. MFPA:	51 18 110 003		
Probenbezeichnung AG:	KRB 4	Versuchsrandbedingungen:	
Teufe [m]:	22,3 - 22,5 m	Belastung:	weggesteuert
Entnahmehort:	Jena, Steinweg/Frauengasse	Dehnungsrate:	0,14 mm/min
Entnahmedatum:	18.09.2018	Prüfdatum:	17.10.2018

### Probenabmessungen:

Probenhöhe:	$h =$	147,1 mm	Probenmasse:	$m =$	2631,0 g
Durchmesser:	$d =$	101,2 mm	Rohdichte:	$\rho =$	2,224 g/cm <sup>3</sup>
Verhältnis h/d:	$h/d =$	1,5	Trockendichte:	$\rho_d =$	2,089 g/cm <sup>3</sup>
Probenfläche:	$A =$	8043,6 mm <sup>2</sup>	Wassergehalt:	$w =$	6,4 %

Spannungs-Dehnungs-Diagramm



### Festigkeit:

Bruchspannung  $\sigma_u$ : 15,60 MN/m<sup>2</sup> Spannungsbereich:  $0,4 * \sigma_u < \sigma < 0,6 * \sigma_u$   
abgemind. Bruchspannung  $\sigma_{u(2)}$ : 14,90 MN/m<sup>2</sup>

### Moduli:

Erstbelastungsmodul V: 3021 MN/m<sup>2</sup>

### Dehnung:

Bruchdehnung  $\epsilon_u$ : 0,6 %

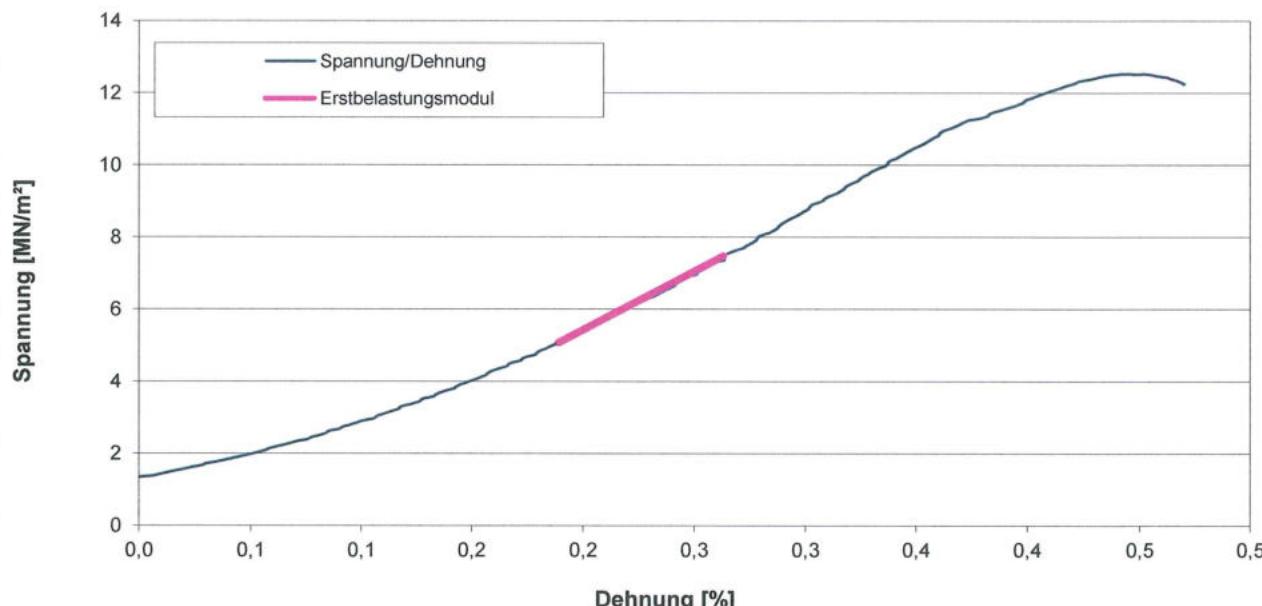
## Einaxiale Druckfestigkeit nach DGQT Empfehlung Nr. 1

MFPA Auftragsbez.:	Einax BEB Jena	Bearbeiter:	Da
MFPA Auftrags-Nr.:	51.18.110	Datum:	18.10.2018
Proben-Nr. MFPA:	51 18 110 004		
Probenbezeichnung AG:	KRB 5	Versuchsrandbedingungen:	
Teufe [m]:	12,4 - 12,6 m	Belastung:	weggesteuert
Entnahmehort:	Jena, Steinweg/Frauengasse	Dehnungsrate:	0,16 mm/min
Entnahmedatum:	18.09.2018	Prüfdatum:	17.10.2018

### Probenabmessungen:

Probenhöhe:	$h =$	160,5 mm	Probenmasse:	$m =$	2602,0 g
Durchmesser:	$d =$	97,3 mm	Rohdichte:	$\rho =$	2,180 g/cm <sup>3</sup>
Verhältnis h/d:	$h/d =$	1,6	Trockendichte:	$\rho_d =$	2,012 g/cm <sup>3</sup>
Probenfläche:	$A =$	7435,6 mm <sup>2</sup>	Wassergehalt:	$w =$	8,4 %

Spannungs-Dehnungs-Diagramm



### Festigkeit:

Bruchspannung  $\sigma_u$ : 12,53 MN/m<sup>2</sup> Spannungsbereich:  $0,4 * \sigma_u < \sigma < 0,6 * \sigma_u$   
abgemind. Bruchspannung  $\sigma_{u(2)}$ : 12,20 MN/m<sup>2</sup>

### Moduli:

Erstbelastungsmodul V: 3240 MN/m<sup>2</sup>

### Dehnung:

Bruchdehnung  $\epsilon_u$ : 0,4 %



Dr. Ronald Fischer AUB - Hexenbergstraße 4 – 99438 Bad Berka

**BEB Jena Consult GmbH**  
Baugrund - Erdbau - Beweissicherung  
Tatzendpromenade 2

**07745 Jena**



Dr. Ronald Fischer AUB  
Hexenbergstraße 4  
99438 Bad Berka

16.10.2018

Tel.: 03 64 58 / 49 66 06  
Fax.: 03 64 58 / 49 66 11  
mobil: 0172 / 3 64 66 87  
Mail:  
[info@labor-fischer.de](mailto:info@labor-fischer.de)  
Internet:  
[www.labor-fischer.de](http://www.labor-fischer.de)

## PRÜFBERICHT

Auftrag-Nr.: **18- 0592**

Akkreditiertes Labor  
für chemische Analytik

Probenart :	<b>Boden</b>	<u>Dr. Ronald Fischer AUB</u>
Projekt / Veranlassung :	<b>Jena, Steinweg/Frauengasse; Neubau Steinweg Tower</b>	Analyse organischer und anorganischer Stoffe in Wasser und Feststoffen
Entnahmestandort / Bezeichnung :	<b>Probe MP1 aus KB 1, Tiefe: 0,4 - 2,1 m und KB 4, Tiefe: 1,0 - 2,0 m</b>	Umweltberatung
Probenehmer :	<b>BEB Jena</b>	Altlastengutachten
Datum Probenahme :	<b>04.10.2018</b>	Sanierungsbetreuung
Datum Probeneingang :	<b>05.10.2018</b>	Stoffstrommanagement
Probenummer :	<b>0592 / 01</b>	Raumluftuntersuchung
Aussehen / Farbe:	<b>Schluff, lehmig, steinig, braun</b>	Emissionsmessung

Bodenart:	<b>Schluff</b>	<u>Bankverbindung:</u>
Bearbeitungszeitraum:	<b>05.10.2018 bis 16.10.2018</b>	Commerzbank Weimar
<b>Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf das uns zur Verfügung gestellte Probenmaterial bzw. auf die genannten Prüfgegenstände.</b>		BLZ.: 820 400 00
<b>Das verwendete Probenahmeverfahren ist dem Probenahmeprotokoll zu entnehmen. Eine auszugsweise Vervielfältigung des Prüfberichtes bedarf einer schriftlichen Genehmigung des Prüflabors.</b>		Kto.: 45 69 992 00
<b>Akkreditierte Prüfverfahren sind gekennzeichnet mit "- DAkkS".</b>		BIC: COBA DE FF 822
		IBAN: DE33 8204 0000 0456 9992 00

# Dr. Ronald Fischer

Chemische Analytik und Umweltberatung



Auftrag-Nummer: 18- 0592

## PRÜFERGEBNISSE (Bestimmung im Feststoff)

Probenummer: 0592 / 01

Probenbezeichnung: Probe MP1

aus KB 1, Tiefe: 0,4 - 2,1 m und KB 4, Tiefe: 1,0 - 2,0 m  
Jena, Steinweg/Frauengasse; Neubau Steinweg Tower

Königswasseraufschluss: DIN ISO 11466 - DAkkS

Parameter	Messwert	Prüfverfahren
Trockenrückstand	85,7 %	DIN ISO 11465 - DAkkS
TOC	0,98 Masse-%	DIN EN 13137 - DAkkS
EOX	< 0,5 mg/kg TS	DIN 38409 - H8 - DAkkS
MKW (C <sub>10</sub> -C <sub>22</sub> )	< 50 mg/kg TS	DIN EN 14039 - DAkkS
MKW C <sub>10</sub> - C <sub>40</sub>	< 50 mg/kg TS	DIN EN 14039 - DAkkS
PAK (16), Summe der nachweisbaren Verbindungen	0,66 mg/kg TS	Merkblatt LUA NRW Nr. 1 - DAkkS
Einzelsubstanzen:		
Naphthalin	< 0,05 mg/kg	
Acenaphthylen	< 0,05 mg/kg	
Acenaphthene	< 0,05 mg/kg	
Fluoren	< 0,05 mg/kg	
Phenanthren	< 0,05 mg/kg	
Anthracen	< 0,05 mg/kg	
Fluoranthene	0,12 mg/kg	
Pyren	0,11 mg/kg	
Benzo (a) anthracen	0,07 mg/kg	
Chrysene	0,08 mg/kg	
Benzo (b) fluoranthene	0,08 mg/kg	
Benzo (k) fluoranthene	0,07 mg/kg	
Benzo (a) pyren	0,08 mg/kg	
Indeno(1,2,3-cd) pyren	0,05 mg/kg	
Dibenz(a,h)anthracen	< 0,05 mg/kg	
Benzo(ghi)perylene	< 0,05 mg/kg	
Arsen (As)	7,8 mg/kg TS	DIN EN ISO 11885 - DAkkS
Blei (Pb)	267 mg/kg TS	DIN EN ISO 11885 - DAkkS
Cadmium (Cd)	< 0,5 mg/kg TS	DIN EN ISO 11885 - DAkkS
Chrom-gesamt (Cr)	21,9 mg/kg TS	DIN EN ISO 11885 - DAkkS
Kupfer (Cu)	35,6 mg/kg TS	DIN EN ISO 11885 - DAkkS
Nickel (Ni)	20,9 mg/kg TS	DIN EN ISO 11885 - DAkkS
Quecksilber (Hg)	0,97 mg/kg TS	DIN EN 1483 - E12 - DAkkS
Zink (Zn)	113 mg/kg TS	DIN EN ISO 11885 - DAkkS

# Dr. Ronald Fischer

Chemische Analytik und Umweltberatung



Prüfbericht, Auftrag-Nr. 18- 0592

## PRÜFERGEBNISSE (Bestimmung im Eluat)

Probenummer:

**0592 / 01**

Probenbezeichnung:

Probe MP1

aus KB 1, Tiefe: 0,4 - 2,1 m und KB 4, Tiefe: 1,0 - 2,0 m  
Jena, Steinweg/Frauengasse; Neubau Steinweg Tower

Eluat:

DIN EN 12457 - 4 - DAkkS

Parameter	Messwert	Prüfverfahren
pH-Wert	9,08	DIN 38404 - 5 - DAkkS
Elektrische Leitfähigkeit	128 µS/cm	DIN EN 27888 - DAkkS
Chlorid	1,9 mg/l	DIN EN ISO 10304-1- D20 - DAkkS
Sulfat	8,8 mg/l	DIN EN ISO 10304-1- D20 - DAkkS
Arsen (As)	< 2 µg/l	DIN EN ISO 11885 - DAkkS
Blei (Pb)	< 5 µg/l	DIN EN ISO 11885 - DAkkS
Cadmium (Cd)	< 0,5 µg/l	DIN EN ISO 11885 - DAkkS
Chrom-gesamt (Cr)	< 5 µg/l	DIN EN ISO 11885 - DAkkS
Kupfer (Cu)	< 5 µg/l	DIN EN ISO 11885 - DAkkS
Nickel (Ni)	< 5 µg/l	DIN EN ISO 11885 - DAkkS
Quecksilber (Hg)	< 0,2 µg/l	DIN EN 1483 - E12 - DAkkS
Zink (Zn)	8 µg/l	DIN EN ISO 11885 - DAkkS

  
Dr. R. Fischer (Dipl.-Chemiker)  
(Leiter der Prüfstelle)



# Dr. Ronald Fischer

Chemische Analytik und Umweltberatung



Dr. Ronald Fischer AUB - Hexenbergstraße 4 – 99438 Bad Berka

**BEB Jena Consult GmbH**  
Baugrund - Erdbau - Beweissicherung  
Tatzendpromenade 2

07745 Jena



Dr. Ronald Fischer AUB  
Hexenbergstraße 4  
99438 Bad Berka

16.10.2018

Tel.: 03 64 58 / 49 66 06  
Fax.: 03 64 58 / 49 66 11  
mobil: 0172 / 3 64 66 87  
Mail:  
[info@labor-fischer.de](mailto:info@labor-fischer.de)  
Internet:  
[www.labor-fischer.de](http://www.labor-fischer.de)

## PRÜFBERICHT

Auftrag-Nr.: **18- 0593**

Akkreditiertes Labor  
für chemische Analytik

Probenart :	<b>Boden</b>	<b>Dr. Ronald Fischer AUB</b>
Projekt / Veranlassung :	<b>Jena, Steinweg/Frauengasse; Neubau Steinweg Tower Probe MP2</b>	Analyse organischer und anorganischer Stoffe in Wasser und Feststoffen
Entnahmestandort / Bezeichnung :	<b>aus KB 3, Tiefe: 0,3 - 1,1 m und KB 4, Tiefe: 0,1 - 0,8 m</b>	Umweltberatung
Probenehmer :	<b>BEB Jena</b>	Altlastengutachten
Datum Probenahme :	<b>04.10.2018</b>	Sanierungsbetreuung
Datum Probeneingang :	<b>05.10.2018</b>	Stoffstrommanagement
Probenummer :	<b>0593 / 01</b>	Raumluftuntersuchung
Aussehen / Farbe:	<b>Schluff, lehmig, steinig, braun</b>	Emissionsmessung

Bodenart:	<b>Schluff</b>	<b>Bankverbindung:</b>
Bearbeitungszeitraum:	<b>05.10.2018 bis 16.10.2018</b>	Commerzbank Weimar
<b>Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf das uns zur Verfügung gestellte Probematerial bzw. auf die genannten Prüfgegenstände. Das verwendete Probennahmeverfahren ist dem Probennahmeprotokoll zu entnehmen. Eine auszugsweise Vervielfältigung des Prüfberichtes bedarf einer schriftlichen Genehmigung des Prüflabors. Akkreditierte Prüfverfahren sind gekennzeichnet mit "- DAkkS".</b>		BLZ.: 820 400 00 Kto.: 45 69 992 00
		BIC: COBA DE FF 822 IBAN: DE33 8204 0000 0456 9992 00

# Dr. Ronald Fischer

Chemische Analytik und Umweltberatung



Auftrag-Nummer: 18- 0593

## PRÜFERGEBNISSE (Bestimmung im Feststoff)

Probenummer: 0593 / 01

Probenbezeichnung: Probe MP2

aus KB 3, Tiefe: 0,3 - 1,1 m und KB 4, Tiefe: 0,1 - 0,8 m  
Jena, Steinweg/Frauengasse; Neubau Steinweg Tower

Königswasseraufschluss: DIN ISO 11466 - DAkkS

Parameter	Messwert	Prüfverfahren
Trockenrückstand	90,7 %	DIN ISO 11465 - DAkkS
TOC	0,40 Masse-%	DIN EN 13137 - DAkkS
EOX	< 0,5 mg/kg TS	DIN 38409 - H8 - DAkkS
MKW (C <sub>10</sub> -C <sub>22</sub> )	< 50 mg/kg TS	DIN EN 14039 - DAkkS
MKW C <sub>10</sub> - C <sub>40</sub>	< 50 mg/kg TS	DIN EN 14039 - DAkkS
PAK (16), Summe der nachweisbaren Verbindungen	14,1 mg/kg TS	Merkblatt LUA NRW Nr. 1 - DAkkS
Einzelsubstanzen:		
Naphthalin	0,1 mg/kg	
Acenaphthylen	< 0,1 mg/kg	
Acenaphthen	< 0,1 mg/kg	
Fluoren	0,1 mg/kg	
Phenanthren	0,9 mg/kg	
Anthracen	0,5 mg/kg	
Fluoranthen	2,0 mg/kg	
Pyren	1,3 mg/kg	
Benzo (a) anthracen	2,1 mg/kg	
Chrysene	1,3 mg/kg	
Benzo (b) fluoranthen	2,1 mg/kg	
Benzo (k) fluoranthen	0,9 mg/kg	
Benzo (a) pyren	0,9 mg/kg	
Indeno(1,2,3-cd) pyren	1,3 mg/kg	
Dibenzo(a,h)anthracen	0,7 mg/kg	
Benzo(ghi)perylene	0,3 mg/kg	
	0,6 mg/kg	
Arsen (As)	6,3 mg/kg TS	DIN EN ISO 11885 - DAkkS
Blei (Pb)	115 mg/kg TS	DIN EN ISO 11885 - DAkkS
Cadmium (Cd)	< 0,5 mg/kg TS	DIN EN ISO 11885 - DAkkS
Chrom-gesamt (Cr)	19,0 mg/kg TS	DIN EN ISO 11885 - DAkkS
Kupfer (Cu)	22,6 mg/kg TS	DIN EN ISO 11885 - DAkkS
Nickel (Ni)	17,2 mg/kg TS	DIN EN ISO 11885 - DAkkS
Quecksilber (Hg)	0,43 mg/kg TS	DIN EN 1483 - E12 - DAkkS
Zink (Zn)	97,2 mg/kg TS	DIN EN ISO 11885 - DAkkS

# Dr. Ronald Fischer

Chemische Analytik und Umweltberatung



Prüfbericht, Auftrag-Nr. 18- 0593

## PRÜFERGEBNISSE (Bestimmung im Eluat)

Probenummer:

**0593 / 01**

Probenbezeichnung:

Probe MP2

aus KB 3, Tiefe: 0,3 - 1,1 m und KB 4, Tiefe: 0,1 - 0,8 m  
Jena, Steinweg/Frauengasse; Neubau Steinweg Tower

Eluat:

DIN EN 12457 - 4 - DAkkS

Parameter	Messwert	Prüfverfahren
pH-Wert	8,43	DIN 38404 - 5 - DAkkS
Elektrische Leitfähigkeit	131 µS/cm	DIN EN 27888 - DAkkS
Chlorid	1,7 mg/l	DIN EN ISO 10304-1- D20 - DAkkS
Sulfat	19,9 mg/l	DIN EN ISO 10304-1- D20 - DAkkS
Arsen (As)	< 2 µg/l	DIN EN ISO 11885 - DAkkS
Blei (Pb)	< 5 µg/l	DIN EN ISO 11885 - DAkkS
Cadmium (Cd)	< 0,5 µg/l	DIN EN ISO 11885 - DAkkS
Chrom-gesamt (Cr)	< 5 µg/l	DIN EN ISO 11885 - DAkkS
Kupfer (Cu)	< 5 µg/l	DIN EN ISO 11885 - DAkkS
Nickel (Ni)	< 5 µg/l	DIN EN ISO 11885 - DAkkS
Quecksilber (Hg)	< 0,2 µg/l	DIN EN 1483 - E12 - DAkkS
Zink (Zn)	6 µg/l	DIN EN ISO 11885 - DAkkS

  
Dr. R. Fischer (Dipl.-Chemiker)  
(Leiter der Prüfstelle)





Dr. Ronald Fischer AUB - Hexenbergstraße 4 – 99438 Bad Berka

**BEB Jena Consult GmbH**  
Baugrund - Erdbau - Beweissicherung  
Tatzendpromenade 2



**07745 Jena**

Dr. Ronald Fischer AUB  
Hexenbergstraße 4  
99438 Bad Berka

16.10.2018

Tel.: 03 64 58 / 49 66 06  
Fax.: 03 64 58 / 49 66 11  
mobil: 0172 / 3 64 66 87  
Mail:  
[info@labor-fischer.de](mailto:info@labor-fischer.de)  
Internet:  
[www.labor-fischer.de](http://www.labor-fischer.de)

## PRÜFBERICHT

Auftrag-Nr.: **18- 0594**

Akkreditiertes Labor  
für chemische Analytik

Probenart :	<b>Boden</b>	<u>Dr. Ronald Fischer AUB</u>
Projekt / Veranlassung :	<b>Jena, Steinweg/Frauengasse; Neubau Steinweg Tower Probe MP3 aus KB 3, Tiefe: 2,1 - 6,4 m</b>	Analyse organischer und anorganischer Stoffe in Wasser und Feststoffen
Entnahmestandort / Bezeichnung :		Umweltberatung
Probenehmer :	<b>BEB Jena</b>	Altlastengutachten
Datum Probenahme :	<b>04.10.2018</b>	Sanierungsbetreuung
Datum Probeneingang :	<b>05.10.2018</b>	Stoffstrommanagement
Probenummer :	<b>0594 / 01</b>	Raumluftuntersuchung
Aussehen / Farbe:	<b>Schluff, lehmig, steinig, braun</b>	Emissionsmessung

Bodenart:	<b>Schluff</b>	<u>Bankverbindung:</u>
Bearbeitungszeitraum:	<b>05.10.2018 bis 16.10.2018</b>	Commerzbank Weimar
<b>Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf das uns zur Verfügung gestellte Probematerial bzw. auf die genannten Prüfgegenstände. Das verwendete Probenahmeverfahren ist dem Probenahmekprotokoll zu entnehmen. Eine <u>auszugsweise</u> Vervielfältigung des Prüfberichtes bedarf einer schriftlichen Genehmigung des Prüflabors. Akkreditierte Prüfverfahren sind gekennzeichnet mit "- DAkkS".</b>		
		BLZ.: 820 400 00
		Kto.: 45 69 992 00
		BIC: COBA DE FF 822
		IBAN: DE33 8204 0000 0456 9992 00

# Dr. Ronald Fischer

Chemische Analytik und Umweltberatung



Auftrag-Nummer: 18- 0594

## PRÜFERGEBNISSE (Bestimmung im Feststoff)

Probenummer: 0594 / 01

Probenbezeichnung: Probe MP3

aus KB 3, Tiefe: 2,1 - 6,4 m

Jena, Steinweg/Frauengasse; Neubau Steinweg Tower

Königswasseraufschluss:

DIN ISO 11466 - DAkkS

Parameter	Messwert	Prüfverfahren
Trockenrückstand	96,5 %	DIN ISO 11465 - DAkkS
TOC	< 0,1 Masse-%	DIN EN 13137 - DAkkS
EOX	< 0,5 mg/kg TS	DIN 38409 - H8 - DAkkS
MKW (C <sub>10</sub> -C <sub>22</sub> )	< 50 mg/kg TS	DIN EN 14039 - DAkkS
MKW C <sub>10</sub> - C <sub>40</sub>	< 50 mg/kg TS	DIN EN 14039 - DAkkS
PAK (16), Summe der nachweisbaren Verbindungen	< 0,8 mg/kg TS	Merkblatt LUA NRW Nr. 1 - DAkkS
Einzelsubstanzen:		
Naphthalin	< 0,05 mg/kg	
Acenaphthylen	< 0,05 mg/kg	
Acenaphthen	< 0,05 mg/kg	
Fluoren	< 0,05 mg/kg	
Phenanthren	< 0,05 mg/kg	
Anthracen	< 0,05 mg/kg	
Fluoranthen	< 0,05 mg/kg	
Pyren	< 0,05 mg/kg	
Benzo (a) anthracen	< 0,05 mg/kg	
Chrysene	< 0,05 mg/kg	
Benzo (b) fluoranthen	< 0,05 mg/kg	
Benzo (k) fluoranthen	< 0,05 mg/kg	
Benzo (a) pyren	< 0,05 mg/kg	
Indeno(1,2,3-cd) pyren	< 0,05 mg/kg	
Dibenzo(a,h)anthracen	< 0,05 mg/kg	
Benzo(ghi)perylene	< 0,05 mg/kg	
Arsen (As)	3,6 mg/kg TS	DIN EN ISO 11885 - DAkkS
Blei (Pb)	< 10 mg/kg TS	DIN EN ISO 11885 - DAkkS
Cadmium (Cd)	< 0,5 mg/kg TS	DIN EN ISO 11885 - DAkkS
Chrom-gesamt (Cr)	< 10 mg/kg TS	DIN EN ISO 11885 - DAkkS
Kupfer (Cu)	11,8 mg/kg TS	DIN EN ISO 11885 - DAkkS
Nickel (Ni)	< 10 mg/kg TS	DIN EN ISO 11885 - DAkkS
Quecksilber (Hg)	< 0,06 mg/kg TS	DIN EN 1483 - E12 - DAkkS
Zink (Zn)	23,9 mg/kg TS	DIN EN ISO 11885 - DAkkS

# Dr. Ronald Fischer

Chemische Analytik und Umweltberatung



Prüfbericht, Auftrag-Nr. 18- 0594

## PRÜFERGEBNISSE (Bestimmung im Eluat)

Probenummer:

**0594 / 01**

Probenbezeichnung:

Probe MP3

aus KB 3, Tiefe: 2,1 - 6,4 m

Jena, Steinweg/Frauengasse; Neubau Steinweg Tower

Eluat:

DIN EN 12457 - 4 - DAkkS

Parameter	Messwert	Prüfverfahren
pH-Wert	8,76	DIN 38404 - 5 - DAkkS
Elektrische Leitfähigkeit	73 µS/cm	DIN EN 27888 - DAkkS
Chlorid	1,0 mg/l	DIN EN ISO 10304-1- D20 - DAkkS
Sulfat	2,8 mg/l	DIN EN ISO 10304-1- D20 - DAkkS
Arsen (As)	< 2 µg/l	DIN EN ISO 11885 - DAkkS
Blei (Pb)	< 5 µg/l	DIN EN ISO 11885 - DAkkS
Cadmium (Cd)	< 0,5 µg/l	DIN EN ISO 11885 - DAkkS
Chrom-gesamt (Cr)	< 5 µg/l	DIN EN ISO 11885 - DAkkS
Kupfer (Cu)	< 5 µg/l	DIN EN ISO 11885 - DAkkS
Nickel (Ni)	< 5 µg/l	DIN EN ISO 11885 - DAkkS
Quecksilber (Hg)	< 0,2 µg/l	DIN EN 1483 - E12 - DAkkS
Zink (Zn)	7 µg/l	DIN EN ISO 11885 - DAkkS

Dr. R. Fischer (Dipl.-Chemiker)  
(Leiter der Prüfstelle)





Dr. Ronald Fischer AUB - Hexenbergstraße 4 – 99438 Bad Berka

**BEB Jena Consult GmbH**  
Baugrund - Erdbau - Beweissicherung  
Tatzendpromenade 2

**07745 Jena**



Dr. Ronald Fischer AUB  
Hexenbergstraße 4  
99438 Bad Berka

16.10.2018

Tel.: 03 64 58 / 49 66 06  
Fax.: 03 64 58 / 49 66 11  
mobil: 0172 / 3 64 66 87  
Mail:  
[info@labor-fischer.de](mailto:info@labor-fischer.de)  
Internet:  
[www.labor-fischer.de](http://www.labor-fischer.de)

## PRÜFBERICHT

Auftrag-Nr.: **18- 0595**

Akkreditiertes Labor  
für chemische Analytik

Probenart :	<b>Boden</b>	<u>Dr. Ronald Fischer AUB</u>
Projekt / Veranlassung :	<b>Jena, Steinweg/Frauengasse; Neubau Steinweg Tower</b>	Analyse organischer und anorganischer Stoffe in Wasser und Feststoffen
Entnahmestandort / Bezeichnung :	<b>Probe MP4 aus KB 4, Tiefe: 7,7 - 8,0 m</b>	Umweltberatung Altlastengutachten
Probenehmer :	<b>BEB Jena</b>	Sanierungsbetreuung Stoffstrommanagement
Datum Probenahme :	<b>04.10.2018</b>	Raumluftuntersuchung
Datum Probeneingang :	<b>05.10.2018</b>	Emissionsmessung
Probenummer :	<b>0595 / 01</b>	
Aussehen / Farbe:	<b>Schluff, lehmig, steinig, braun</b>	

Bodenart:	<b>Schluff</b>	<u>Bankverbindung:</u>
Bearbeitungszeitraum:	<b>05.10.2018 bis 16.10.2018</b>	Commerzbank Weimar
<b>Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf das uns zur Verfügung gestellte Probematerial bzw. auf die genannten Prüfgegenstände.</b>		BLZ.: 820 400 00
<b>Das verwendete Probenahmeverfahren ist dem Probenahmeprotokoll zu entnehmen. Eine <u>auszugsweise</u> Vervielfältigung des Prüfberichtes bedarf einer schriftlichen Genehmigung des Prüflabors.</b>		Kto.: 45 69 992 00
<b>Akkreditierte Prüfverfahren sind gekennzeichnet mit "- DAkkS".</b>		BIC: COBA DE FF 822
		IBAN: DE33 8204 0000
		0456 9992 00

# Dr. Ronald Fischer

Chemische Analytik und Umweltberatung



Auftrag-Nummer: 18- 0595

## PRÜFERGEBNISSE (Bestimmung im Feststoff)

Probenummer: 0595 / 01

Probenbezeichnung: Probe MP4

aus KB 4, Tiefe: 7,7 - 8,0 m

Jena, Steinweg/Frauengasse; Neubau Steinweg Tower

Königswasseraufschluss: DIN ISO 11466 - DAkkS

Parameter	Messwert	Prüfverfahren
Trockenrückstand	87,6 %	DIN ISO 11465 - DAkkS
TOC	0,27 Masse-%	DIN EN 13137 - DAkkS
EOX	< 0,5 mg/kg TS	DIN 38409 - H8 - DAkkS
MKW (C <sub>10</sub> -C <sub>22</sub> )	< 50 mg/kg TS	DIN EN 14039 - DAkkS
MKW C <sub>10</sub> - C <sub>40</sub>	< 50 mg/kg TS	DIN EN 14039 - DAkkS
PAK (16), Summe der nachweisbaren Verbindungen	< 0,8 mg/kg TS	Merkblatt LUA NRW Nr. 1 - DAkkS
Einzelsubstanzen:		
Naphthalin	< 0,05 mg/kg	
Acenaphthylen	< 0,05 mg/kg	
Acenaphthen	< 0,05 mg/kg	
Fluoren	< 0,05 mg/kg	
Phenanthren	< 0,05 mg/kg	
Anthracen	< 0,05 mg/kg	
Fluoranthen	< 0,05 mg/kg	
Pyren	< 0,05 mg/kg	
Benzo (a) anthracen	< 0,05 mg/kg	
Chrysene	< 0,05 mg/kg	
Benzo (b) fluoranthen	< 0,05 mg/kg	
Benzo (k) fluoranthen	< 0,05 mg/kg	
Benzo (a) pyren	< 0,05 mg/kg	
Indeno(1,2,3-cd) pyren	< 0,05 mg/kg	
Dibenzo(a,h)anthracen	< 0,05 mg/kg	
Benzo(ghi)perylene	< 0,05 mg/kg	
Arsen (As)	1,5 mg/kg TS	DIN EN ISO 11885 - DAkkS
Blei (Pb)	< 10 mg/kg TS	DIN EN ISO 11885 - DAkkS
Cadmium (Cd)	< 0,5 mg/kg TS	DIN EN ISO 11885 - DAkkS
Chrom-gesamt (Cr)	33,0 mg/kg TS	DIN EN ISO 11885 - DAkkS
Kupfer (Cu)	5,9 mg/kg TS	DIN EN ISO 11885 - DAkkS
Nickel (Ni)	25,2 mg/kg TS	DIN EN ISO 11885 - DAkkS
Quecksilber (Hg)	< 0,06 mg/kg TS	DIN EN 1483 - E12 - DAkkS
Zink (Zn)	64,7 mg/kg TS	DIN EN ISO 11885 - DAkkS

# Dr. Ronald Fischer

Chemische Analytik und Umweltberatung



Prüfbericht, Auftrag-Nr. 18- 0595

## PRÜFERGEBNISSE (Bestimmung im Eluat)

Probenummer:

**0595 / 01**

Probenbezeichnung:

Probe MP4  
aus KB 4, Tiefe: 7,7 - 8,0 m  
Jena, Steinweg/Frauengasse; Neubau Steinweg Tower

Eluat:

DIN EN 12457 - 4 - DAkkS

Parameter	Messwert	Prüfverfahren
pH-Wert	8,24	DIN 38404 - 5 - DAkkS
Elektrische Leitfähigkeit	98 µS/cm	DIN EN 27888 - DAkkS
Chlorid	11,4 mg/l	DIN EN ISO 10304-1- D20 - DAkkS
Sulfat	6,1 mg/l	DIN EN ISO 10304-1- D20 - DAkkS
Arsen (As)	< 2 µg/l	DIN EN ISO 11885 - DAkkS
Blei (Pb)	< 5 µg/l	DIN EN ISO 11885 - DAkkS
Cadmium (Cd)	< 0,5 µg/l	DIN EN ISO 11885 - DAkkS
Chrom-gesamt (Cr)	< 5 µg/l	DIN EN ISO 11885 - DAkkS
Kupfer (Cu)	< 5 µg/l	DIN EN ISO 11885 - DAkkS
Nickel (Ni)	< 5 µg/l	DIN EN ISO 11885 - DAkkS
Quecksilber (Hg)	< 0,2 µg/l	DIN EN 1483 - E12 - DAkkS
Zink (Zn)	6 µg/l	DIN EN ISO 11885 - DAkkS

  
Dr. R. Fischer (Dipl.-Chemiker)  
(Leiter der Prüfstelle)



# Dr. Ronald Fischer

Chemische Analytik und Umweltberatung



Dr. Ronald Fischer AUB - Hexenbergstraße 4 – 99438 Bad Berka

**BEB Jena Consult GmbH**  
Baugrund - Erdbau - Beweissicherung  
Tatzendpromenade 2



**07745 Jena**

Dr. Ronald Fischer AUB  
Hexenbergstraße 4  
99438 Bad Berka

16.10.2018

Tel.: 03 64 58 / 49 66 06  
Fax.: 03 64 58 / 49 66 11  
mobil: 0172 / 3 64 66 87  
Mail:  
[info@labor-fischer.de](mailto:info@labor-fischer.de)  
Internet:  
[www.labor-fischer.de](http://www.labor-fischer.de)

## PRÜFBERICHT

Auftrag-Nr.: **18- 0596**

Akkreditiertes Labor  
für chemische Analytik

**Analytik nach LAGA-Richtlinie "Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Reststoffen/Abfällen"**  
(vom 06.11.1997)

Dr. Ronald Fischer AUB

Probenart :	<b>Beton</b>	Analyse organischer und anorganischer Stoffe in Wasser und Feststoffen Umweltberatung Altlastengutachten Sanierungsbetreuung Stoffstrommanagement Raumluftuntersuchung Emissionsmessung
Projekt / Veranlassung :	<b>Jena, Steinweg/Frauengasse; Neubau Steinweg Tower</b>	
Entnahmestandort / Bezeichnung :	<b>Probe MP5 aus KB 5, Tiefe: 1,0 - 2,0 m</b>	
Probenehmer :	<b>BEB Jena</b>	
Datum Probenahme :	<b>04.10.2018</b>	
Datum Probeneingang :	<b>05.10.2018</b>	
Probenummer :	<b>0596 / 01</b>	
Aussehen / Farbe:	<b>Beton, grau</b>	
Bearbeitungszeitraum:	<b>05.10.2018 bis 16.10.2018</b>	

**Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf das uns zur Verfügung gestellte Probematerial bzw. auf die genannten Prüfgegenstände.  
Das verwendete Probenahmeverfahren ist dem Probenahmekprotokoll zu entnehmen. Eine auszugsweise Vervielfältigung des Prüfberichtes bedarf einer schriftlichen Genehmigung des Prüflabors.  
Akkreditierte Prüfverfahren sind gekennzeichnet mit "- DAkkS".**

Bankverbindung:

Commerzbank Weimar  
BLZ.: 820 400 00  
Kto.: 45 69 992 00

BIC: COBA DE FF 822  
IBAN: DE33 8204 0000  
0456 9992 00

# Dr. Ronald Fischer

Chemische Analytik und Umweltberatung



Prüfbericht, Auftrag-Nr. 18- 0596

## PRÜFERGEBNISSE (Bestimmung im Feststoff)

Probenummer: 0596 / 01

Probenbezeichnung: Probe MP5  
aus KB 5, Tiefe: 1,0 - 2,0 m  
Jena, Steinweg/Frauengasse; Neubau Steinweg Tower

Königswasseraufschluss:

DIN ISO 11466 - DAkkS

Trockenrückstand:

DIN ISO 11465 - DAkkS

Parameter	Messwert	Prüfverfahren
<b>EOX</b>	< 0,5 mg/kg TS	DIN 38409 - H8 - DAkkS
<b>MKW (C<sub>10</sub>-C<sub>22</sub>)</b>	< 50 mg/kg TS	DIN EN 14039 - DAkkS
<b>MKW (C<sub>10</sub>-C<sub>40</sub>)</b>	< 50 mg/kg TS	DIN EN 14039 - DAkkS
<b>PAK (16), Summe der nachweisbaren Verbindungen</b>	2,3 mg/kg TS	Merkblatt LUA NRW Nr. 1 - DAkkS
Einzelsubstanzen:		
Naphthalin	< 0,05 mg/kg TS	
Acenaphthylen	< 0,05 mg/kg TS	
Acenaphthen	< 0,05 mg/kg TS	
Fluoren	< 0,05 mg/kg TS	
Phenanthren	0,12 mg/kg TS	
Anthracen	0,05 mg/kg TS	
Fluoranthren	0,39 mg/kg TS	
Pyren	0,34 mg/kg TS	
Benzo (a) anthracen	0,22 mg/kg TS	
Chrysen	0,22 mg/kg TS	
Benzo (b) fluoranthren	0,25 mg/kg TS	
Benzo (k) fluoranthren	0,18 mg/kg TS	
Benzo (a) pyren	0,23 mg/kg TS	
Indeno(1,2,3-cd) pyren	0,13 mg/kg TS	
Dibenzo(a,h)anthracen	< 0,05 mg/kg TS	
Benzo(ghi)perylen	0,16 mg/kg TS	
<b>PCB (6), Summe der nachweisbaren Verbindungen</b>	< 0,012 mg/kg TS	DIN ISO 10382 - DAkkS
Einzelsubstanzen:		
# 28 2,4,4'-Trichlorbiphenyl	< 0,002 mg/kg TS	
# 52 2,2',5,5'-Tetrachlorbiphenyl	< 0,002 mg/kg TS	
# 101 2,2',4,5,5'-Pentachlorbiphenyl	< 0,002 mg/kg TS	
# 138 2,2',3,4,4',5'-Hexachlorbiphenyl	< 0,002 mg/kg TS	
# 153 2,2',4,4',5,5'-Hexachlorbiphenyl	< 0,002 mg/kg TS	
# 180 2,2',3,4,4',5,5'-Heptachlorbiphenyl	< 0,002 mg/kg TS	

# Dr. Ronald Fischer

Chemische Analytik und Umweltberatung



Prüfbericht, Auftrag-Nr. 18- 0596

## PRÜFERGEBNISSE (Bestimmung im Feststoff)

Probenummer: 0596 / 01  
 Probenbezeichnung: Probe MP5  
 aus KB 5, Tiefe: 1,0 - 2,0 m  
 Jena, Steinweg/Frauengasse; Neubau Steinweg Tower

Parameter	Messwert	Prüfverfahren
Arsen (As)	8,6 mg/kg TS	DIN EN ISO 11885 - DAkkS
Blei (Pb)	34,8 mg/kg TS	DIN EN ISO 11885 - DAkkS
Cadmium (Cd)	< 0,5 mg/kg TS	DIN EN ISO 11885 - DAkkS
Chrom-gesamt (Cr)	26,5 mg/kg TS	DIN EN ISO 11885 - DAkkS
Kupfer (Cu)	33,5 mg/kg TS	DIN EN ISO 11885 - DAkkS
Nickel (Ni)	20,7 mg/kg TS	DIN EN ISO 11885 - DAkkS
Quecksilber (Hg)	0,19 mg/kg TS	DIN EN 1483 - E12 - DAkkS
Zink (Zn)	110 mg/kg TS	DIN EN ISO 11885 - DAkkS

## PRÜFERGEBNISSE (Bestimmung im Eluat)

Eluat: DIN EN 12457 - 4 - DAkkS

Parameter	Messwert	Prüfverfahren
pH-Wert	8,64	DIN 38404 - 5 - DAkkS
Elektrische Leitfähigkeit	331 µS/cm	DIN EN 27888 - DAkkS
Chlorid	9,0 mg/l	DIN EN ISO 10304-1- D20 - DAkkS
Sulfat	63,8 mg/l	DIN EN ISO 10304-1- D20 - DAkkS
Phenolindex	< 10 µg/l	DIN 38409 - H16 - DAkkS
Arsen (As)	< 2 µg/l	DIN EN ISO 11885 - DAkkS
Blei (Pb)	< 5 µg/l	DIN EN ISO 11885 - DAkkS
Cadmium (Cd)	< 0,5 µg/l	DIN EN ISO 11885 - DAkkS
Chrom-gesamt (Cr)	< 5 µg/l	DIN EN ISO 11885 - DAkkS
Kupfer (Cu)	6 µg/l	DIN EN ISO 11885 - DAkkS
Nickel (Ni)	< 5 µg/l	DIN EN ISO 11885 - DAkkS
Quecksilber (Hg)	< 0,2 µg/l	DIN EN 1483 - E12 - DAkkS
Zink (Zn)	6 µg/l	DIN EN ISO 11885 - DAkkS

  
 Dr. R. Fischer (Dipl.-Chemiker)  
 (Leiter der Prüfstelle)



# Dr. Ronald Fischer

Chemische Analytik und Umweltberatung



Dr. Ronald Fischer AUB - Hexenbergstraße 4 – 99438 Bad Berka

**BEB Jena Consult GmbH**  
Baugrund - Erdbau - Beweissicherung  
Tatzendpromenade 2



**07745 Jena**

Dr. Ronald Fischer AUB  
Hexenbergstraße 4  
99438 Bad Berka

15.10.2018

## PRÜFBERICHT

Tel.: 03 64 58 / 49 66 06  
Fax.: 03 64 58 / 49 66 11  
mobil: 0172 / 3 64 66 87  
Mail:  
[info@labor-fischer.de](mailto:info@labor-fischer.de)  
Internet:  
[www.labor-fischer.de](http://www.labor-fischer.de)

Auftrag-Nr.: **18- 0597**

Akkreditiertes Labor  
für chemische Analytik

Probenart :	<b>Straßenaufrutsch</b>	<u>Dr. Ronald Fischer AUB</u>
Projekt / Veranlassung :	<b>Jena, Steinweg/Frauengasse; Neubau Steinweg Tower</b>	Analyse organischer und anorganischer Stoffe in Wasser und Feststoffen
Entnahmestandort / Bezeichnung :	<b>Probe KB 3; Entnahmetiefe: 0,0 - 0,1 m Probe KB 4; Entnahmetiefe: 0,0 - 0,1 m</b>	Umweltberatung Altlastengutachten
Probenehmer :	<b>BEB Jena</b>	Sanierungsbetreuung Stoffstrommanagement Raumluftuntersuchung Emissionsmessung
Datum Probenahme :	<b>04.10.2018</b>	
Datum Probeneingang :	<b>05.10.2018</b>	
Probenummer :	<b>0597 / 01 0597 / 02</b>	
Bearbeitungszeitraum:	<b>05.10.2018 bis 15.10.2018</b>	

**Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf das uns zur Verfügung gestellte Probematerial bzw. auf die genannten Prüfgegenstände.**  
**Das verwendete Probenahmeverfahren ist dem Probenahmeprotokoll zu entnehmen. Eine auszugsweise Vervielfältigung des Prüfberichtes bedarf einer schriftlichen Genehmigung des Prüflabors.**  
**Akkreditierte Prüfverfahren sind gekennzeichnet mit "- DAkkS".**

Bankverbindung:  
Commerzbank Weimar  
BLZ.: 820 400 00  
Kto.: 45 69 992 00  
  
BIC: COBA DE FF 822  
IBAN: DE33 8204 0000  
0456 9992 00

# Dr. Ronald Fischer

Chemische Analytik und Umweltberatung



Auftrag-Nummer: 18- 0597

## PRÜFERGEBNISSE (Bestimmung im Feststoff und Eluat)

Probenummer: 0597 / 01

Probenbezeichnung: Mischprobe MP 14 aus Haufwerk Asphalt  
Jena, Steinweg/Frauengasse; Neubau Steinweg Tower

Parameter	Messwert	Prüfverfahren
<b>PAK (16), Summe der nachweisbaren Verbindungen</b>	1,9 mg/kg	Merkblatt LUA NRW Nr. 1 - DAkkS (Quantifizierung mittels GC-MS)
Einzelsubstanzen:		
Naphthalin	0,1 mg/kg	
Acenaphthylen	< 0,1 mg/kg	
Acenaphthen	< 0,1 mg/kg	
Fluoren	< 0,1 mg/kg	
Phenanthren	0,1 mg/kg	
Anthracen	< 0,1 mg/kg	
Fluoranthen	0,2 mg/kg	
Pyren	0,1 mg/kg	
Benzo (a) anthracen	0,1 mg/kg	
Chrysene	0,2 mg/kg	
Benzo (b) fluoranthen	0,2 mg/kg	
Benzo (k) fluoranthen	0,2 mg/kg	
Benzo (a) pyren	0,3 mg/kg	
Indeno(1,2,3-cd) pyren	0,1 mg/kg	
Dibenzo(a,h)anthracen	0,1 mg/kg	
Benzo(ghi)perylene	0,2 mg/kg	
<b>Phenolindex im Eluat</b>	< 10 µg/l	DIN 38409 - H16 - DAkkS

Probenummer: 0597 / 02

Probenbezeichnung: Mischprobe MP 15 aus Haufwerk Asphalt  
Jena, Steinweg/Frauengasse; Neubau Steinweg Tower

Parameter	Messwert	Prüfverfahren
<b>PAK (16), Summe der nachweisbaren Verbindungen</b>	0,3 mg/kg	Merkblatt LUA NRW Nr. 1 - DAkkS (Quantifizierung mittels GC-MS)
Einzelsubstanzen:		
Naphthalin	0,1 mg/kg	
Acenaphthylen	< 0,1 mg/kg	
Acenaphthen	< 0,1 mg/kg	
Fluoren	< 0,1 mg/kg	
Phenanthren	< 0,1 mg/kg	
Anthracen	< 0,1 mg/kg	
Fluoranthen	< 0,1 mg/kg	
Pyren	< 0,1 mg/kg	
Benzo (a) anthracen	< 0,1 mg/kg	
Chrysene	< 0,1 mg/kg	
Benzo (b) fluoranthen	0,1 mg/kg	
Benzo (k) fluoranthen	< 0,1 mg/kg	
Benzo (a) pyren	< 0,1 mg/kg	
Indeno(1,2,3-cd) pyren	< 0,1 mg/kg	
Dibenzo(a,h)anthracen	< 0,1 mg/kg	
Benzo(ghi)perylene	0,1 mg/kg	
<b>Phenolindex im Eluat</b>	< 10 µg/l	DIN 38409 - H16 - DAkkS

Dr. R. Fischer (Dipl.-Chemiker)  
(Leiter der Prüfstelle)



Analytik und

Seite 2 von 2 zum Prüfbericht vom 15.10.2018

## Schichtenverzeichnis für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Bohrung/Schurf-Nr.*):	KB 1/18 - GWM 4/18	Karte i. M. 1 :	Nr.:
Gitterwerte des Bohrpunktes: rechts		Name des Kartenblattes	
Ort, in oder bei dem die Bohrung liegt:	Jena	hoch	
Zweck der Bohrung:	Errichtung GWM	Kreis:	
Höhe des Ansatzes zu NN:	(Ansatzpunkt)	Baugrund/Grundwasser*)	
Auftraggeber:	BEB Jena Consult GmbH, Tatzendpromenade 2 in 07745 Jena		
Objekt:	Jena, Steinweg/Frauengasse		
Bohrunternehmer:	Lutz Grimm Geotestbohrtechnik		
Gebohrt vom:	04.09.	bis 07.09.	2018
Bohrlochdurchmesser: bis	6,50	m Ø 219	mm, bis 6,50 m Ø 168 mm ***)
bis: 40,00 m Ø 146 mm, bis		m Ø mm, bis	m Ø mm
Bohrverfahren: bis	6,50 m	Rotationstrockenkernbohrung	
	bis 40,00 m	Rotationsspülkernbohrung mit SKR	

## Zusätzliche Angaben bei Wasserbohrungen:

Filter: von 5,50 m bis 1,50 m unter Ansatzpunkt Ø 125 mm Art: 0,75 mm geschlitzt, HDPE Unterflurausbau  
 von 6,50 m bis 5,50 m unter Ansatzpunkt Ø 125 mm Art: und von 1,5-0,00 m Vollrohr

Kiesschüttung: von 1,50 m bis 6,50 m unter Ansatzpunkt, Körnung: 3,15-2,00 mm  
 von m bis m unter Ansatzpunkt, Körnung: von 40,00-6,50 m Ton

Abdichtung (Wassersperre): von 1,30 m bis 1,50 m unter Ansatzpunkt Sandgegenfilter  
 von 0,50 m bis 1,30 m unter Ansatzpunkt Ton; von 0,50-0,00 m Beton

Wasserstand in Ruhe: m unter Ansatzpunkt  
 bei Förderung m unter Ansatzpunkt bei m³/h bzw. l/s \*)  
 Beharrungszustand erreicht? ja/nein \*)

Pumpversuch vom \_\_\_\_\_ Uhr bis \_\_\_\_\_ Uhr

- \*) Nichtzutreffendes streichen
- \*\*) Bei Schrägbohrung - Bohrlänge
- \*\*\*) Verrohrte Strecken unterstreichen

Unterschrift des Gerätelführers

*i.v. Voigt*

Fachtechnisch bearbeitet von \_\_\_\_\_ am \_\_\_\_\_  
 Proben nach Bearbeitung aufbewahrt bzw. vernichtet \*) bei \_\_\_\_\_  
 Anzahl \_\_\_\_\_ unter Nr.: \_\_\_\_\_

## Raum für Lageplan

(Die Lage muss so genau angegeben werden, dass die Bohrstelle jederzeit wiedergefunden werden kann. Falls der Platz nicht reicht, besondere Anlagen beifügen!)

# Schichtenverzeichnis

## für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Ort: Jena, Steinweg / Frauengasse-Kindergarten

Bohrung / Schurf Nr.: KB 1/18-GWM

Datum: 04.09.-05.09.2018

a) Bis m unter Ansatz- punkt	Benennung und Beschreibung der Schicht					Feststellungen beim Bohren: Wasserführung; Bohrwerkzeuge; Werkzeugwechsel; Sonstiges <sup>1)</sup>	Entnommene Proben		
	Ergänzende Bemerkung <sup>1)</sup>						Art	Nr.:	Tiefe in m (Unter- kante)
b) Mächtig- keit in m	b) Beschaffenheit gemäß Bohrgut	c) Beschaffenheit gemäß Bohrvorgang	d) Farbe	e) Kalk- ge- halt	f) Ortsübliche Bezeichnung	g) Geologische Bezeichnung	h) Gruppe <sup>2)</sup>		
1			2					3	4 5 6

Beispiele für das Ausfüllen der Spalten siehe Rückseite des Vordruckes T1

a) 0,05	a) Betonpflaster					d 219 mm - 6,50 m d 168 mm - 6,50 m Handschachtung bis 1,30 m	Bohrgut in Holzkern- kisten ausgebaut		
b) 0,05	b) /	c) /	d) /	e) /	f) /				
a) 0,20	a) Sand und Frostschutz, Schotter								
b) 0,15	b) /	c) /	d) /	e) /	f) /				
a) 2,10	a) Auffüllung, sandig, schluffig, steinig, Kohle-und Ziegelreste								
b) 1,90	b) weich	c) leicht z.b.	d) braun	e) /	f) /				
a) 3,70	a) Fein-mittelsand, stellenweise Schluffbänder					trocken-erdfeucht			
b) 1,60	b) mitteldicht-steif	c) mittels.-leicht z.b.	d) braun	e) /	f) /				
a) 5,60	a) Grobkies, sandig					trocken nass ab 4,20 m GW-Anschlitt bei 4,60 m			
b) 1,90	b) mitteldicht	c) mittels.z.b.	d) braun	e) /	f) /				
a) 6,10	a) Zersatz, stark sandig, schluffig								
b) 0,50	b) mitteldicht	c) mittels.z.b.	d) rotbr.	e) /	f) /				

<sup>1)</sup> Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor<sup>2)</sup> Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter nach DIN 18196 vor<sup>3)</sup> Dimensionen siehe Tabelle 1

# Schichtenverzeichnis

## für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Ort: Jena, Steinweg / Frauengasse-Kindergarten

Bohrung / Schurf Nr.: KB 1/18-GWM

Datum: 05.09.2018

a) Bis m unter Ansatz- punkt	a <sub>1</sub> ) Benennung und Beschreibung der Schicht					Feststellungen beim Bohren: Wasserführung; Bohrwerkzeuge; Werkzeugwechsel; Sonstiges <sup>1)</sup>	Entnommene Proben		
	a <sub>2</sub> ) Ergänzende Bemerkung <sup>1)</sup>						Art	Nr.	Tiefe in m (Unter- kante)
b) Mächtig- keit in m	b) Beschaffenheit gemäß Bohrgut	c) Beschaffenheit gemäß Bohrvorgang	d) Farbe	e) Kalk- ge- halt					
1	2					3	4	5	6
Beispiele für das Ausfüllen der Spalten siehe Rückseite des Vordruckes T1									
a) 7,20	a <sub>1</sub> ) Tonstein					Bohrspülung ab 6,50 m bis ET Seilkernrohr und Stratacutkrone			
b) 1,10	b) fest	c) schwer z.b.	d) rotbr.	e) 					
a) 40,00	a <sub>1</sub> ) Sandstein, angewittert, stellenweise Tonsteinlagen					rotbraun			
b) 32,80	b) fest	c) schwer z.b.	d) rotgrau	e) 					
a)	a <sub>1</sub> )								
b)	b)	c)	d)	e)	f)				
a)	a <sub>1</sub> )								
b)	b)	c)	d)	e)	f)				
a)	a <sub>1</sub> )								
b)	b)	c)	d)	e)	f)				
a)	a <sub>1</sub> )								
b)	b)	c)	d)	e)	f)				
a)	a <sub>1</sub> )								
b)	b)	c)	d)	e)	f)				
a)	a <sub>1</sub> )								
b)	b)	c)	d)	e)	f)				
a)	a <sub>1</sub> )								
b)	b)	c)	d)	e)	f)				
a)	a <sub>1</sub> )								
b)	b)	c)	d)	e)	f)				

<sup>1)</sup> Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor<sup>2)</sup> Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter nach DIN 18196 vor<sup>3)</sup> Dimensionen siehe Tabelle 1

## Schichtenverzeichnis für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Bohrung/Schurf-Nr.): KB 2/18 - GWM 2/18

Karte i. M. 1 : \_\_\_\_\_ Nr.: \_\_\_\_\_

Gitterwerte des Bohrpunktes: rechts \_\_\_\_\_

Name des Kartenblattes \_\_\_\_\_

Ort, in oder bei dem die Bohrung liegt: Jena

hoch \_\_\_\_\_

Zweck der Bohrung: Errichtung GWM

Kreis: \_\_\_\_\_

Höhe des Ansatzes zu NN: \_\_\_\_\_

Baugrund/Grundwasser\*) \_\_\_\_\_

(Ansatzpunkt) \_\_\_\_\_

oder zu einem anderen Bezugspunkt: \_\_\_\_\_

m über bzw. unter\*) Gelände)

Auftraggeber: BEB Jena Consult GmbH, Tatzendpromenade 2 in 07745 Jena

Objekt: Jena, Steinweg/Frauengasse

Bohrunternehmer: Lutz Grimm Geotestbohrtechnik

Geräteführer: Andreas Voigt

Gebohrt vom: 30.08. bis 03.09. 2018

Endteufe: 40,00 m unter Ansatzpunkt \*\*)

Bohrlochdurchmesser: bis 6,00 m Ø 219 mm, bis 6,50 m Ø 168 mm \*\*\*)

bis: 40,00 m Ø 146 mm, bis \_\_\_\_\_ m Ø \_\_\_\_\_ mm, bis \_\_\_\_\_ m Ø \_\_\_\_\_ mm

Bohrverfahren: bis 6,50 m Rotationstrockenkernbohrung

bis 40,00 m Rotationsspülkernbohrung mit SKR

## Zusätzliche Angaben bei Wasserbohrungen:

Filter: von 6,60 m bis 2,60 m unter Ansatzpunkt Ø 125 mm Art: 0,75 mm geschlitzt, HDPE Unterflurausbau  
von 7,60 m bis 6,60 m unter Ansatzpunkt Ø 125 mm Art: und von 2,60-0,00 m VollrohrKiesschüttung: von 7,60 m bis 2,50 m unter Ansatzpunkt, Körnung: 3,15-2,00 mm  
von \_\_\_\_\_ m bis \_\_\_\_\_ m unter Ansatzpunkt, Körnung: von 40,00-8,00 m Ton; von 8,00-7,60 m SandAbdichtung (Wassersperre): von 2,50 m bis 2,10 m unter Ansatzpunkt Sandgegenfilter  
von 2,10 m bis 0,50 m unter Ansatzpunkt Ton; von 0,50-0,00 m Beton

Wasserstand in Ruhe: \_\_\_\_\_ m unter Ansatzpunkt

bei Förderung \_\_\_\_\_ m unter Ansatzpunkt bei \_\_\_\_\_ m³/h bzw. l/s \*)

Beharrungszustand erreicht? ja/nein \*)

Pumpversuch vom \_\_\_\_\_ Uhr bis \_\_\_\_\_ Uhr

\*) Nichtzutreffendes streichen

Unterschrift des Geräteführers

\*\*) Bei Schrägbohrung - Bohrlänge

\*\*\*) Verrohrte Strecken unterstreichen

*Andreas Voigt*

Fachtechnisch bearbeitet von \_\_\_\_\_ am \_\_\_\_\_

Proben nach Bearbeitung aufbewahrt bzw. vernichtet \*) bei \_\_\_\_\_

Anzahl \_\_\_\_\_ unter Nr.: \_\_\_\_\_

## Raum für Lageplan

(Die Lage muss so genau angegeben werden, dass die Bohrstelle jederzeit wiedergefunden werden kann. Falls der Platz nicht reicht, besondere Anlagen beifügen!)

## Schichtenverzeichnis

## für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Ort: Jena, Steinweg / Frauengasse

Bohrung / Schurf Nr.: KB 2/18 - GWM 1/18

Datum: 30.08. / 03.09.2018

a) Bis m unter Ansatz- punkt	a <sub>1)</sub> Benennung und Beschreibung der Schicht					Feststellungen beim Bohren: Wasserführung; Bohrwerkzeuge; Werkzeugwechsel; Sonstiges <sup>3)</sup>	Entnommene Proben		
	a <sub>2)</sub> Ergänzende Bemerkung <sup>1)</sup>						Art	Nr.	Tiefe in m (Unter- kante)
b) Mächtig- keit in m	b) Beschaffenheit gemäß Bohrgut	c) Beschaffenheit gemäß Bohrvorgang	d) Farbe	e) Kalk- ge- halt					
1	2					3	4	5	6
Beispiele für das Ausfüllen der Spalten siehe Rückseite des Vordruckes T1									
a) 0,10	a <sub>1)</sub> Granitpflaster					d 219 mm - 6,00 m d 168 mm - 6,50 m d 146 mm - 40,00 m  bis 1,30 m Handschachtung	Bohrgut in Holzkern- kisten ausgelegt		
b) 0,10	b) /	c) /	d) grau	e) 					
a) 0,12	a <sub>1)</sub> Splitt					erdfeucht			
b) 0,02	b) /	c) /	d) dklgr.	e) 					
a) 2,10	a <sub>1)</sub> Auffüllung, grobkiesig, schluffig					ab 3,60 m feucht ab 4,30 m nass GW-Anschnitt bei 4,60 m -graubr.			
b) 1,98	b) locker - mitteldicht	c) leicht-mittelsch. z.b.	d) graubr.	e) 					
a) 5,60	a <sub>1)</sub> Grobkies, stark sandig					GW-Stand bei Klarpumpen	Bohrspülung ab 6,50 m - ET		
b) 3,50	b) mitteldicht	c) mittelschw. z.b.	d) grau	e) 					
a) 6,60	a <sub>1)</sub> Tonstein, verwittert - zersetzt					ab ca. 19,00 m Spülungsverlust			
b) 1,00	b) fest - halbfest	c) mittelsch.-schw. z.b.	d) rotbr.	e) 					
a) 40,00	a <sub>1)</sub> Sandstein, angewittert, im Wechsel mit Tonstein								
b) 33,40	b) fest	c) schwer z.b.	d) rotgr.	e) 					

<sup>1)</sup> Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor<sup>2)</sup> Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter nach DIN 18196 vor<sup>3)</sup> Dimensionen siehe Tabelle 1

## Schichtenverzeichnis für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Bohrung/Schurf-Nr.\*): KB 3 - GWM 3 Karte i. M. 1 : \_\_\_\_\_ Nr.: \_\_\_\_\_

Gitterwerte des Bohrpunktes: rechts \_\_\_\_\_ Name des Kartenblattes \_\_\_\_\_

Ort, in oder bei dem die Bohrung liegt: Jena hoch \_\_\_\_\_

Zweck der Bohrung: Errichtung GWM Kreis: \_\_\_\_\_

Höhe des Ansatzes zu NN: \_\_\_\_\_ Baugrund/Grundwasser\*) \_\_\_\_\_  
(Ansatzpunkt oder zu einem anderen Bezugspunkt:  
m über bzw. unter\*) Gelände)

Auftraggeber: BEB Jena Consult GmbH, Tatzenpromenade 2 in 07745 Jena

Objekt: Jena, Steinweg/Frauengasse

Bohrunternehmer: Lutz Grimm Geotestbohrtechnik Gerätelführer: Lutz Grimm/Tobias Grimm

Gebohrt vom: 07.09. bis 11.09. 2018 Endteufe: 40,00 m unter Ansatzpunkt \*\*)

Bohrlochdurchmesser: bis 7,70 m Ø 219 mm, bis 8,00 m Ø 168 mm \*\*\*)  
bis: 40,00 m Ø 146 mm, bis \_\_\_\_\_ m Ø \_\_\_\_\_ mm.

Bohrverfahren: bis 8,00 m Rotationstrockenkernbohrung  
bis 40,00 m Rotationsspülkernbohrung mit SKR

### Zusätzliche Angaben bei Wasserbohrungen:

Filter: von 7,40 m bis 4,40 m unter Ansatzpunkt Ø 125 mm Art: 0,75 mm geschlitzt, HDPE Unterflurausbau  
von 4,40 m bis 0,00 m unter Ansatzpunkt Ø 125 mm Art: Vollrohr

Kiesschüttung: von 7,40 m bis 3,00 m unter Ansatzpunkt, Körnung: 3,15-2,00 mm  
von \_\_\_\_\_ m bis \_\_\_\_\_ m unter Ansatzpunkt, Körnung: von 40,00-7,40 m Ton

Abdichtung (Wassersperre): von 3,00 m bis 2,70 m unter Ansatzpunkt Sandgegenfilter  
von 2,70 m bis 0,50 m unter Ansatzpunkt Ton; von 0,50-0,00 m Beton

Wasserstand in Ruhe: \_\_\_\_\_ m unter Ansatzpunkt  
bei Förderung \_\_\_\_\_ m unter Ansatzpunkt bei \_\_\_\_\_ m³/h bzw. l/s \*)  
Beharrungszustand erreicht? ja/nein \*)

Pumpversuch vom \_\_\_\_\_ , \_\_\_\_\_ Uhr bis \_\_\_\_\_ , \_\_\_\_\_ Uhr

- \*) Nichtzutreffendes streichen
- \*\*) Bei Schrägborlung - Bohrlänge
- \*\*\*) Verrohrte Strecken unterstreichen

Unterschrift des Gerätelführers

Fachtechnisch bearbeitet von \_\_\_\_\_ am \_\_\_\_\_

Proben nach Bearbeitung aufbewahrt bzw. vernichtet \*) bei \_\_\_\_\_

Anzahl \_\_\_\_\_ unter Nr.: \_\_\_\_\_

### Raum für Lageplan

(Die Lage muss so genau angegeben werden, dass die Bohrstelle jederzeit wiedergefunden werden kann. Falls der Platz nicht reicht, besondere Anlagen beifügen!)

# Schichtenverzeichnis

## für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Ort: Jena, Steinweg / Frauengasse

Bohrung / Schurf Nr.: KB 3 - GWM 3

Datum: 07.09.-11.09.2018

a) Bis m unter Ansatz- punkt	a <sub>1)</sub> Benennung und Beschreibung der Schicht					Feststellungen beim Bohren: Wasserführung: Bohrwerkzeuge: Werkzeugwechsel; Sonstiges <sup>1)</sup>	Entnommene Proben											
	a <sub>2)</sub> Ergänzende Bemerkung <sup>1)</sup>						Art	Nr.:	Tiefe in m (Unter- kante)									
b) Mächtig- keit in m	b)	Beschaffenheit gemäß Bohrgut	c)	Beschaffenheit gemäß Bohrvorgang	d)	Farbe	e)	Kalk- ge- halt	3	4	5	6						
1			2															
Beispiele für das Ausfüllen der Spalten siehe Rückseite des Vordruckes T1																		
a) 0,20	a <sub>1)</sub>	Asphalt					d 219 mm - 7,70 m d 168 mm - 8,00 m d 146 mm - 40,00 m Bohrlochverfüllung 40,00-7,40 m Ton	Bohrgut in Holzkern- kisten ausgelegt	trocken-erdfeucht	GW-Anschmitt bei 4,90 m	feucht	bei 18,90 m leichter Spülungsverlust bei 31,00 m totaler Spülungsverlust						
b) 0,20	a <sub>2)</sub>																	
b) 1,70	b)	fest	c)	schwer z.b.	d)	SWZ.												
b) 1,50	f)		g)		h)													
a) 6,40	a <sub>1)</sub>	Auffüllung, Bauschutt, Stahlrohr, sandig, steinig, kiesig, leicht					trocken-erdfeucht	GW-Anschmitt bei 4,90 m	feucht	bei 18,90 m leichter Spülungsverlust bei 31,00 m totaler Spülungsverlust								
b) 4,70	a <sub>2)</sub>	schluffig																
b) 0,80	b)	mitteldicht	c)	mittels.z.b.	d)	graubr.												
b) 7,20	f)		g)		h)													
a) 40,00	a <sub>1)</sub>	Kies, sandig, leicht schluffig, teilw. steinig					trocken-erdfeucht	GW-Anschmitt bei 4,90 m	feucht	bei 18,90 m leichter Spülungsverlust bei 31,00 m totaler Spülungsverlust								
b) 32,80	a <sub>2)</sub>	Buntsandstein, verwittert, sandig mit tonigen Schichten																
a)	b)	halbfest	c)	mittelschw. z.b.	d)	rotbr.												
b)	f)		g)		h)													
a)	a <sub>1)</sub>	Buntsandstein, teilw. Tonsteinlagen					trocken-erdfeucht	GW-Anschmitt bei 4,90 m	feucht	bei 18,90 m leichter Spülungsverlust bei 31,00 m totaler Spülungsverlust								
b)	a <sub>2)</sub>																	
a)	b)		c)		d)													
b)	f)		g)		h)													

<sup>1)</sup> Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor<sup>2)</sup> Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter nach DIN 18196 vor<sup>3)</sup> Dimensionen siehe Tabelle 1

# Schichtenverzeichnis

## für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Ort: Jena, Steinweg / Frauengasse Am Bahndamm

Bohrung / Schurf Nr.: KB 4/18

Datum: 12.09.2018

a) Bis m unter Ansatz- punkt	a.) Benennung und Beschreibung der Schicht					Feststellungen beim Bohren: Wasserführung; Bohrwerkzeuge; Werkzeugwechsel; Sonstiges <sup>1)</sup>	Entnommene Proben		
	a.) Ergänzende Bemerkung <sup>1)</sup>						Art	Nr.:	Tiefe in m (Unter- kante)
b) Mächtig- keit in m	b) Beschaffenheit gemäß Bohrgut	c) Beschaffenheit gemäß Bohrvorgang	d) Farbe	e) Kalk- ge- halt					
1	2					3	4	5	6
Beispiele für das Ausfüllen der Spalten siehe Rückseite des Vordruckes T1									
a) 0,10	a.) Asphalt					d 219 mm - 7,40 m d 168 mm - 7,80 m d 146 mm - 40,00 m	Bohrgut in Holzkern- kisten ausgebaut		
b) 0,10	b) fest	c) schwer z.b.	d) SWZ.	e)					
a) 2,70	a.) Auffüllung, sandig, steinig					Bohrlochverfüllung 40,00-6,00 m Ton 6,00-0,50 m BG 0,50-0,10 m Beton 0,10-0,00 m Asphalt	GW-Anschnitt bei 4,80 m		
b) 2,60	b) dicht	c) mittels.z.b.	d) grau	e)					
a) 5,90	a.) Kies, sandig, feinkiesig					Bohrspülung ab 7,80 m bis ET ab 18,20 m leichter Spülungsverlust ab 32,00 m mittlerer Spülungsverlust			
b) 3,20	b) halbfest	c) mittels.z.b.	d) braun	e)					
a) 40,00	a.) Buntsandstein, teilw. Tonsteinlagen								
b) 34,10	b) fest	c) schwer z.b.	d) graurot	e)					
a)	a.)								
b)	b)	c)	d)	e)					
a)	a.)								
b)	b)	c)	d)	e)					
a)	a.)								
b)	b)	c)	d)	e)					

<sup>1)</sup> Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor<sup>2)</sup> Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter nach DIN 18196 vor<sup>3)</sup> Dimensionen siehe Tabelle 1

**Schichtenverzeichnis****für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben**

Ort: Jena, Steinweg / Frauengasse

Bohrung / Schurf Nr.: KB 5/18

Datum: 14.09.2018

a) Bis m unter Ansatz- punkt	a <sub>1)</sub> Benennung und Beschreibung der Schicht					Feststellungen beim Bohren: Wasserführung: Bohrwerkzeuge: Werkzeugwechsel: Sonstiges <sup>1)</sup>	Entnommene Proben		
	a <sub>2)</sub> Ergänzende Bemerkung <sup>1)</sup>						Art	Nr.:	Tiefe in m (Unter- kante)
b) Mächtig- keit in m	b) Beschaffenheit gemäß Bohrgut	c) Beschaffenheit gemäß Bohrvorgang	d) Farbe	e) Kalk- ge- halt					
1	2					3	4	5	6
Beispiele für das Ausfüllen der Spalten siehe Rückseite des Vordruckes T1									
a) 0,10	a <sub>1)</sub> Asphalt					d 219 mm - 7,00 m d 168 mm - 7,00 m d 146 mm - 40,00 m	Bohrgut in Holzkern- kisten ausgelegt		
b) 0,10	b) fest	c) schwer z.b.	d) SWZ.	e) 					
a) 0,40	a <sub>1)</sub> Beton					Bohrlochverfüllung 40,00-6,00 m Ton 6,00-0,50 m BG 0,50-0,20 m Beton 0,20-0,00 m Asph.			
b) 0,30	b) fest	c) schwer z.b.	d) grau	e) 					
a) 2,80	a <sub>1)</sub> Auffüllung, sandig, steinig, Ziegel								
b) 2,40	b) dicht	c) mittelschw. z.b.	d) graubr.	e) 					
a) 5,20	a <sub>1)</sub> Sand, kiesig					GW-Anschnitt bei 5,20 m			
b) 2,40	b) dicht	c) mittelschw. z.b.	d) braun	e) 					
a) 5,80	a <sub>1)</sub> Kies, sandig					von 6,00-7,00 m Bohrkern zerbohrt			
b) 0,60	b) locker	c) leicht z.b.	d) graubr.	e) 					
a) 40,00	a <sub>1)</sub> Buntsandstein, Tonstein					Bohrspülung ab 7,00 m - ET	von 7,00-9,50 m Kernverlust		
b) 34,20	b) fest	c) schwer z.b.	d) rotbr.	e) 					

<sup>1)</sup> Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor<sup>2)</sup> Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter nach DIN 18196 vor<sup>3)</sup> Dimensionen siehe Tabelle 1

# Schichtenverzeichnis

## für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Ort: Jena, Steinweg / Frauengasse

Bohrung / Schurf Nr.: KRB 1

Datum: 18.09.2018

a) Bis m unter Ansatz- punkt	a <sub>1)</sub> Benennung und Beschreibung der Schicht					Feststellungen beim Bohren: Wasserführung: Bohrwerkzeuge: Werkzeugwechsel: Sonstiges <sup>3)</sup>	Entnommene Proben		
	a <sub>2)</sub> Ergänzende Bemerkung <sup>1)</sup>						Art	Nr.:	Tiefe in m (Unter- kante)
b) Mächtig- keit in m	b) Beschaffenheit gemäß Bohrgut	c) Beschaffenheit gemäß Bohrvorgang	d) Farbe	e) Kalk- ge- halt	3	4	5	6	
1	2								

Beispiele für das Ausfüllen der Spalten siehe Rückseite des Vordruckes T1

a) 0,10	a <sub>1)</sub> Betonpflaster					Gestörte Proben	GP1 aus 0,10-0,30 m		
b) 0,10	b) /	c) /	d) grau	e)	f) g) h)				
a) 0,30	a <sub>1)</sub> Auffüllung, Schotter, sandig					trocken	GP2 aus 0,30-1,80 m		
b) 0,20	b) dicht	c) schwer z.b.	d) grau	e)	f) g) h)				
a) 1,80	a <sub>1)</sub> Auffüllung, Lehm, Sand, Kies, Ziegelreste					erdfeucht	GP3 aus 1,80-2,90 m		
b) 1,50	b) locker-weich	c) leicht z.b.	d) graubr.	e)	f) g) h)				
a) 2,90	a <sub>1)</sub> Schwemmsand, stark schluffig					erdfeucht	GP4 aus 2,90-4,00 m		
b) 1,10	b) locker	c) leicht z.b.	d) graubr.	e)	f) g) h)				
a) 6,10	a <sub>1)</sub> Kies, sandig					GW-Anschnitt bei 4,10 m	GP5 aus 4,00-6,10 m GP6 aus 6,10-6,60 m		
b) 3,20	b) mitteldicht	c) mittels.z.b.	d) graubr.	e)	f) g) h)				
a) 6,60	a <sub>1)</sub> Buntsandsteinzersatz, sandig, leicht schluffig					GW-Stand nicht messbar (KRB ist bei 3,30m zugef.)			
b) 0,50	b) mitteldicht	c) mittels.z.b.	d) rotbr.	e)	f) g) h)				

<sup>1)</sup> Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor<sup>2)</sup> Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter nach DIN 18196 vor<sup>3)</sup> Dimensionen siehe Tabelle 1**LUTZ GRIMM**

GEOTESTBOHRTECHNIK

An der Baumschule 3, 09337 Hohenstein-E.

Tel. 03723-711272 Fax 03723-711293

*J. Gilman*

## Schichtenverzeichnis

### für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Ort: Jena, Steinweg / Frauengasse

Bohrung / Schurf Nr.: KRB 2

Datum: 18.09.2018

a) Bis m unter Ansatz- punkt	Benennung und Beschreibung der Schicht					Feststellungen beim Bohren: Wasserführung: Bchrwerkzeuge: Werkzeugwechsel; Sonstiges <sup>3)</sup>	Entnommene Proben		
	Ergänzende Bemerkung <sup>1)</sup>						Art	Nr.:	Tiefe in m (Unter- kante)
b) Mächtig- keit in m	b) Beschaffenheit gemäß Bohrgut	c) Beschaffenheit gemäß Bohrvorgang	d) Farbe	e) Kalk- ge- halt	2	3	4	5	6
1	<b>Beispiele für das Ausfüllen der Spalten siehe Rückseite des Vordruckes T1</b>								
a) 1,10	a) Auffüllung, Schotter, sandig, steinig					trocken	Gestörte Proben		
	a) 						GP1 aus 0,00-1,10 m GP2 aus 1,10-2,90 m		
b) 1,10	b) sehr dicht	c) schwer z.b.	d) grau	e) 	g) 	erdfeucht	GP3 aus 2,90-4,50 m		
	f) 	g) 	h) 						
a) 2,90	a) Schluff, stark feinsandig					trocken ab 4,70 m feucht	GP4 aus 4,50-6,30 m GP5 aus 6,30-6,50 m		
	a) 								
b) 1,80	b) halbfest	c) leicht z.b.	d) braun	e) 	g) 	GW-Anschnitt bei 4,80 m GW-Stand bei 4,79 m			
	f) 	g) 	h) 						
a) 6,30	a) Kies, sandig					kein Sondierfort- schritt mehr			
	a) 								
b) 3,40	b) dicht	c) schwer z.b.	d) grau	e) 	g) 				
	f) 	g) 	h) 						
a) 6,50	a) Buntsandstein, verwittert-angewittert								
	a) 								
b) 0,20	b) /	c) schwer z.b.	d) rotbr.	e) 	g) 				
	f) 	g) 	h) 						
a) 	a) 								
	a) 								
b) 	b) 	c) 	d) 	e) 	g) 				
	f) 	g) 	h) 						
a) 	a) 								
	a) 								
b) 	b) 	c) 	d) 	e) 	g) 				
	f) 	g) 	h) 						

<sup>1)</sup> Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor<sup>2)</sup> Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter nach DIN 18196 vor<sup>3)</sup> Dimensionen siehe Tabelle 1**LUTZ GRIMM**

GEOTESTBOHRTECHNIK

An der Baumschule 3, 09337 Hohenstein-E.

Tel. 03723-711272 Fax 03723-711293

*J. Lutz*

Lutz Grimm Geotestbohrtechnik  
An der Baumschule 3  
09337 Hohenstein-Ernstthal  
Tel. 03723 / 711272 Fax. 711293

Projekt: Jena, Steinweg-Frauengasse

AG: BEB Jena Consult GmbH, 07745 Jena  
Datum: 18.09.2018

**RAMMSONDIERUNG  
SRS 1 (DPH)**

**Seite 1**

Tiefe - m	Schläge	Tiefe - m	Schläge	Tiefe - m	Schläge	Tiefe - m	Schläge
0,10	/	3,10	16	6,10	22		
0,20	10	3,20	21	6,20	27		
0,30	20	3,30	15	6,30	13		
0,40	10	3,40	22	6,40	6		
0,50	9	3,50	22	6,50	9		
0,60	3	3,60	15	6,60	21		
0,70	2	3,70	15	6,70	57		
0,80	/	3,80	10	6,80	14		
0,90	/	3,90	6	6,90	>100		
1,00	1	4,00	16				
	leicht drehbar		mittels.drehbar				
1,10	/	4,10	27				
1,20	/	4,20	22				
1,30	1	4,30	20				
1,40	/	4,40	14				
1,50	/	4,50	9				
1,60	1	4,60	7				
1,70	/	4,70	6				
1,80	1	4,80	5				
1,90	/	4,90	3				
2,00	1	5,00	6				
	leicht drehbar		mittels.drehbar				
2,10	/	5,10	6				
2,20	/	5,20	7				
2,30	4	5,30	5				
2,40	4	5,40	5				
2,50	3	5,50	4				
2,60	3	5,60	3				
2,70	2	5,70	4				
2,80	1	5,80	4				
2,90	1	5,90	3				
3,00	12	6,00	5				
	leicht drehbar		mittels.drehbar				

bis 0,10 m Pflaster

**LUTZ GRIMM**

GEOTESTBOHRTECHNIK  
An der Baumschule 3, 09337 Hohenstein-E.  
Tel. 03723-711272 Fax 03723-711293

Kontakt  
Büro Tel.: 0 37 23 / 71 12 72  
Büro Fax: 0 37 23 / 71 12 93  
e-mail: Grimm-Geotestbohrtechnik@freenet.de

Bankverbindung  
Commerzbank Chemnitz  
IBAN: DE48 8708 0000 0613 0070 00  
BIC: DRESDEFF870

Finanzamt Hohenstein-Ernstthal  
Steuer-Nr. 221/225/01705  
Ust.-Ident.-Nr. DE 812273920

GEOTESTBOHRTECHNIK

Lutz Grimm Geotestbohrtechnik  
 An der Baumschule 3  
 09337 Hohenstein-Ernstthal  
 Tel. 03723 / 711272 Fax. 711293

Projekt: Jena, Steinweg-Frauengasse

AG: BEB Jena Consult GmbH, 07745 Jena  
 Datum: 18.09.2018

## RAMMSONDIERUNG SRS 2 (DPH)

Seite 1

Tiefe - m	Schläge	Tiefe - m	Schläge	Tiefe - m	Schläge	Tiefe - m	Schläge
0,10	10	3,10	4	6,10	5		
0,20	10	3,20	5	6,20	5		
0,30	43	3,30	5	6,30	15		
0,40	31	3,40	5	6,40	58		
0,50	32	3,50	6	6,50	>100		
0,60	11	3,60	9				
0,70	7	3,70	8				
0,80	7	3,80	4				
0,90	7	3,90	4				
1,00	5	4,00	4				
	leicht drehbar		mittels.drehbar				
1,10	2	4,10	8				
1,20	1	4,20	23				
1,30	1	4,30	14				
1,40	1	4,40	13				
1,50	1	4,50	9				
1,60	1	4,60	10				
1,70	1	4,70	10				
1,80	1	4,80	8				
1,90	1	4,90	8				
2,00	1	5,00	8				
	leicht drehbar		mittels.drehbar				
2,10	1	5,10	7				
2,20	2	5,20	6				
2,30	2	5,30	2				
2,40	2	5,40	3				
2,50	2	5,50	4				
2,60	5	5,60	5				
2,70	5	5,70	4				
2,80	6	5,80	5				
2,90	8	5,90	5				
3,00	4	6,00	6				
	leicht drehbar		mittels.drehbar				

**LUTZ GRIMM**  
GEOTESTBOHRTECHNIK

An der Baumschule 3, 09337 Hohenstein-E.  
 Tel. 03723-711272 Fax 03723-711293

Kontakt  
 Büro Tel.: 0 37 23 / 71 12 72  
 Büro Fax: 0 37 23 / 71 12 93  
 e-mail: Grimm-Geotestbohrtechnik@freenet.de

Bankverbindung  
 Commerzbank Chemnitz  
 IBAN: DE48 8708 0000 0613 0070 00  
 BIC: DRESDEFF870

Finanzamt Hohenstein-Ernstthal  
 Steuer-Nr. 221/225/01705  
 Ust.-Ident.-Nr. DE 812273920

GEOTESTBOHRTECHNIK

Lutz Grimm Geotestbohrtechnik  
 An der Baumschule 3  
 09337 Hohenstein-Ernstthal  
 Tel. 03723 / 711272 Fax. 711293

Projekt: Jena, Steinweg-Frauengasse

AG: BEB Jena Consult GmbH, 07745 Jena  
 Datum: 18.09.2018

### RAMMSONDIERUNG SRS 3 (DPH)

Seite 1

Tiefe - m	Schläge	Tiefe - m	Schläge	Tiefe - m	Schläge	Tiefe - m	Schläge
0,10	4	3,10	8	6,10	5		
0,20	7	3,20	11	6,20	8		
0,30	15	3,30	19	6,30	8		
0,40	22	3,40	16	6,40	7		
0,50	28	3,50	18	6,50	4		
0,60	28	3,60	21	6,60	5		
0,70	23	3,70	28	6,70	11		
0,80	27	3,80	30	6,80	17		
0,90	34	3,90	21	6,90	53		
1,00	28	4,00	17	7,00	>100		
	leicht drehbar		mittels.drehbar				
1,10	14	4,10	16				
1,20	11	4,20	14				
1,30	4	4,30	12				
1,40	4	4,40	12				
1,50	4	4,50	17				
1,60	4	4,60	19				
1,70	3	4,70	21				
1,80	4	4,80	11				
1,90	4	4,90	14				
2,00	5	5,00	10				
	leicht drehbar		schwer drehbar				
2,10	6	5,10	11				
2,20	5	5,20	7				
2,30	6	5,30	9				
2,40	6	5,40	10				
2,50	5	5,50	10				
2,60	5	5,60	8				
2,70	7	5,70	8				
2,80	5	5,80	7				
2,90	6	5,90	7				
3,00	7	6,00	8				
	leicht drehbar		schwer drehbar				

**LUTZ GRIMM**  
 GEOTESTBOHRTECHNIK

An der Baumschule 3, 09337 Hohenstein-E.  
 Tel. 03723-711272 Fax 03723-711293

Lutz Grimm Geotestbohrtechnik • An der Baumschule 3 • 09337 Hohenstein-Ernstthal

## Protokoll über das Klarpumpen von Grundwassermeßstellen

### Allgemeine Angaben

Objektbezeichnung:	Jena, Steinweg-Frauengasse	
Datum Klarpumpen:	18.09.2018	
Bezeichnung der GWM:	KB 1/18-GWM 1	
Ingenieurbüro / Bohrfirma:	Lutz Grimm Geotestbohrtechnik An der Baumschule 3, 09337 Hohenstein-Ernstthal	

### Beschreibung der GWM

Ausbaumaterial:	DN 125 HDPE	
Lage der Filterstrecke:	5,50 - 1,50 m	Unterflurausbau

### Beschreibung des Klarpumpens

Pumpenart:	Saugpumpe
Ruhewasserspiegel:	4,22 m OK Seba-Kappe
Förderstrom:	10 Liter in 35 Sekunden
Dauer des Pumpens:	1 Stunde
Fördermenge:	1028 Liter pro Stunde
Wasserspiegel nach Beendigung des Klarpumpens:	5,04 m OK Seba-Kappe
erzielte Absenkung:	0,82 m

### Organoleptische Ansprache, in-situ Messungen

Zeit:				
Farbe:				
Trübung:				
Geruch:				
Temperatur:				
Leitfähigkeit:				
Kontaminationsverdacht:				

Protokoll Klarpumpen  
von Grundwassermeßstellen

**LUTZ GRIMM**  
GEOTESTBOHRTECHNIK  
An der Baumschule 3, 09337 Hohenstein-E.  
Tel. 03723-711272 Fax 03723-711293

Stempel / Unterschrift:

Datum: 19.09.18

Lutz Grimm Geotestbohrtechnik • An der Baumschule 3 • 09337 Hohenstein-Ernstthal

## Protokoll über das Klarpumpen von Grundwassermeßstellen

### Allgemeine Angaben

Objektbezeichnung: Jena, Steinweg-Frauengasse  
 Datum Klarpumpen: 18.09.2018  
 Bezeichnung der GWM: KB 2/18-GWM 2  
 Ingenieurbüro / Bohrfirma: Lutz Grimm Geotestbohrtechnik  
 An der Baumschule 3, 09337 Hohenstein-Ernstthal

### Beschreibung der GWM

Ausbaumaterial: DN 125 HDPE  
 Lage der Filterstrecke: 6,60 m - 2,60 m Unterflurausbau

### Beschreibung des Klarpumpens

Pumpenart: Saugpumpe  
 Ruhewasserspiegel: 4,41 m OK Seba-Kappe  
 Förderstrom: 10 Liter in 27 Sekunden  
 Dauer des Pumpens: 1 Stunde  
 Fördermenge: 1333 Liter pro Stunde  
 Wasserspiegel nach Beendigung  
 des Klarpumpens: 4,51 m OK Seba-Kappe  
 erzielte Absenkung: 0,10 m

### Organoleptische Ansprache, in-situ Messungen

Zeit:				
Farbe:				
Trübung:				
Geruch:				
Temperatur:				
Leitfähigkeit:				
Kontaminationsverdacht:				

### Protokoll Klarpumpen von Grundwassermeßstellen

**LUTZ GRIMM**  
 GEOTESTBOHRTECHNIK  
 An der Baumschule 3, 09337 Hohenstein-E.

Tel. 03723-711272 Fax 03723-711282

Stempel / Unterschrift:

Datum: 19.09.18

Lutz Grimm Geotestbohrtechnik • An der Baumschule 3 • 09337 Hohenstein-Ernstthal

## Protokoll über das Klarpumpen von Grundwassermeßstellen

### Allgemeine Angaben

Objektbezeichnung: Jena, Steinweg-Frauengasse  
 Datum Klarpumpen: 18.09.2018  
 Bezeichnung der GWM: KB 3/18-GWM 3  
 Ingenieurbüro / Bohrfirma: Lutz Grimm Geotestbohrtechnik  
 An der Baumschule 3, 09337 Hohenstein-Ernstthal

### Beschreibung der GWM

Ausbaumaterial: DN 125 HDPE  
 Lage der Filterstrecke: 7,40 m - 4,40 m Unterflurausbau

### Beschreibung des Klarpumpens

Pumpenart: Saugpumpe  
 Ruhewasserspiegel: 4,88 m OK Seba-Kappe  
 Förderstrom: 10 Liter in 75 Sekunden  
 Dauer des Pumpens: 1 Stunde  
 Fördermenge: 480 Liter pro Stunde  
 Wasserspiegel nach Beendigung  
 des Klarpumpens: 5,32 m OK Seba-Kappe  
 erzielte Absenkung: 0,44 m

### Organoleptische Ansprache, in-situ Messungen

Zeit:				
Farbe:				
Trübung:				
Geruch:				
Temperatur:				
Leitfähigkeit:				
Kontaminationsverdacht:				

### Protokoll Klarpumpen von Grundwassermeßstellen

**LUTZ GRIMM**  
 GEOTESTBOHRTECHNIK  
 An der Baumschule 3, 09337 Hohenstein-E.  
 Tel. 03723-711272 Fax 03723-711293

Stempel / Unterschrift:

Datum: 19.09.18

## Datensammler Report

Messstelle: GWM 1

Parameter: Wasserstand



Datum: 28.11.2018

Zeitraum der ausgelesenen Daten: 08.10.2018 12:00:00 - 28.11.2018

### Gerätedaten:

Gerät:	Typ 575-II
Seriennummer:	6201
Messbereich:	10,00 m
Kabellänge:	7,00 m
Speicherkapazität:	349525 Messungen
Batteriekapazität:	100 %

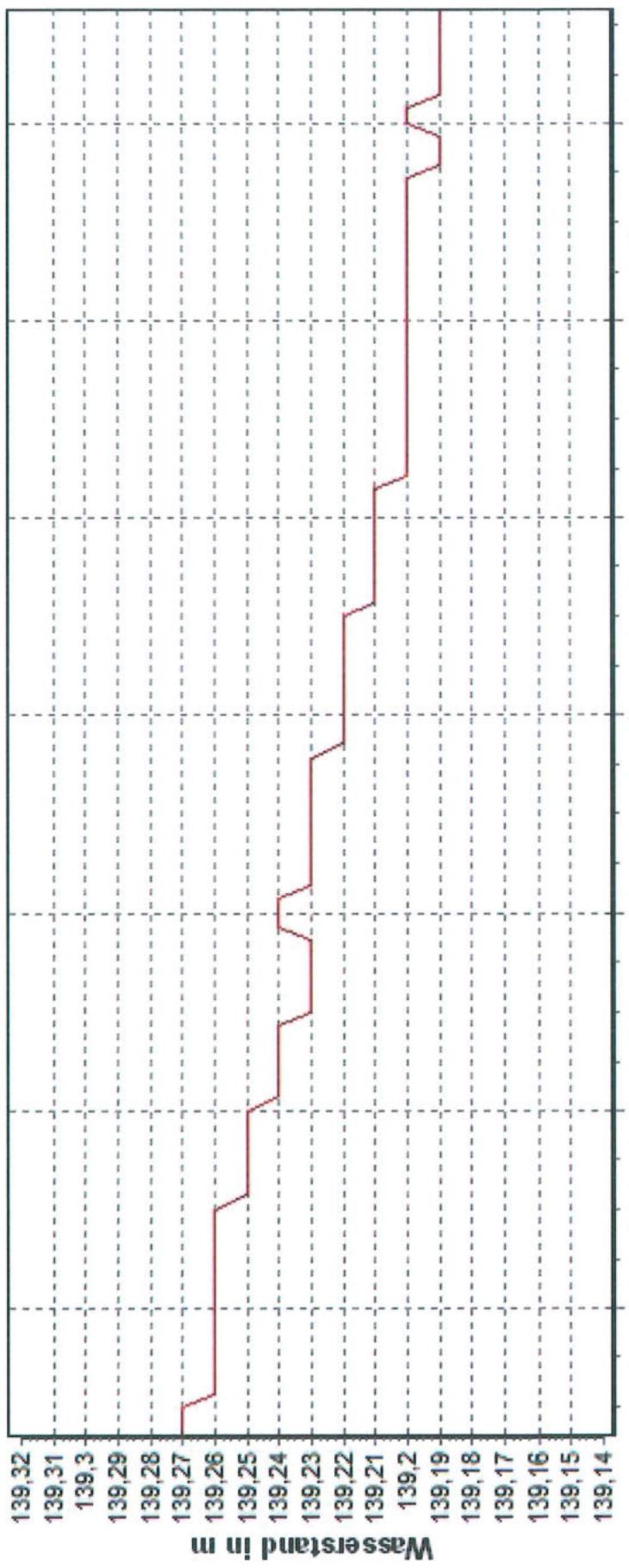
### Betriebsdaten:

Rohroberkante:	143,41 m
Kontrollwert:	4,14 m
Kontrollzeit:	08.10.2018 09:23:08
Überdeckung:	1,83 m
Messintervall:	12:00:00

### Kommentare zur Aufzeichnung:

Max. Wasserstand 139,27 m am 09.10.2018 12:00:00  
Min. Wasserstand 139,19 m am 28.11.2018

### Messstelle: GWM 1



## Datensammler Report

Messstelle: GWM 1  
Parameter: Temperatur

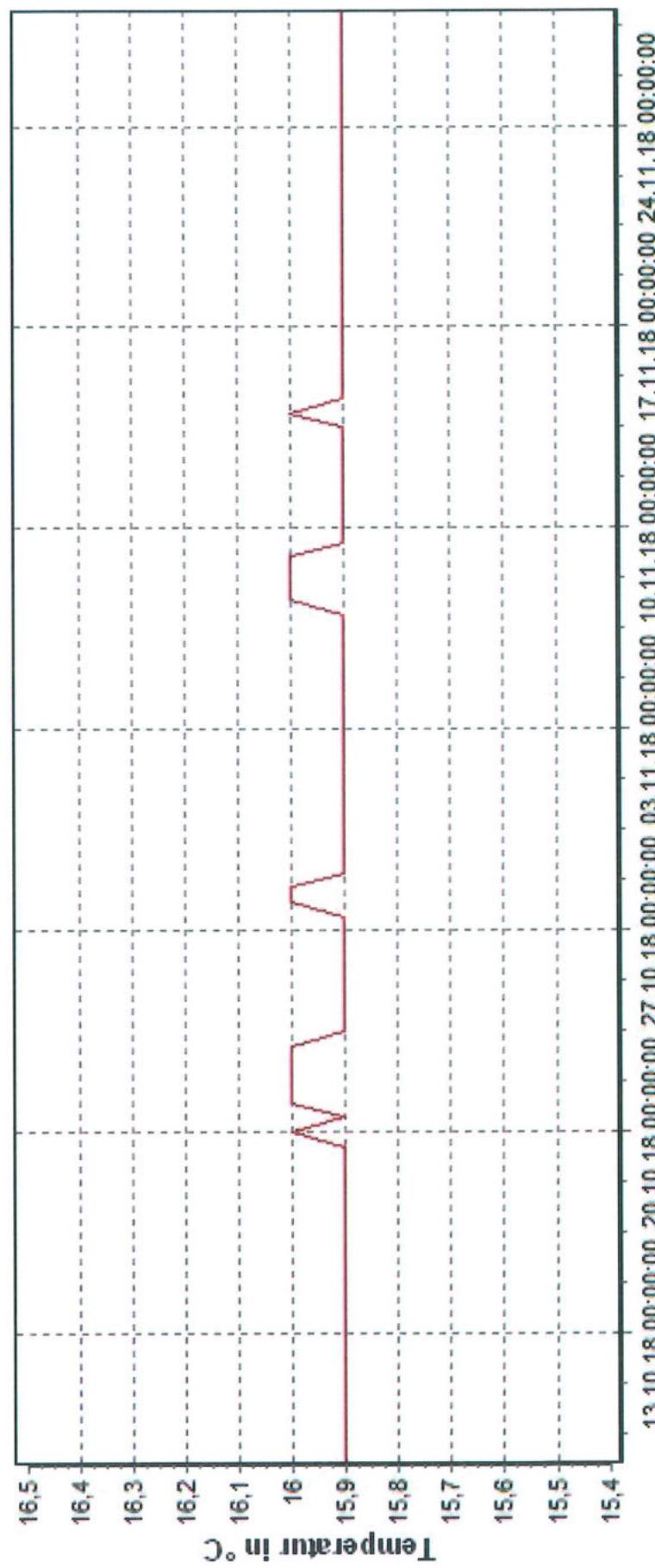
Datum: 28.11.2018

Zeitraum der ausgelesenen Daten: 08.10.2018 12:00:00 - 28.11.2018

### Kommentare zur Aufzeichnung:

Max. Temperatur 16,0 °C am 14.11.2018  
Min. Temperatur 15,9 °C am 28.11.2018

### Messstelle: GWM 1



## Datensammler Report

Messstelle: GWM 2

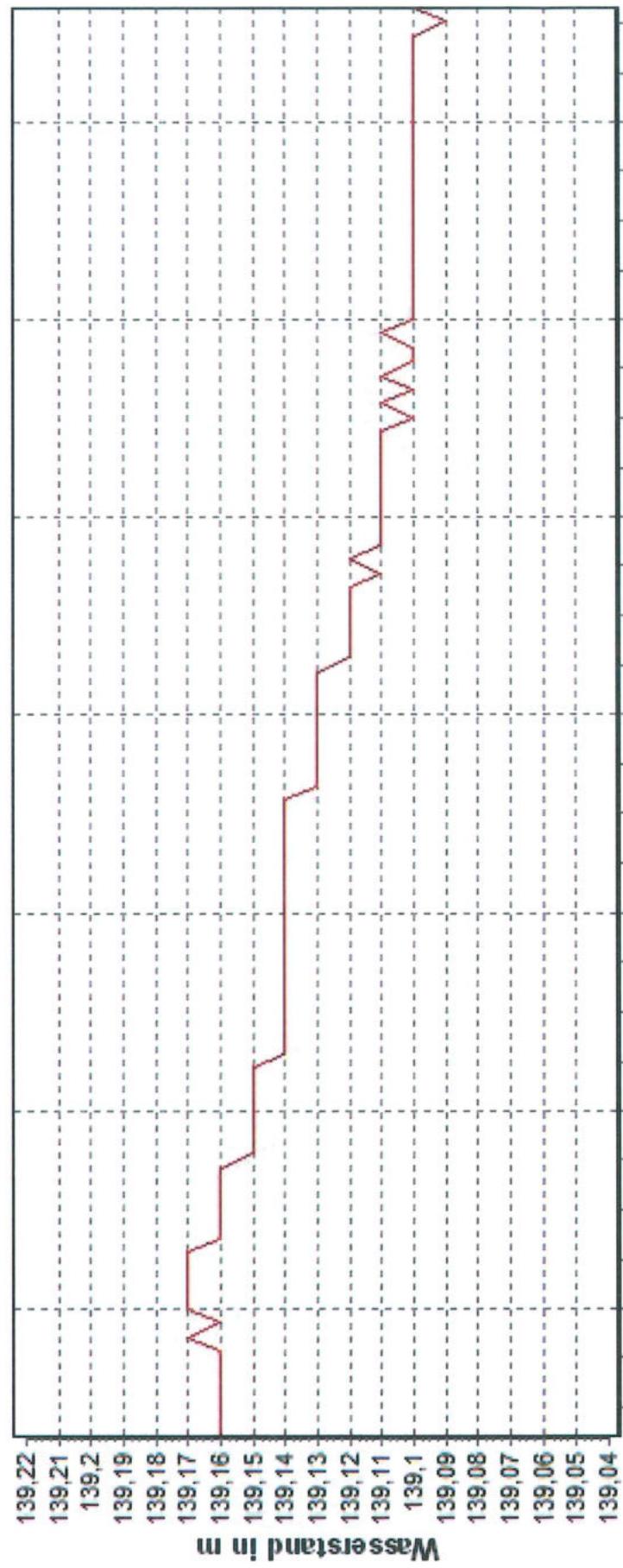
Parameter: Wasserstand

Datum: 28.11.2018

Zeitraum der ausgelesenen Daten: 08.10.2018 12:00:00 - 28.11.2018

**Gerätedaten:**

Gerät:	Typ 575-II	Betriebsdaten:	Rohroberkante:	143,43 m
Seriennummer:	6203		Kontrollwert:	4,27 m
Messbereich:	10,00 m		Kontrollzeit:	08.10.2018 09:36:34
Kabellänge:	7,00 m		Überdeckung:	2,73 m
Speicherkapazität:	349525 Messungen		Messintervall:	12:00:00
Batteriekapazität:	100 %			

**Kommentare zur Aufzeichnung:**  
Max. Wasserstand 139,17 m am 15.10.2018  
Min. Wasserstand 139,09 m am 27.11.2018 12:00:00**Messstelle: GWM 2**

## Datensammler Report

Messstelle: GW/M 2

Parameter: Temperatur

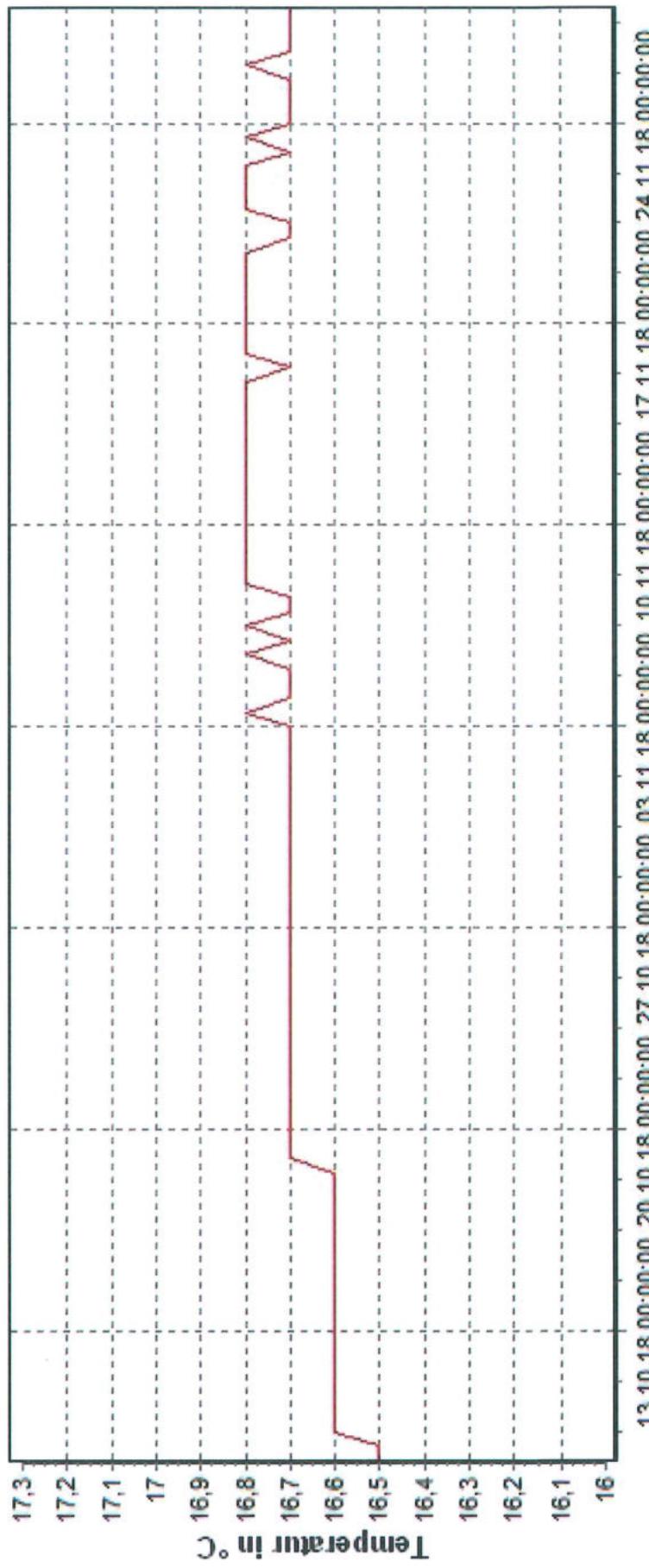
Zeitraum der ausgelesenen Daten: 08.10.2018 12:00:00 - 28.11.2018

Datum: 28.11.2018

### Kommentare zur Aufzeichnung:

Max. Temperatur 16,8 °C am 26.11.2018  
Min. Temperatur 16,5 °C am 09.10.2018

### Messstelle: GW/M 2



## Datensammler Report

Messstelle: GWM 3

Parameter: Wasserstand



Datum: 28.11.2018

Zeitraum der ausgelesenen Daten: 08.10.2018 12:00:00 - 28.11.2018

### Gerätedaten:

Gerät:	Typ 575-II
Seriennummer:	6202
Messbereich:	10,00 m
Kabellänge:	7,00 m
Speicherkapazität:	349525 Messungen
Batteriekapazität:	100 %

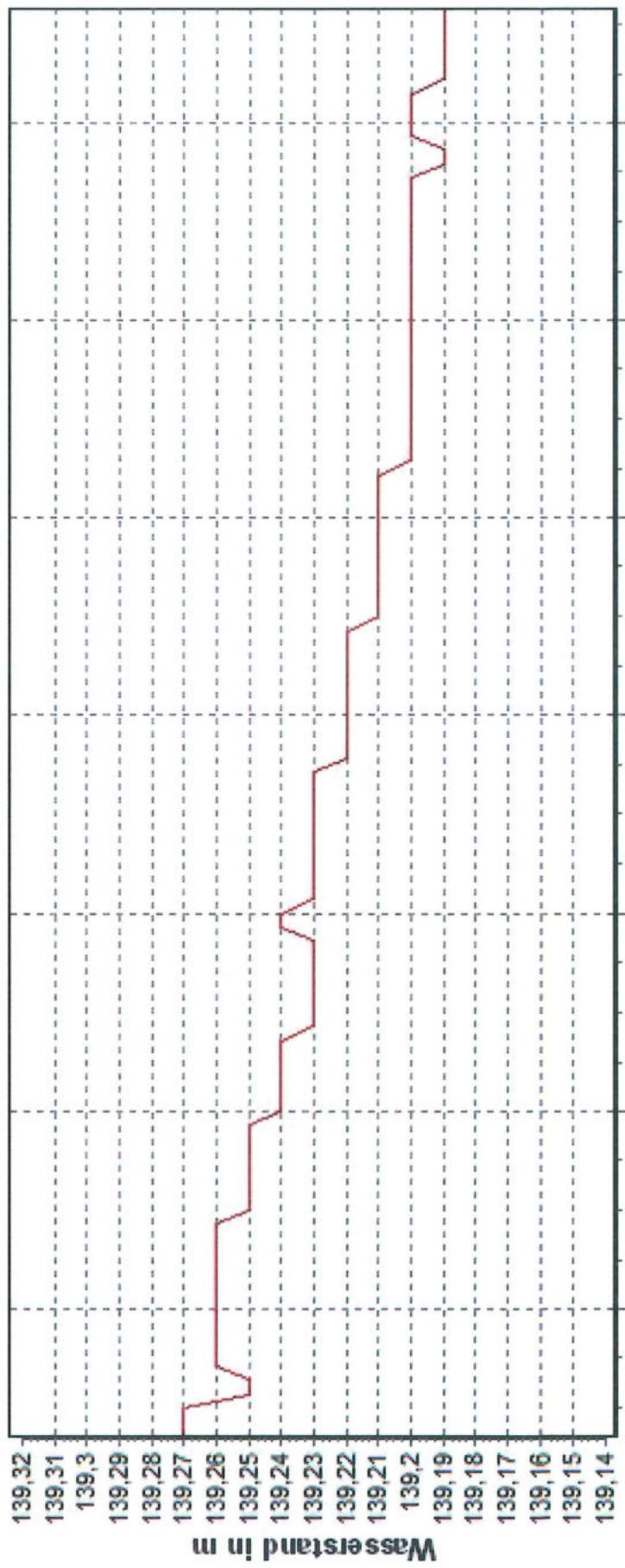
### Betriebsdaten:

Rohroberkante:	144,01 m
Kontrollwert:	4,75 m
Kontrollzeit:	08.10.2018 09:10:57
Überdeckung:	2,25 m
Messintervall:	12:00:00

### Kommentare zur Aufzeichnung:

Max. Wasserstand 139,27 m am 09.10.2018 12:00:00  
Min. Wasserstand 139,19 m am 28.11.2018

## Messstelle: GWM 3



13.10.18 00:00:00 20.10.18 00:00:00 27.10.18 00:00:00 03.11.18 00:00:00 10.11.18 00:00:00 17.11.18 00:00:00 24.11.18 00:00:00

## Datensammler Report

Messstelle: GWM 3

Parameter: Temperatur



Datum: 28.11.2018

Zeitraum der ausgelesenen Daten: 08.10.2018 12:00:00 - 28.11.2018

### Kommentare zur Aufzeichnung:

Max. Temperatur 14,8 °C am 17.11.2018 12:00:00  
Min. Temperatur 14,4 °C am 10.10.2018 12:00:00

### Messstelle: GWM 3



## Datensammler Report

Messtelle: GWM 3 -11

Parameter: Wasserstand

Datum: 28.11.2018

Zeitraum der ausgelesenen Daten: 09.10.2017 12:00:00 - 28.11.2018

**Gerätedaten:**

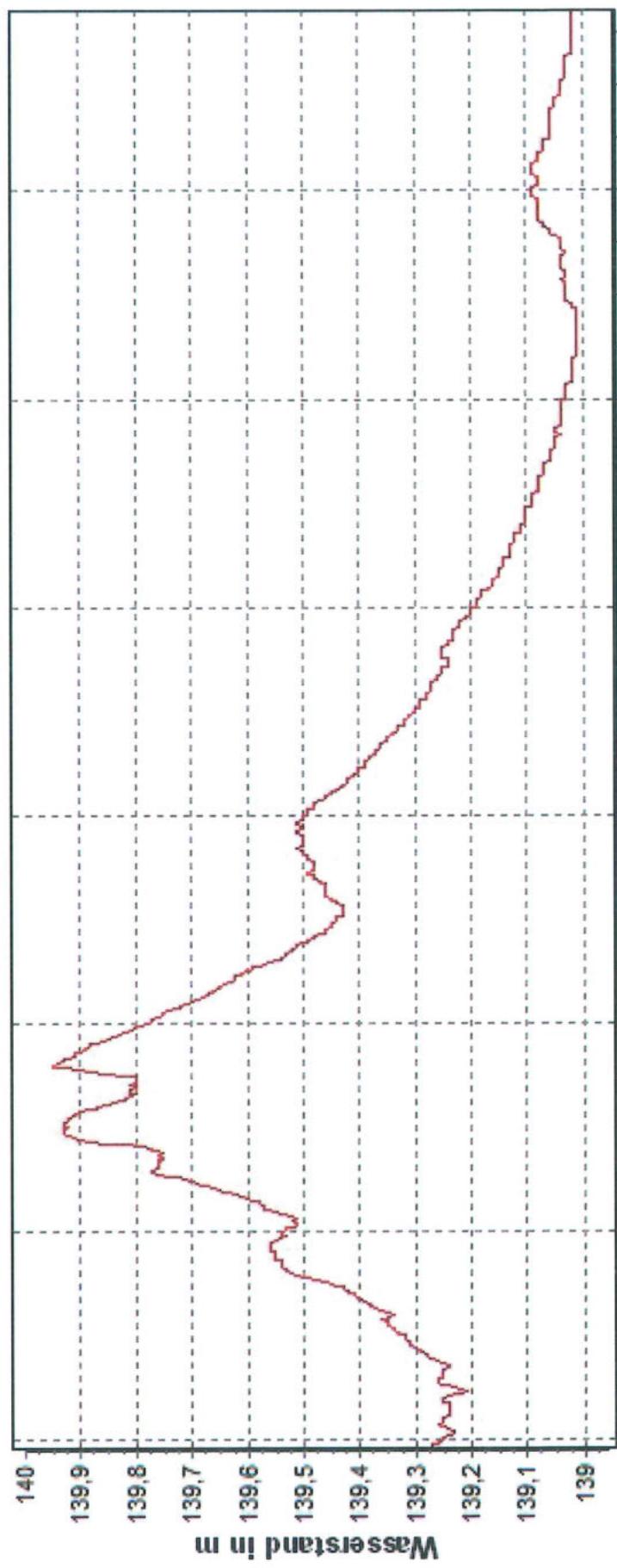
Gerät: Typ 575-II  
Seriennummer: 5040  
Messbereich: 10,00 m  
Kabellänge: 6,00 m  
Speicherkapazität: 349525 Messungen  
Batteriekapazität: 100 %

**Betriebsdaten:**

Rohroberkante: 143,43 m  
Kontrollwert: 4,16 m  
Kontrollzeit: 09.10.2017 11:16:58  
Überdeckung: 0,52 m  
Messintervall: 12:00:00

**Kommentare zur Aufzeichnung:**

Max. Wasserstand 139,95 m am 28.01.2018  
Min. Wasserstand 139,01 m am 03.09.2018

**Messtelle: GWM 3 -11**

12.10.17 00:00:00 11.12.17 00:00:00 09.02.18 00:00:00 10.04.18 00:00:00 09.06.18 00:00:00 08.08.18 00:00:00 08.08.18 00:00:00 07.10.18 00:00:00

## Datensammler Report

Messstelle: GWM 3 -11

Parameter: Temperatur

Datum: 28.11.2018

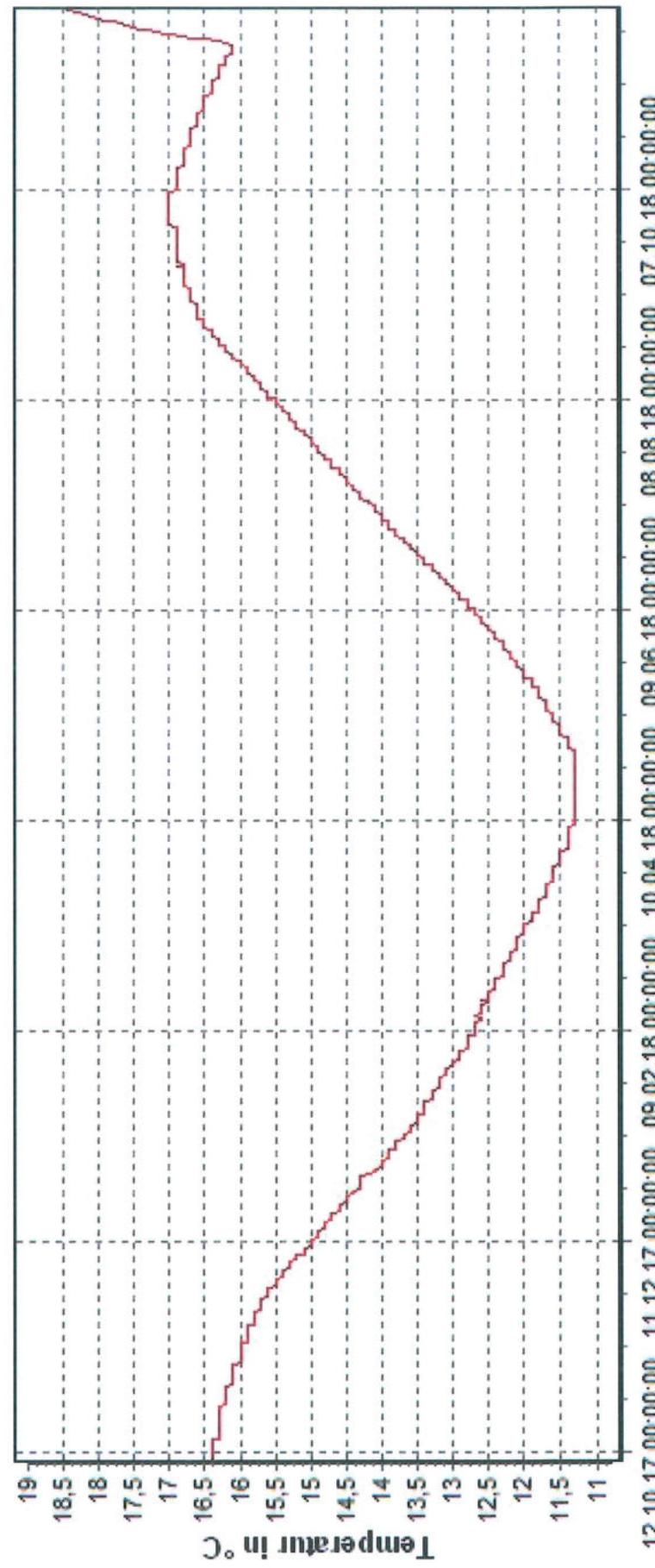
Zeitraum der ausgelesenen Daten: 09.10.2017 12:00:00 - 28.11.2018

### Kommentare zur Aufzeichnung:

Max. Temperatur 18,5 °C am 28.11.2018

Min. Temperatur 11,3 °C am 30.04.2018

**Messstelle: GWM 3 -11**



12.10.17 00:00:00 11.12.17 00:00:00 09.02.18 00:00:00 10.04.18 00:00:00 09.06.18 00:00:00 08.08.18 00:00:00 08.10.18 00:00:00 07.10.18 00:00:00

Büro Legefeld:  
Im Boden 9  
99428 Weimar-Legefeld

Büro Remscheid:  
Pestalozzistraße 13  
42899 Remscheid

# **Anlage 3**

BEB Jena Consult GmbH Baugrunderbaul-Beweissicherung Tatzendorfstraße 2 07745 Jena Tel.: 03641-4527-0 Fax: 03641-4527-30	<b>JENA</b> 	Jena, Steinweg Frauengasse Neubau Steinweg Tower Baugrund- u. Gründungsberatung Aufschlussplan	Datum: 20.09.18 Buchf. Nr.: 5035/39/91/D Anlage: 1.2 M 1:300
---	--	---	---

**BEB Jena Consult GmbH**  
Baugrund-Erdbau-Beweissicherung  
Tatzendpromenade 2  
07745 Jena  
Tel.: 03641-4527-0  
Fax: 03641-4527-30

N

## Datensammler Report

Messstelle: GWM 1

Parameter: Wasserstand



Datum: 15.03.2019

Zeitraum der ausgelesenen Daten: 08.10.2018 12:00:00 - 15.03.2019

### Gerätedaten:

Gerät:	Typ 575-II
Seriennummer:	6201
Messbereich:	10,00 m
Kabellänge:	7,00 m
Speicherkapazität:	349525 Messungen
Batteriekapazität:	100 %

### Betriebsdaten:

Rohroberkante:	143,41 m
Kontrollwert:	4,14 m
Kontrollzeit:	08.10.2018 09:23:08
Überdeckung:	2,15 m
Messintervall:	12:00:00

### Kommentare zur Aufzeichnung:

Max. Wasserstand 139,83 m am 23.01.2019 12:00:00  
Min. Wasserstand 139,19 m am 02.12.2018 12:00:00

## Messstelle: GWM 1



## Datensammler Report

Messstelle: GWM 1  
Parameter: Temperatur

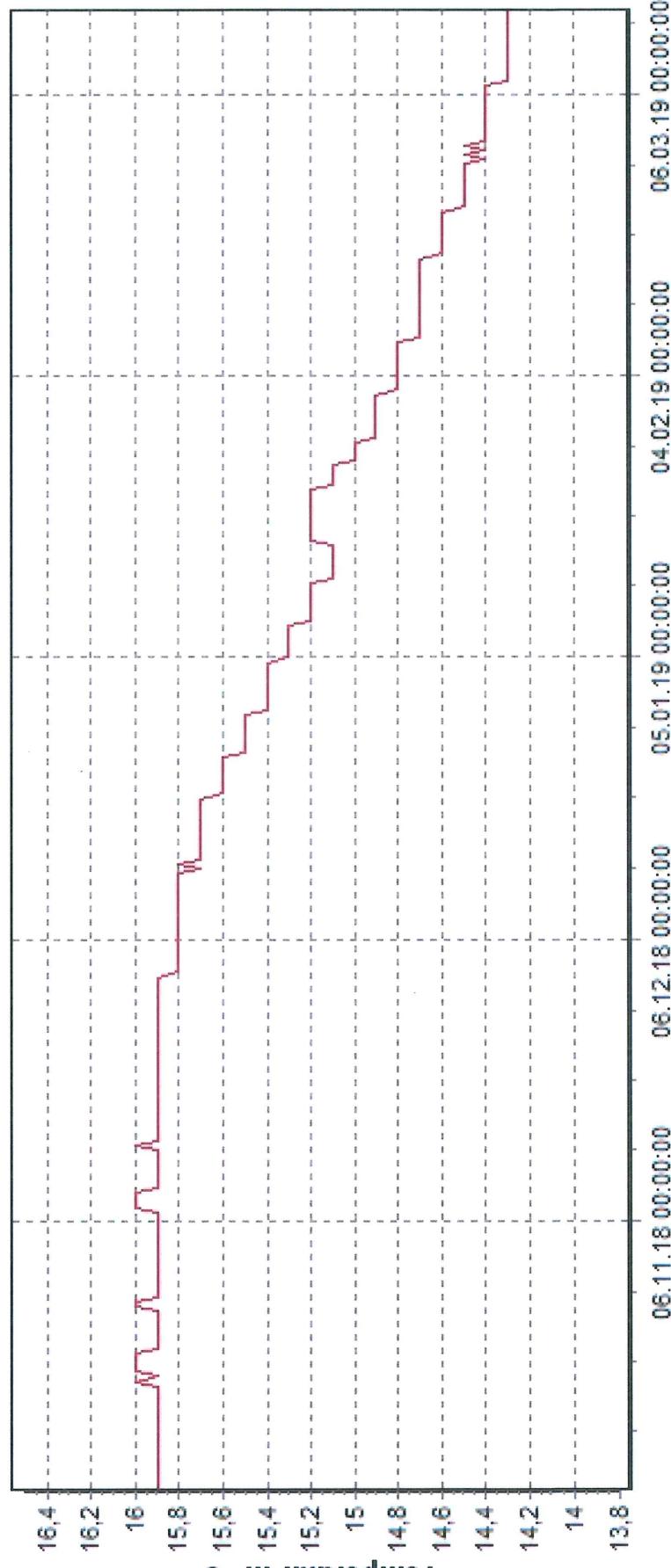
Datum: 15.03.2019

Zeitraum der ausgelesenen Daten: 08.10.2018 12:00:00 - 15.03.2019

### Kommentare zur Aufzeichnung:

Max. Temperatur 16,0 °C am 14.11.2018  
Min. Temperatur 14,3 °C am 15.03.2019

**Messstelle: GWM 1**



# Datensammler Report

Messstelle: GWM 2

Parameter: Wasserstand



Datum: 15.03.2019

Zeitraum der ausgelesenen Daten: 08.10.2018 12:00:00 - 15.03.2019

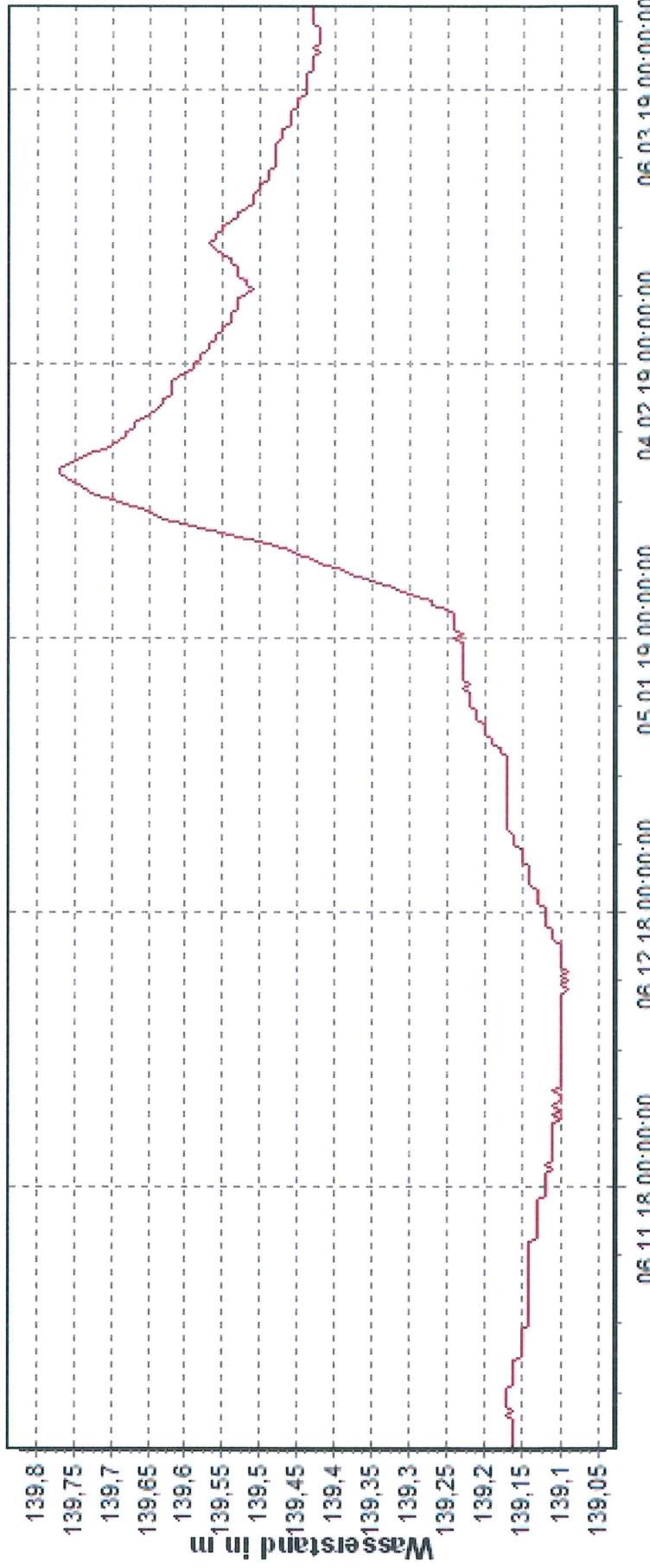
## Gerätedaten:

Gerät:	Typ 575-II	Betriebsdaten:	143,43 m
Seriennummer:	6203	Rohroberkante:	4,27 m
Messbereich:	10,00 m	Kontrollwert:	08.10.2018 09:36:34
Kabellänge:	7,00 m	Überdeckung:	3,06 m
Speicherkapazität:	349525 Messungen	Messintervall:	12:00:00
Batteriekapazität:	100 %		

## Kommentare zur Aufzeichnung:

Max. Wasserstand 139,77 m am 23.01.2019 12:00:00  
Min. Wasserstand 139,09 m am 29.11.2018 12:00:00

## Messstelle: GWM 2



## Datensammler Report

Messstelle: GWM 2

Parameter: Temperatur

Datum: 15.03.2019

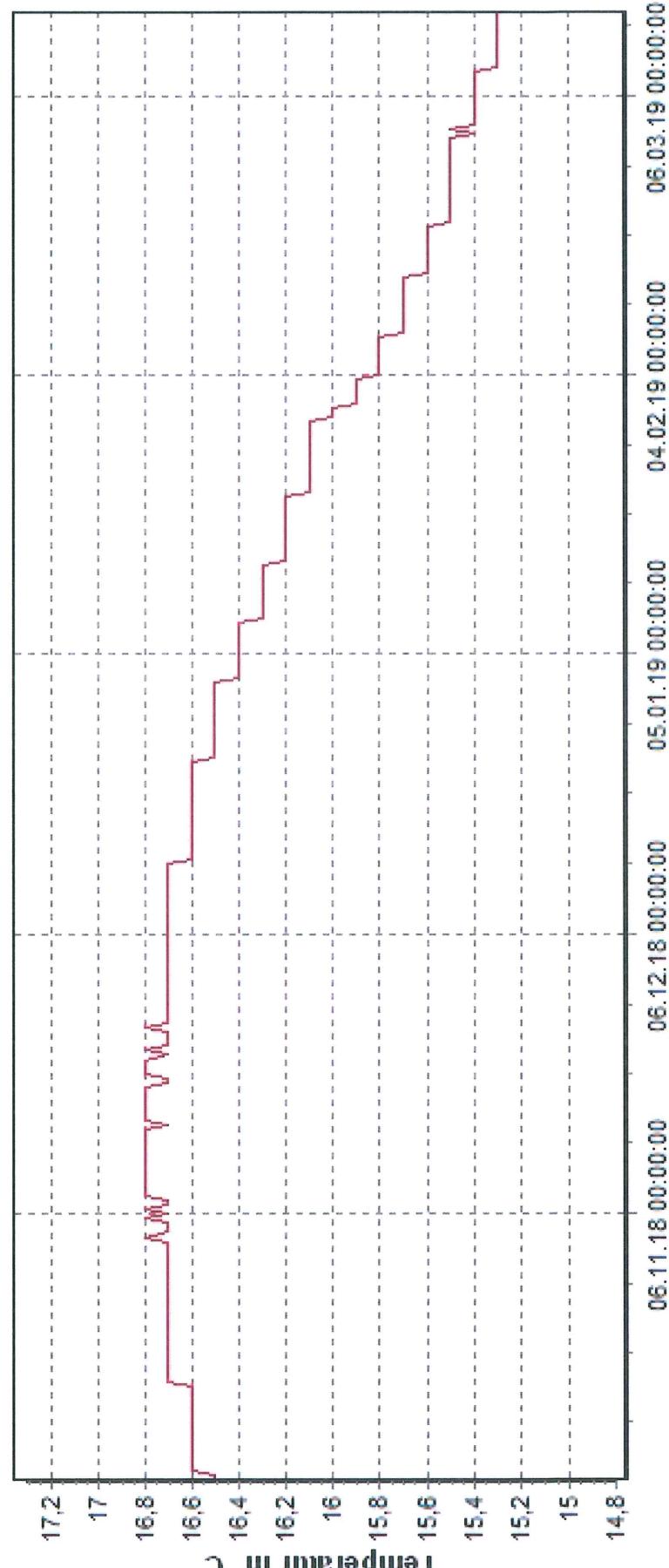
Zeitraum der ausgelesenen Daten: 08.10.2018 12:00:00 - 15.03.2019

### Kommentare zur Aufzeichnung:

Max. Temperatur 16,8 °C am 26.11.2018

Min. Temperatur 15,3 °C am 15.03.2019

### Messstelle: GWM 2



## Datensammler Report

Messstelle: GWM 3

Parameter: Wasserstand



Datum: 29.03.2019

Zeitraum der ausgelesenen Daten: 08.10.2018 12:00:00 - 29.03.2019

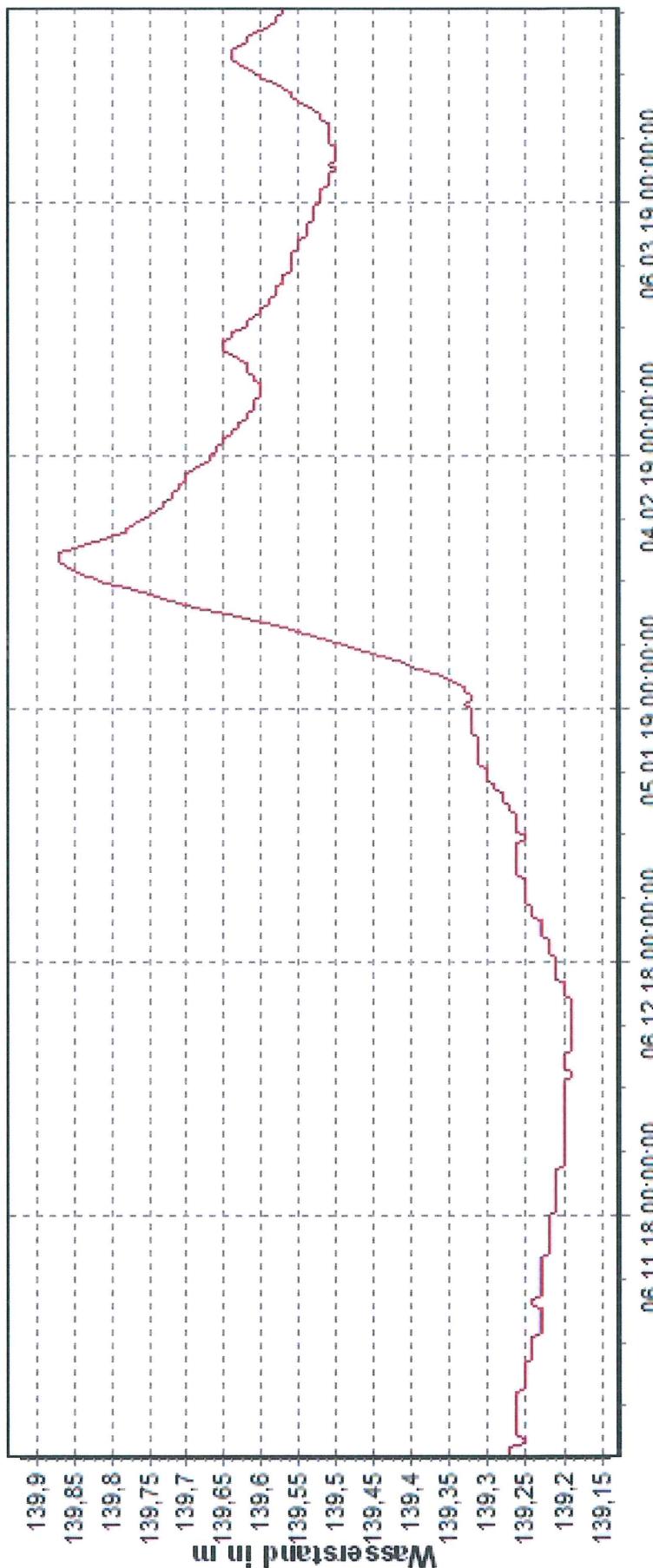
### Gerätedaten:

Gerät:	Typ 575-II	Rohroberkante:	144,01 m
Seriennummer:	6202	Kontrollwert:	4,75 m
Messbereich:	10,00 m	Kontrollzeit:	08.10.2018 09:10:57
Kabellänge:	7,00 m	Überdeckung:	2,62 m
Speicherkapazität:	349525 Messungen	Messintervall:	12:00:00
Batteriekapazität:	100 %		

### Betriebsdaten:

		Max. Wasserstand 139,87 m am 23.01.2019 12:00:00
		Min. Wasserstand 139,19 m am 01.12.2018 12:00:00

### Messstelle: GWM 3



### Kommentare zur Aufzeichnung:

	Max. Wasserstand 139,87 m am 23.01.2019 12:00:00
	Min. Wasserstand 139,19 m am 01.12.2018 12:00:00

## Datensammler Report

Messstelle: GWM 3

Parameter: Temperatur



Datum: 29.03.2019

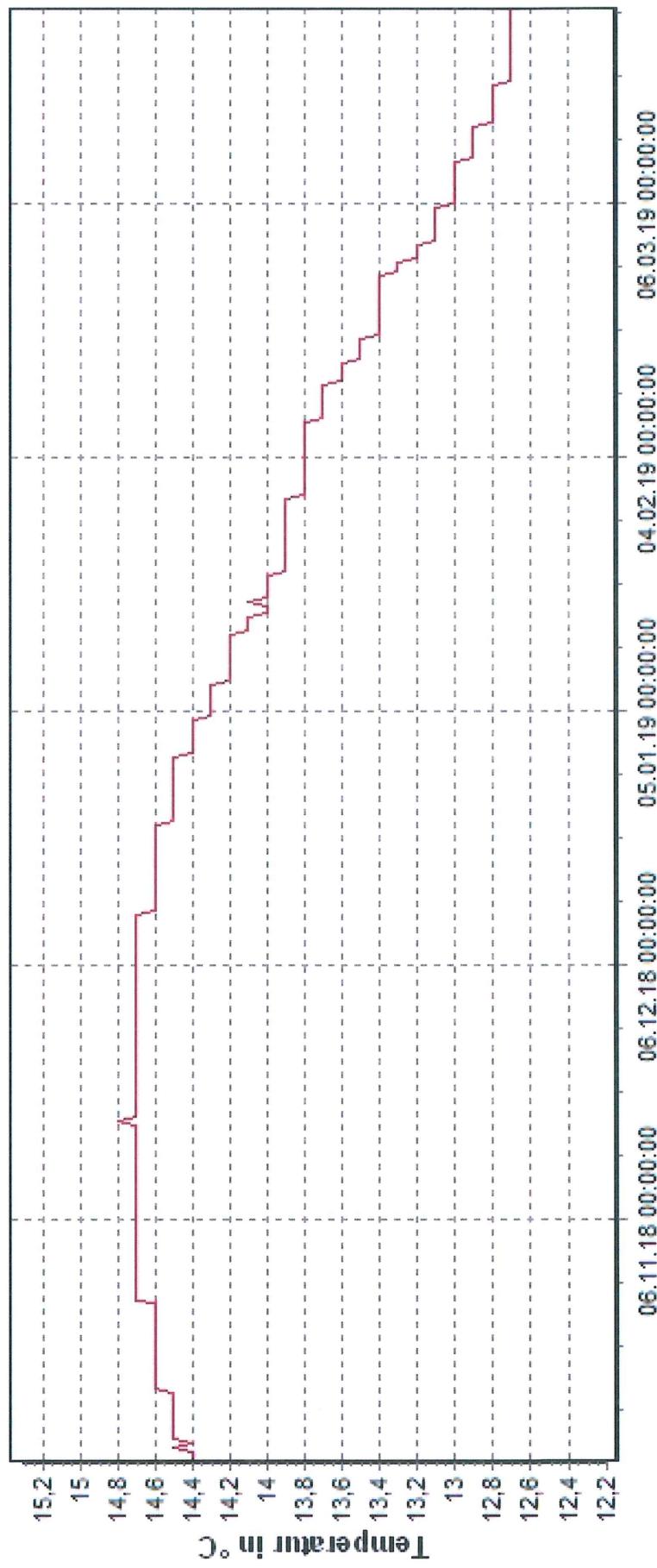
Zeitraum der ausgelesenen Daten: 08.10.2018 12:00:00 - 29.03.2019

### Kommentare zur Aufzeichnung:

Max. Temperatur 14,8 °C am 17.11.2018 12:00:00

Min. Temperatur 12,7 °C am 29.03.2019

### Messstelle: GWM 3



## Datensammler Report

Messstelle: GWM 3 -11

Parameter: Wasserstand



Datum: 15.03.2019

Zeitraum der ausgelesenen Daten: 09.10.2017 12:00:00 - 15.03.2019

### Gerätedaten:

Gerät: Typ 575-II  
Seriennummer: 5040  
Messbereich: 10,00 m  
Kabellänge: 6,00 m  
Speicherkapazität: 349525 Messungen  
Batteriekapazität: 100 %

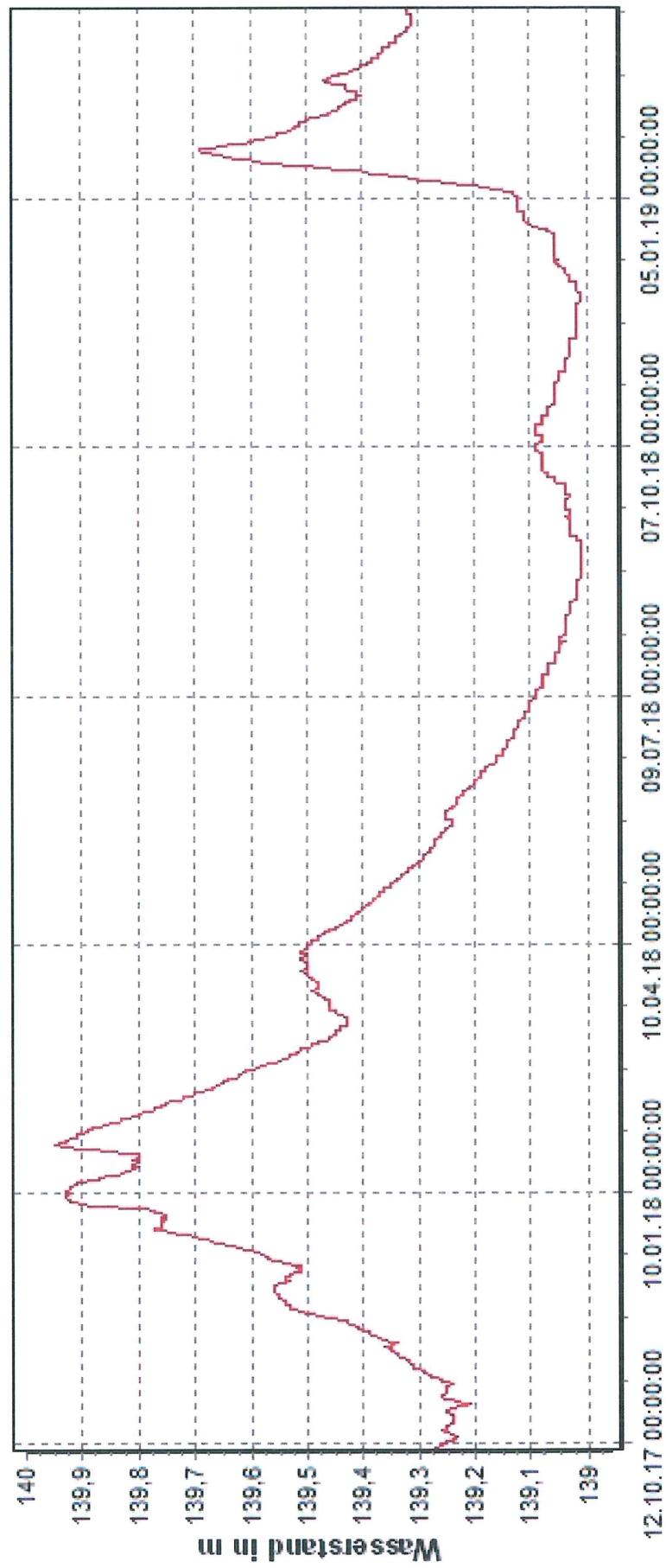
### Betriebsdaten:

Rohroberkante: 143,43 m  
Kontrollwert: 4,16 m  
Kontrollzeit: 09.10.2017 11:16:58  
Überdeckung: 0,82 m  
Messintervall: 12:00:00

### Kommentare zur Aufzeichnung:

Max. Wasserstand 139,95 m am 28.01.2018  
Min. Wasserstand 139,01 m am 02.12.2018

## Messstelle: GWM 3 -11



## Datensammler Report

Messstelle: GWM 3 -11

Parameter: Temperatur



Datum: 15.03.2019

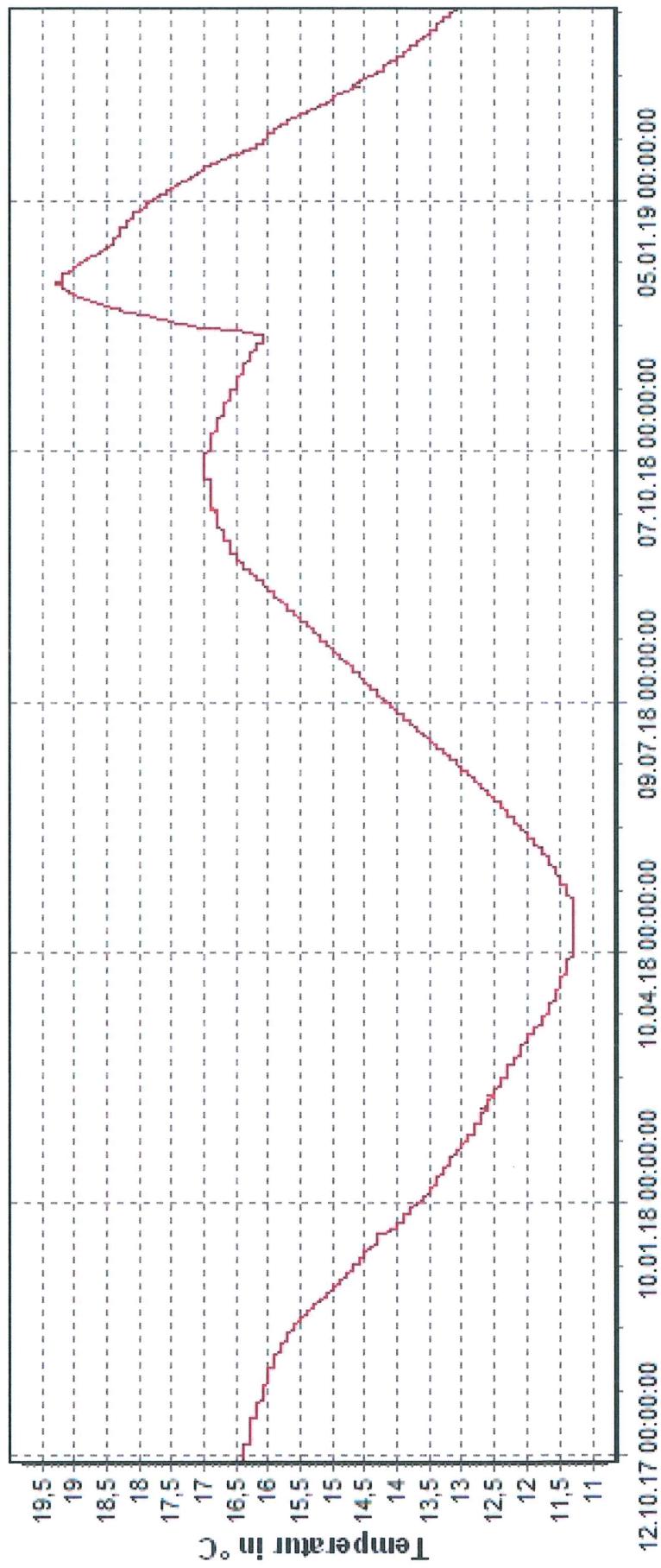
Zeitraum der ausgelesenen Daten: 09.10.2017 12:00:00 - 15.03.2019

### Kommentare zur Aufzeichnung:

Max. Temperatur 19,3 °C am 06.12.2018 12:00:00

Min. Temperatur 11,3 °C am 30.04.2018

**Messstelle: GWM 3 -11**

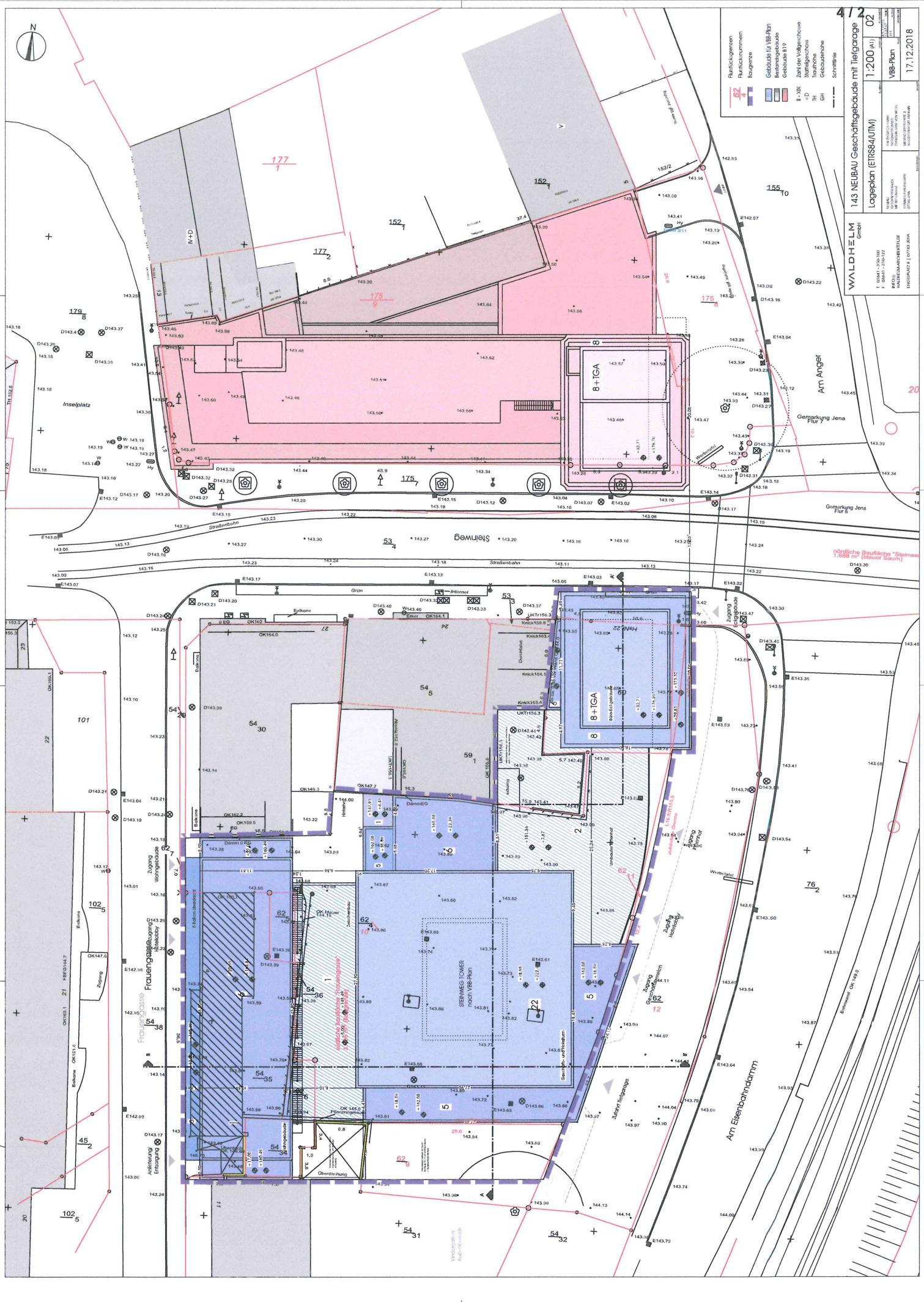


Büro Legefeld:  
Im Boden 9  
99428 Weimar-Legefeld

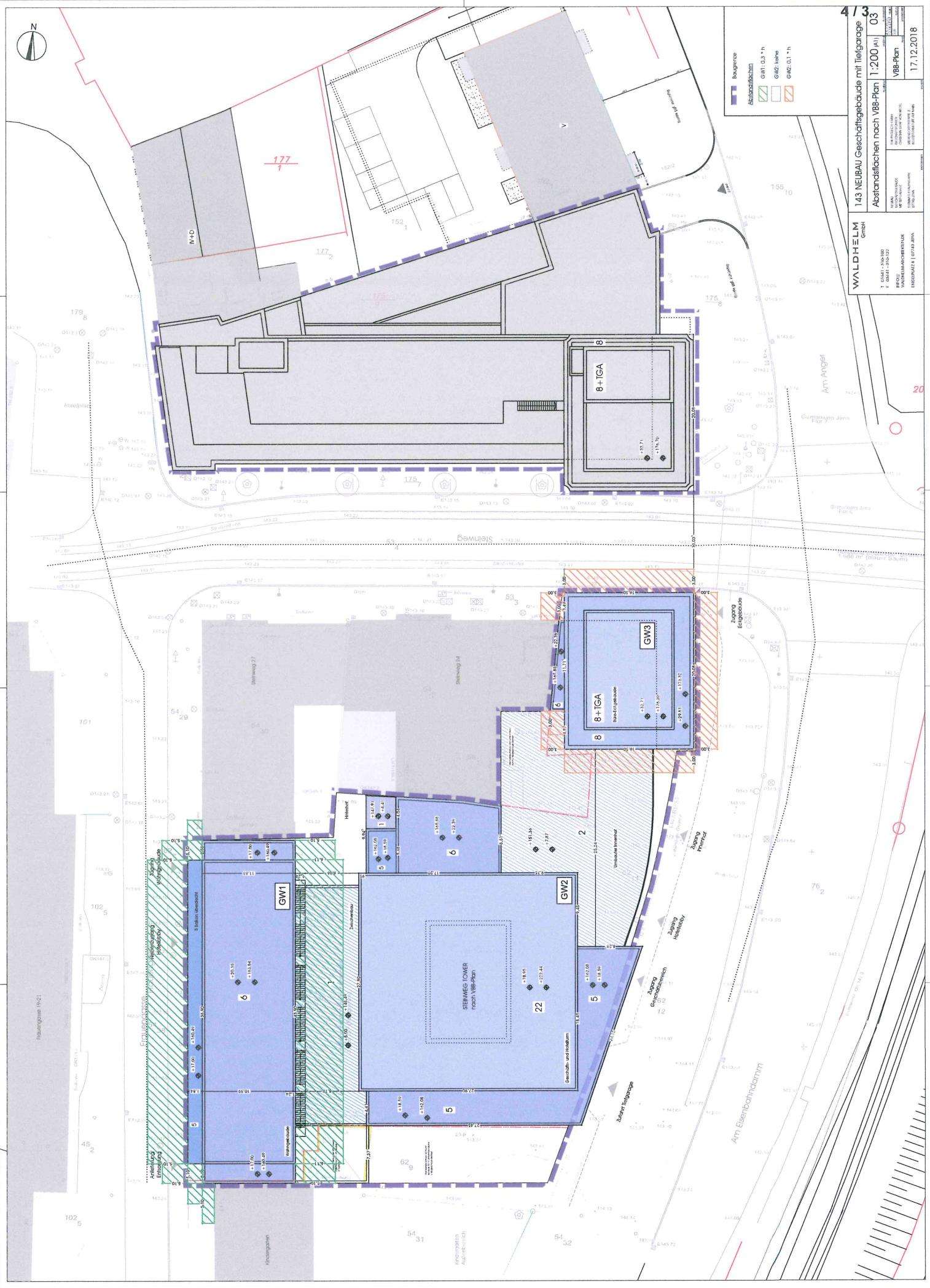
Büro Remscheid:  
Pestalozzistraße 13  
42899 Remscheid

# Anlage 4



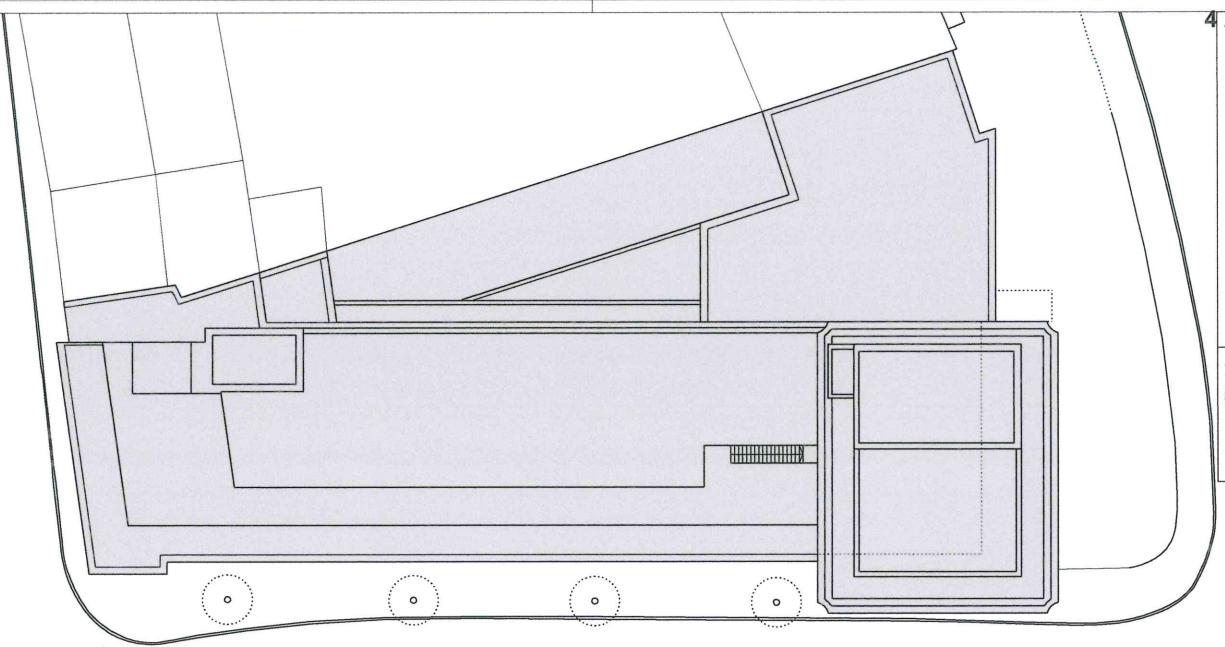


WALDHELM GmbH	143 NEUBAU Geschäftsgebäude mit Tiefgarage	1:200 (A1)	03
Abstandsfächchen	GW1 0,3 * h	VBB-Plan	17.12.2018
Abstandsfächchen	GW2 keine		
Abstandsfächchen	GW3 0,1 * h		

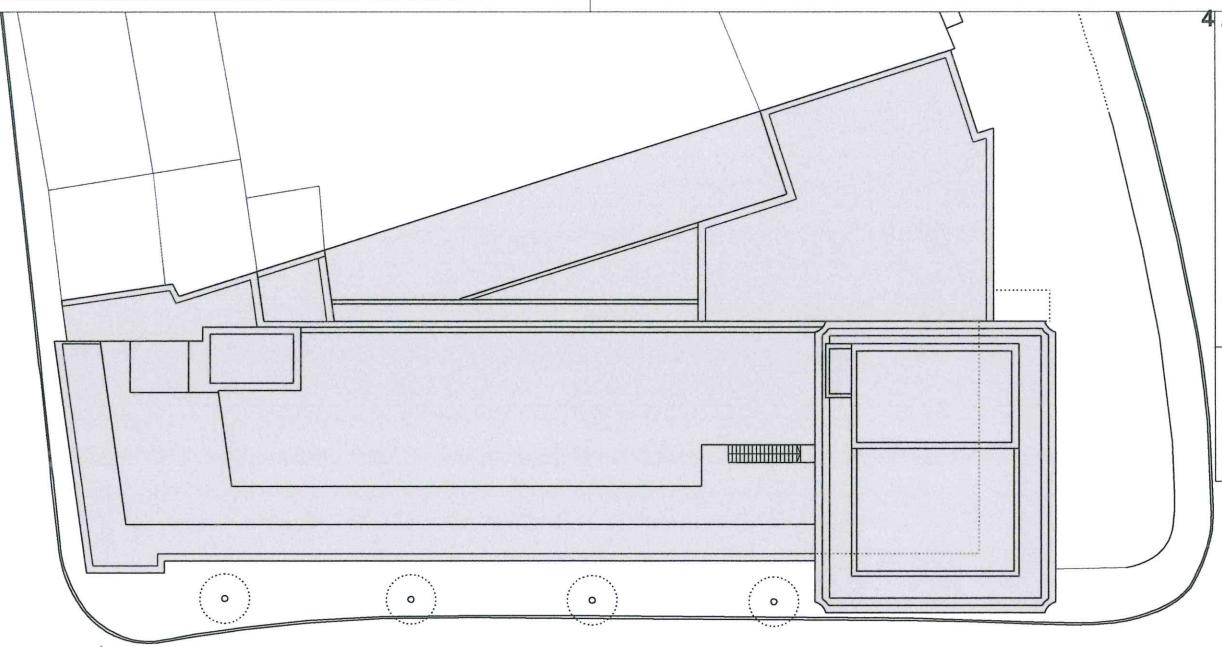


4/4

WALDHELM	143 NEUBAU Geschäftsbau mit Tiefgarage	04
-03_Untergeschoss	VBB-Plan	1:175 (A1)
WALDHELM	143 NEUBAU Geschäftsbau mit Tiefgarage	04
I GND - 210,00	II GND - 210,00	
F GND - 210,00	BEGN - 210,00	
WALDMARKESTÜCK	WALDMARKESTÜCK	
ENGLERPLATZ 1 1070 WIEN	ENGLERPLATZ 1 1070 WIEN	



4/5	143 NEUBAU Geschäftsbau mit Tiefgarage	1:175 (A1)	05
-02_Untergeschoss	VBB-Plan	17.12.2018	
WALDHELM	GmbH		



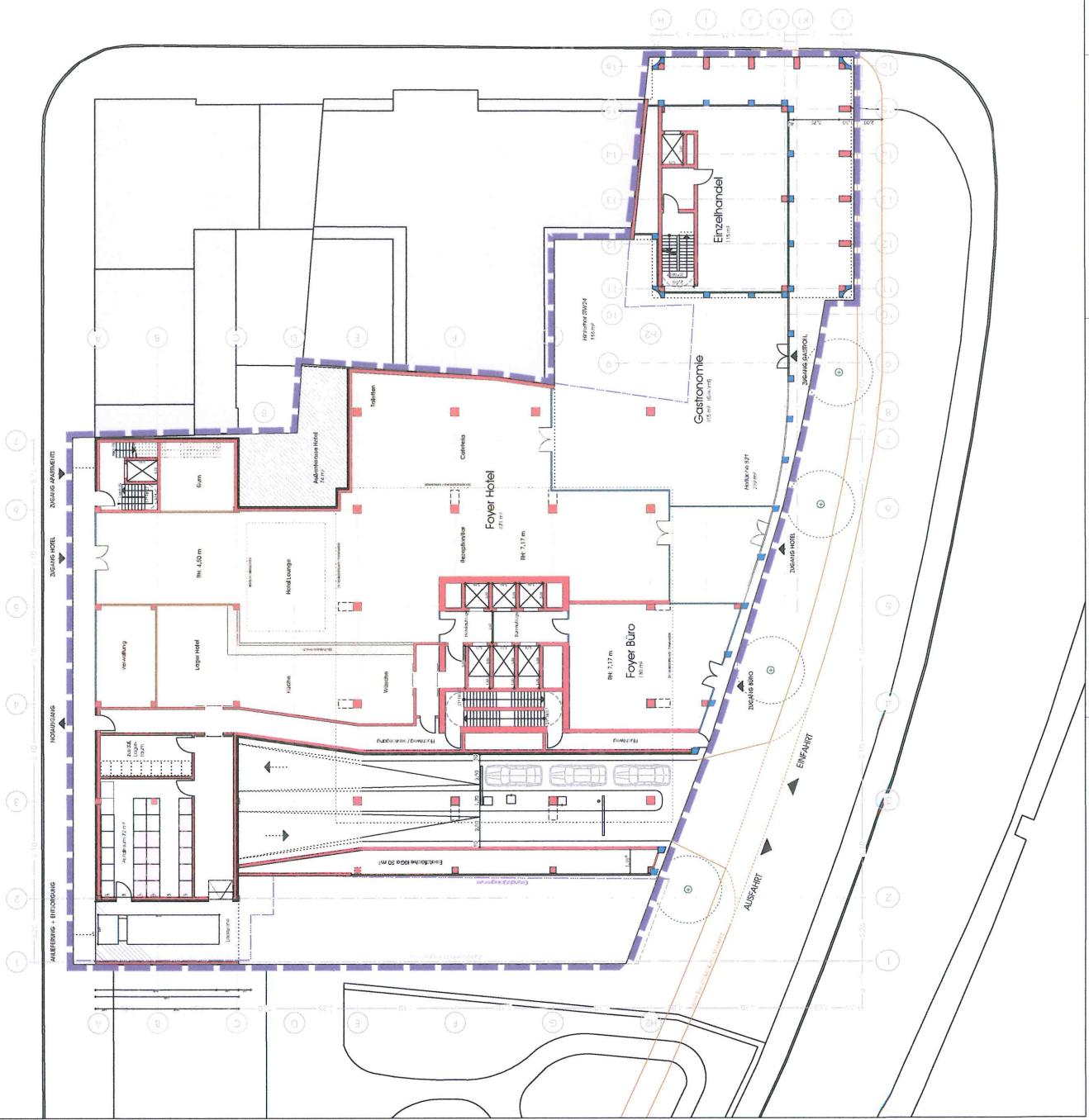
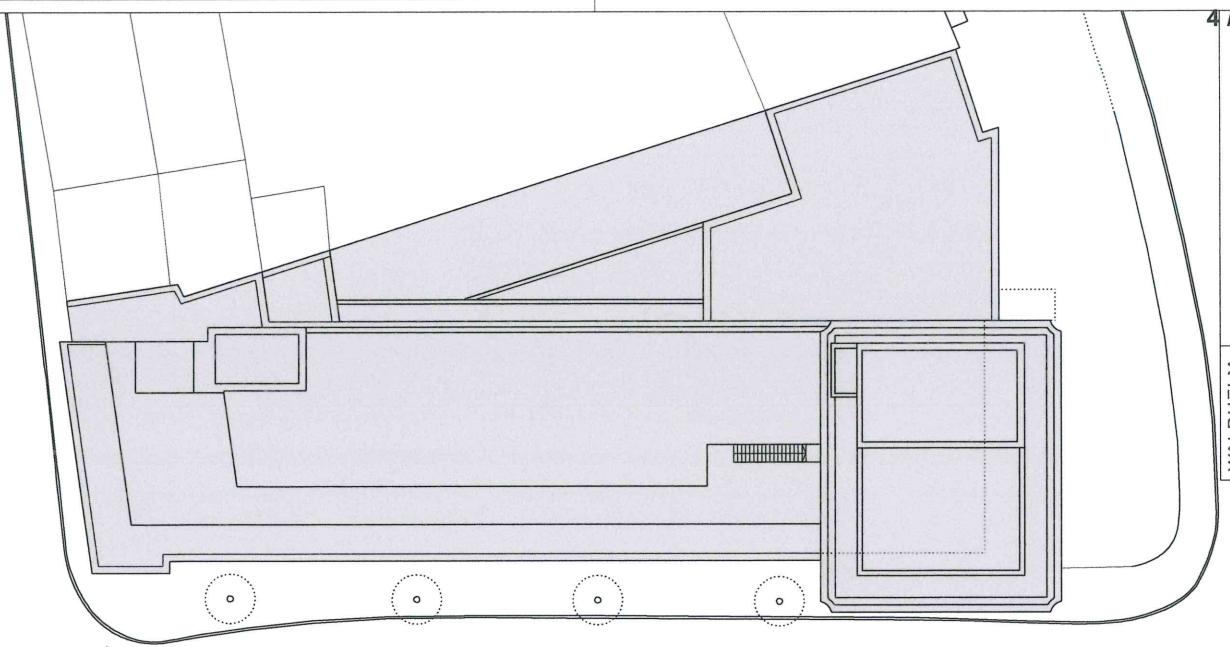
4/6

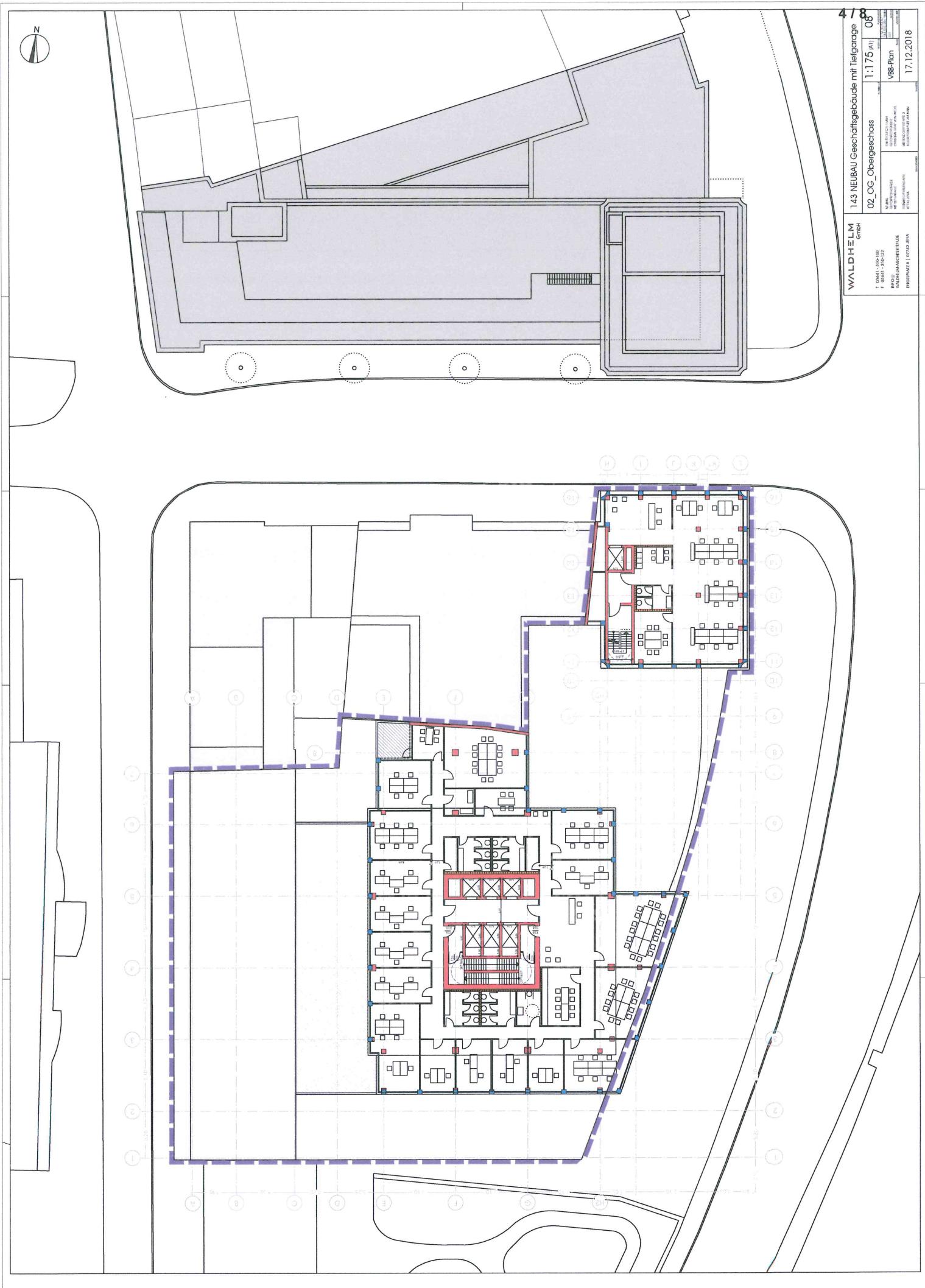
WALDHÜLM GmbH	143 NEUBAU Geschäftsbau mit Tiefgarage	1:175 (A)	06
-01_Untergeschoss	VBB-Plan		
WALDHÜLM GMBH WALDHÜLM GMBH WALDHÜLM GMBH WALDHÜLM GMBH WALDHÜLM GMBH	WALDHÜLM GMBH WALDHÜLM GMBH WALDHÜLM GMBH WALDHÜLM GMBH WALDHÜLM GMBH		
T: 0641-710-000 F: 0641-710-022 E-Mail: info@walthuelm.de WALDHÜLM ARCHITEKTUR ENGELHARDT & WALTHER	17.12.2018		

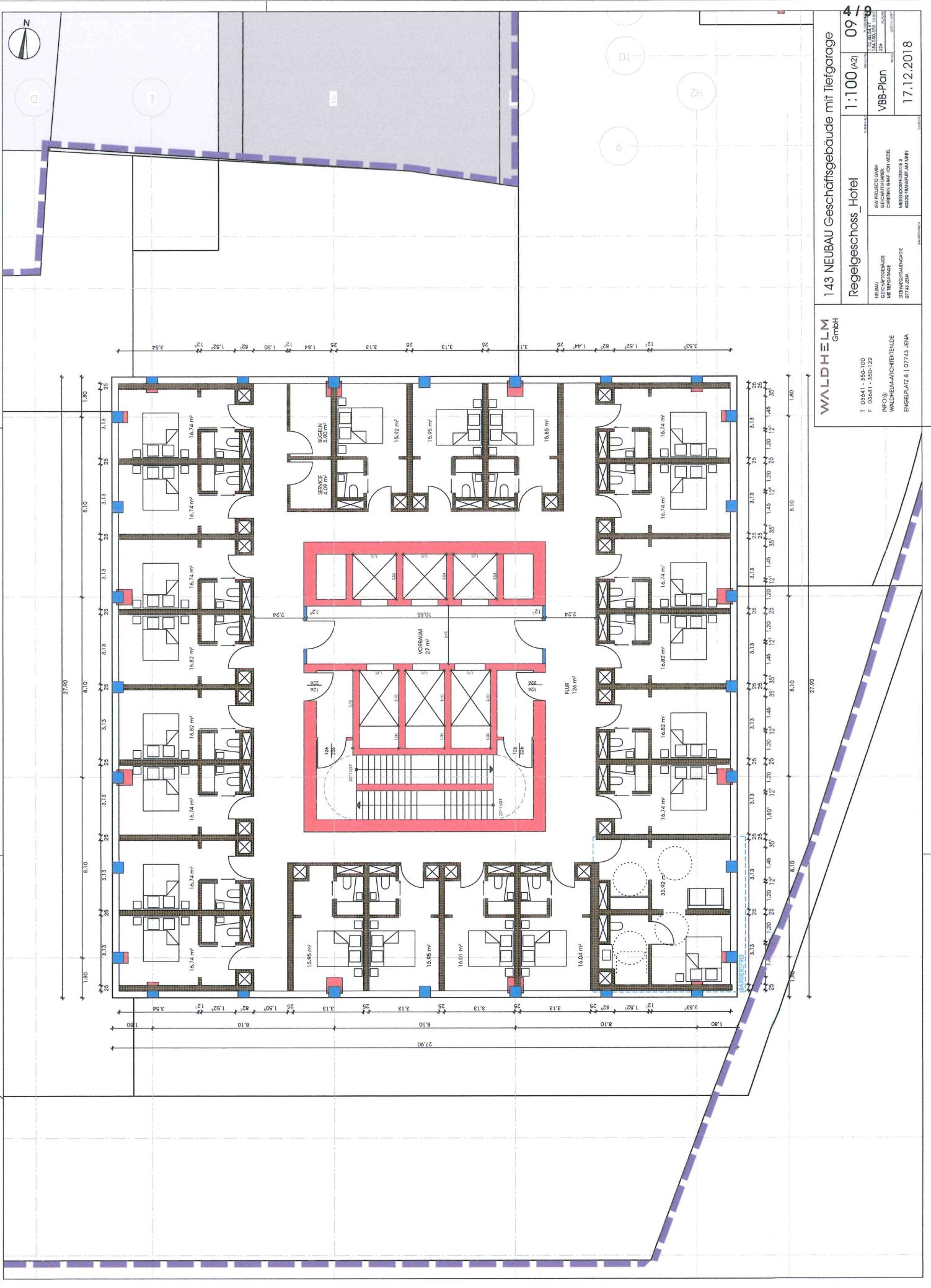


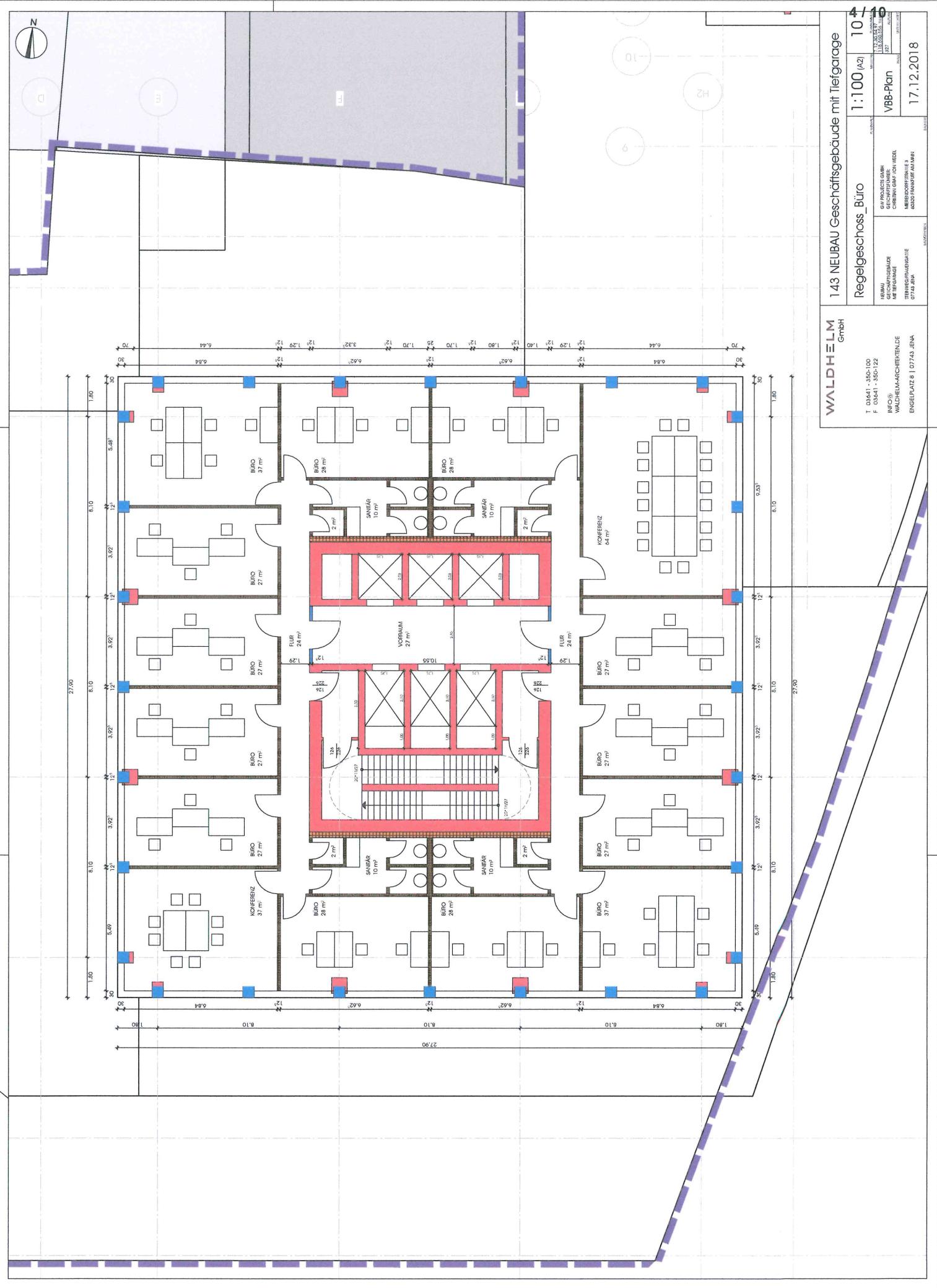
4/7

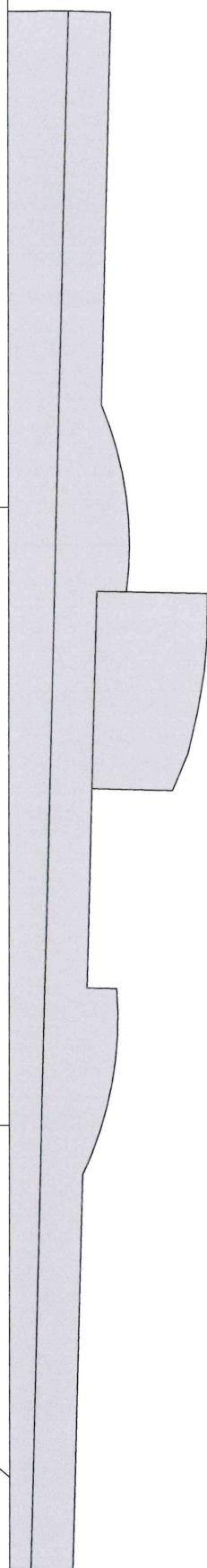
143 NEUBAU Geschäftsbau mit Tiefgarage	1:175 (A)	07
00 EG-Erdgeschoss	VBB-Plan	
WALDHEIM GmbH		
F. DIBAI - 2010/02		
BFOG - WACHSTUMSBEREICH ERGÄNZUNGSBAU 1. QTR 2018		
17.12.2018		





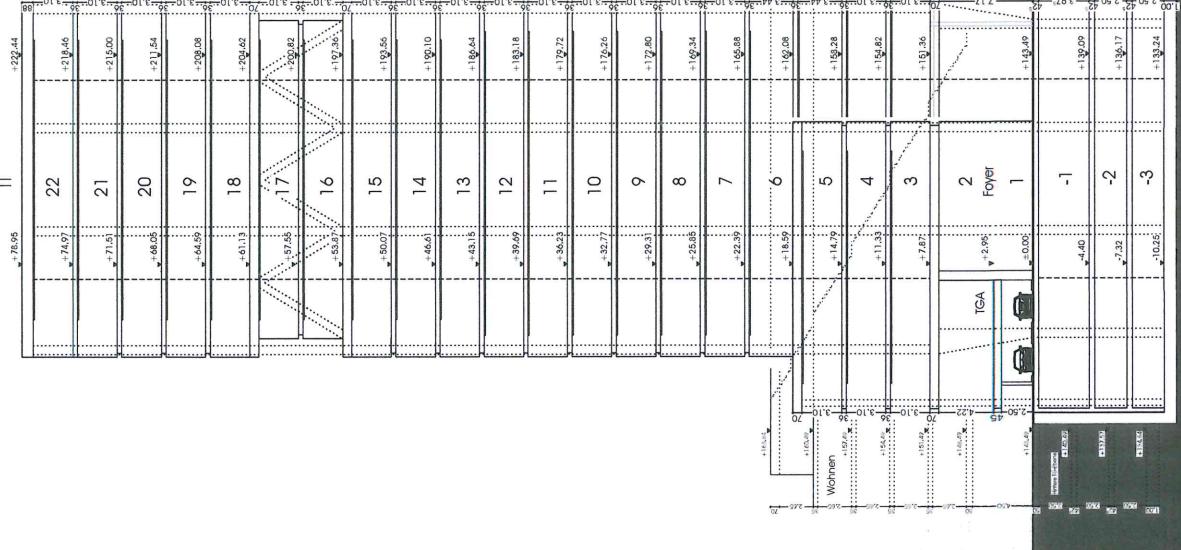






WALDHELM GmbH	143 NEUBAU Geschäftsbau mit Tiefgarage	1:100 [A2]	11/11
01 OG_Wohngebäude			
VBB-Plan			
17.12.2018			

T 03541 - 350-100  
F 03541 - 350-122  
INFO@ WALDHELMARCHITEKTE.DE  
STRASSEN 3  
07743 JENA  
GERMANY  
www.waldhelm.de



2008

25.24

22.

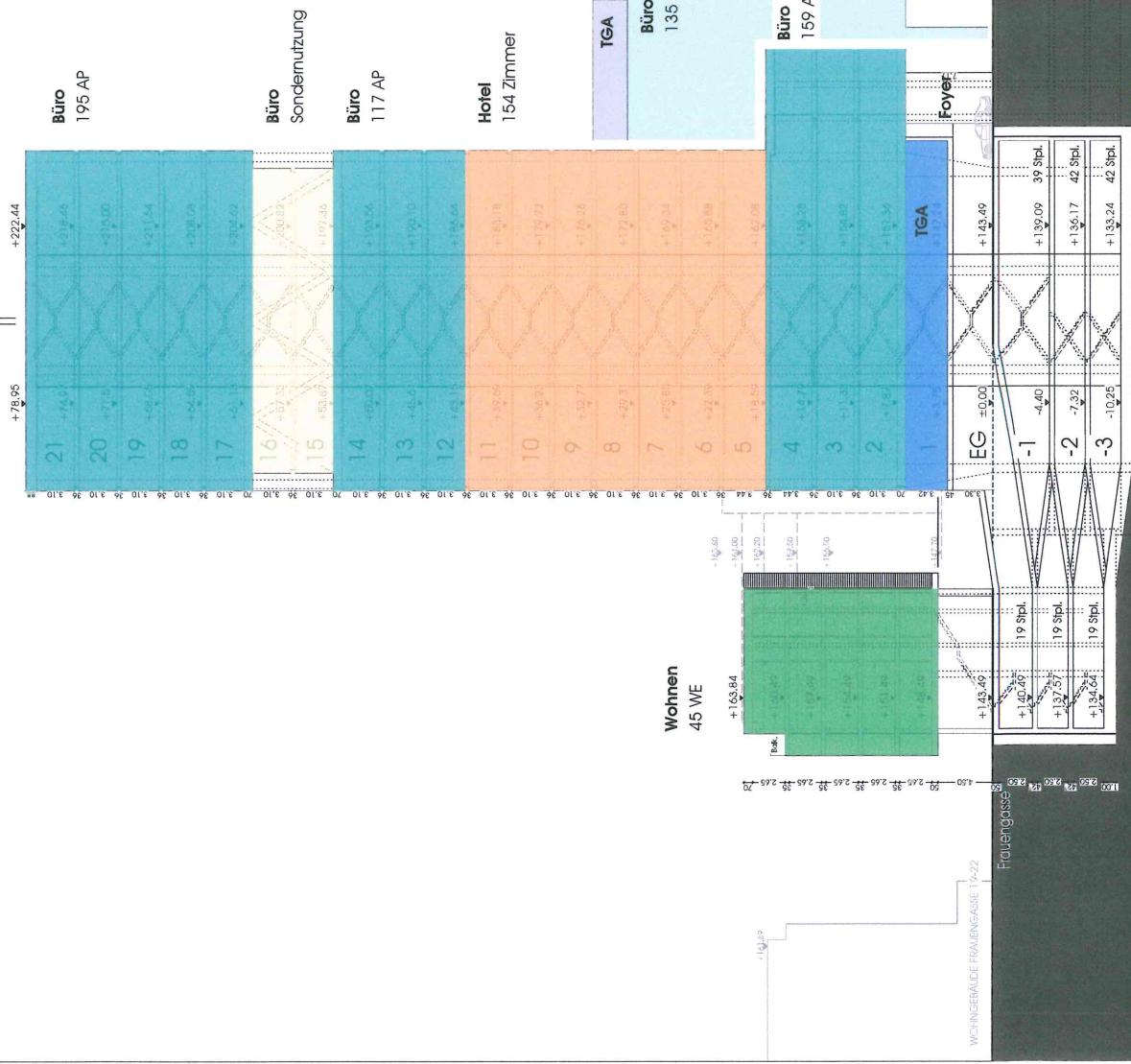
7.36

13.03

00

VBB-Plan

+299,00



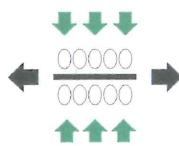
4 /		13	
WALDHELM GmbH	143 NEUBAU Geschäftsgebäude mit Tiefgarage	1.200 (K)	
T: 0841 - 210 000 F: 0841 - 210 072 EPOS WANDLUMPFACHHILDE ERGEBNISSE 8 10743 - 8740	VBB-Plan	17.12.2018	

**IBH – Herold & Partner Ingenieure Part mbB**

Büro Legefeld:  
Im Boden 9  
99428 Weimar-Legefeld

Büro Remscheid:  
Pestalozzistraße 13  
42899 Remscheid

# Anlage 5

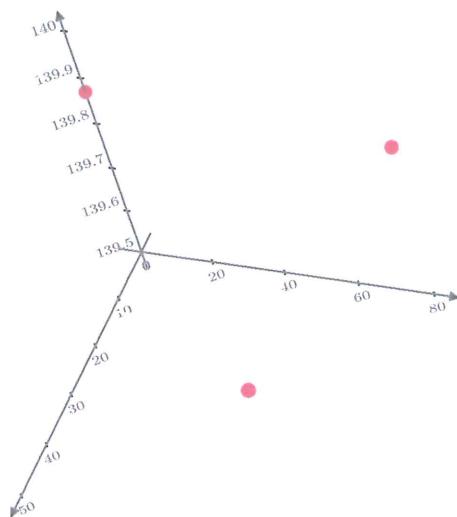


### Auswertung Stichtagsmessung Grundwassermesstellen:

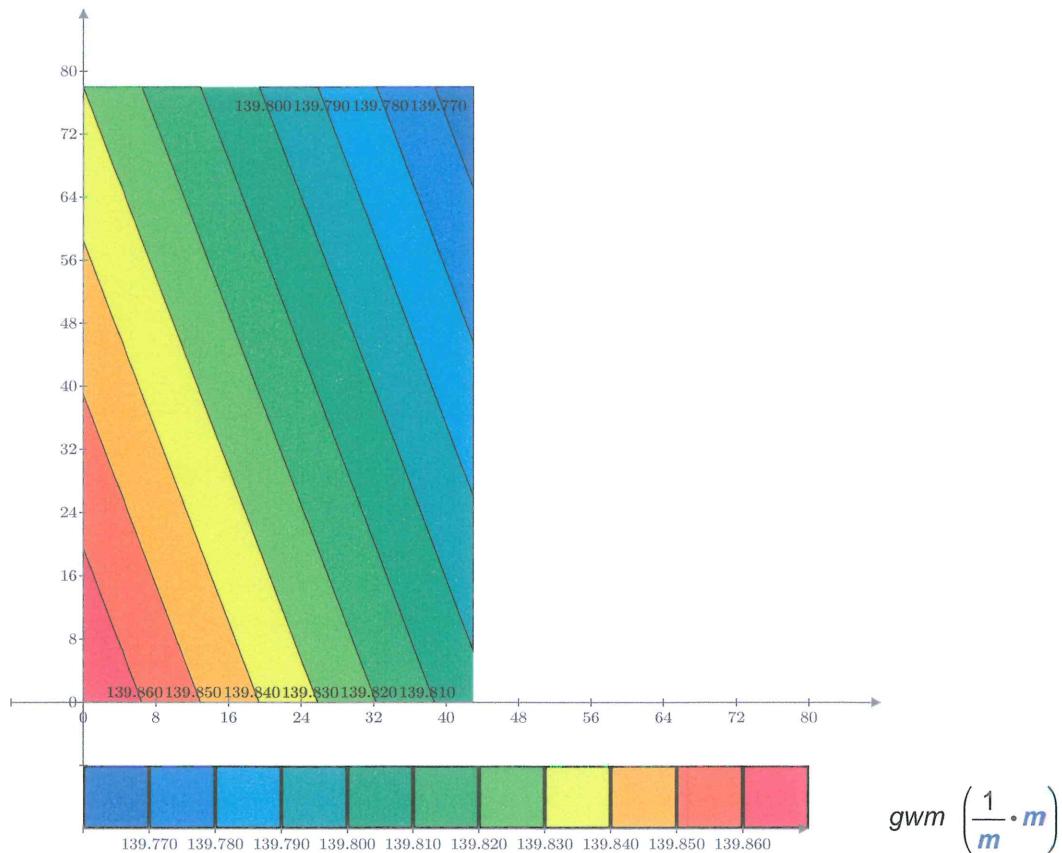
Grundwassermesstellen

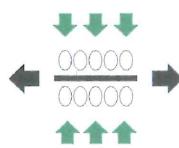
Lage

$$gwm := \begin{bmatrix} 0 & 0 & 139.87 \\ 0 & 78 & 139.83 \\ 43 & 65 & 139.77 \end{bmatrix}$$



$$gwm \left( \frac{1}{m} \cdot m \right)$$



Berechnung hydraulischer Gradient i:

$$H_{max} := 139.87 \text{ m} \quad L := 75.0 \text{ m}$$

$$H_{min} := 139.77 \text{ m}$$

$$i := \frac{(H_{max} - H_{min})}{L}$$

$$i = 0.0013$$

Berechnung Aufstau nach Schneider (vereinfacht) :

$$\text{Eingabe} \quad \theta := 45.0^\circ \quad a := 78 \text{ m} \quad b := 45.0 \text{ m}$$

$$t := \frac{a}{2} \quad t = 39 \text{ m}$$

$$w := \cos(\theta)$$

$$w = 0.7071$$

$$\text{Berechnung} \quad \Delta h := i \cdot \frac{a}{\sqrt[2]{\pi}}$$

$$\Delta h = 0.059 \text{ m}$$

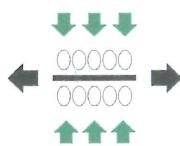
Berechnung Aufstau nach Schneider (mit Anströmwinkel) :

$$\text{Eingabe} \quad x := 0.00 \text{ m} \quad y := 0.00 \text{ m} \quad i := 0.001 \quad \text{Minimum}$$

*Berechnung*

$$\Delta h := \frac{(i \cdot \cos(\theta) \cdot \sqrt[2]{2})}{2} \cdot \left( \left( \sqrt[2]{\left( \sqrt[2]{\left( (x^2 - y^2 + t^2)^2 \right)} + 4 \cdot x^2 \cdot y^2 \right)} \right) + x^2 - y^2 + t^2 \right) - i \cdot x \cdot \cos(\theta)$$

$$\Delta h = 0.0276 \text{ m} \quad \text{Minimum}$$



Eingabe       $x := 0.00 \text{ m}$        $y := 0.00 \text{ m}$        $i := 0.0013$       Mittelwert

Berechnung

$$\Delta h := \frac{(i \cdot \cos(\theta) \cdot \sqrt[2]{2})}{2} \cdot \left( \left( \sqrt[2]{\sqrt[2]{((x^2 - y^2 + t^2)^2) + 4 \cdot x^2 \cdot y^2}} \right) + x^2 - y^2 + t^2 \right) - i \cdot x \cdot \cos(\theta)$$

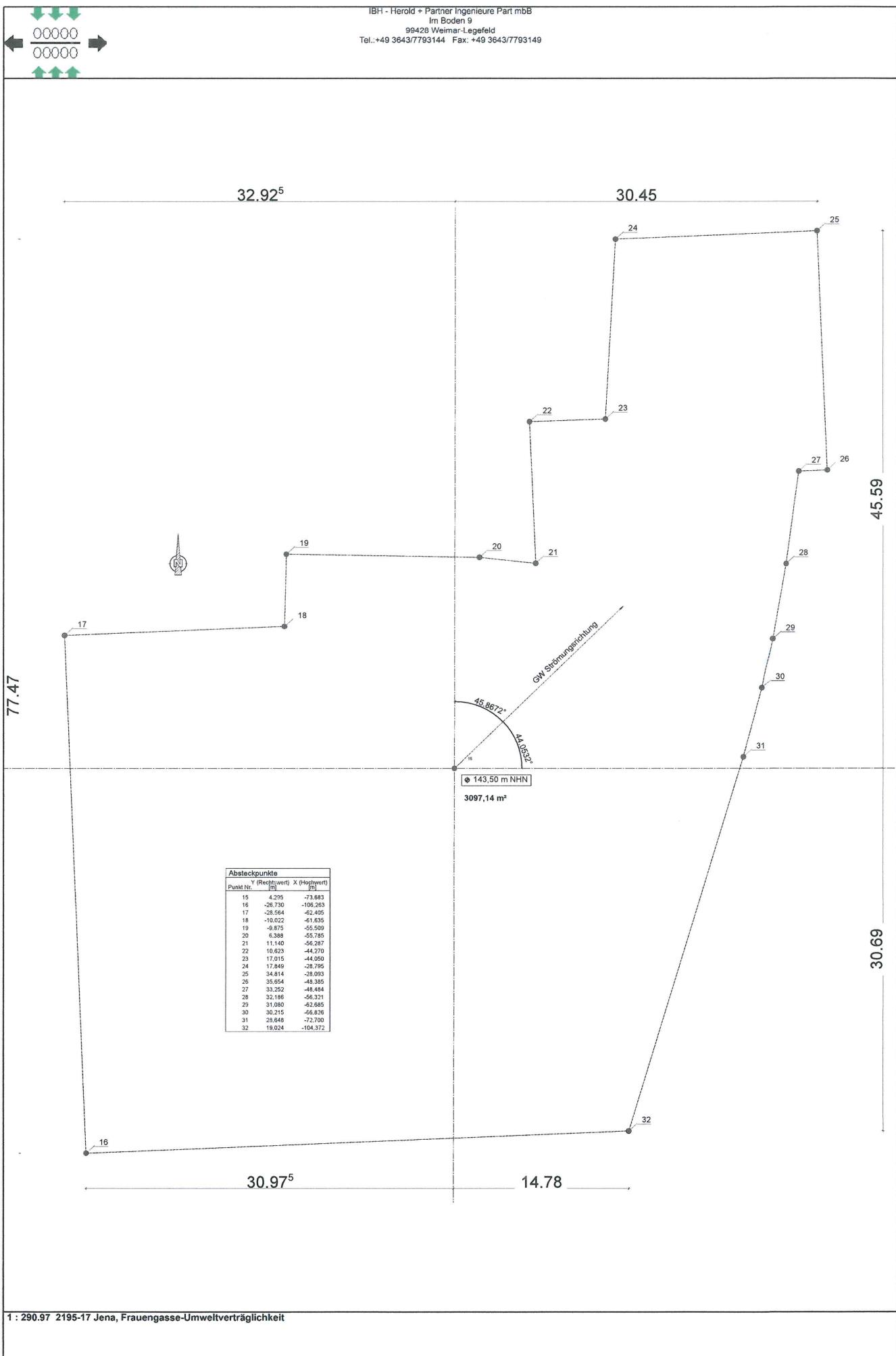
$\Delta h = 0.0359 \text{ m}$       Mittelwert

Eingabe       $x := 0.00 \text{ m}$        $y := 0.00 \text{ m}$        $i := 0.002$       Maximum

Berechnung

$$\Delta h := \frac{(i \cdot \cos(\theta) \cdot \sqrt[2]{2})}{2} \cdot \left( \left( \sqrt[2]{\sqrt[2]{((x^2 - y^2 + t^2)^2) + 4 \cdot x^2 \cdot y^2}} \right) + x^2 - y^2 + t^2 \right) - i \cdot x \cdot \cos(\theta)$$

$\Delta h = 0.0552 \text{ m}$       Maximum



Büro Legefeld:  
Im Boden 9  
99428 Weimar-Legefeld

Büro Remscheid:  
Pestalozzistraße 13  
42899 Remscheid

# **Anlage 6**

