

BEB Jena Consult GmbH

Baugrund - Erdbau – Beweissicherung

Tatzendpromenade 2

07745 Jena

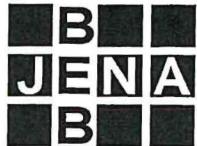
Tel.: (03641) 45 27-0

Internet: beb-jena-consult.de

Fax

45 27 30

Email: beb-jena@beb-jena-consult.de



Geotechnischer Untersuchungsbericht nach EC 7.2

Baugrunduntersuchung und Gründungsberatung

1. Ergänzung

Auftrags-Nr.: **5035/26/88/E-1**

Bauvorhaben: **Jena, Saalbahnhofstraße 21**
Neubau Wohnbebauung

Geotechnische Kategorie: **GK 2**

Auftraggeber: **TW Wohnbau Saalbahnhofstraße GmbH & Co. KG**
August-Bebel-Straße 5
07743 Jena

Planer: **ETB Bauprojekt**
Architektur- und Ingenieurbüro Jena GmbH
Alexander-Puschkin-Platz 5
07745 Jena

Der Bericht umfasst 17 Seiten und 6 Anlagen.

Jena, den 20.05.2019

BEB Jena Consult GmbH

Dipl.-Ing. H. Agsten
IngKTh: 1953-98-BI

Der Bearbeiter

Dipl.-Geogr. S. Sonntag

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
UNTERLAGEN	3
ANLAGEN	3
0. VORGANG UND AUFTRAG	4
1. UNTERSUCHUNGSGEBIET	4
2. BAUAUFGABE	5
2.1 Objekt	5
2.2 Baubeschreibung	5
3. BAUGRUNDMODELL, DARSTELLUNG DER ERGEBNISSE DER GEOTECHNISCHEN UNTERSUCHUNG UND DEREN AUSWERTUNG	6
3.1 Morphologie des Geländes	6
3.2 Einwirkungen	6
3.3 Regionale Einheiten/Geologischer Überblick	7
3.4 Baugrunderkundung	7
3.5 Baugrundschichtung / Homogenbereiche	8
3.6 Eigenschaften der Baugrundschichtung vor dem Lösen	8
3.7 Wasserführung	10
4. BAUGRUNDEIGNUNG	11
4.1 Bebaubarkeit des Untersuchungsgebietes	11
4.2 Belastbarkeit	11
4.3 Lösbarkeit (informativ)	11
4.4 Verwendbarkeit der Schüttstoffe aus Abtrag und Aushub	11
4.5 Rammbarkeit (informativ)	11
4.6 Bohrbarkeit (informativ)	12
5. LÖSUNGSVORSCHLÄGE	12
5.1 Bauwerkseinordnung	12
5.2 Gründungsmethode	12
5.3 Bauwerksschutz	12
5.4 Schutz des Baugrundes	12
5.5 Wasserhaltung	12
5.6 Schutz der Baugrube	12
5.7 Planumsschutz	12
5.8 Gründungspolster	12
6. BERECHNUNGSGRUNDLAGEN	13
6.1 Generelle Berechnungsgrundlagen	13
6.2 Spezielle Berechnungsgrundlagen	13
7. HINWEISE	13

Unterlagen

- U 1** - schriftlicher Auftrag durch den Bauherrn, TW Wohnbau Saabahnhofstraße GmbH & Co. KG am 14.02.2019
- U 2** - Angebot Nr. Je – 020/19 der BEB Jena Consult GmbH vom 15.01.2019 inkl. Leistungsverzeichnis.
- U 3** - Ortstermine am 09. und 10.04.2019 mit Durchführung von drei Kernbohrungen (KB 1/19 bis KB 3/19), Entnahme von Bodenproben sowie Einmessen auf einen örtlichen Festpunkt
- U 4** - Unterlagen des Planers / Auftraggebers:
- 4.1** – Lageplan M 1:200, 07.05.2019
 - 4.2** – Grundrisse / Schnitte M 1:100, 07.05.2019
- U 5** - Topographische Karte M 1:10 000, Nr. 1304 - 114 (Jena)
- U 6** - Geologische Karte M 1:25 000, Nr. 5035 (Jena)
- U 7** - Karte der Auslaugungsercheinungen M 1:100 000, Blatt M 32 - 48 Jena
- U 8** - Archivunterlagen der BEB Jena Consult GmbH:
- 8.1** - Baugrundvoruntersuchung 5035/26/88/E vom 31.08.2017

Anlagen

- A 1** - Übersichtsplan
- A 2** - Lage- und Aufschlussplan
- A 3** - Profildarstellungen der Einzelaufschlüsse
- A 4** - Geländeschnitt
- A 5** - Protokolle der Laboruntersuchungen
- A 6** - Grundbruch- und Setzungsnachweis für Bodenplatten
- A 7** - Vorbemessung Bohrpfähle

0. Vorgang und Auftrag

In Jena auf dem Grundstück der Saalbahnhofstraße ist der Abriss der Bestandsbebauung und der anschließende Neubau von Wohngebäuden mit einer großen Tiefgarage geplant. Die Planung des Bauvorhabens erfolgt durch das ETB Bauprojekt Architektur- und Ingenieurbüro Jena GmbH.

Für die weiteren Planungen wurden die Untergrundverhältnisse, die Altlastensituation und die Gründungssituation am Standort mit dem Gutachten U8.1 beurteilt.

Im Rahmen der Planung wird die Herstellung von Bohrpfählen für die Baugrubensicherung in Betracht gezogen.

Nach Angebot U1 wurde das Gutachterbüro mit U2 mit der Ausführung von zusätzlichen Kernbohrungen beauftragt, um die Untergrundverhältnisse in weiteren Bereichen des Baufeldes zu erkunden.

Der nachfolgende Bericht wertet die Kernbohrungen aus und ergänzt Angaben zur Gründungsberatung auf der Grundlage der Erkenntnisse aus den Aufschlüssen.

Sofern keine Änderungen oder Ergänzungen notwendig sind, wird auf die Aussagen des vorliegenden Gutachtens U8.1 verwiesen, welches weiter gültig bleibt.

1. Untersuchungsgebiet

Das Untersuchungsgebiet befindet sich nordöstlich vom Stadtzentrum, zwischen der Saalbahnhofstraße, der Straße Am Anger und der Käthe-Kollwitz-Straße. Das Baufeld beinhaltete ursprünglich die Flurstücke 108/3, 110, 107/6, 107/4 und 124/10 der Flur 7 in der Gemarkung Jena. In der Planungsphase ist das Flurstück 111 der Flur zum Neubaugrundstück hinzugekommen. Die Lage der Untersuchungsfläche ist aus dem Übersichtsplan (vgl. A1) zu ersehen.

Nach U4 besitzt der Standort folgende Mittelpunktkoordinaten (Gauß-Krüger):

Hochwert: **56 44 231**

Rechtswert: **44 71 345**

2. Bauaufgabe

2.1 Objekt

Bei der Baumaßnahme handelt es sich um den Neubau eines unterkellerten 6-geschossigen Mehrfamilienhauses.

2.2 Konstruktion, Bauweise

Nach U4 ist das Wohngebäude im südlichen Bauabschnitt angeordnet und soll 6-geschossig ausgebildet werden. Im Kellergeschoß ist eine Tiefgarage mit Doppelparkern und einem Installationsbereich geplant. Das Mehrfamilienhaus verläuft L-förmig entlang der Käthe-Kollwitz-Straße und Am Anger. Die Zufahrt zur Tiefgarage erfolgt über die Saalbahnhofstraße.

Nach den übergebenen Unterlagen besitzt der Neubau folgende Abmessungen:

Breite: ca. 40 m Länge: ca. 52 m Höhe: ca. 18 m

Das Konstruktionssystem ist als Mauerwerksbauweise zu beschreiben. Das statische System besteht aus tragenden Wänden, die über massive Geschossdecken ausgesteift werden. Die Gründung soll auf einer statisch bewehrten 30 cm dicken Bodenplatte erfolgen.

Hinsichtlich der Höhenanordnung ist in etwa von folgender Bezugshöhe auszugehen:

- OK FFB EG = ± 0,00 = 143,51 m NHN
- Gründungssohle Bodenplatte = - 7,11 = 136,40 m NHN

Genaue Angaben zu den abzutragenden Belastungen liegen momentan nicht vor.

3. Baugrundmodell, Darstellung der Ergebnisse der Geotechnischen Untersuchung und deren Auswertung

3.1 Morphologie des Geländes

siehe U8.1

3.2 Einwirkungen

3.2.1 Nutzung geländenaher Tiefenbereiche

siehe U8.1

3.2.2 Bodenbelastung

siehe U8.1

3.2.3 Nutzung geländeferner Tiefenbereiche

siehe U8.1

3.2.4 Dynamische Einflüsse/Seismik

siehe U8.1

3.2.5 Rezente potentielle Prozesse

siehe U8.1

3.2.6 Grundwassereinwirkung

siehe U8.1

3.3 Regionale Einheiten/Geologischer Überblick

- naturräumlich: westliche Talaue im Bereich des mittleren Saaletals
- regionalgeologisch: Anthropogen über quartären Auesedimenten und im Liegenden Gesteine des Oberen Buntsandsteins als Tafeldeckgebirge im Bereich der Bleicherode- Stadtrodaer- Scholle der Thüringer Mulde
- bodenmechanisch: Am Standort stehen kiesige Auffüllungen (Schicht 0.1) aus der Verkehrsflächenbefestigung und aus dem Bodenaustausch im Rahmen der früheren Sanierung als schwach schluffiger, sandiger Kies und kiesiger Sand und bindige Auffüllungen (Schicht 0.2) aus der Verfüllung der Lache mit umgelagertem Auelehm als toniger Schluff an. Weiterhin folgt Auelehm (Schicht 1) als schwach toniger, schwach kiesiger Schluff und darunter Saalekies (Schicht 2). Tiefer befindet sich der entfestigte Tonstein (Schicht 3) der Salinarröt-Folge des Oberen Buntsandsteins.

3.4 Baugrunderkundung

Felduntersuchungen

Zur Feststellung der Baugrundschichtung bis in 15 m Tiefe wurden ergänzend zu den bisherigen Aufschlüssen die Kernbohrung KB 1 bis 3/19 ausgeführt.

Die Lage der Kernbohrungen kann dem Aufschlussplan der Anlage 2 entnommen werden.

Die Einmessung der Höhen der Aufschlüsse wurde auf örtliche Festpunkte, im Regelfall Schächte des Abwassersystems vorgenommen.

Der geförderte Baugrund wurde mit der Baugrunduntersuchung aus U8.1 verglichen.

Die erkundete und ausgewertete Baugrundschichtung ist aus der Anlage 3 als Einzelprofile und in der Anlage 4 als Geländeschnitt zu entnehmen.

Laboruntersuchungen

Zur Klassifizierung des Bodens nach DIN 18196 und zur Bestimmung der Betonaggressivität des Grundwassers wurden im Labor der BEB Jena Consult GmbH die folgenden Untersuchungen durchgeführt:

Tabelle 1: Laboruntersuchungen

Untersuchung / Bestimmung	DIN	Anzahl	Anlage
Wassergehalt	EN ISO 17892-1	4	5.1
Zustandsgrenzen	EN ISO 17892-12	2	5.2 – 5.3
Korngrößenverteilung	EN ISO 17892-4	1	5.4
Glühverlust	18128	1	5.5

3.5 Baugrundschichtung / Homogenbereiche

Die Angabe der Baugrundschichtung erfolgt auf der Grundlage der durchgeführten Felduntersuchungen. Entsprechend der in der Anlage 2 dokumentierten Erkundungsergebnissen der Einzelprofile wurden folgende Baugrundschichten angetroffen und entsprechenden Homogenbereichen (HB) zugeordnet. Die Einstufung der Homogenbereiche (HB) nach dem aktuellen Normenstand der VOB Vergabe- und Vertragsordnung 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 Felschichten, der für einsetzbare Erdbaugeräte, Bohrarbeiten usw. vergleichbare Eigenschaften aufweist. Eine weiterführende Differenzierung, z.B. hinsichtlich Lösen, Laden, Fördern, Wiedereinbauen usw., erfolgt nicht.

Tabelle 2: Einteilung der Homogenbereiche

Baugrundschicht	Homogenbereich (HB)
0.1 – kiesige Auffüllungen	A
0.2 – bindige Auffüllungen	B
1 – Auelehm	B
2 – Saalekies	A
3 – Tonstein	C

3.6 Eigenschaften der Baugrundschichtung vor dem Lösen

Die Angabe der Baugrundschichtung erfolgt auf der Grundlage der durchgeführten Felduntersuchungen. Am Standort ist von folgender Untergrundschichtung auszugehen:

HB A (Schichten 0.1 und 2):

Genese:

Mächtigkeit, Verbreitung:

Bodenart (DIN EN ISO 14688-1):

Beimengungen:

Masseanteil Steine und Blöcke,
 große Blöcke (DIN 14688-2):

Anteil Organik:

Dichte:

Bodengruppe (DIN 18196):

Bodenklasse (DIN 18300):

Farbe:

Lagerung:

Frostempfindlichkeit:

Wasserempfindlichkeit:

Bodenarten (ATV- Bl. 127):

Abrasivität:

kiesige Auffüllungen und Saalekies

Auffüllung aus der Verkehrsflächenbefestigung, Bodenaustausch im Rahmen der Sanierung, Verfüllung der ehemaligen Lache und Saalekies als quartäres Auesediment
 vgl. A 3 - A 4

Kies, sandig - stark sandig, schwach schluffig – schluffig;
 Sand, schwach schluffig – stark schluffig
 Ziegel, Keramik

Steine: 10 - 35 %, Blöcke: 0 – 20 % (geschätzt)

$V_{gl} = 0 - 2 \%$

$\rho = 1,9 - 2,0 \text{ g/cm}^3$

A [GU / SU / SU*]

3 – 4, 5 bei Steinanteil > 30 % (informativ)

grau, braungrau – graubraun

(locker – mitteldicht) D = 0,15 – 0,50

F2 - F3 (nach ZTVE – StB 17)

gering wasserempfindlich

Gruppe 2 - Gruppe 3

CAI = 2,0 – 4,0 stark abrasiv

HB B (Schichten 0.2 und 1):

Genese:

Mächtigkeit, Verbreitung:

Bodenart (DIN EN ISO 14688-1):

Masseanteil Steine und Blöcke,
 große Blöcke (DIN 14688-2):

Anteil Organik:

Dichte:

Bodengruppe (DIN 18196):

Bodenklasse (DIN 18300):

Farbe:

Konsistenz:

Frostempfindlichkeit:

Wasserempfindlichkeit:

Bodenarten (ATV- Bl. 127):

Abrasivität:

bindige Auffüllungen / Auelehm

Auffüllungen aus der Verfüllung des ehemaligen Geländes und Auelehm als quartäres Auesediment
 vgl. A 3 - A 4

Schluff, sandig bis stark sandig, teilweise tonig und kiesig

Steine: 0 - 5 %, keine Blöcke (geschätzt)

$V_{gl} = 2 - 5 \%$

$\rho = 2,0 - 2,1 \text{ g/cm}^3$

UM

4 (informativ)

braun

(weich – steif) $I_c = 0,6 - 0,8$

F3 (nach ZTVE – StB 17)

stark wasserempfindlich

Gruppe 3

CAI = 0 – 0,5 nicht bis kaum abrasiv

HB C (Schicht 3):

Genese:

Mächtigkeit, Verbreitung:

Benennung (DIN EN ISO 14689):

Bodengruppe (DIN 18196):

Festigkeit:

Einachsiale Druckfestigkeit:

Dichte:

Tonstein

Feinkörniges Sedimentgestein (SF), Salinarröt

vgl. A 3, A 4

Tonstein, teilweise Schluffstein

TL

brüchig, geringhart

$q_u < 1 \text{ MN/m}^2$

$\rho = 2,1 - 2,2 \text{ g/cm}^3$

Verwitterung:	VE (entfestigt)
Boden- / Felsklasse:	4 – 6 (informativ)
Trennflächen / Schichtung:	A 01 – A 05, schiefrig - dünnplattig
Farbe:	grau - grüngrau
Wasserempfindlichkeit:	stark wasserempfindlich
Abrassivität:	CAI = 0,2 - 0,9 sehr gering abrasiv
Kalk- und Sulfatgehalt:	dünne Zwischenschichten aus Kalk- und Dolomitstein und erhöhter Sulfatgehalt aus Gipsresten möglich

Die Kennwerte und Kennzeichen der mineralischen Lockergesteine sind aus Abschnitt 6.2 zu entnehmen.

3.7 Wasserführung

Grundwasser wurde in den aktuellen Bohrungen im Saalekies der Schicht 2 angeschnitten. Diese Schicht ist auch als oberer Grundwasserleiter einzustufen. Die gemessenen Ruhewasserstände sind aus der folgenden Tabelle und den Profildarstellungen (vgl. A 3) zu entnehmen.

Tabelle 3: Grundwasserstände

Punkt	GW in [m unter GOK]	GW in [m NHN]	Bemerkung
KB 1/19	3,55	139,15	GW-Ruhe
KB 2/19	3,80	139,30	GW-Ruhe
KB 3/19	3,45	139,19	GW-Ruhe

Die Wasserstände am Standort korrespondieren mit dem Auengrundwasser, das durch das Oberflächenwasser der Saale beeinflusst wird. Aufgrund der Überdeckung des Wasserleiters mit schwach durchlässigen Auelehmen (Schicht 1) und bindigen Auffüllungen (Schicht 0.2) sind bei höheren Wasserständen in der Saaleaue auch gespannte Grundwasserstände möglich (vgl. KB 1/17 und KB 2/17).

Nach U 8.1 ist am Standort der höchste Grundwasserstand mit $HGW \approx 140,40$ m NHN anzunehmen.

Diese Angabe basiert jedoch auf Auswertung älterer Archivunterlagen, so dass die aktuellen Bemessungswasserstände beim Fachdienst für Bauen und Umwelt einzuholen sind.

Nach U 8 ist nach örtlichen Erfahrungswerten bei einer Hochwasserführung der Saale mit einem höchsten Flusswasserstand zwischen den Ordinaten 141,00 m NHN (HQ 20) und 141,50 m NHN (HQ 100) zu rechnen.

3.8 Bodeneigenschaften

In der entnommenen Wasserprobe wurden geringfügig erhöhte Werte von angreifendem CO₂ und leicht erhöhte Sulfatgehalte festgestellt (vgl. A 5.6), so dass das Grundwasser nach DIN 4030 bzw. DIN EN 206-1 als **schwach betonangreifend** einzustufen wäre.

Bei älteren Untersuchungen sowie nach Informationen des Fachdienstes für Bauen und Umwelt der Stadt Jena ist im Untersuchungsgebiet jedoch von erhöhtem Sulfatgehalten zwischen 600 – 1000 mg/l zu rechnen, so dass eine Einstufung des Grundwassers nach DIN 4030 bzw. DIN EN 206-1 in **mäßig betonangreifend** erforderlich ist.

Für grundwasserberührte Bauwerksteile (Bohrpfähle, Bodenplatte, Kellergeschoss bis 50 cm über HGW-Pegel) ist bei der Betonherstellung nach DIN 1045-2 hinsichtlich des chemischen Angriffsgrades somit die Expositionsklasse **XA2** zu berücksichtigen.

4. Baugrundeignung

4.1 Bebaubarkeit des Untersuchungsgebietes

siehe U8.1

4.2 Belastbarkeit

siehe U8.1

4.3 Lösbarkeit (informativ)

siehe U8.1

4.4 Verwendbarkeit der Schüttstoffe aus Abtrag und Aushub

siehe U8.1

4.5 Rammbarkeit (informativ)

siehe U8.1

4.6 Bohrbarkeit (informativ)

siehe U8.1

5. Lösungsvorschläge

siehe U8.1

5.1 Bauwerkseinordnung

siehe U8.1

5.2 Gründungsmethode

Entsprechend den übergebenen Unterlagen erfolgt die Gründung des Neubaus mit einer Bodenplatte im tragfähigen Tonstein der Schicht 3.

5.3 Bauwerksschutz

siehe U8.1

5.4 Schutz des Baugrundes

siehe U8.1

5.5 Wasserhaltung

siehe U8.1

5.6 Schutz der Baugrube

siehe U8.1

5.7 Planumsschutz

siehe U8.1

5.8 Gründungspolster

siehe U8.1

6. Berechnungsgrundlagen

6.1 Generelle Berechnungsgrundlagen

Die Aussagen des Abschnittes - Baugrundmodell - gelten unmittelbar als Planungsgrundlage. Bei ihrer Anwendung ist zu beachten, dass die Aussagen zur Geometrie des Baugrundes, wie Schichtgrenzen und Wasserstände, Abbildcharakter besitzen und noch nicht unter Beachtung von Sicherheitsbedürfnissen modifiziert wurden.

6.2 Spezielle Berechnungsgrundlagen

Zur Durchführung erdstatistischer Berechnungen können neben den Angaben unter Abschnitt 3 die nachfolgenden Werte verwendet werden. Die angegebenen Merkmale wurden auf der Grundlage der durchgeführten Feldversuche bzw. der Archivunterlagen ermittelt und entsprechen Schichtenmittelwerten, die z.T. auf territorialen Erfahrungswerten beruhen.

Tabelle 4: Bodenparameter

Schicht Nr.	Homogen- bereich	Bezeich- nung	Wichte γ [kN/m³]	Wichte γ' [kN/m³]	ϕ' [°]	c' [kN/m²]	E_s [MN/m²]
0.1	A	Auffüllungen grobkörnig	19	11	30	-	8 - 30
0.2	B	Auffüllungen -feinkörnig	19	9	24	2 - 5	4 - 8
1	B	Auelehm	19	9	24	2 - 5	6 - 10
2	A	Saalekies	20	12	33	-	20 - 45
3	C	Tonstein	21	11	29	10 - 20	20 - 40

worin bedeutet: ϕ' : Reibungswinkel; c': undränierte Scherfestigkeit; E_s : Steifemodul

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 erdstatistische Nachweise müsste genau genommen mit den Spannen gerechnet werden, da die Eigenschaften teilweise auf kurze Entfernung schnell wechseln können.

6.2.1 Pfahlgründungen

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

Tabelle 10: charakteristische Kennwerte Pfahlspitzenwiderstand / Mantelreibung

Schicht	Bodenart	Pfahlspitzenwiderstand $q_{b,k}$ in [MN/m ²]			Pfahlmantelreibung $q_{s,k}$ in [MN/m ²]
		bei Pfahlkopfsetzung s / D			
		0,02	0,03	0,10	
0	Auffüllungen	-	-	-	-
1	Auelehm	-	-	-	-
2	Saalekies	-	-	-	0,10
3	Tonstein	0,9	1,1	1,5	0,06 - 0,16

Nach Auswertung der Aufschlüsse ist davon auszugehen, dass der Tonsteinzersatz im Übergang vom Saalekies infolge Grundwassereinwirkung z.T. aufgeweicht ist. Die Aufweichung kann Mächtigkeiten zwischen 0,5 – 1,5 m aufweisen. Dieser Sachverhalt ist bei der Festlegung der Pfahlängen entsprechend zu beachten. Bei der Angabe der Werte für den Tonstein wurde im Übergangsbereich zum Saalekies eine halbfeste Konsistenz angenommen.

Für den Saalekies wurden auf Grund der geringen Schichtmächtigkeit keine Werte für den Pfahlspitzenwiderstand angegeben.

Folgende Hinweise sind bei der Anwendung der Tabelle zu beachten:

Es ist in der Ausführung zu garantieren, dass die Einbindetiefe im Tonstein der Schicht 3 mindestens dem halben Pfahlfußdurchmesser und ab Oberkante des Saalekieses der Schicht 3 mindestens 2,5 m beträgt. Die Zersatzhorizonte der Schicht 3 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 3 nach den Geländeschnitten von 1 m empfohlen.

Zur Bemessung der Pfähle ist zusätzlich die Angabe des horizontalen Bettungsmoduls $k_{s,k}$ erforderlich. Dieser Parameter wird schichtbezogen als Quotient aus dem Steifemodul des Bodens ($E_{s,k}$) und dem Pfahldurchmesser (D_s) berechnet ($k_{s,k} = E_{s,k} / D_s$). Die entsprechenden Steifemodule sind aus Tabelle 4 zu entnehmen.

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 2 auszugehen.

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

6.2.2 Bemessungswiderstand des Sohldrucks für die Flachgründungen

Der Bemessungswiderstand des Sohldrucks bei Gründung im Tonstein der Schicht 3 wird für die Vorbemessung von **Bodenplatten** mit einer bewussten Begrenzung auf einen Wert von $\sigma_{R,d} \leq 350$ kN/m² empfohlen. Bei Ausnutzung dieses Sohldrucks ist mit Setzungen $s_m < 2,5$ cm zu rechnen.

Auf der **Anlage 6 wurden für eine Bodenplatte** mit Dicken zwischen 0,3 und 0,45 m erste Vorbemessungen zur vergleichenden Dimensionierung ausgeführt. Diese Nachweise sind vom Tragwerksplaner sorgfältig zu prüfen und ggf. bei abweichenden Geometrien mit den tatsächlichen Fundamentgrößen neue Nachweise vom Gutachter anzufordern.

6.2.3 Bettungsmoduln (k_s) für Bodenplatten

Für die Bemessung als elastisch gebettete Bodenplatte wird als Berechnungsgrundlage der sogenannte Bettungsmodul k_s erforderlich, welcher im Sinne einer elastischen Feder-

steifigkeit des Untergrundes verstanden werden kann. Die Kopplung der Stützfedern nach Nachbarfedern hin wird jedoch beim Bettungsmodulverfahren nicht berücksichtigt.

Bei dieser Bemessungsmethode der Gründung hängt der tatsächlich wirkende Bettungsmodul neben dem Untergrund von der jeweiligen Breite und Größe der Lasteintragung und der Dicke und Steifigkeit der Bodenplatte ab und gilt nur für die Belastung unter der er ermittelt wurde. Der Bettungsmodul ist also keine Baugrundkonstante.

Unter Beachtung der Tragkraftbegrenzung aus dem Absatz 6.2.2 kann für die Bettung der Bodenplatte je nach Dicke ein Bettungsmodul zwischen $k_s = 10$ und 14 MN/m³ angenommen werden.

Die Empfehlungen sind vom Tragwerksplaner in Abhängigkeit von mittlerem Sohldruck und tatsächlicher Setzung auf ihre Zulässigkeit zu überprüfen.

6.2.4 Erddruckansätze

Für die Erddruckansätze zur erdstatischen Bemessung von eingeardeten 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 ϕ' und wirksame Kohäsion c' anzusetzen.

Die Größe der Erdruckkraft ist von der möglichen Wandverschiebung abhängig.

Für das massive Bauwerk 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 des Bauwerkes 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 Erddrucks 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.

7. Hinweise

Die Baugrunduntersuchung beruht als Grundlage der bautechnischen Empfehlungen auf punktuellen Aufschlüssen. Im Rahmen der weiteren Planung sollte eine Abstimmung mit dem Gutachterbüro erfolgen um weitere Nacherkundungsmaßnahmen für genaue Planung der Gebäude Baugrubensicherungsmaßnahmen abzustimmen. Eine Überprüfung während der Gründungs- und Erdarbeiten ist erforderlich, um die Entsorgungssituation zu begleiten und die Übereinstimmung des Berichtes mit den tatsächlichen Verhältnissen festzustellen und zu bestätigen. Erst danach können die angegebenen Kennwerte endgültig als verbindlich bestätigt werden.

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 Baugrundschichtprofilen 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 Stützkonstruktionen werden empfohlen und sollten im Rahmen der Genehmigungsplanung bzw. zur Ausführungsplanung vorliegen.

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, ausführenden Arbeiten, von Sondervorschlägen usw. weitere Verfahren vorgeschlagen werden, wird empfohlen, die zugehörigen Unterlagen bezüglich bodenmechanischer und gründungstechnischer Belange der BEB Jena Consult GmbH vorzulegen.

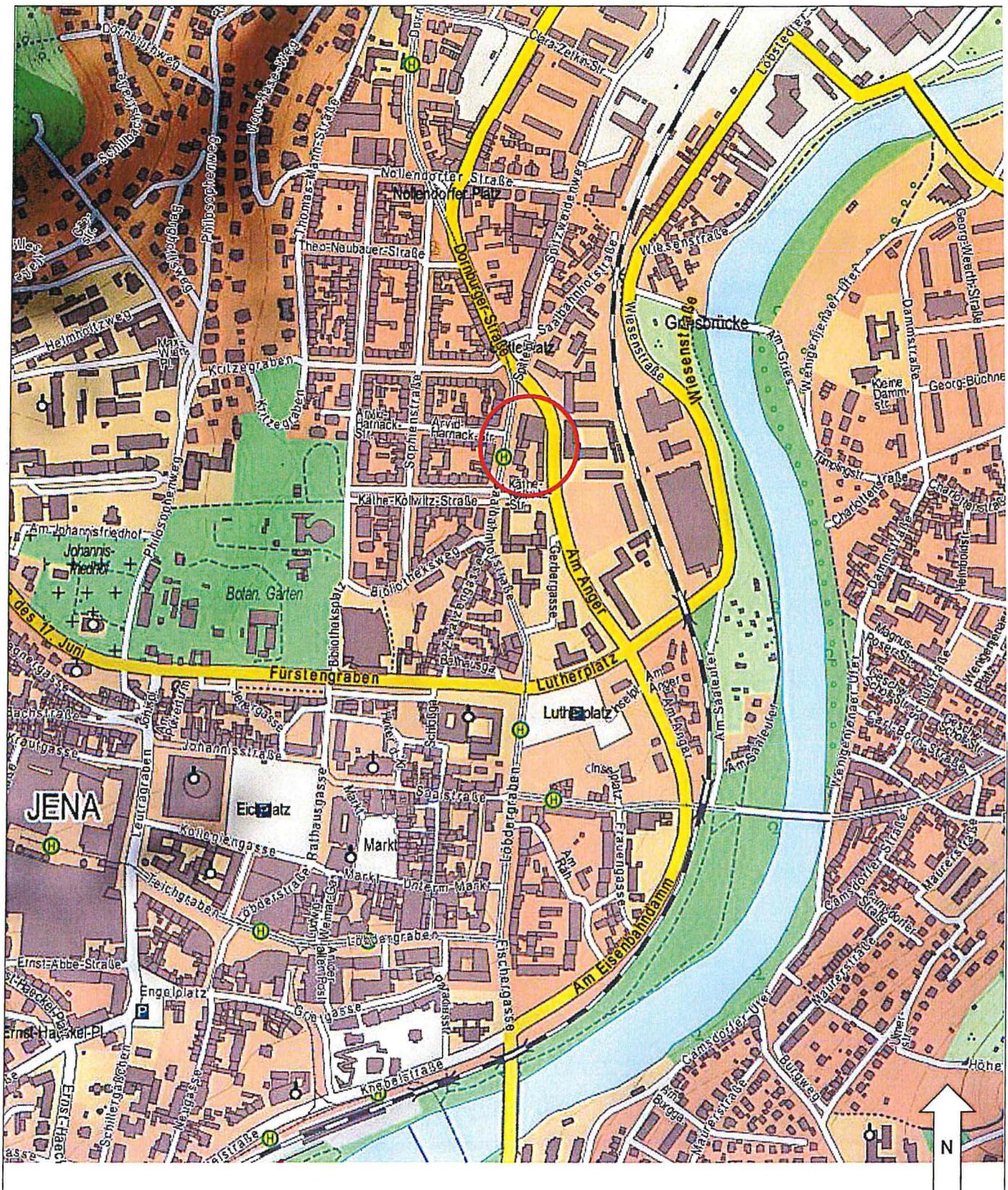
Die verfahrensspezifischen Hinweise hinsichtlich Bauausführung, Baugrubengestaltung und Gründung haben empfehlenden Aussagegehalt und wollen den Entscheidungen des Planers, betreffend den erforderlichen Einsatz von Baumaterialien, Baugeräten etc. nicht vorgreifen.

Zu Einzelheiten möglicher Bauverfahren wurde Stellung genommen, soweit dies anhand der übergebenen Unterlagen abschätzbar war.

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

Bei allen Arbeiten sind die Festlegungen der einschlägigen Unfallverhütungsvorschriften (z.B. Allgemeine Vorschriften, Bauarbeiten, Grabenverbaugeräte) zu beachten.

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 – Erdbau – Beweissicherung
 Tatzenpromenade 2
 07745 Jena
 ☎ 03641-4527-0
 Fax 03641-452730

B
JENA
B

Auftr.-Nr.: 5035/26/88/E-1

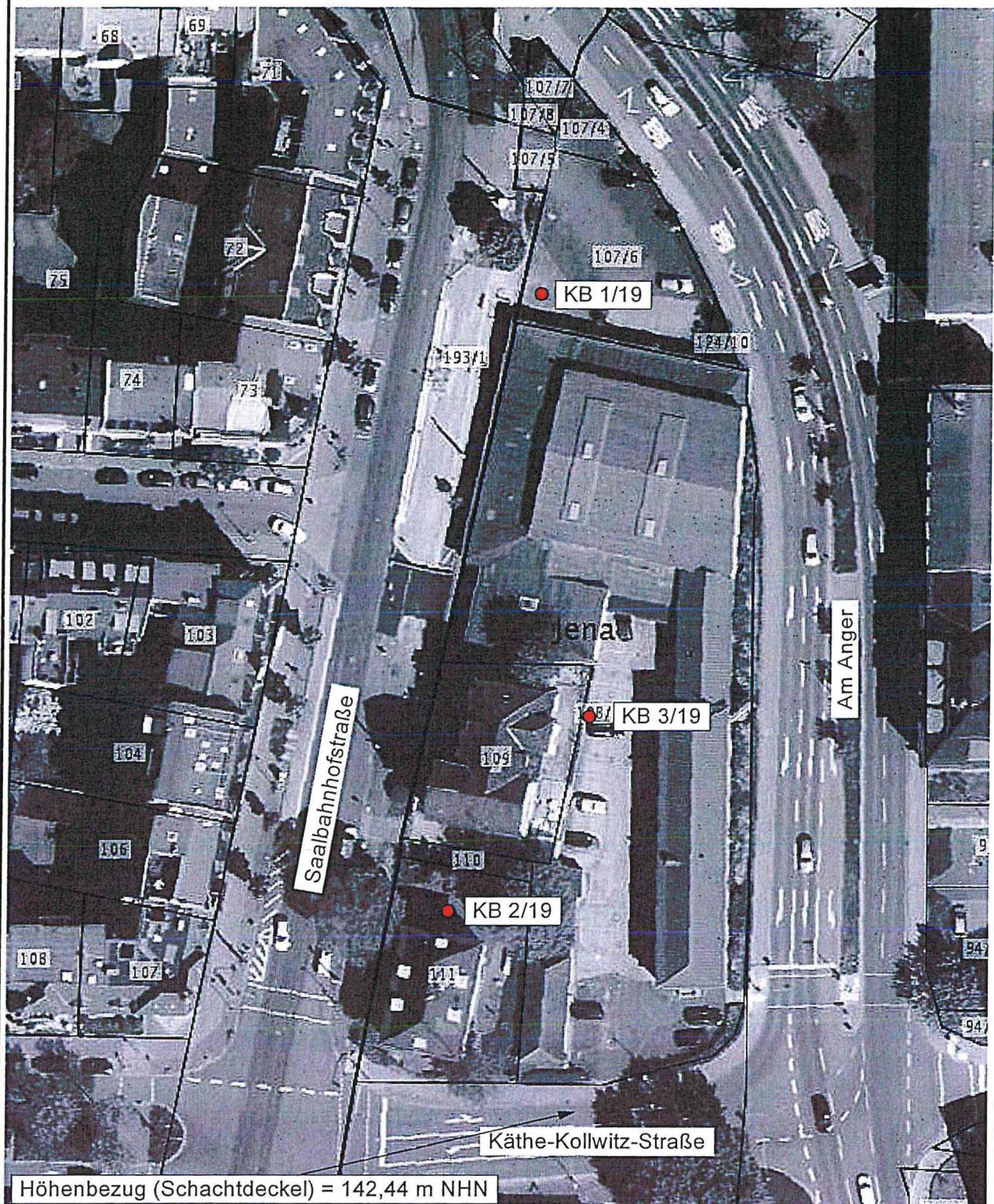
Anlage: A 1 - Übersichtsplan

Vorhaben: Jena, Saalbahnhofstraße 21
 Neubau Wohnbebauung

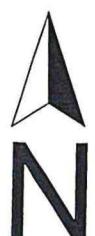
Maßstab: 1:10.000

Datum: 20.05.19

Bearbeiter: So

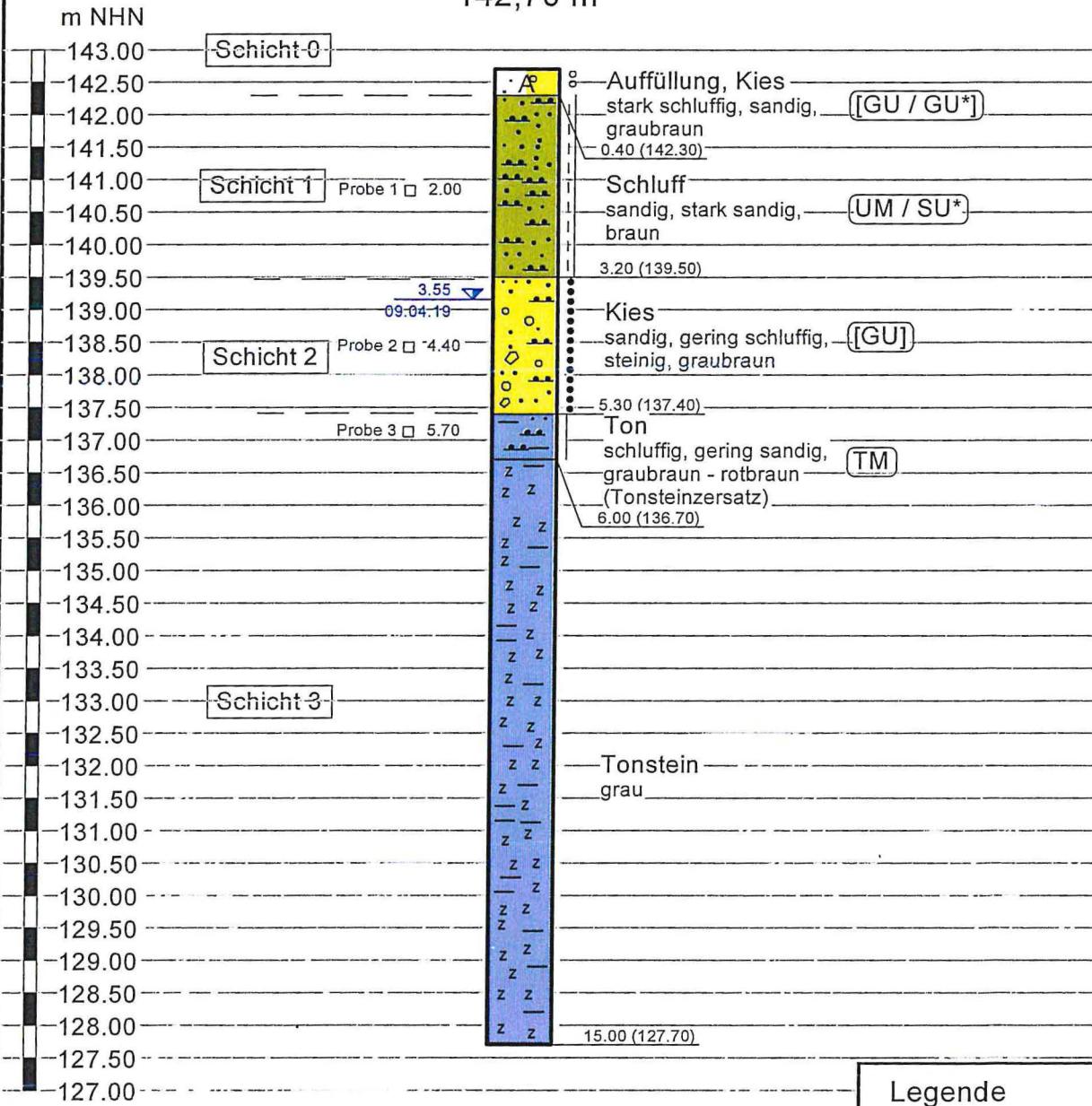


● Kernbohrung (KB)



KB 1/19

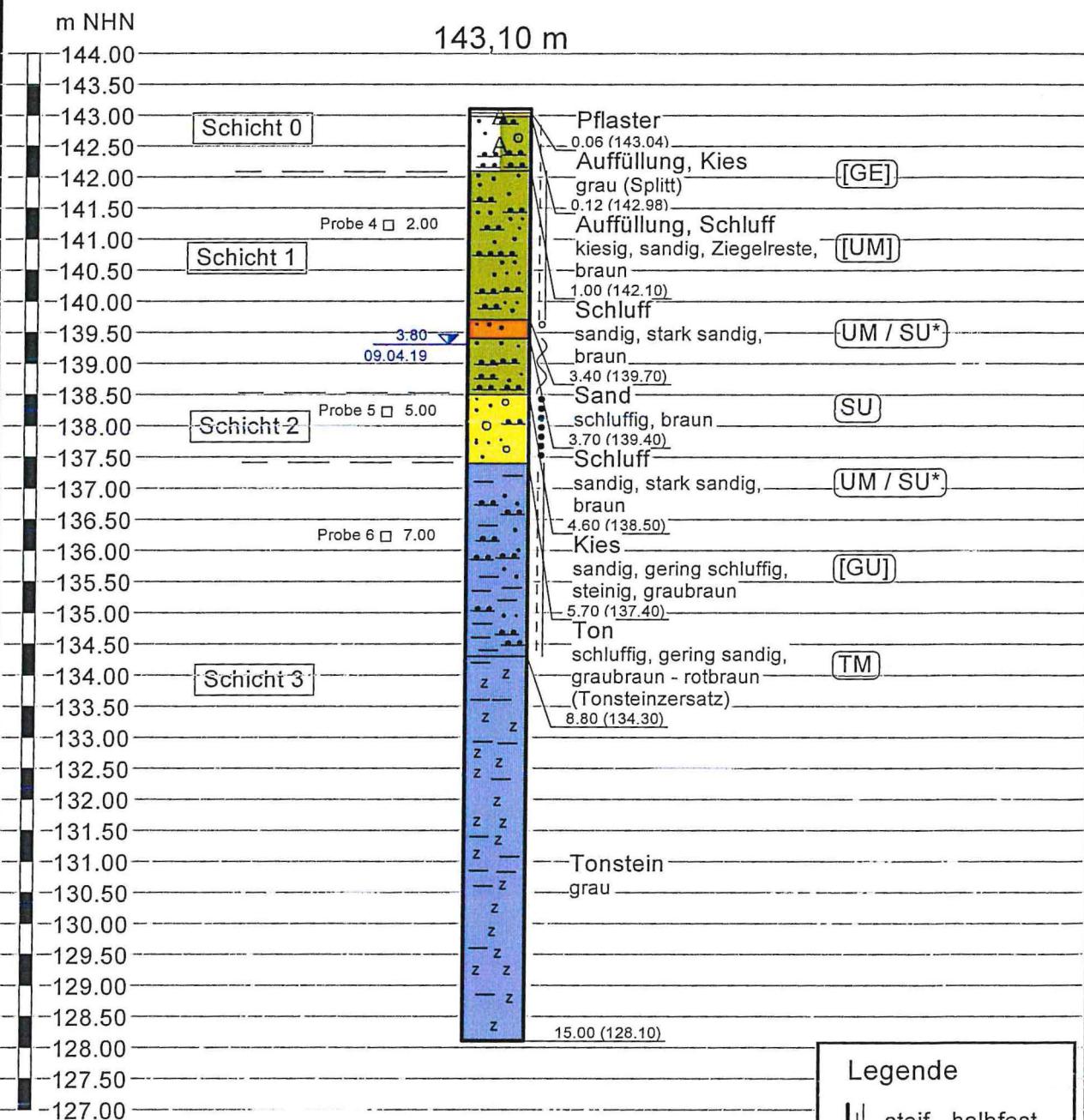
142.70 m



3,55 ▼
09.04.19 Grundwasser Bohrende

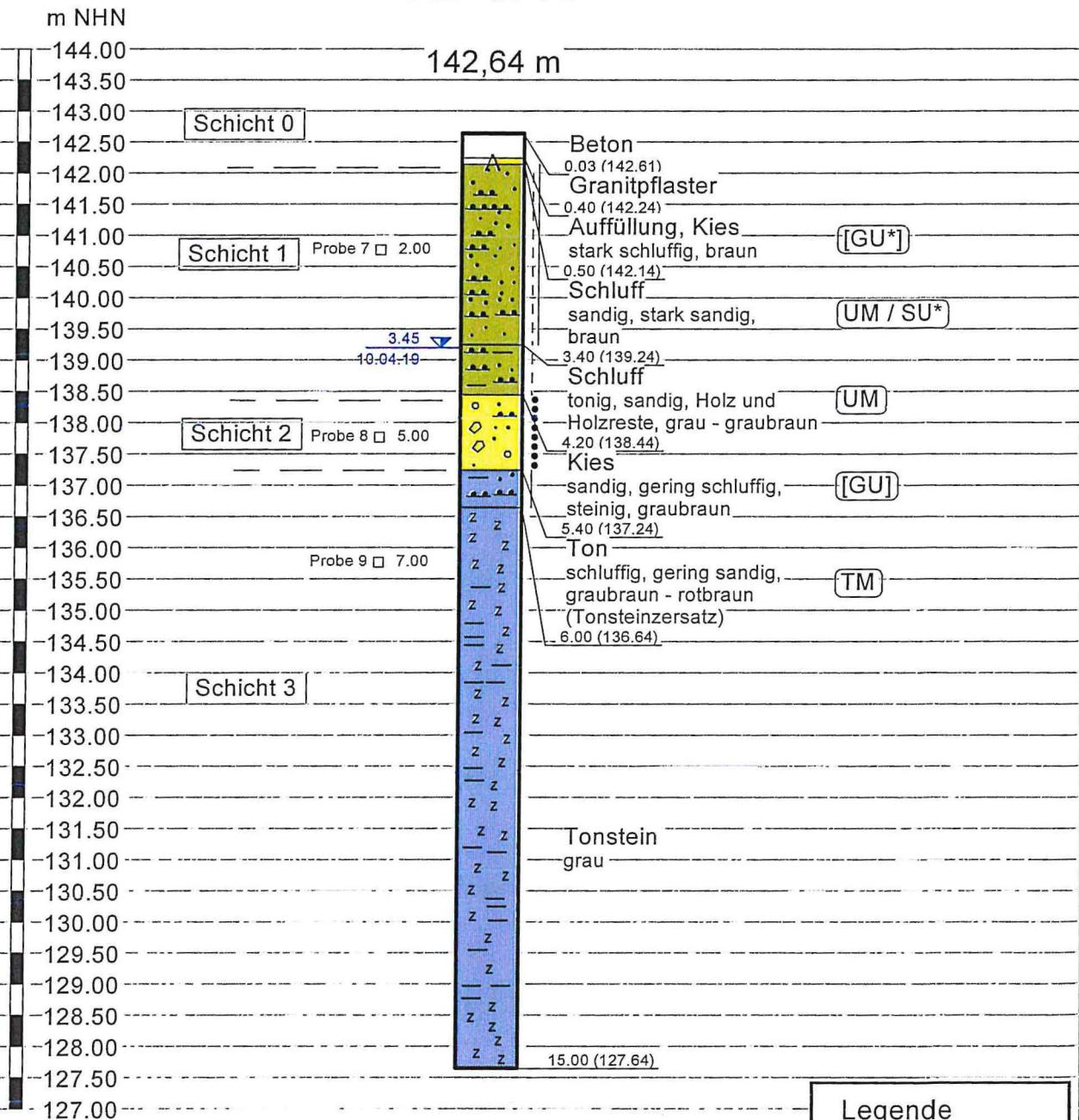


KB 2/19



3,55 ▾ Grundwasser Bohrende
 09.04.19

KB 3/19



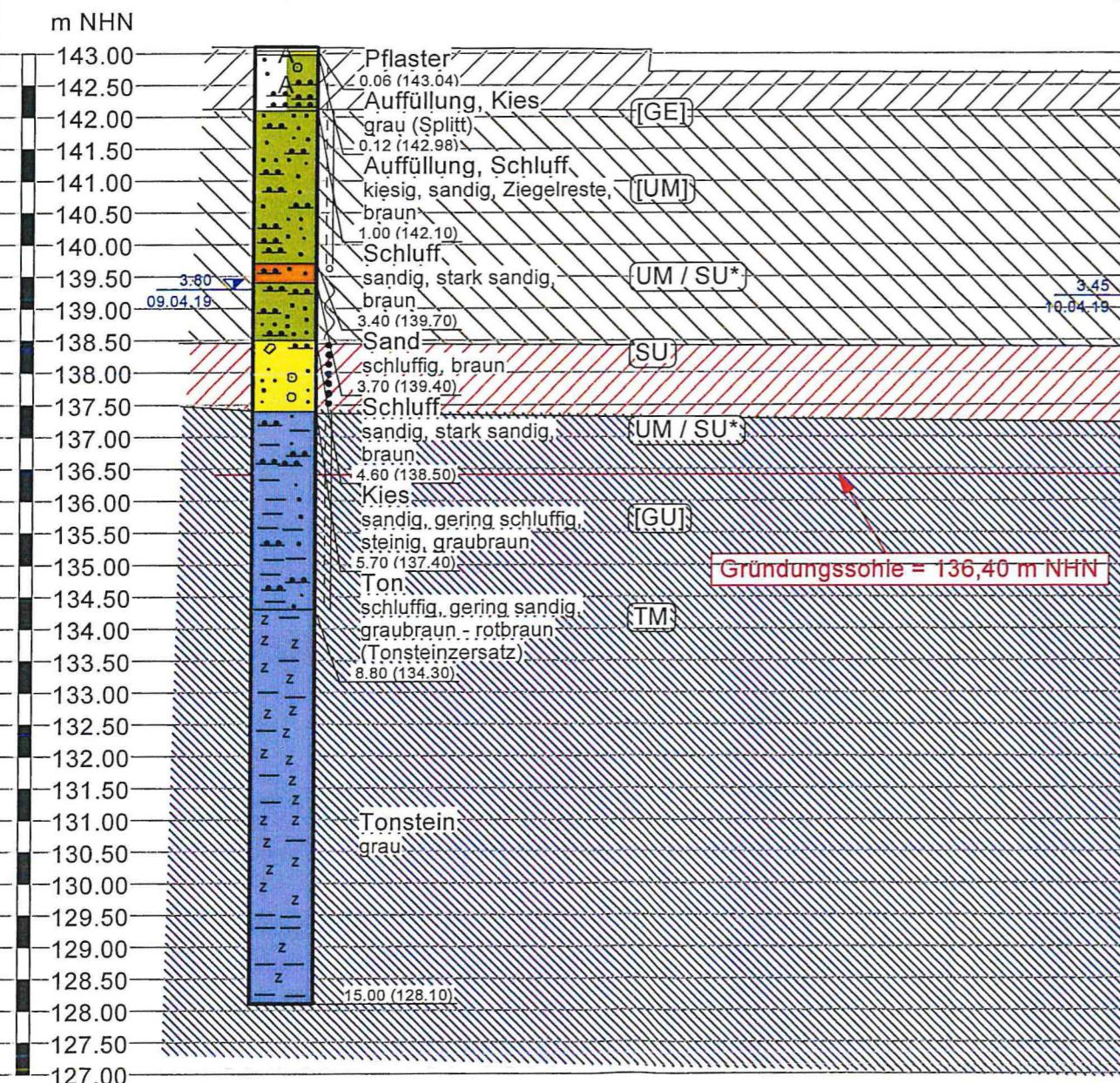
3,55 ▾ Grundwasser Bohrende
09.04.19

Legende

- halbfest
- steif - halbfest
- steif
- mitteldicht

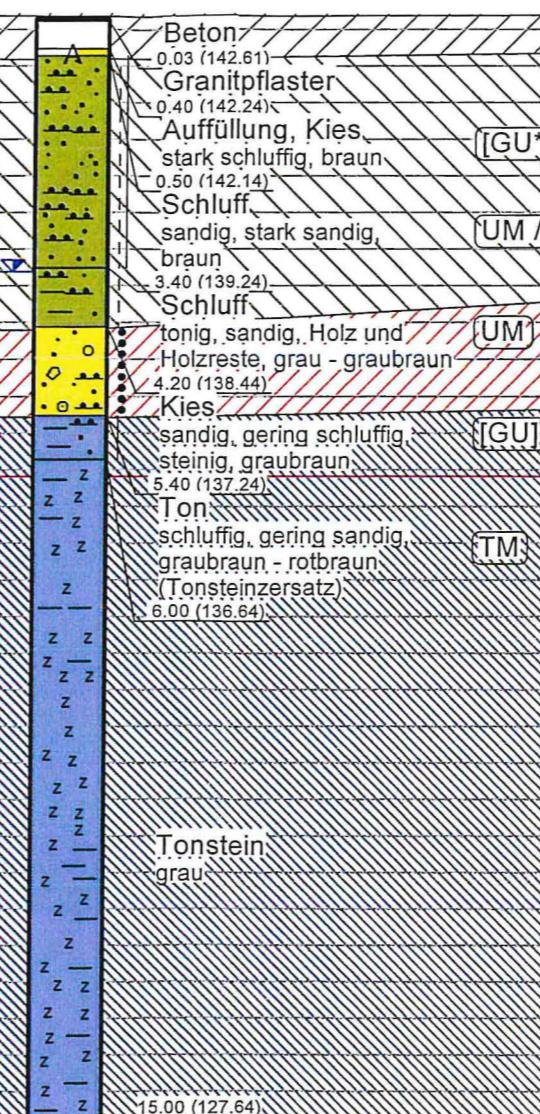
KB 2/19

143,10 m



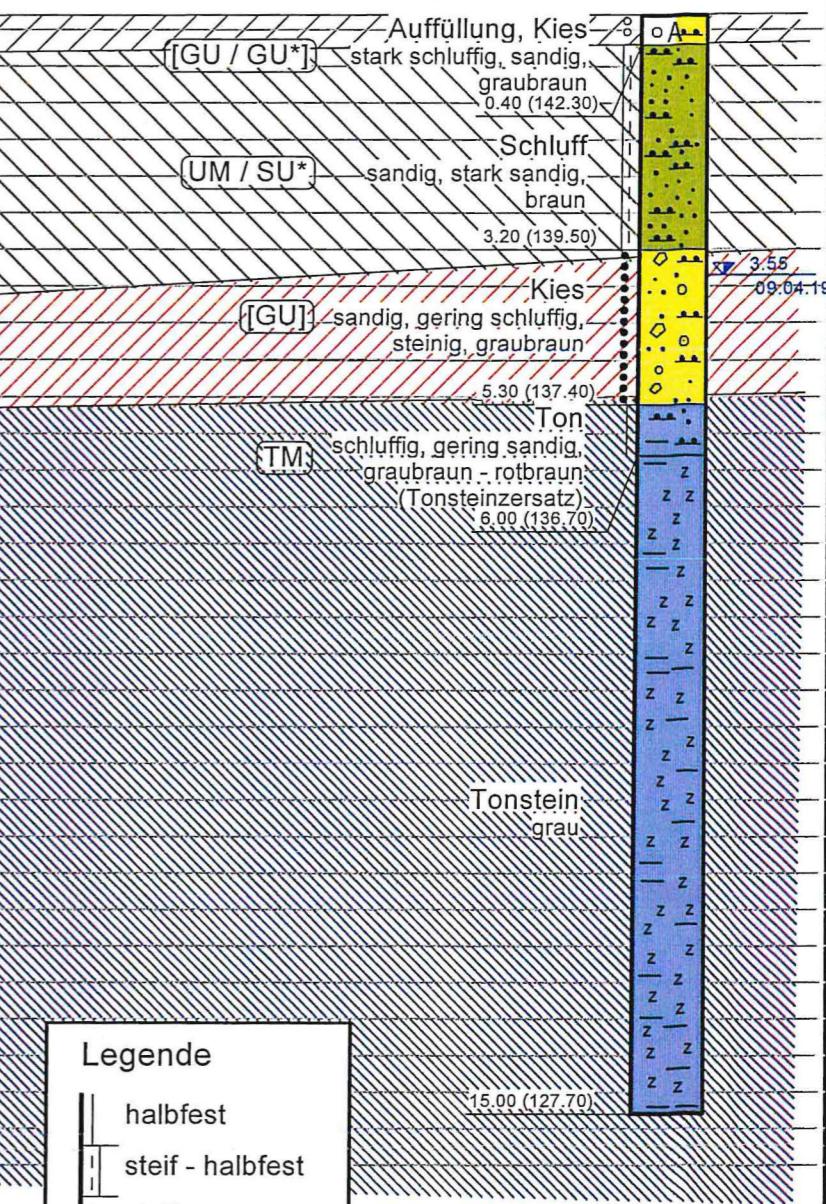
KB 3/19

142,64 m



KB 1/19

142,70 m



3,55 ▼ 09.04.19 Grundwasser Bohrende

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

Bericht: 5035/26/88/E-1
Anlage: 5.1

Wassergehalt nach DIN EN ISO 17892-1

Jena
Saalbahnhofstr.

Bearbeiter: Sonntag

Datum: 02.05.2019

Prüfungsnummer:
Entnahmestelle: BK2-3/19
Tiefe: 1,0 - 8,8 m
Bodenart:
Art der Entnahme: gestört
Probe entnommen am: 09.04.2019/ Sonntag

Probenbezeichnung:	BK2/19 1,0 - 3,5 m	BK2/19 4,7 - 5,7 m	BK2/19 6,7 - 8,8 m	BK3/19 3,4 - 4,2 m		
Feuchte Probe + Behälter [g]:	295.23	2688.85	380.48	211.70		
Trockene Probe + Behälter [g]:	262.91	2563.82	315.80	161.34		
Behälter [g]:	71.41	576.91	65.44	58.02		
Porenwasser [g]:	32.32	125.03	64.68	50.36		
Trockene Probe [g]:	191.50	1986.91	250.36	103.32		
Wassergehalt [%]	16.88	6.29	25.83	48.74		

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 [%]						

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

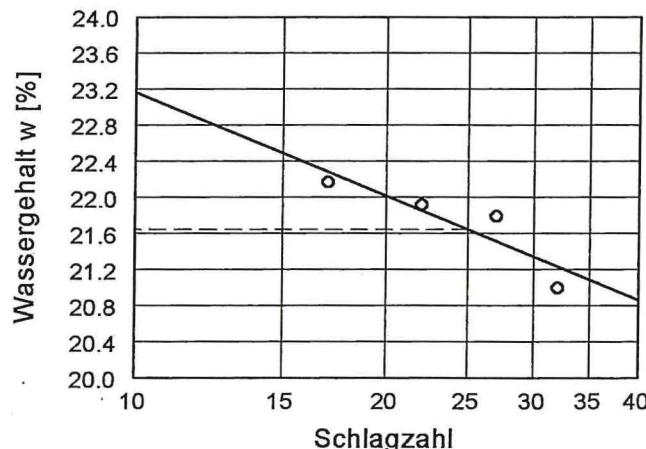
Zustandsgrenzen nach DIN EN ISO 17892-12

Jena

Saalbahnhofstr.

Bearbeiter: Sonntag

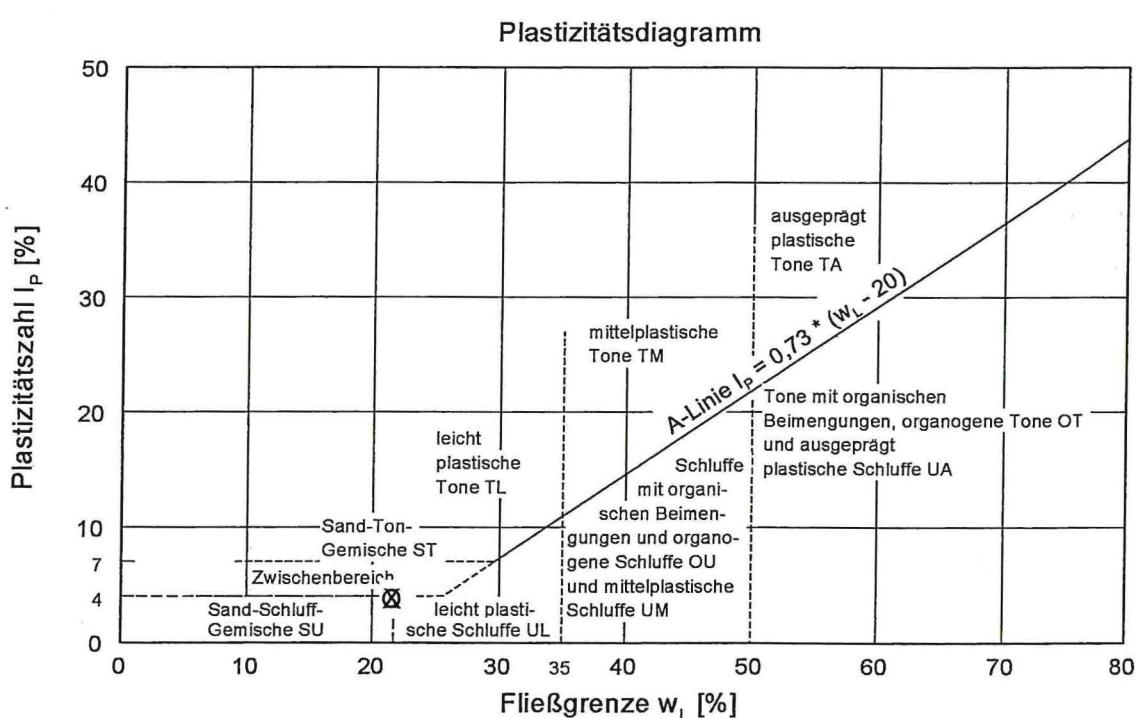
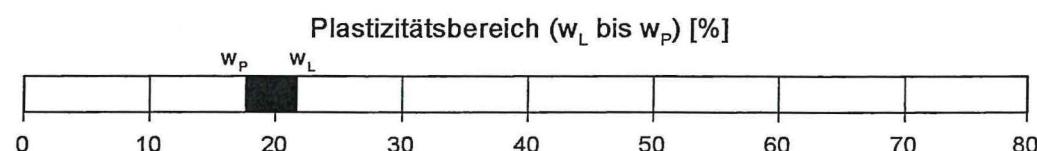
Datum: 21.05.2019



Prüfungsnummer:
 Entnahmestelle: BK2/19
 Tiefe: 1,0 - 3,5 m
 Art der Entnahme: gestört
 Bodenart: Zwischenbereich/SU
 Probe entnommen am: 09.04.2019/ Sonntag

Wassergehalt $w = 16.9 \%$
 Fließgrenze $w_L = 21.6 \%$
 Ausrollgrenze $w_P = 17.7 \%$
 Plastizitätszahl $I_p = 3.9 \%$
 Konsistenzzahl $I_c = 1.19$

$I_c = 1.19$	Zustandsform				
	halbfest	steif	weich	breiig	flüssig



Zustandsgrenzen nach DIN EN ISO 17892-12

Jena

Saalbahnhofstr.

Bearbeiter: Sonntag

Datum: 21.05.2019

Prüfungsnummer:

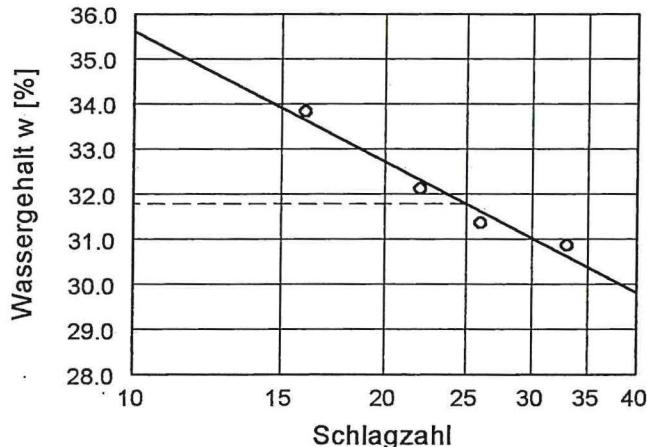
Entnahmestelle: BK2/19

Tiefe: 6,7 - 8,8 m

Art der Entnahme: gestört

Bodenart: TL/UL

Probe entnommen am: 09.04.2019/ Sonntag

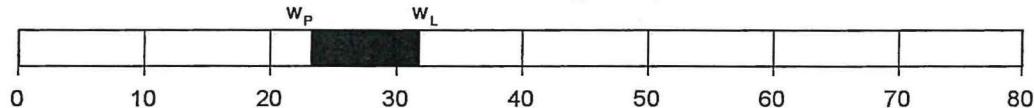


Wassergehalt w =	25.8 %
Fließgrenze w _L =	31.8 %
Ausrollgrenze w _P =	23.2 %
Plastizitätszahl I _P =	8.6 %
Konsistenzzahl I _C =	0.70

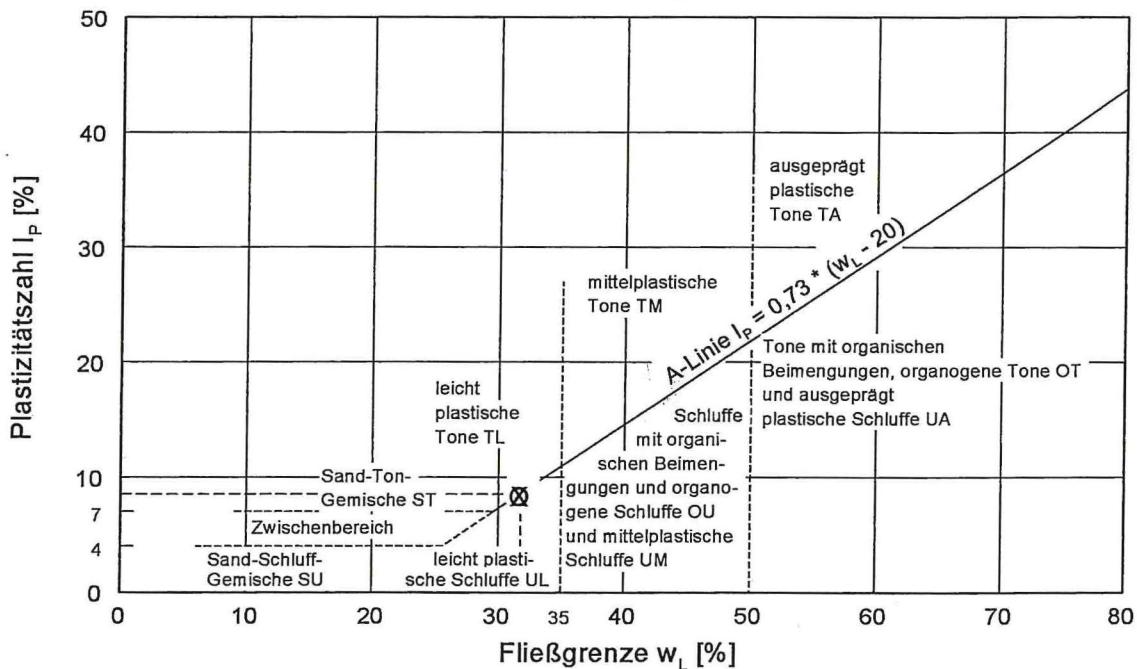
Zustandsform $I_c = 0.70$

halbfest	steif	weich	breiig	flüssig
1.00	0.75	0.50	0.00	

Plastizitätsbereich (w_L bis w_P) [%]



Plastizitätsdiagramm



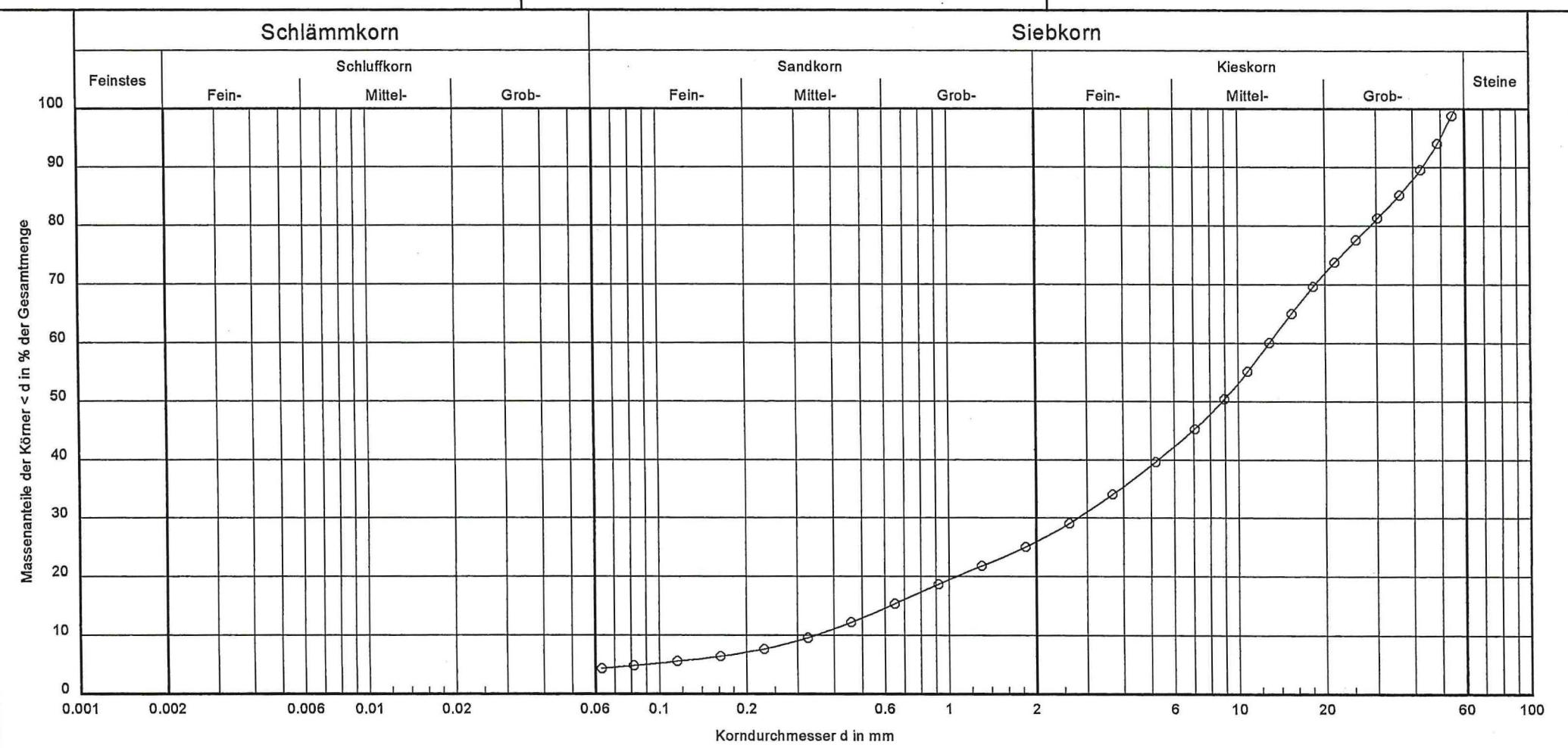
BEB Jena Consult GmbH
 Baugrund - Erdbau - Beweissicherung
 Tatzendpromenade 2
 07745 Jena
 Bearbeiter: Sonntag

Datum: 09.05.2019

Körnungslinie

Jena
 Saalbahnhofstr.

Prüfungsnummer:
 Probe entnommen am: 09.04.2019/ Sonntag
 Art der Entnahme: gestört
 Arbeitsweise: Naßsiebung



Bodengruppe:	GW	Bemerkungen:	Bericht: 5035/26/88/E-1 Anlage: 54
Bodenart:	G, ms', gs'		
Entnahmestelle:	BK2/19		
Tiefe:	4,7 - 5,7 m		
k [m/s] (Hazen):	$1.4 \cdot 10^{-3}$		
U/Cc:	37.1/1.7		

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



Prüfungs-Nr.:
 Anlage : 5,5
 zu : 5035/26/88/E-1

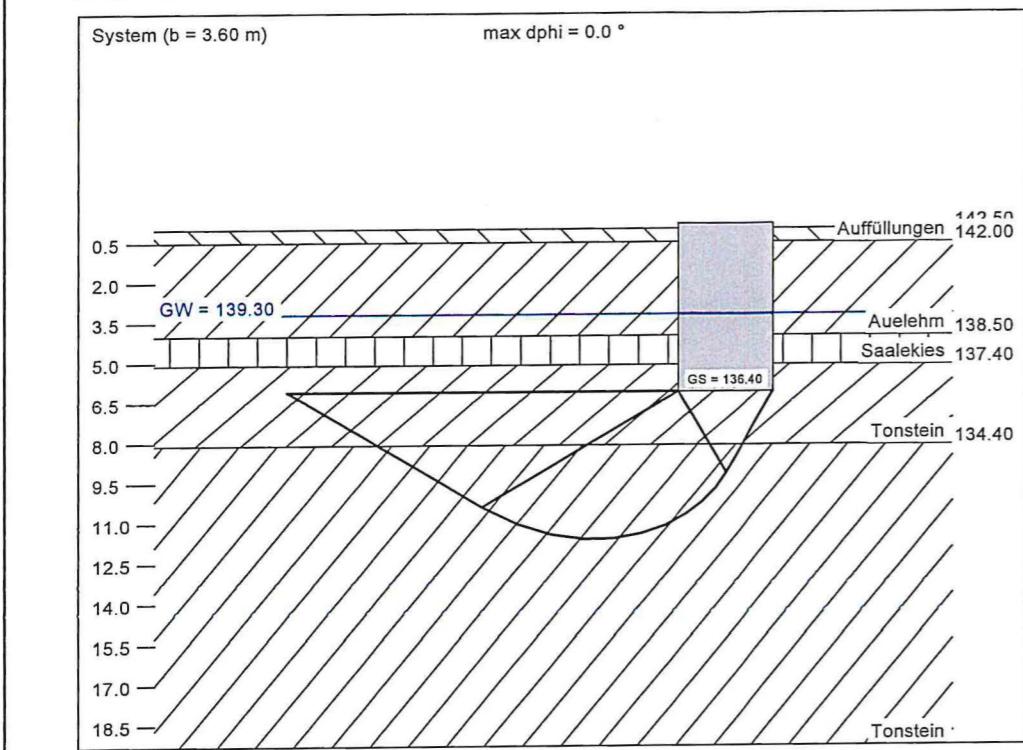
Bestimmung des Glühverlustes

nach DIN 18128

Bemerkung :					
Bauvorhaben : Jena					
Saalebahnhofstr.					
Ausgeführt durch : Ba					
am : 07.05.2019	Art der Entnahme:	gestört			
Dateiname : Jena	Entnahme am : 09.04.19	durch :	Sonntag		
Proben-Nr. 1	2	3	4	5	
Entnahmestelle BK3/19					
Entnahmetiefe [m] 3,4 - 4,2					
Behälter Nr. 4					
Behälter m_B [g] 62,67					
Probe + Behälter $m+m_B$ [g] 98,06					
Probe n.d. Glühen + Behälter m_O+m_B [g] 95,57					
Massenverlust $(m+m_B)-(m_O+m_B) = m_{gl}$ [g] 2,49					
Probemenge $(m+m_B)-m_O = m$ [g] 35,39					
Glühverlust $m_{gl} * 100/m = V_{gl}$ [%] 7,04					
Bodenart					
Bodengruppe					
Bemerkungen:					
Einteilung der Böden nach DIN 1054, 4022 T1 und 18196					
organogene Böden und Böden mit organischen Beimengungen		organische Böden			
bindig		nicht bindig			
$V_{gl} > 2\% - 5\%$ schwach organisch - Bodengruppe nach DIN 18196		$V_{gl} > 1\% - 3\%$ schwach organisch - Bodengruppe nach DIN 18196			
$V_{gl} > 5\% - 10\%$ organisch $> 10\% - < 20\%$ stark organisch		$V_{gl} > 3\% - 5\%$ organisch $> 5\% - < 20\%$ stark organisch			$V_{gl} \geq 20\%$
OU - Schluffe mit organischen Beimengungen und organogene Schluffe		grob- bis gemischtkörnige Böden: OH - mit humusartigen Beimengungen OK - mit kalkigen, kieseligen Bildungen			HN - Torfe, nicht zersetzt HZ - Torfe, zersetzt (Zersetzungsgrad nach DIN 4022 T1 und 19682)
OT - Tone mit organischen Beimengungen und organogene Tone					F - Mutter, Faulschlamm

Boden	Tiefe [m]	γ [kN/m³]	γ' [kN/m³]	ϕ [°]	c [kN/m²]	E_s [MN/m²]	v [-]	Bezeichnung
	142.00	19.0	10.0	24.0	1.0	5.0	0.00	Auffüllungen
	138.50	19.0	9.0	24.0	3.0	10.0	0.00	Auelehm
	137.40	20.0	12.0	33.0	0.0	30.0	0.00	Saalekies
	134.40	21.0	11.0	29.0	10.0	25.0	0.00	Tonstein
	<134.40	21.0	11.0	29.0	15.0	40.0	0.00	Tonstein

OK Gelände = 142.50 m



a [m]	b [m]	$\sigma_{R,d}$ [kN/m²]	$R_{n,d}$ [kN]	$\sigma_{E,k}$ [kN/m²]	s [cm]	cal φ [°]	cal c [kN/m²]	γ_2 [kN/m³]	σ_0 [kN/m²]	t_g [m]	UK LS [m]	k_s [MN/m³]
Bodenplatte d = 0,30 m												
3.60	3.60	350.0	4536.0	245.6	1.79	29.0	13.59	11.00	92.20	11.98	11.61	13.7
Bodenplatte d = 0,35 m												
4.20	4.20	350.0	6174.0	245.6	2.02	29.0	13.79	11.00	92.20	12.72	12.53	12.1
Bodenplatte d = 0,40 m												
4.80	4.80	350.0	8064.0	245.6	2.25	29.0	13.94	11.00	92.20	13.42	13.45	10.9
Bodenplatte d = 0,45 m												
5.40	5.40	350.0	10206.0	245.6	2.46	29.0	14.06	11.00	92.20	14.09	14.37	10.0

$$\sigma_{E,k} = \sigma_{0,k} / (\gamma_{R,v} \cdot \gamma_{(G,Q)}) = \sigma_{0,k} / (1.40 \cdot 1.43) = \sigma_{0,k} / 1.99 \quad (\text{für Setzungen})$$

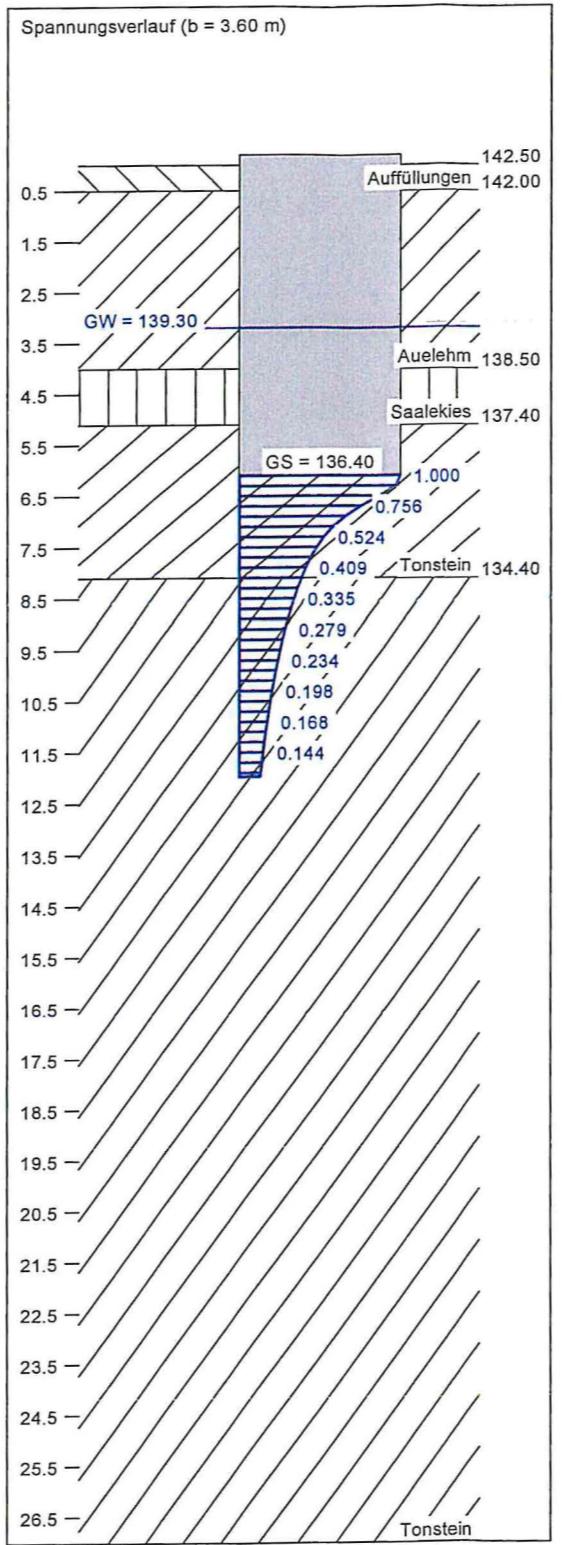
Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamtlasten(G+Q) [-] = 0.50

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

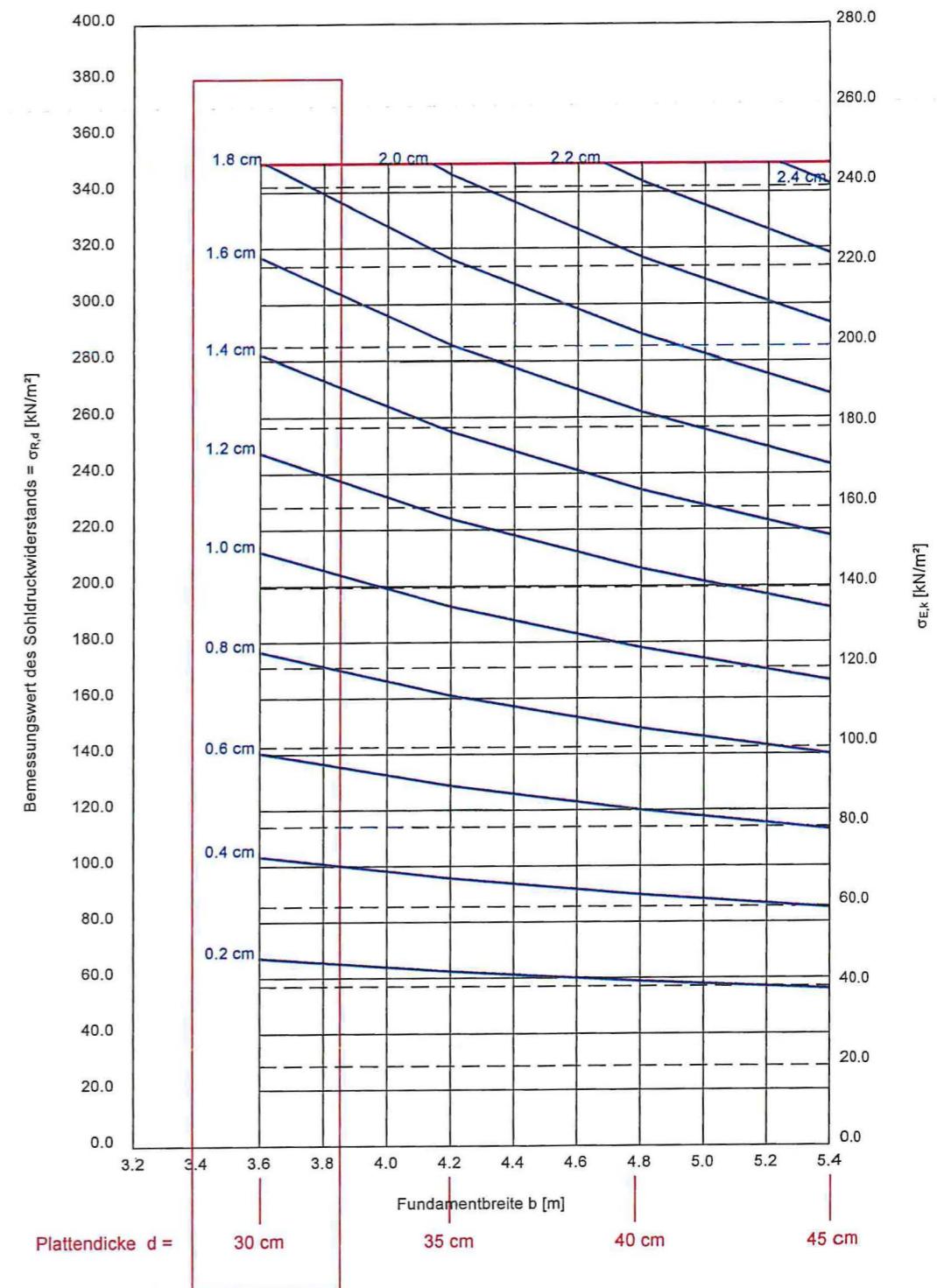


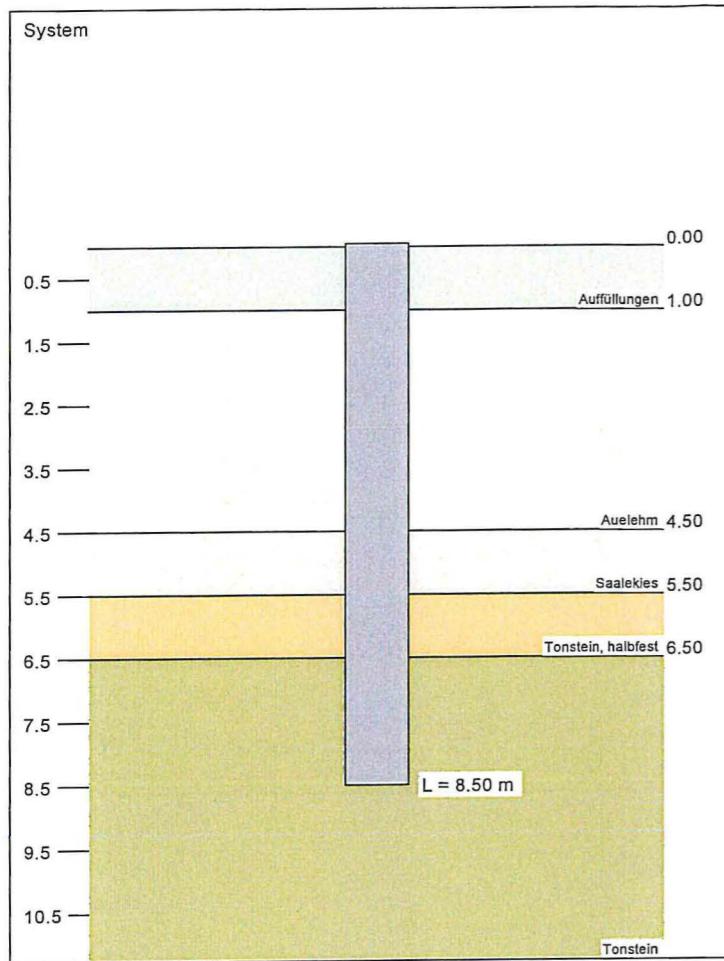
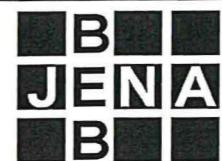
Jena, Saalbahnhofstraße
Neubau Mehrfamilienwohnhaus
Gründung mit Bodenplatte
Grundbruch- u. Setzungsnachweis

Datum: 20.05.19
Bericht Nr.:
5035/26/88/E-1
Anlage: 6.1
MH = 1 :



Berechnungsgrundlagen:
Grundbruchformel nach DIN 4017:2006
Teilsicherheitskonzept (EC 7)
Einzelfundament ($a/b = 1.00$)
 $\gamma_{R,v} = 1.40$
 $\gamma_G = 1.35$
 $\gamma_Q = 1.50$
Anteil Veränderliche Lasten = 0.500
 $\gamma_{(G,Q)} = 0.500 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.500) \cdot \gamma_G$
Sohldruck
Setzungen





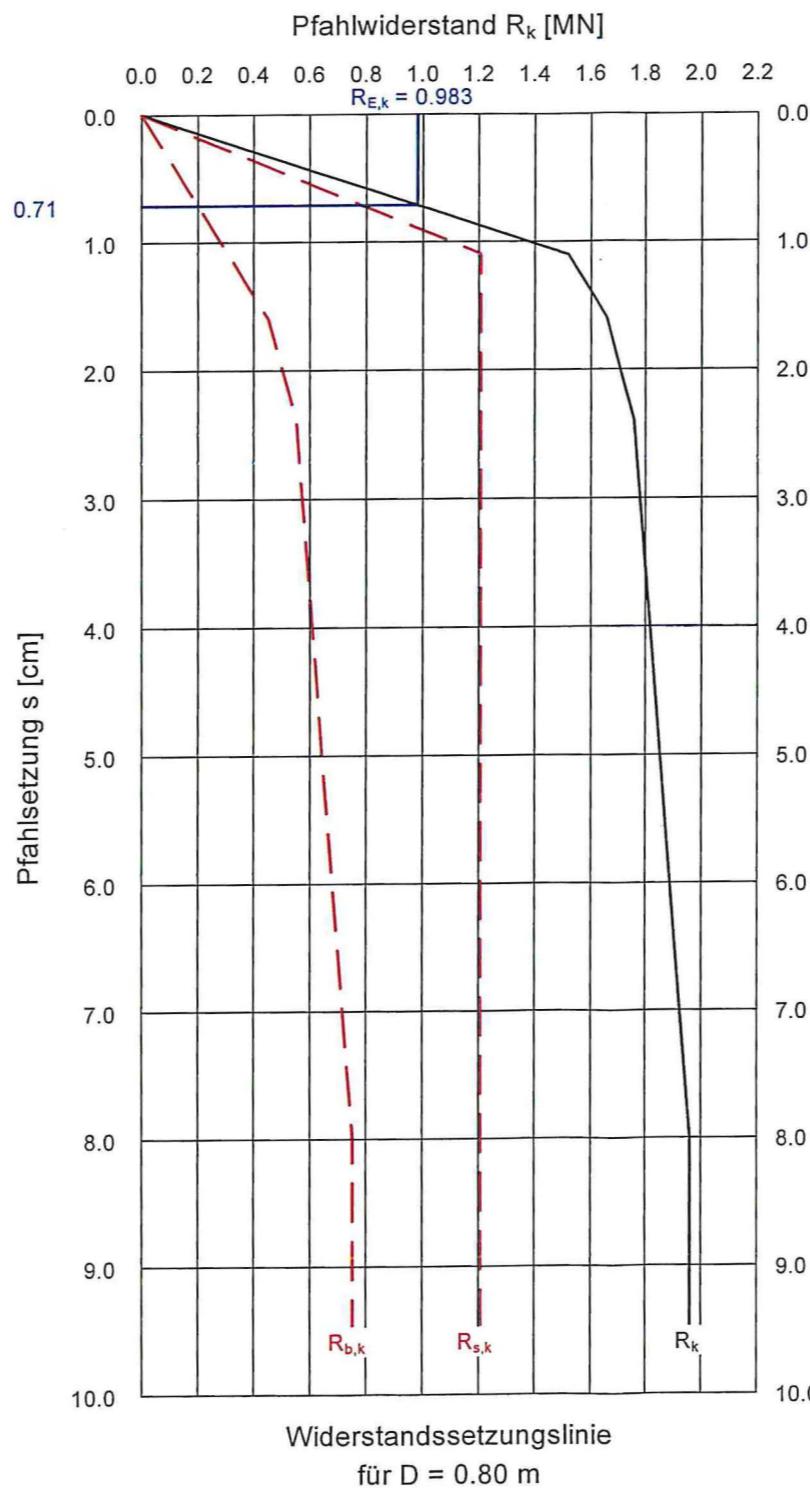
Boden	$q_{b,k02}$ [MN/m ²]	$q_{b,k03}$ [MN/m ²]	$q_{b,k10}$ [MN/m ²]	$q_{s,k}$ [MN/m ²]	Bezeichnung
	0.000	0.000	0.000	0.000	Auffüllungen
	0.000	0.000	0.000	0.000	Auelehm
	0.000	0.000	0.000	0.100	Saalekies
■	0.900	1.100	1.500	0.060	Tonstein, halbfest
■	0.900	1.100	1.500	0.160	Tonstein

Berechnungsgrundlagen
 Bohrpfahl (DIN 4014)
 Pfahlänge = 8.50 m
 $\gamma_p = 1.40$
 $\gamma_G = 1.35$
 $\gamma_Q = 1.50$
 Anteil Veränderliche Lasten = 0.500

$$\gamma_{(G,Q)} = 0.500 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.500) \cdot \gamma_G$$

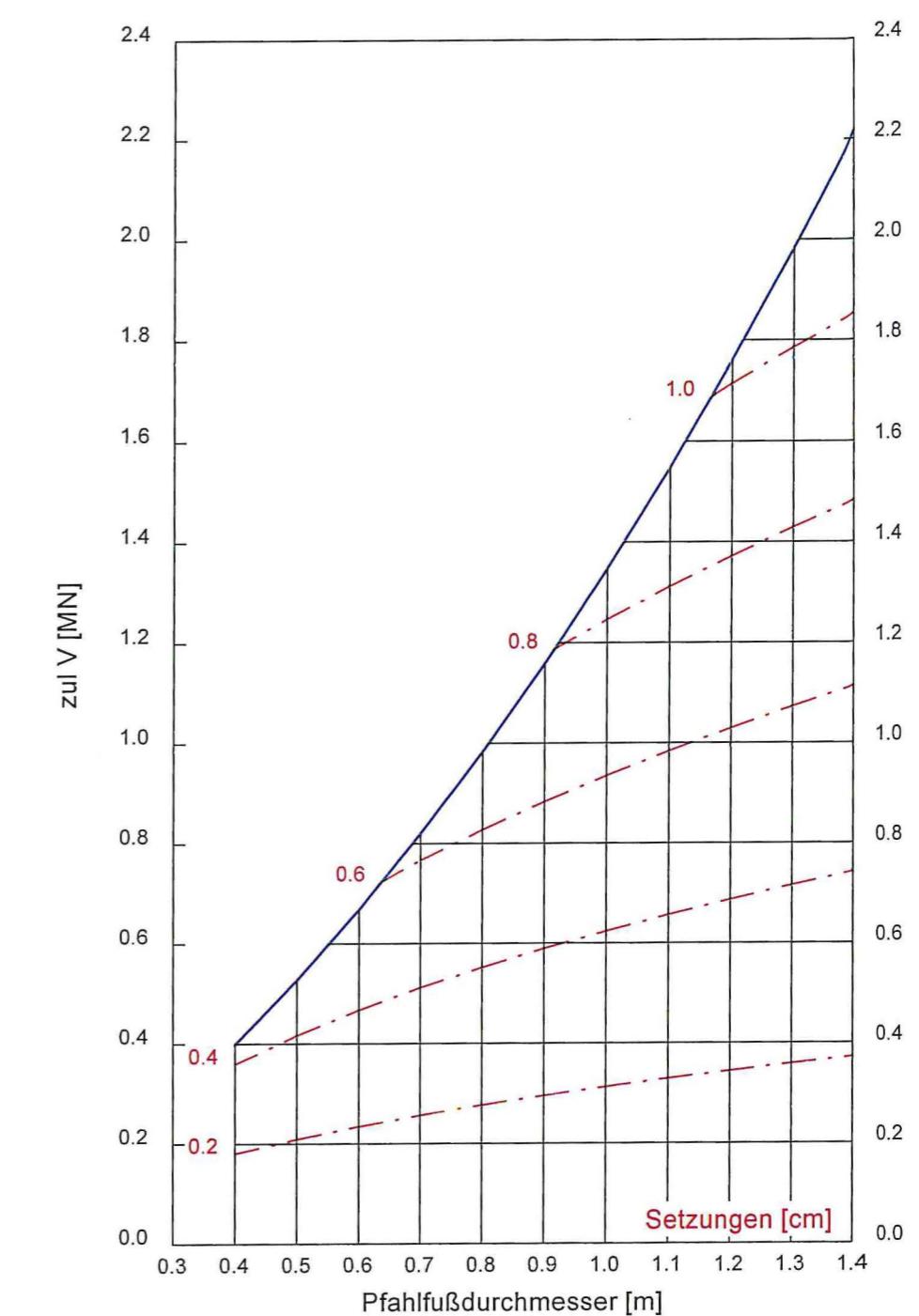
$$\underline{\gamma_{(G,Q)} = 1.425}$$

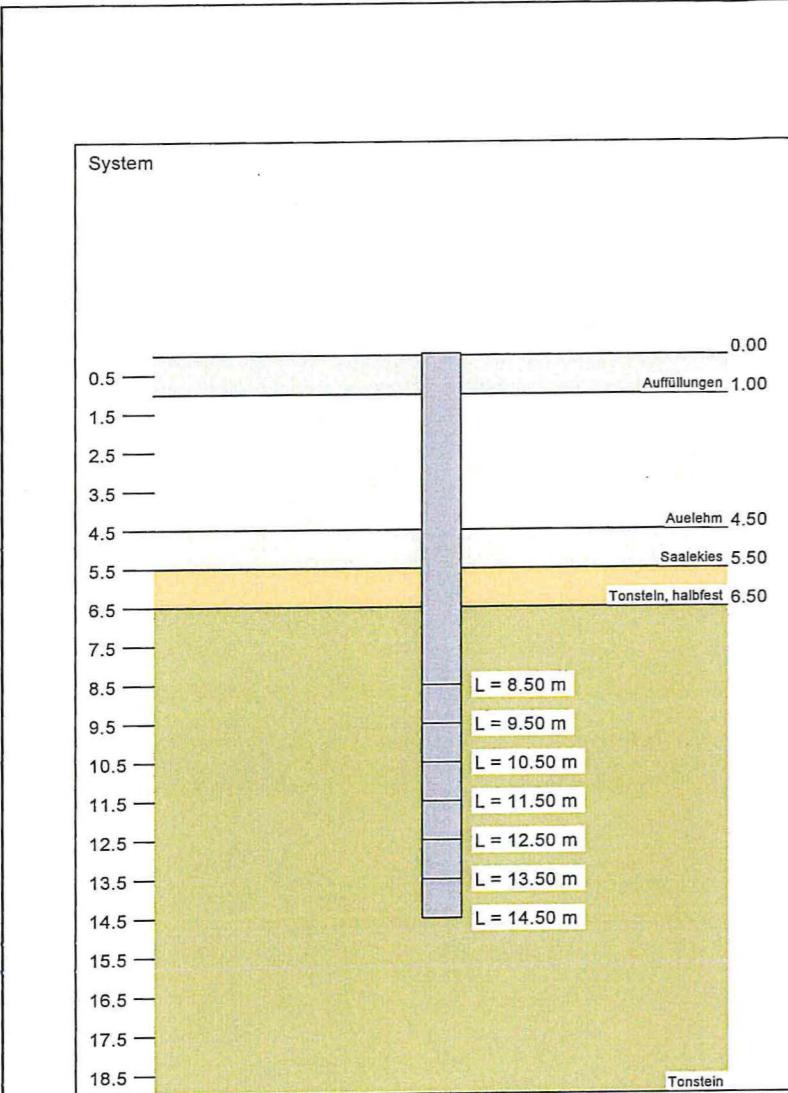
Zul V
 — Setzung



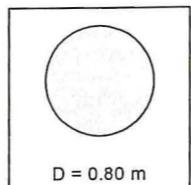
D [m]	Länge [m]	R_k [MN]	R_d [MN]	$R_{E,k}$ [MN]	zul V [MN]	s [cm]
0.400	8.50	0.792	0.565	0.397	0.397	0.44
0.500	8.50	1.049	0.749	0.526	0.526	0.51
0.600	8.50	1.329	0.949	0.666	0.666	0.57
0.700	8.50	1.633	1.166	0.818	0.818	0.64
0.800	8.50	1.960	1.400	0.983	0.983	0.71
0.900	8.50	2.311	1.651	1.159	1.159	0.79
1.000	8.50	2.686	1.919	1.346	1.346	0.87
1.100	8.50	3.084	2.203	1.546	1.546	0.94
1.200	8.50	3.506	2.504	1.757	1.757	1.03
1.300	8.50	3.951	2.822	1.981	1.981	1.11
1.400	8.50	4.420	3.157	2.216	2.216	1.20

$$zul V = R_{E,k} = R_k / (\gamma_p \cdot \gamma_{(G,Q)}) = R_k / (1.400 \cdot 1.425) = R_k / 1.99 \quad [\gamma_{(G,Q)} = 1.425]$$

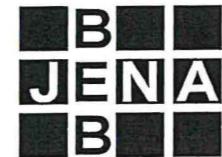




$$\text{zul } V = R_{E,k} = R_k / (\gamma_p \cdot \gamma_{(G,Q)}) = R_k / (1.400 \cdot 1.425) = R_k / 1.99 \quad [\gamma_{(G,Q)} = 1.425]$$



BEB Jena Consult GmbH
Tatzendpromenade 2
07745 Jena
Tel.: 03641-4527-0



Jena, Saalbahnhofsstraße

Neubau Wohnbebauung Vorbemessung Bohrpfähle (äußere Tragfähigkeit)

Datum: 20.05.19
Bericht Nr.
5035/26/88/E-1
Anlage: 7.2

Boden	$q_{b,k02}$ [MN/m ²]	$q_{b,k03}$ [MN/m ²]	$q_{b,k10}$ [MN/m ²]	$q_{s,k}$ [MN/m ²]	Bezeichnung
	0.000	0.000	0.000	0.000	Auffüllungen
	0.000	0.000	0.000	0.000	Auelehm
	0.000	0.000	0.000	0.100	Saalekies
	0.900	1.100	1.500	0.060	Tonstein, halbfest
	0.900	1.100	1.500	0.160	Tonstein

Berechnungsgrundlagen
Bohrpfahl (DIN 4014)
Pfahldurchmesser = 0.800 m
 $\gamma_P = 1.40$
 $\gamma_G = 1.35$
 $\gamma_Q = 1.50$
Anteil Veränderliche Lasten = 0.500

