

# **BEB Jena Consult GmbH**

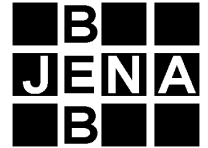
## **Baugrund - Erdbau - Beweissicherung**

Tatzendpromenade 2  
07745 Jena

☎ 03641 - 45 27-0  
☎ 45 27 30

www.beb-jena-consult.de  
mail: beb-jena@beb-jena-consult.

---



## **Geotechnischer Bericht nach DIN 4020**

### **Baugrunduntersuchung und Gründungsberatung**

Auftrags-Nr.: 5035/39/91/D-2

Bauvorhaben: Jena, Steinweg Frauengasse  
Neubau Quartier 22

Geotechnische Kategorie: 3

Auftraggeber: GW Projects GmbH  
Mierendorffstraße 3  
60320 Frankfurt am Main

Objektplanung: AS + P Albert Speer + Partner GmbH  
Hedderichstraße 108 – 110  
60596 Frankfurt am Main

Der Bericht umfasst 26 Seiten, 13 Tabellen und 6 Anlagen.

Jena, den 05.10.2023

BEB Jena Consult GmbH

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

textfile: Jena/Stadtzentrum/Steinweg/Neubau Q 22/Fortschreibung 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.

<b>Inhaltsverzeichnis</b>	<b>Seite</b>
<b>UNTERLAGEN</b>	<b>3</b>
<b>ANLAGEN</b>	<b>3</b>
<b>0. VORGANG UND AUFTRAG</b>	<b>4</b>
<b>1. UNTERSUCHUNGSGEBIET</b>	<b>4</b>
<b>2. BAUAUFGABE</b>	<b>4</b>
<b>3. BAUGRUNDMODELL, ERGEBNISSE DER GEOTECHNISCHEN UNTERSUCHUNG</b>	<b>5</b>
3.1 Morphologie des Geländes	5
3.2 Einwirkungen	5
3.2.1 Nutzung geländenaher Tiefenbereiche, Umweltrelevante Untersuchungen	5
3.2.2 Nutzung geländeferner Tiefenbereiche	6
3.2.3 Grundwassereinwirkung	6
3.2.4 Dynamische Einflüsse/Seismik	7
3.2.5 Rezente potentielle Prozesse (siehe Anlage 1.4)	7
3.3 Regionale Einheiten/Geologischer Überblick	7
3.4 Baugrunderkundung, Felduntersuchungen	7
3.5 Baugrundsichtung und Homogenbereiche	7
3.6 Laboruntersuchungen	8
3.7 Hydrologische Verhältnisse	8
3.8 Wasserführung	9
3.9 Wasserstände	9
3.9.1 Grundwassermessstellen	10
3.10 Wassereigenschaften / Betonaggressivität / Stahlaggressivität	11
3.11 Durchlässigkeit der Baugrundsichten	11
3.12 Eigenschaften der Baugrundsichten / Homogenbereiche im Zustand vor dem Lösen	11
<b>4. BAUGRUNDEIGNUNG</b>	<b>15</b>
4.1 Bebaubarkeit der Baufläche	15
4.2 Belastbarkeit	15
4.3 Lösbarkeit (informativ als Kalkulationshilfe)	15
4.4 Verwendbarkeit der Schüttstoffe aus Abtrag und Aushub / Wiedereinbaufähigkeit	15
4.5 Stabilisierbarkeit / Einsatz von Bindemittel	16
4.6 Rammpbarkeit (informativ als Kalkulationshilfe)	16
4.7 Bohrbarkeit (informativ als Kalkulationshilfe)	17
<b>5. LÖSUNGSVORSCHLÄGE</b>	<b>17</b>
5.1 Bauwerkseinordnung	17
5.2 Konstruktionssystem	17
5.3 Gründungsmethode	18
5.4 Bauwerksschutz / Abdichtung	18
5.5 Schutz des Baugrundes / Frostschutz	19
5.6 Wasserhaltung	19

<b>5.7</b>	<b>Schutz der Baugrube / Böschungsgestaltung</b>	<b>20</b>
<b>5.8</b>	<b>Planumsschutz, Planumsstabilisierung</b>	<b>21</b>
<b>6.</b>	<b>BERECHNUNGSGRUNDLAGEN</b>	<b>21</b>
<b>6.1</b>	<b>Generelle Berechnungsgrundlagen</b>	<b>21</b>
<b>6.2</b>	<b>Spezielle Berechnungsgrundlagen</b>	<b>21</b>
6.2.1	Bemessungswiderstand des Sohldrucks für die Flachgründungen	22
6.2.2	Bettungsmoduln ( $k_S$ ) für Gründungsplatten	22
6.2.3	Erddruckansätze	23
6.2.4	Pfahlgründungen bzw. Bohrpfahlwände für den Verbau	23
6.2.5	Verankerungen (DIN 1054:2010) der Verbauwände	24
6.2.6	Anforderungen an Gründungspolster	24
<b>7.</b>	<b>HINWEISE</b>	<b>25</b>

## Unterlagen

- U 1** - Auftrag GW Projects GmbH zur Fortschreibung Baugrundgutachten vom 10.07.2023
- U 2** - Angebot Je-122/23A BEB Jena Consult GmbH an den AG vom 10.07.2023
- U 3** - Unterlagen des Objektplaners AS+P Frankfurt Planstand 01.08.2023
- U 3.1** – Grundriss Untergeschoss M 1:200
- U 3.2** – Schnitt A-A M 1:500
- U 3.3** – Schnitt B-B M 1:500
- U 4** - Unterlagen des Tragwerksplaners Bauart BI Lauterbach Planstand LP 2 vom 21.07.2023
- U 4.1** – geschätzte Lasten UK Bodenplatte M 1:200
- U 4.2** – Gebäudeschnitt im Bereich Tiefgaragenrampe M 1:200 vom 14.06.23
- U 5** - Geotechnischer Untersuchungsbericht 5035/39/91/D vom 30.11.2018
- U 6** - Pegelablesung der Grundwassermessstellen GWM 1 bis 3 vom 08.10.2018 bis 05.07.2023

## Anlagen

- A1.1** - Übersichtsplan
- A1.2** - Aufschlussplan 1
- A1.3** - Übersichtsplan Geologie
- A1.4** – Übersichtsplan Auslaugung
- A1.5** – Luftbild 1945
- A1.6** – Altbebauung 1990
- 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
- A4** - Geländeschnitte 1 bis 3 neu mit projizierten Aufschlüssen
- A5** - Grundbruch- und Setzungsnachweise Bodenplatten
- A6** - Ganglinien der Grundwassermessstellen GWM 1 bis 3/18 bis 07/23

## **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 Geschäftskomplexes.

Das ursprüngliche Konzept von 2018 mit einem Hochhaus in dem u.a. eine Hotelnutzung vorgesehen war, wurde in der Corona-Pandemie fallen gelassen.

Die aktuelle Planung sieht neben einem hohen Anteil an Wohnnutzung auch gewerbliche Büroeinheiten, einen Einkaufsmarkt und eine nur noch eingeschossige Tiefgarage vor.

Dieses geänderte Konzept soll in einer Fortschreibung des Baugrundgutachtens von 2018 beurteilt werden.

Im Vorfeld der weiteren Planungen werden deshalb die Untergrundverhältnisse, die Altlastensituation und die Gründungssituation am Standort in einer aktualisierten Baugrunduntersuchung und Gründungsberatung nach DIN EN 1997-2 beurteilt. Mit der Durchführung der Fortschreibung der Baugrunduntersuchung wurde die BEB Jena Consult GmbH nach Angebot (U 2) durch den Bauherrn (U 1) erneut beauftragt.

Das Baugrundgutachten U 5 von 2018 behält weiterhin seine Gültigkeit und wird nur in den aktuellen Änderungen fortgeschrieben. Bei unveränderten Aussagen wird auf das Gutachten U 5 verwiesen.

## **1. Untersuchungsgebiet**

Keine Änderungen gegenüber U 5.

## **2. Bauaufgabe**

Am Standort soll eine gemischte Bebauung mit einem dominanten 14-geschossigen Hochhaus, am Steinweg einem 7-geschossigen Bürogebäude, an der Frauengasse einem 5-geschossigen Wohngebäude und Verbindungsbauwerken mit einem dazwischen liegenden Einkaufsmarkt errichtet werden. Der gesamte Neubaukomplex erhält nur noch eine 1-geschossige Tiefgarage, die von der Straße Am Eisenbahndamm aus befahren werden soll.

Als aktuelle Bezugshöhen sind der Planung U 3 zu entnehmen:

OK FFB EG =	± 0,00 m = 143,90 m NHN
UK Bodenplatte Tiefgarage 1. UG =	- 4,25 m = 139,65 m NHN
UK Bodenplatte Doppelparker	- 5,82 m = 138,08 m NHN

Statische Lastangaben sind mit U 6 als geschätzte Flächenlasten zugesandt worden.

Bauteil 1: Einkaufsmarkt im Innenhof  $\sigma_{g,k} = 90 \text{ kN/m}^2$   $\sigma_{q,k} = 40 \text{ kN/m}^2$

Bauteil 2: Wohnblock Frauengasse  $\sigma_{g,k} = 180 \text{ kN/m}^2$   $\sigma_{q,k} = 35 \text{ kN/m}^2$

Bauteil 3A: Gewerbenutzung  $\sigma_{g,k} = 140 \text{ kN/m}^2$   $\sigma_{q,k} = 30 \text{ kN/m}^2$

Bauteil 3: Hochhaus  $\sigma_{g,k} = 360 \text{ kN/m}^2$   $\sigma_{q,k} = 70 \text{ kN/m}^2$

Bauteil 4A: Gewerbenutzung  $\sigma_{g,k} = 120 \text{ kN/m}^2$   $\sigma_{q,k} = 25 \text{ kN/m}^2$

Bauteil 4: Bürogebäude  $\sigma_{g,k} = 220 \text{ kN/m}^2$   $\sigma_{q,k} = 45 \text{ kN/m}^2$

Es wird vermutlich eine Stahlbetonbauweise gewählt.

Die Errichtung des Neubaus ist mit einer gemischten Baugrubensicherung durch überschnittene Bohrpfahlwände zur Bestandsbebauung hin und Bohrträgerverbau mit teilweiser Rückverankerung geplant. Ob Gebäudesicherungen als Unterfangung nach DIN 4123 erforderlich werden, ist noch nicht bekannt.

### **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**

Siehe U 5 sehr ausführliche Beurteilungen der Altlasten und der Vornutzung.

Zum Zeitpunkt der Baugrunduntersuchung galt noch die LAGA M 20.

Zum 01.08.2023 trat in Thüringen die bundesweit gültige Mantelverordnung in Kraft. Die Mantelverordnung beinhaltet die Verordnung zur Einführung einer Ersatzbaustoffverordnung, zur Neufassung des Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung und zur Änderung der Deponieverordnung und Gewerbeabfallverordnung.

Die Ersatzbaustoffverordnung stellt damit bundeseinheitliche und rechtsverbindliche Anforderungen an die Herstellung und den Einbau mineralischer Ersatzbaustoffe (MEB). Länderregelungen (LAGA, Übergangsempfehlungen und Vollzugshinweise) traten außer Kraft.

Die Ersatzbaustoffverordnung richtet sich an Erzeuger, Besitzer, Behandler und Verwender von mineralischen Ersatzbaustoffen. Sie regelt die Anforderungen für die Verwertung von

16 mineralischen Ersatzbaustoffen für 17 verschiedene Einbauweisen hauptsächlich für den Verkehrswegebau sowie 26 verschiedene Einbauweisen für spezifische Bahnbauweisen.

*Für laufende Bauvorhaben besteht derzeit noch die Möglichkeit nach LAGA M 20 zu verwerten. Das muss jedoch zum Zeitpunkt des Baubeginns neu geprüft werden, weil die Betriebspläne der Deponien an die EBV schrittweise angepasst werden sollen.*

### Vorbereitung Ausschreibung

Bei der Vorbereitung der Bauarbeiten müssen weitere baubegleitende Untersuchungen erfolgen, um den Entsorgungsweg festzulegen. Es wird eine Rasterfeldbeprobung empfohlen und sollte in der Ausschreibung festgelegt werden. Gemäß DepV ist den Entsorgungsfachbetrieben oder Deponien für die Entsorgung von je 500 m<sup>3</sup> / 1000 t des zu verwertenden Aushubes eine vollständige Deklarationsanalytik nach Deponieverordnung vorzulegen.

Für die Ersatzbaustoffverordnung EBV sind zusätzliche Probenahmen nach LAGA PN 98 auszuschreiben, die sich von der LAGA deutlich unterscheiden. Es ist mit Doppeluntersuchungen zu rechnen.

Kampfmittelsituation: Nach dem beigefügten *Luftbild vom 10.04.1945 auf der Anlage 1.5* 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**

Siehe U 5

### **3.2.3 Grundwassereinwirkung**

Siehe U 5

### 3.2.4 Dynamische Einflüsse/Seismik

Siehe U 5

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

Siehe U 5

### 3.3 Regionale Einheiten/Geologischer Überblick

Siehe U 5

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 mittelpastische 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

Siehe U 5

### 3.5 Baugrundsichtung und Homogenbereiche

Siehe U 5

*Tabelle 1 Baugrundsichten und Homogenbereiche*

<i>Baugrundsicht</i>		<i>Homogenbereich</i>
<i>Nr.</i>	<i>Benennung</i>	<i>HB-Bezeichnung</i>
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 Baugrundsichten sind nummeriert, die Homogenbereiche mit Buchstaben versehen.

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

*Tabelle 2: Schichtenfolge*

Aufschluss	Höhe m NN	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**

Siehe U 5

### **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 (Hardeggenfolge) bilden den unteren Grundwasserleiter. Der Festgesteinsgrundwasserleiter 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 Sicker- bzw. Schichtwasserzuläufen zu rechnen. Die Intensität ist jahreszeitlich sehr verschieden.

### **3.8 Wasserführung**

Siehe U 5

### **3.9 Wasserstände**

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

*Tabelle 3 Wasserstände*

		<i>Wasseranschnitt</i>		<i>Ruhewasserstand</i>	
<i>Aufschluss</i>	<i>m ü. NHN</i>	<i>m unter Gelände</i>	<i>m ü. NHN</i>	<i>m unter Gelände</i>	<i>m ü. NHN</i>
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 in U 5

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.

Auf den Anlagen 6 werden die Ergebnisse der Datenlogger für den Beobachtungszeitraum von 10/2018 bis 07/2023 dokumentiert. Für den Beobachtungszeitraum können folgende Extremwerte mitgeteilt werden:

#### GWM 1/18 im Anstrom der Südwestecke:

max. Wasserstand 140,38 m NHN am 20.02.2021

min. Wasserstand 139,19 m NHN am 02.12.2018

#### GWM 2/18 im Abstrom der Nordwestecke:

max. Wasserstand 140,30 m NHN am 20.02.2021

min. Wasserstand 139,09 m NHN am 29.11.2018

#### GWM 3/18 im Abstrom an der Nordostecke:

max. Wasserstand 140,40 m NHN am 19.02.2021

min. Wasserstand 139,19 m NHN am 01.12.2018

Mit den Extremwerten wird erkennbar, dass der Neubau in das Grundwasser eintaucht. Für die Planung der Tiefgarage und der Doppelparker ergeht die Empfehlung, die Betonkonstruktion als wu-Bauweise auszubilden.

Die ermittelten Grundwasserstände haben auch Einfluss auf die Planung der Baugruben-

sicherung und Bauwasserhaltung.

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

Siehe U 5

### **3.11 Durchlässigkeit der Baugrundsichten**

Siehe U 5

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

*Tabellen 4 bis 7 Kurzbeschreibungen (keine Änderung gegenüber U 5)*

<b>Homogenbereiche</b>	<b>Baugrundsichten</b>
<i>Homogenbereich A (ohne Asphaltdeckschichten)</i>	<i>Körnige Auffüllungen Schichten 0.1 Sand, Auesand, 2 Kies, Saaleschotter, 3</i>
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, Tonsteinersatz</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- Bl. 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 Hardeggen-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, Sandsteinersatz, 5.1 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 Hardeggen-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 laborativen Versuchsergebnisse nach den im Gutachten U 5 aufgeführten Anlagen vorliegen, werden 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 nur noch eingeschossig unterkellerte Neubebauung ist die Baufläche geeignet. Es sind Gründungen der mehrgeschossigen Bebauung in der Schicht 3 (Saalekies) des Homogenbereiches B zu erwarten.

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

##### **4.2 Belastbarkeit**

*Tabelle 8 Belastbarkeit*

<i>Homogenbereich/ Baugrundsicht</i>	<i>Eignung als Gründungsschicht</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)**

Siehe U 5

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

Siehe U 5

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

Die bindigen Schichten des Homogenbereiches B (bindige Auffüllungen, Schicht 0.2 und Auelehme, Schicht 1) 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 9 Rammbarkeit*

<i>Homogenbereich / Baugrundsichten</i>	<i>Rammbarkeit</i>
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 Baugrundsichten 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 Bohrpfahl-, 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 10 Bohrbarkeit (informativ)*

<i>Homogenbereich / Baugrundsicht</i>	<i>Boden- und Felsklassen für Bohrarbeiten</i>
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, Auelehme, 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 des Homogenbereiches A (Schicht 3 Saalekies).

##### **5.2 Konstruktionssystem**

Die endgültige Bauwerkskonstruktion ist noch nicht bekannt. Nach den bisher übergebenen Unterlagen ist von einer Wandbauweise mit statisch aussteifenden Wandscheiben 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, um Schäden aus Mitnahmesetzungen zu***

***vermeiden. Alternativ müssten hohe Lasten in tiefere Baugrundsichten geführt werden***

### **5.3 Gründungsmethode**

Die Neubebauung erhält aktuell mit der nur noch eingeschossigen Tiefgarage eine Unterkellerung, so dass die Gründung der Gebäude den tragfähigen Homogenbereich A (Schicht 3) erreicht, um die Bauwerkslasten möglichst verformungsarm abzutragen.

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

In der endgültigen Gründungssohle angetroffene Tone und bindige Zwischenschichten des Saalekies sind vollständig zu lösen und durch Gründungspolster / 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 Gebäudeteile ist von einer Beanspruchung durch versickerndes Oberflächen-, Sicker- und freies Grundwasser auszugehen.

Aktuell wäre für unterkellerte Gebäudeteile von Grundwasserberührung 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 Zuverlässigkeitsanforderungen sind vom Fachplaner zu treffen. Bei W2-E ist für das abzudichtende Bauwerk ein statischer Nachweis gegen Auftrieb und Wasserdruck erforderlich.

Alternativ sind für eingeeerdete 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° im Homogenbereich B und 30° in den Homogenbereichen A und C nicht überschritten wird.

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

Siehe U 5

### **5.6 Wasserhaltung**

Variante 1 Wasserdicht umschlossene Baugrube mit überschrittenen Bohrpfählen

Für die Gründungsarbeiten ist nur bei einer relativ wasserdicht umschlossenen Baugrube durch überschrittene Bohrpfähle eine Restwasserhaltung erforderlich und möglich.

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 seiner Aushubhöhe (Auesand, 2 und Saalekies, 3).

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.

Variante 2 Baugrubensicherung mit Bohrträgerverbau und Bohrpfählen

Bei dieser Variante ist für das Erreichen der Gründungssohle eine geschlossene Grundwasserhaltung mit Absenkbrunnen und Pumpensäumpfen erforderlich.

Für das normale 1. UG der Tiefgarage wäre gemäß Absatz 3.9.1 bei Niedrigwasser die

Baugrube mit offener Wasserhaltung aushebbar, bei Mittel- und Hochwasserständen bis zu 1,0 m in geschlossener Wasserhaltung abzusenken. Im Bereich der Doppelparker wäre bei Niedrigwasser bis zu 1 m und bei Mittel- bis Hochwasserständen bis zu 2 m in geschlossener Wasserhaltung abzusenken. Das erfordert eine seriöse Fachplanung um alle Risiken der Reichweite auf die betroffene Nachbarbebauung abschätzen zu können.

Aus fachlicher Sicht des Baugrundes ist eine relativ wasserdichte Baugrube mit z.B. überschnittenen Bohrpfählen die technische saubere und beherrschbare Variante. Alternativen sind technisch möglich.

### **5.7 Schutz der Baugrube / Böschungsgestaltung**

Baugruben und Gräben mit Tiefen über 1,25 m sind nach DIN 4124:2002-10 abzusteißen, 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 Böschungsschultern (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 11 zulässige Böschungswinkel*

<i>Homogenbereich / Baugrundsicht</i>	<i>Zul. Böschungswinkel</i>
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 dem geplanten Untergeschoss und den Doppelparkern ist derzeit davon auszugehen, dass für die Baugrube eine überschnittene Bohrfahlwand das wirtschaftliche Verbaufverfahren ist.

## **5.8 Planumsschutz, Planumsstabilisierung**

Das Feinplanum besteht für die aktuelle Gründungsvariante aus den sandig steinigen Saalekiesen der Schicht 3 im Homogenbereich A. Diese sind im Feinplanum intensiv nachzuverdichten und mit einer Sauberkeitsbetonschicht von 8 – 10 cm (Beton mindestens C 12/15) als Arbeitsplanum zu versiegeln. Bindige Restlinsen sind zu entfernen und durch Polstermaterial oder Magerbeton zu ersetzen.

## **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 erdstatischer 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 12 Charakteristische Bodenparameter**

Homogenbereich	Baugrundschicht	natürl. Wichte $\gamma_k$ [kN/m <sup>3</sup> ]	Wichte unter Auftrieb $\gamma'_k$ [kN/m <sup>3</sup> ]	wirks.Reibungswinkel $\phi'_k$ [Grad]	wirks.Kohäsion $c'_k$ / undränirte 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 der Bodenplatten auf dem Saalekies im Homogenbereich A auf der Schicht 3 wird für die Vorbemessung auf den Anlagen 5 zunächst überschlägig für die beiden Gründungsebenen ermittelt.

Auf der **Anlage 5.1 wird die Gründungssohle unter den Doppelparkern bei 138,08 m NHN** für die Bodenplatten von 0,4 bis 0,8 m Dicke beurteilt.

Bei Ausnutzung eines Sohldrucks  $\sigma_{R,d} \leq 800 \text{ kN/m}^2$  ist mit Setzungen  $< 2,0 \text{ cm}$  zu rechnen.

Auf der **Anlage 5.2 wird die Gründungssohle unter dem 1.UG der Tiefgarage bei 139,65 m NHN** für die Bodenplatten von 0,4 bis 0,8 m Dicke beurteilt.

Bei Ausnutzung eines Sohldrucks  $\sigma_{R,d} \leq 800 \text{ kN/m}^2$  ist mit Setzungen  $< 2,5 \text{ cm}$  zu rechnen.

### 6.2.2 Bettungsmoduln ( $k_s$ ) für Gründungsplatten

Für die Bemessung als elastisch gebettete Plattengründungen wird als Berechnungsgrundlage der sogenannte Bettungsmodul  $k_s$  erforderlich, welcher im Sinne einer elastischen Federsteifigkeit des Untergrundes verstanden werden kann. Die Kopplung der Stützfedern nach Nachbarfedern hin wird jedoch beim Bettungsmodul-verfahren nicht berücksichtigt.

$$k_s = \frac{\sigma}{s} = \frac{E_m}{b \times f}$$

Bei diesem System der Gründung werden Lasten aus Wänden oder Stützen je nach dem Verhältnis der Steifigkeit von Platte und Untergrund (und je nach Größe der Lasteinleitung) auf variabler Breite in den Untergrund eingetragen.

Auf Grund des beschriebenen Zusammenwirkens 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.

Auf den Anlagen 5 wurden für die jeweilige Bodenplatte in den letzten Spalten der Protokolltabelle die Bettungsmoduln mit dokumentiert.

Dabei variieren die Bettungsmoduln unter den Doppelparkern je nach Bodenplattendicke zwischen  $k_s = 20,4$  und  $27,1 \text{ MN/m}^3$ . Im Bereich unter dem 1.UG der Tiefgarage variieren die Bettungsmoduln je nach Bodenplattendicke zwischen  $k_s = 16,5$  und  $22,5 \text{ MN/m}^3$ .

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

Die Theorie des elastischen Halbraums führt zu einem innerhalb der Gründungsfläche veränderlichen Bettungsmodul. Nach der Literatur (Dimitrov, Netzel u.a.) genügt es, für eine bestimmte Laststellung die Innenflächen mit einem konstanten Bettungsmodul anzusetzen und am Rand, zum Abbau der Randspannungsspitzen durch Plastizierung des Bodens, den doppelten Wert des Bettungsmoduls anzusetzen. Der höhere Wert kann für  $0,2 \times$  Plattenbreite angesetzt werden. In diesem Bereich ist auch eine lineare Zunahme zulässig.

### 6.2.3 Erddruckansätze

Für die Erddruckansätze zur erdstatischen Bemessung von eingeeordneten 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 Erddruckkraft 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 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.

### 6.2.4 Pfahlgründungen bzw. Bohrpfahlwände für den Verbau

Für die Nachweise einer Bohrpfahlgründung bzw. den Verbau 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 13 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 <sub>s,k</sub> = E <sub>s,k</sub> /D
4, Tonstein	s/D= 0,02      0,9	0,12	
	s/D = 0,03      1,1		
	s <sub>gr</sub> /D = 0,10      1,5		
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 Herstellungsnorm DIN EN 1536 zu beachten.

### 6.2.5 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  $q_{s,k} = 0,2 \text{ MN/m}^2$  und für den verwitterten Sandstein (Schicht 5.2) nach den Tabellen von *Ostermayer* ein charakteristischer Mantelreibungswert von  $q_{s,k} = 0,5 \text{ MN/m}^2$  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.

### 6.2.6 Anforderungen an Gründungspolster

Es sollte ein Material mit einem Ungleichförmigkeitsgrad  $U > 5$  verwendet werden. Der



Gehalt an abschlämmbarem Korn (Frostempfindlichkeit)  $d < 0,1 \text{ mm}$  muss im Einbau  $< 7 \%$  sein, wobei ein gebrochenes, gut gestuftes Hartsteinmaterial (kein Kalkstein) , z.B. der Körnung 0/45 oder 0/56 lagenweise mit einem Verdichtungsgrad von 100 % Proctordichte einzubauen ist.

Die stoffspezifische erdbautechnische und umweltrelevante Eignung ist gemäß TL Gestein-StB 04 bzw. TL BuB E-StB 09 nachzuweisen.

Es gelten die nachfolgenden Kennwerte für ein auf seine Eignung noch zu prüfendes Material.

Wichte des feuchten Bodens:	$\gamma$	=	21 kN/m <sup>3</sup>
wirksamer Reibungswinkel	$\phi'$	=	34 Grad
wirksame Kohäsion	$c'$	=	0 kN/m <sup>2</sup>
Steifemodul	$E_s$	=	50 MN/m <sup>2</sup>

Diese Werte gelten weiterhin unter den nachfolgend genannten Voraussetzungen:

Die Druckverteilung innerhalb des Gründungspolsters ist unter dem Winkel von 60 Grad zur Horizontalen gewährleistet. Das Polster ist über den Grundriss des Neubaus hinaus zu führen.

Der erreichte Verformungsmodul, zur Gegenüberstellung zum rechnerischen Steifemodul ist durch Messung vorzugsweise mit dem statischen Plattendruckversuch nach DIN 18134 zu überprüfen. Dabei ist ein Messwert von  $E_{v2} \geq 110 \text{ MN/m}^2$  bei einem Verdichtungsverhältnis  $E_{v2} / E_{v1} < 2,2$  nachzuweisen (Schichtstärke  $\geq 1,0 \text{ m}$ ).

## **7. Hinweise**

Der vorliegende geotechnische Bericht enthält die Beschreibung der Baugrund- und Grundwassersituation am Baustandort des Quartier 22 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 ausgewerteten Aufschlüsse tragen punktuellen Charakter. Abweichungen von den dargestellten Baugrundsichtprofilen 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.

***Im Bereich der hohen Belastungen (z.B. am Bauteil 3) sind zur Entscheidungsfindung der endgültigen Gründungstiefe Schwere Rammsondierungen auszuführen, um den Übergang Saalekies zum Tonstein/Sandstein beurteilen zu können.***

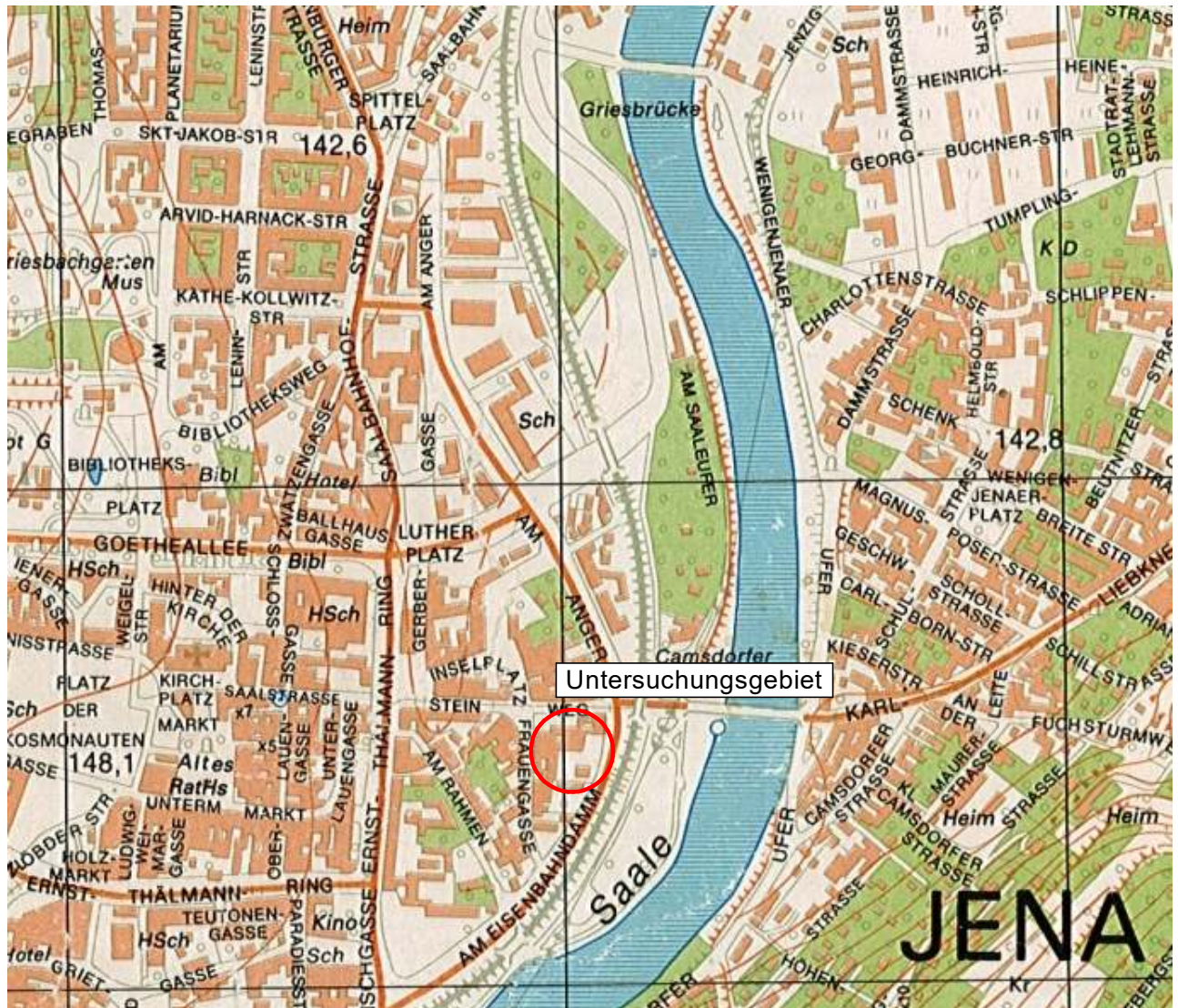
Die Erstellung eines geotechnischen Entwurfsberichtes nach EC 7.2 ist auf Anforderung der Planer möglich.

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 Homogen-bereiche 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).



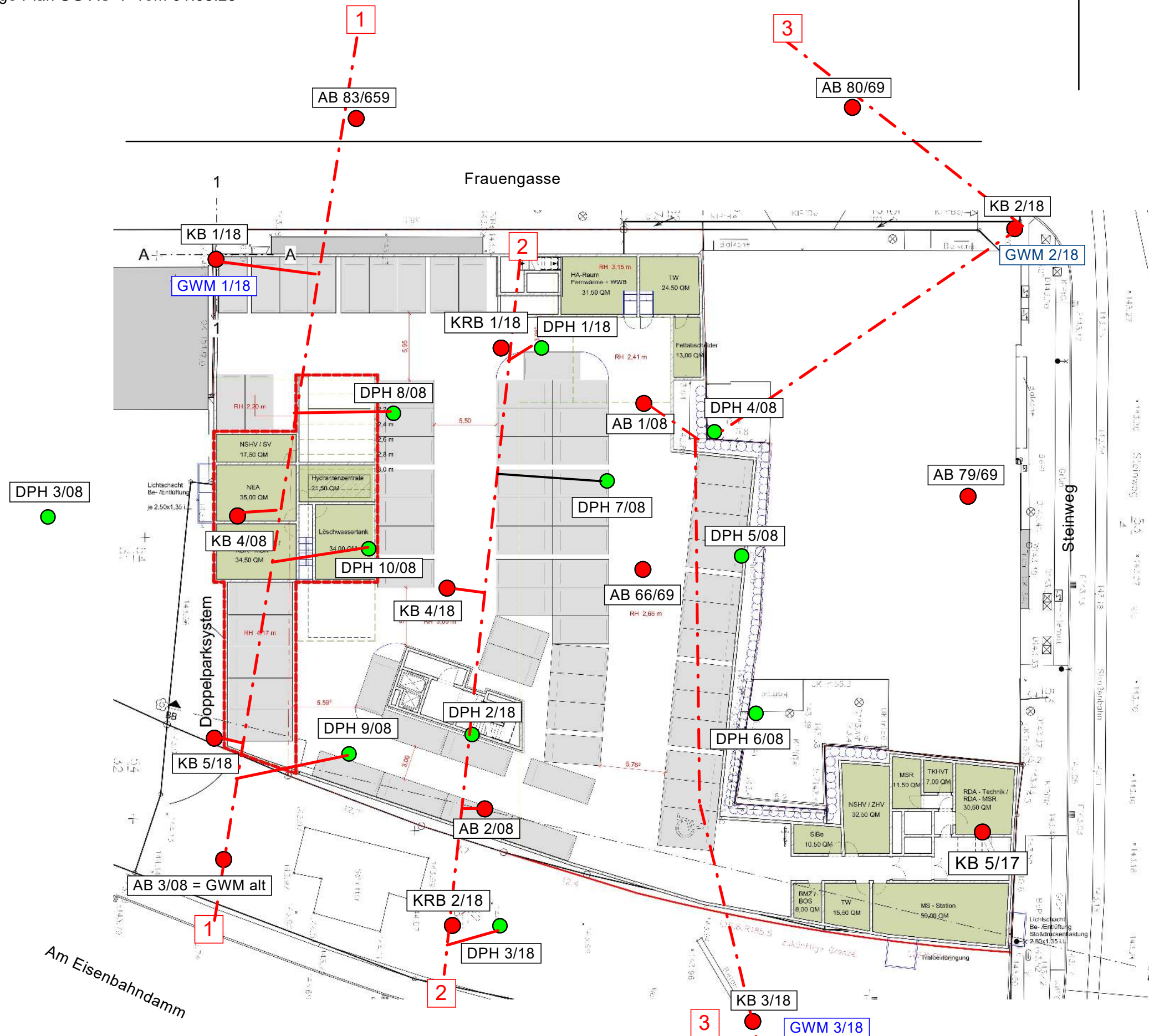
Topografische Übersicht 1984  
 M ca. 1 :5000







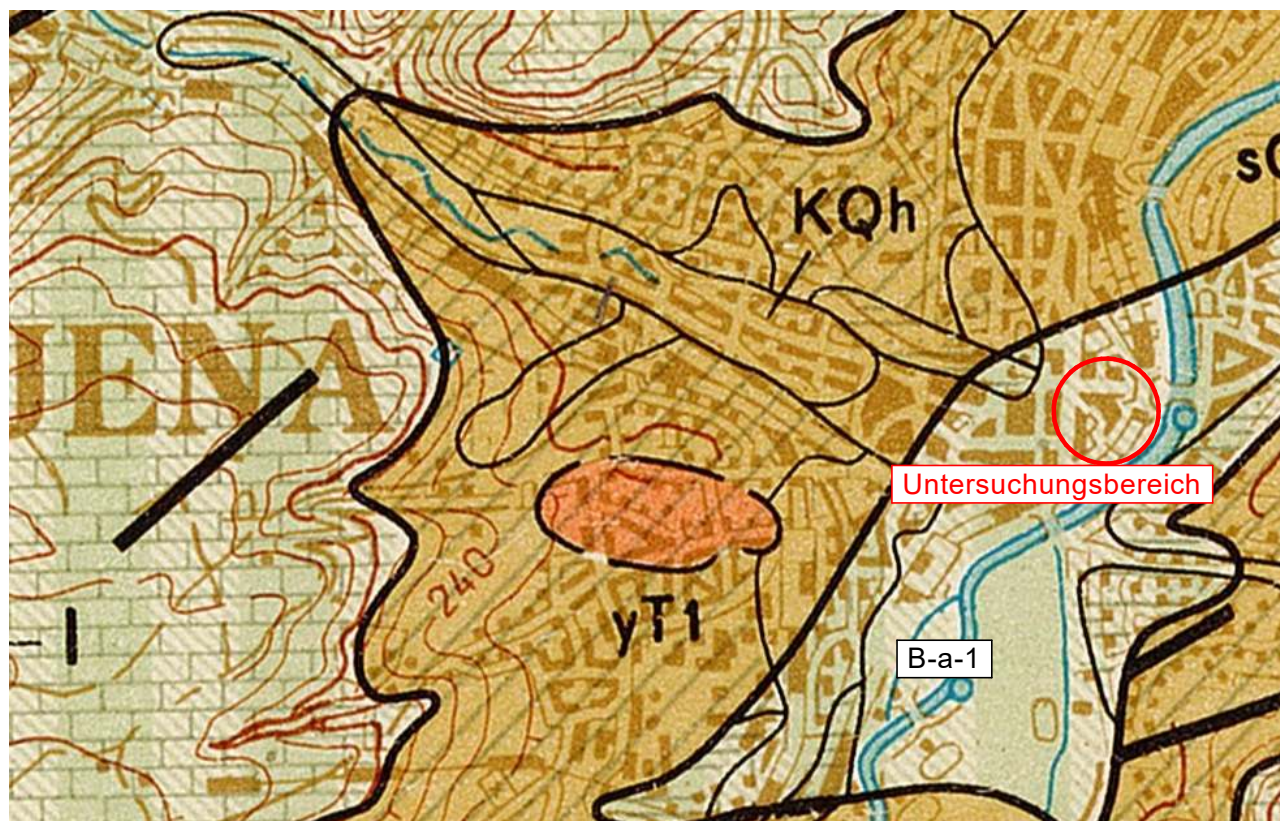
Grundlage Plan UG AS+P vom 01.08.23











B-a-1

Auslaugung nicht zu erwarten!

Auszug aus der Auslaugungskarte M 32-48 Jena







Baufläche rot hervorgehoben







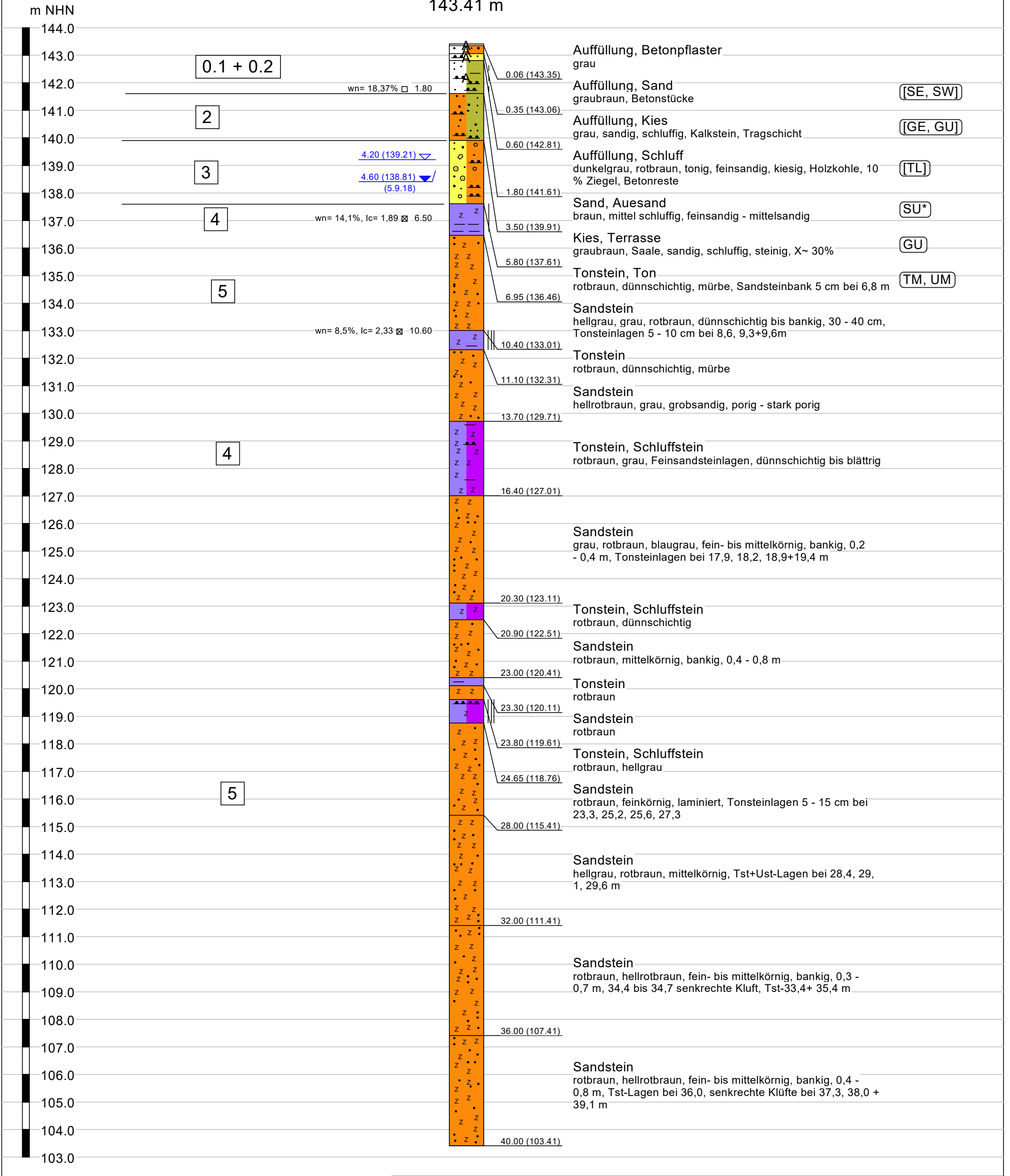


KB 1/18

Koordinaten (Gauss-Krüger)

H: 56 43 692  
R: 44 71 464

143.41 m



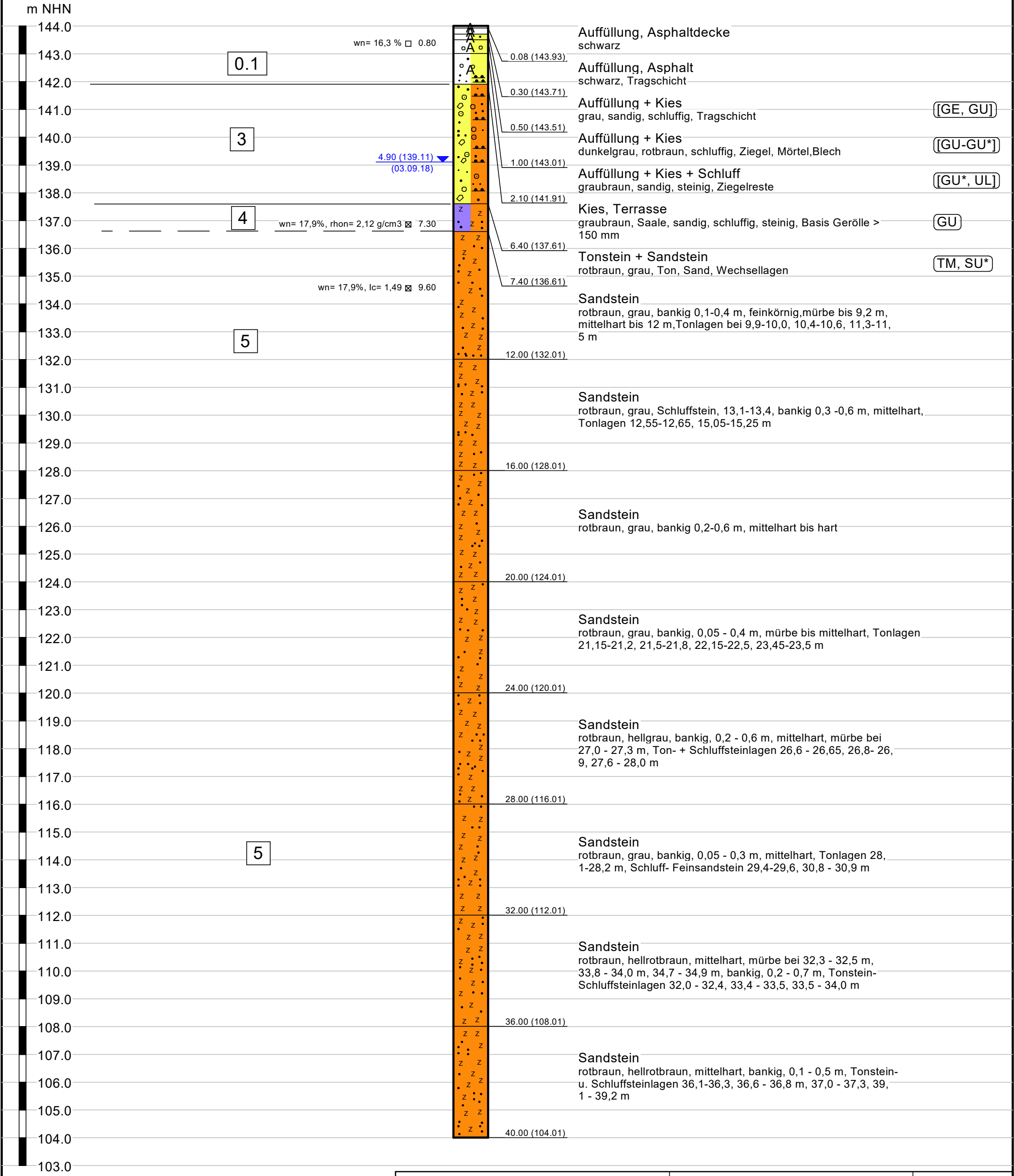


KB 3/18

Koordinaten (Gauss-Krüger)

H: 56 43 774  
R: 44 71 536

144.01 m

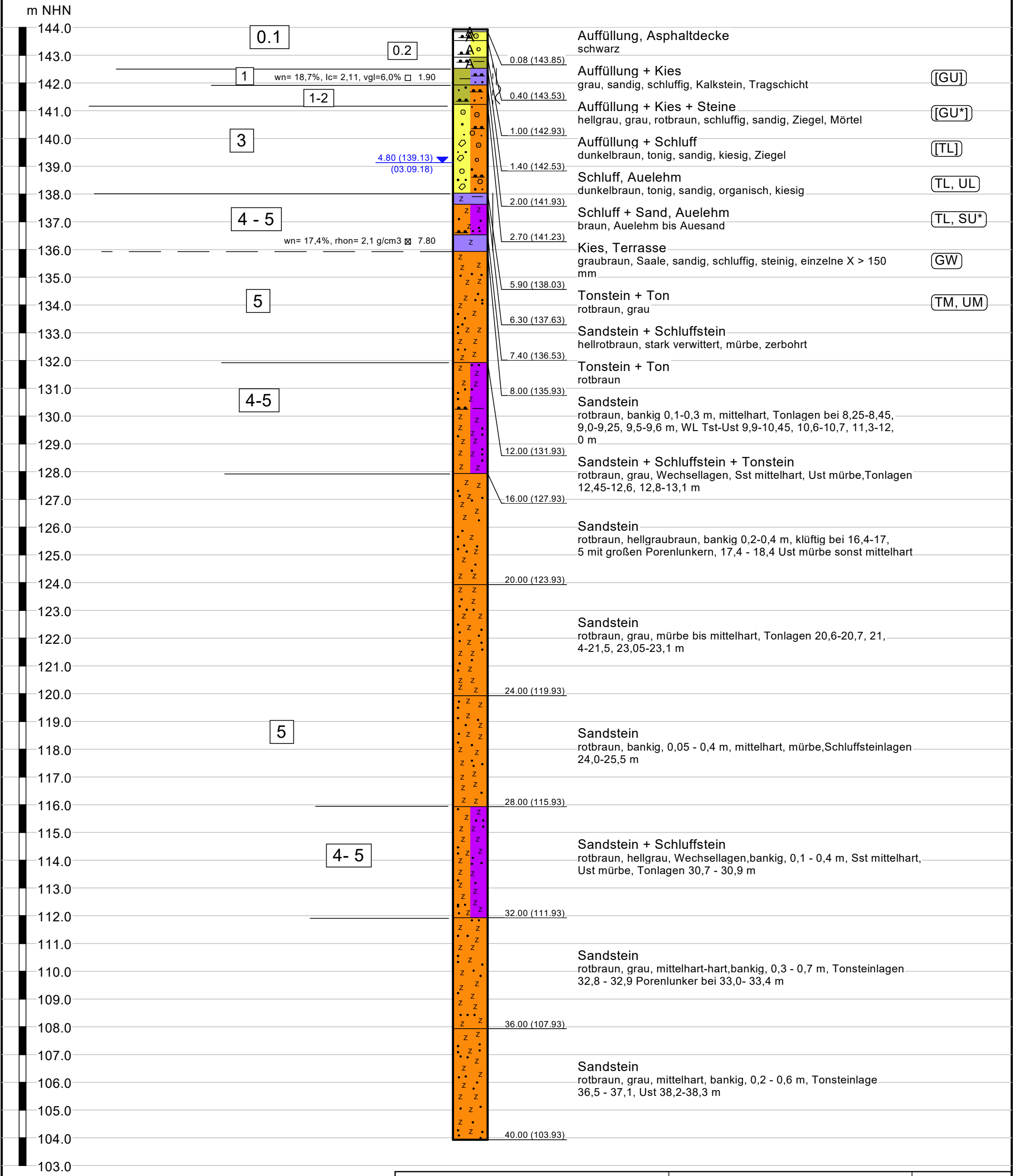


KB 4/18

Koordinaten (Gauss-Krüger)

H: 56 43 714  
R: 44 71 500

143.93 m

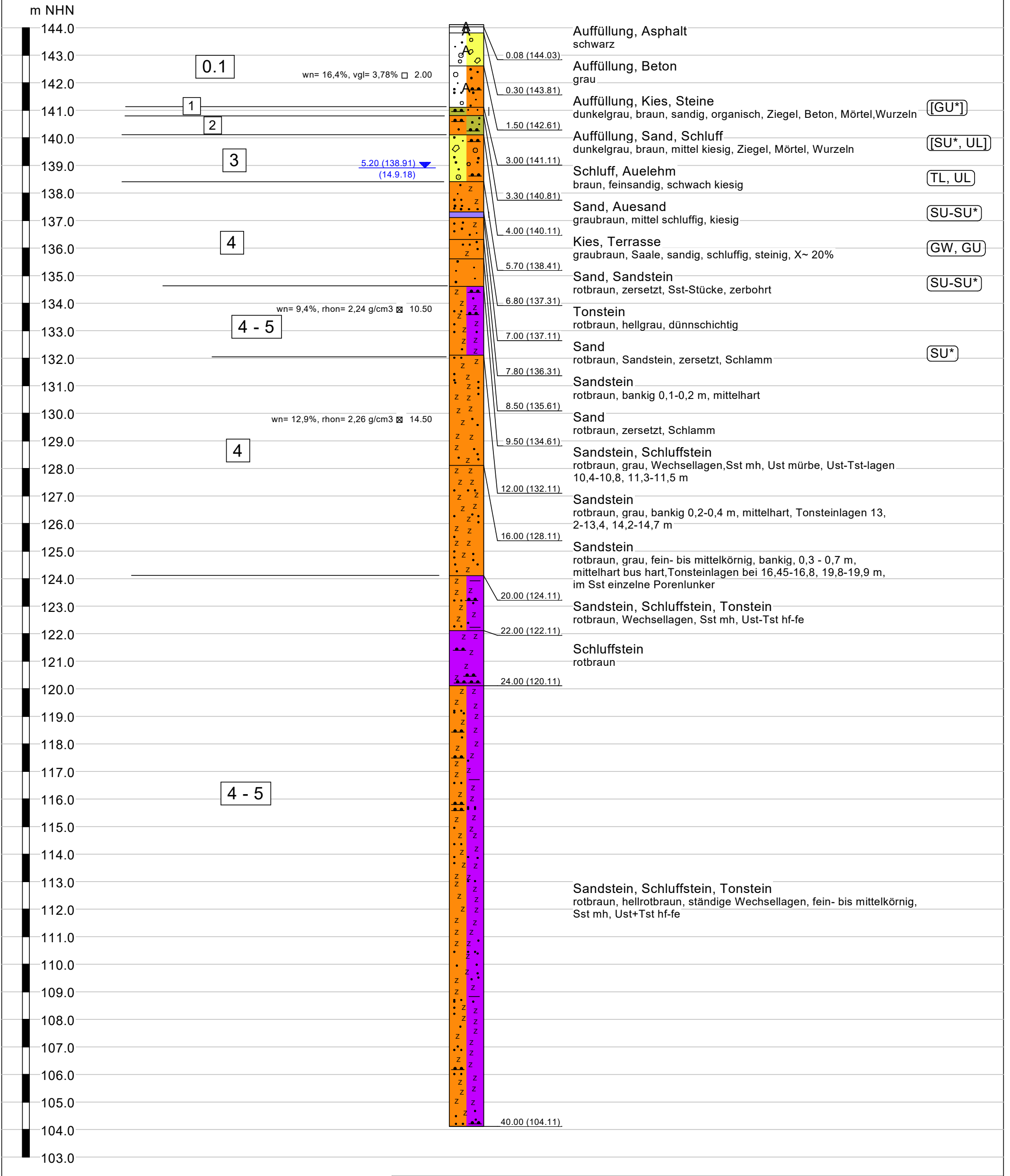


KB 5/18

144.11 m

Koordinaten (Gauss-Krüger)

H: 56 43 696  
R: 44 71 517





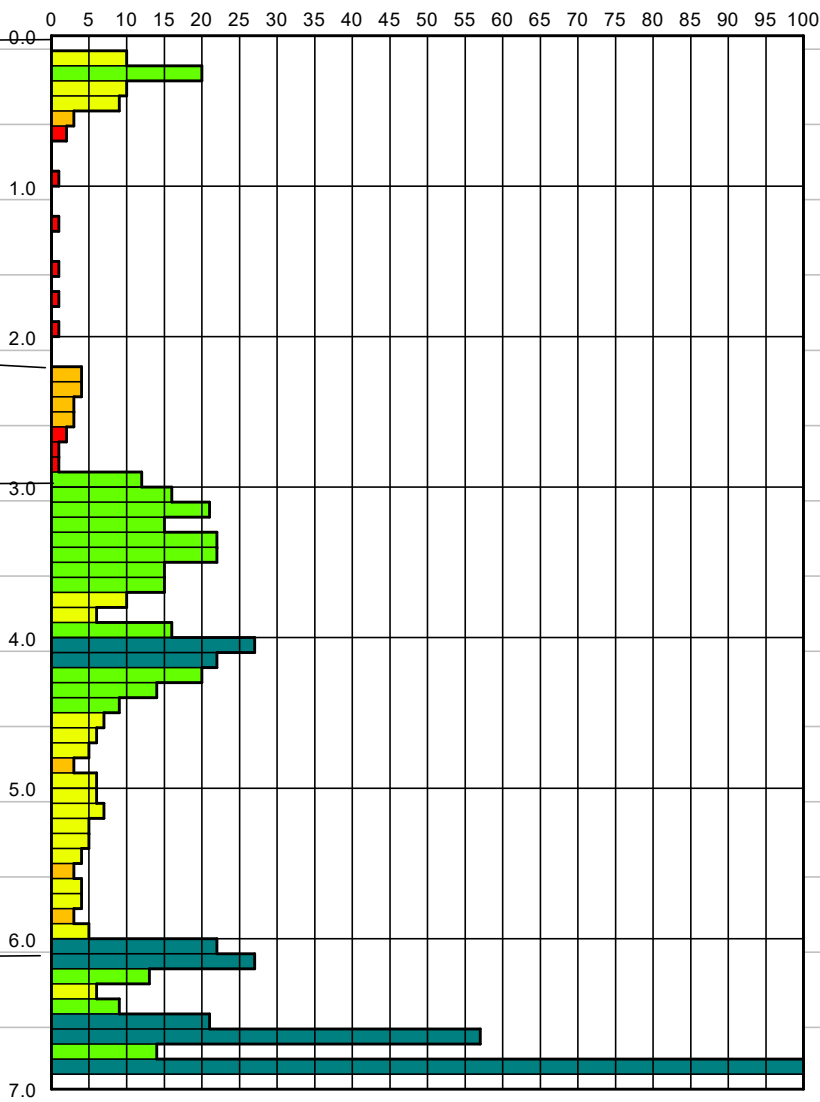
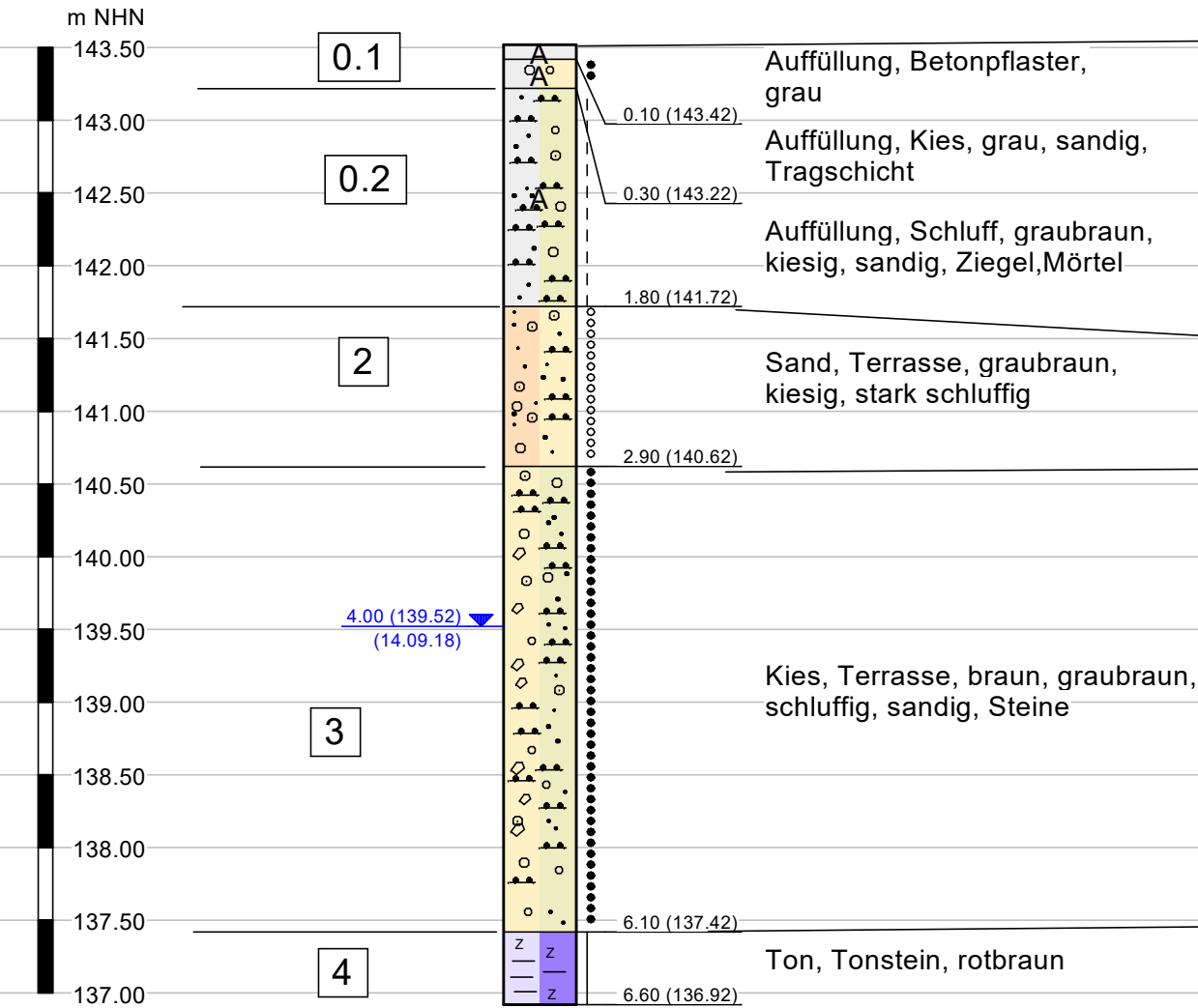
KRB 1/18

143,52 m NHN

DPH 1/18

143.59 m

Schlagzahlen je 10 cm



Tiefe [m]	N <sub>10</sub>	Tiefe [m]	N <sub>10</sub>
0.10	0	5.10	6
0.20	10	5.20	7
0.30	20	5.30	5
0.40	10	5.40	5
0.50	9	5.50	4
0.60	3	5.60	3
0.70	2	5.70	4
0.80	0	5.80	4
0.90	0	5.90	3
1.00	1	6.00	5
1.10	0	6.10	22
1.20	0	6.20	27
1.30	1	6.30	13
1.40	0	6.40	6
1.50	0	6.50	9
1.60	1	6.60	21
1.70	0	6.70	57
1.80	1	6.80	14
1.90	0	6.90	100
2.00	1		
2.10	0		
2.20	0		
2.30	4		
2.40	4		
2.50	3		
2.60	3		
2.70	2		
2.80	1		
2.90	1		
3.00	12		
3.10	16		
3.20	21		
3.30	15		
3.40	22		
3.50	22		
3.60	15		
3.70	15		
3.80	10		
3.90	6		
4.00	16		
4.10	27		
4.20	22		
4.30	20		
4.40	14		
4.50	9		
4.60	7		
4.70	6		
4.80	5		
4.90	3		
5.00	6		

Legende

halbfest		Tonstein		Sand
steif		Auffüllung		Schluff
locker		Kies		Ton
mitteldicht				

Legende DPH

	sehr locker
	locker
	mitteldicht
	dicht
	sehr dicht





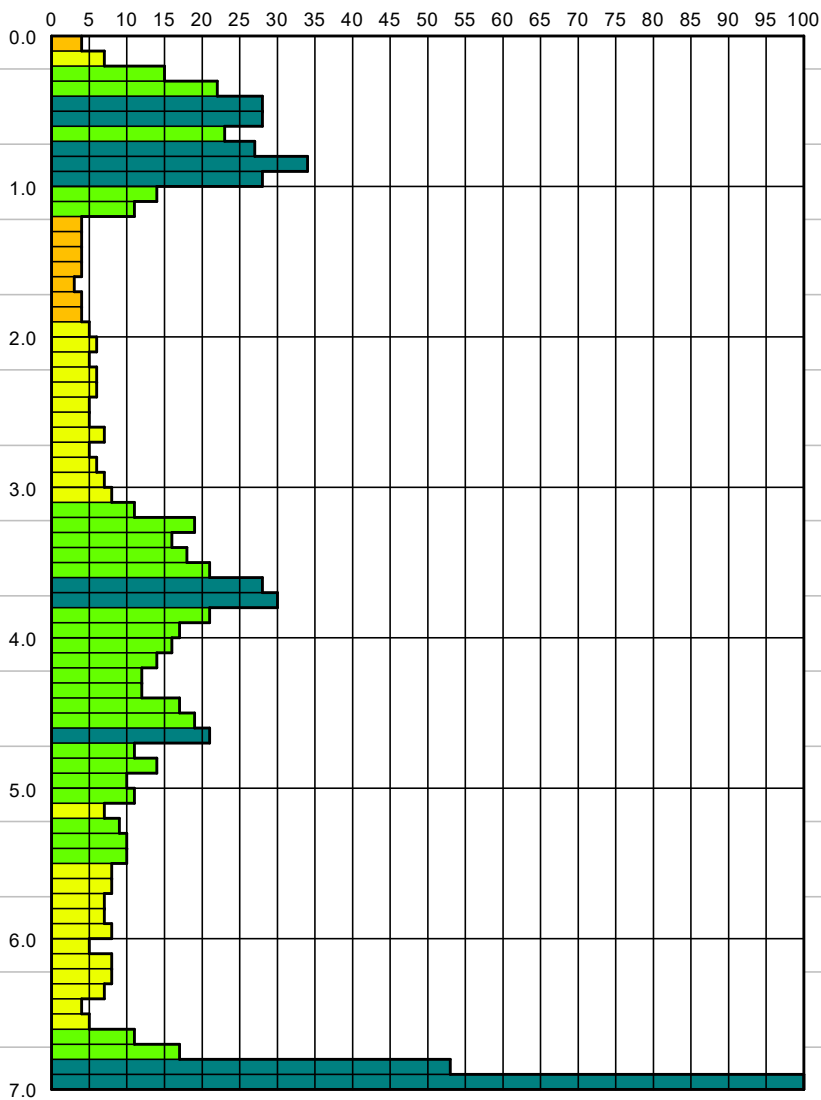
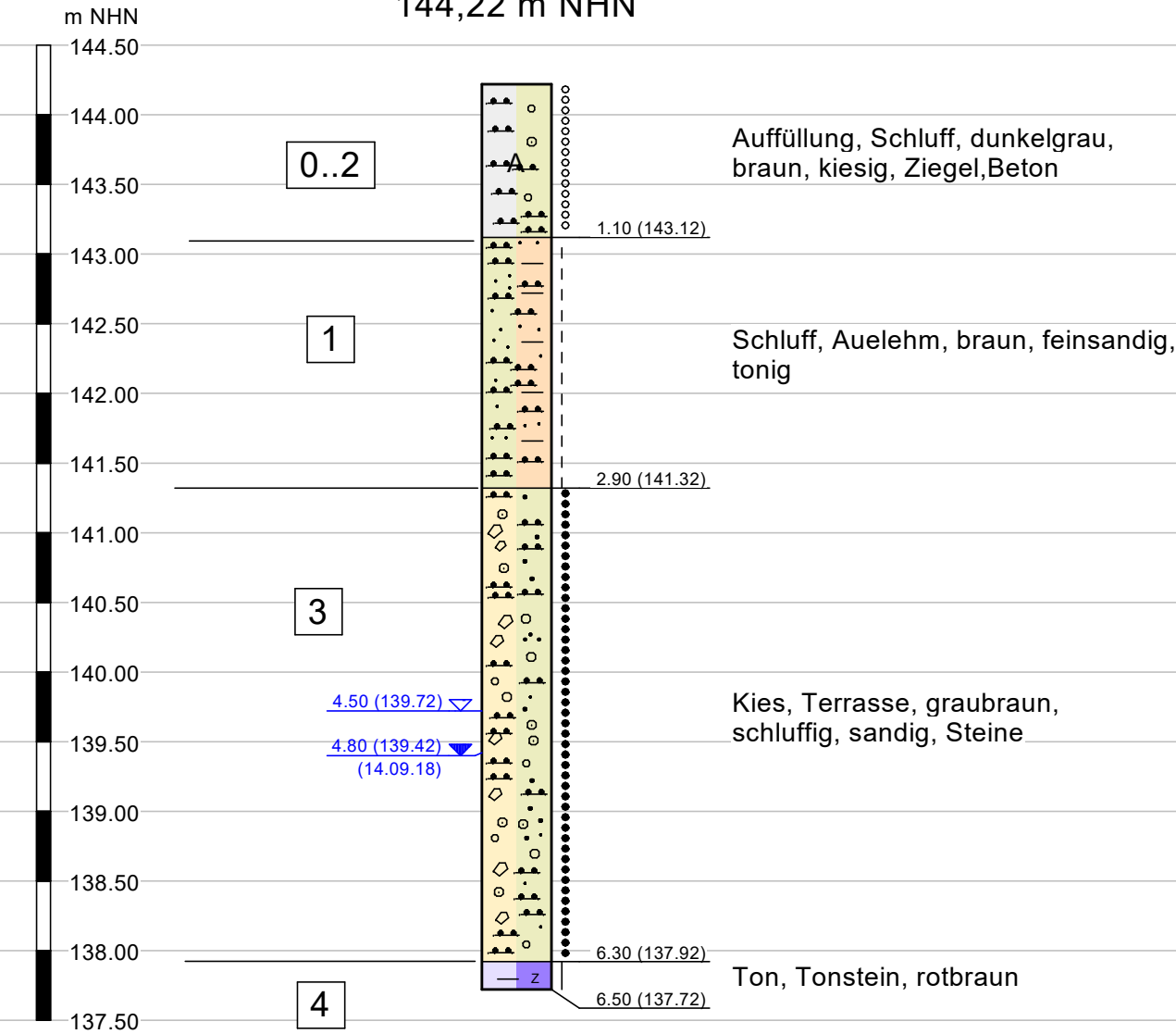
KRB 2/18

144,22 m NHN

DPH 3/18

144.22 m

Schlagzahlen je 10 cm



Tiefe [m]	N <sub>10</sub>	Tiefe [m]	N <sub>10</sub>
0.10	4	5.10	11
0.20	7	5.20	7
0.30	15	5.30	9
0.40	22	5.40	10
0.50	28	5.50	10
0.60	28	5.60	8
0.70	23	5.70	8
0.80	27	5.80	7
0.90	34	5.90	7
1.00	28	6.00	8
1.10	14	6.10	5
1.20	11	6.20	8
1.30	4	6.30	8
1.40	4	6.40	7
1.50	4	6.50	4
1.60	4	6.60	5
1.70	3	6.70	11
1.80	4	6.80	17
1.90	4	6.90	53
2.00	5	7.00	100
2.10	6		
2.20	5		
2.30	6		
2.40	6		
2.50	5		
2.60	5		
2.70	7		
2.80	5		
2.90	6		
3.00	7		
3.10	8		
3.20	11		
3.30	19		
3.40	16		
3.50	18		
3.60	21		
3.70	28		
3.80	30		
3.90	21		
4.00	17		
4.10	16		
4.20	14		
4.30	12		
4.40	12		
4.50	17		
4.60	19		
4.70	21		
4.80	11		
4.90	14		
5.00	10		

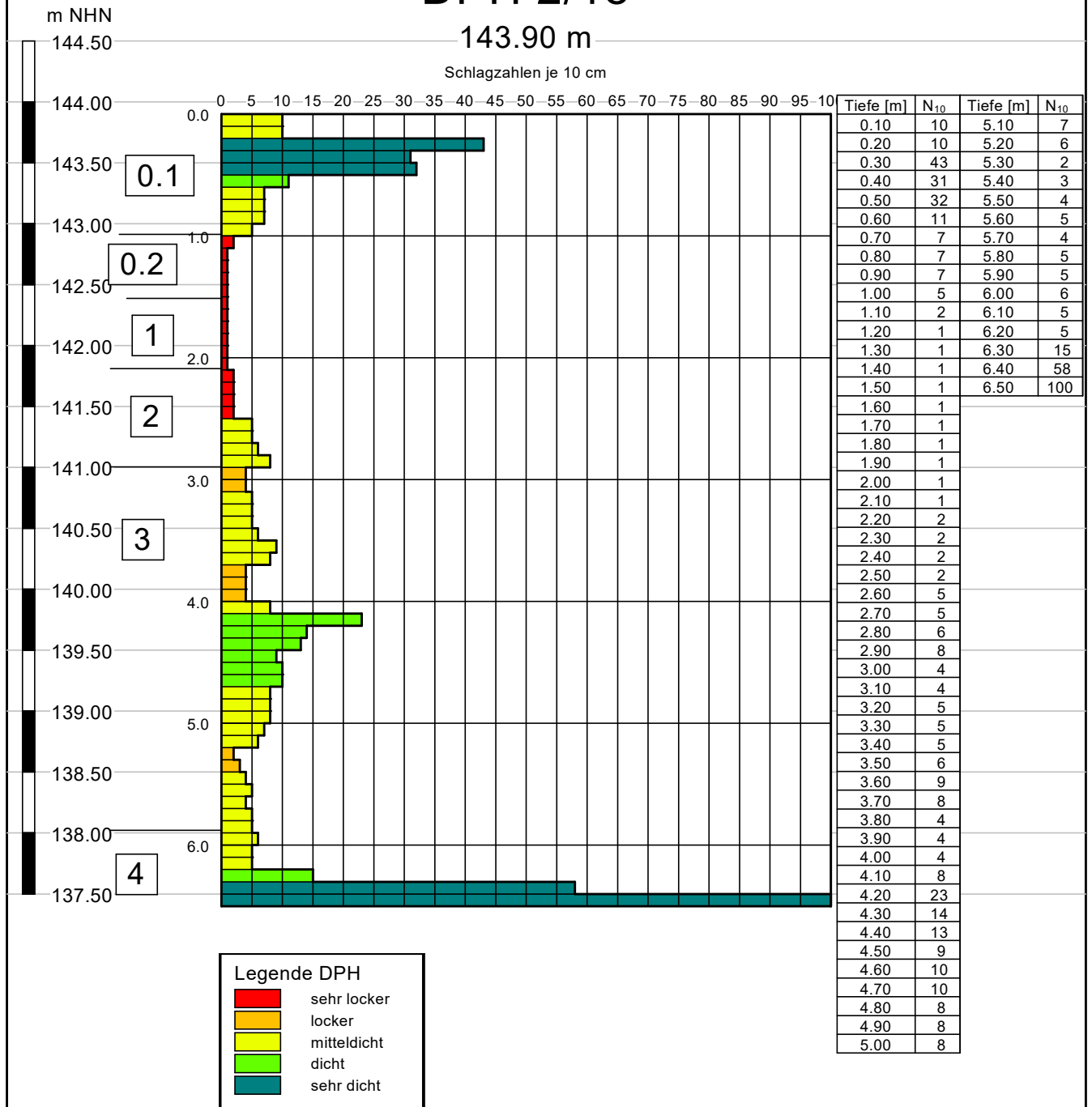
Legende

halbfest	z z z	Tonstein	Schluff
steif	A	Auffüllung	Ton
locker	o	Kies	
mitteldicht			

Legende DPH

	sehr locker
	locker
	mitteldicht
	dicht
	sehr dicht

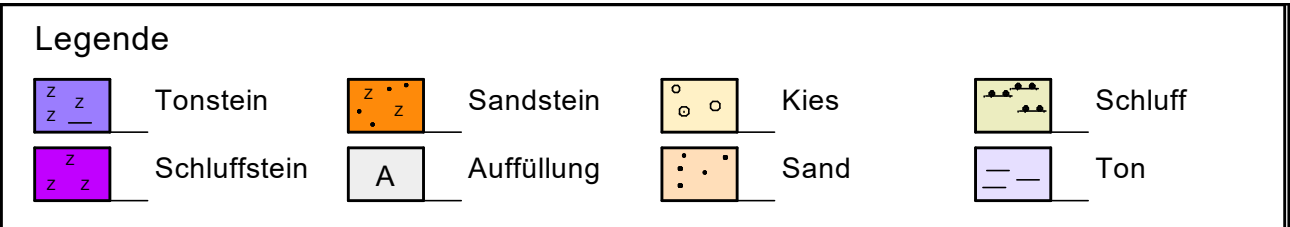
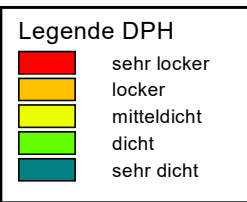
## DPH 2/18



Vergleichsbohrung KB 4/18







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



Jena, Steinweg Frauengasse  
Neubau Quartier 22  
Baugrund- u. Gründungsberatung  
Geländeschnitt 2

Datum: 26.09.23

Bericht Nr.:  
5035/39/91/D-2

Anlage: 4.2

MH 1: 150

ML ohne

KRB 1/18

143,52 m NHN

DPH 1/18

143.59 m

DPH 7/08

143,76 m NHN

KB 4/18

143.93 m

DPH 2/18

143.90 m

AB 2/08

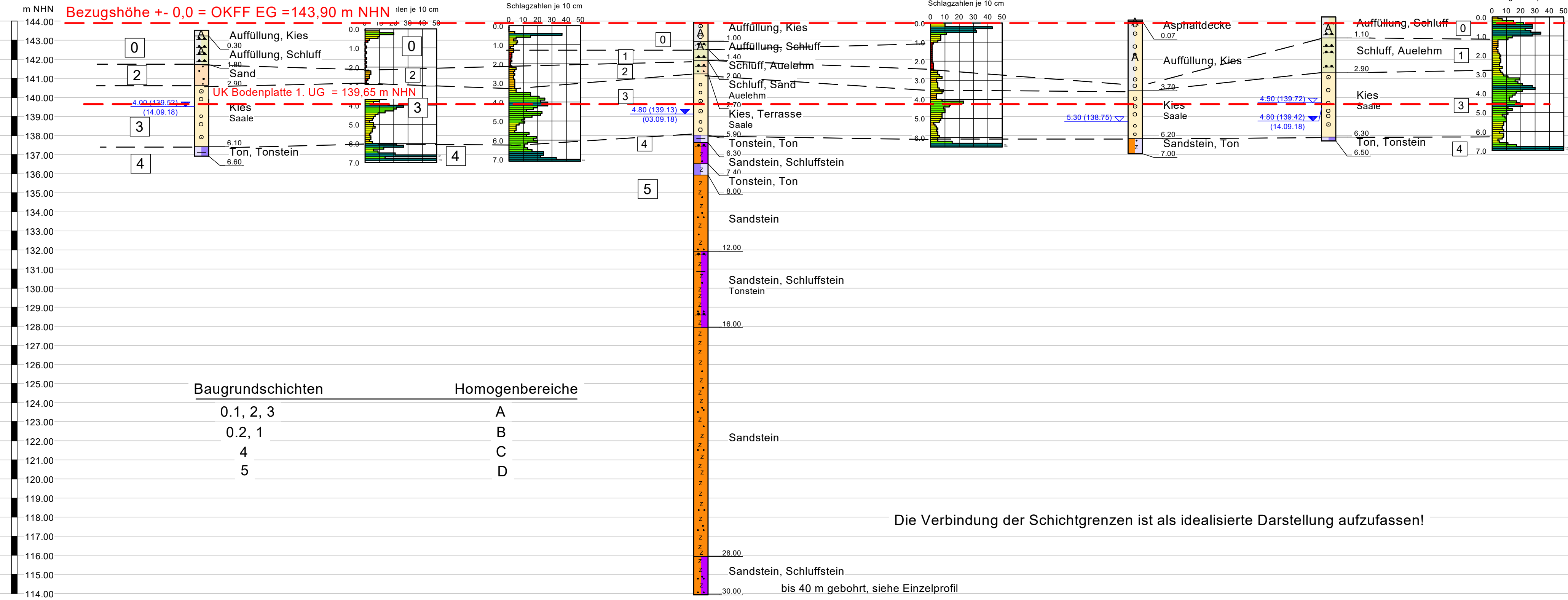
144,05 m NHN

KRB 2/18

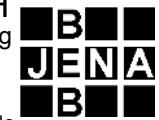
144,22 m NHN

DPH 3/18

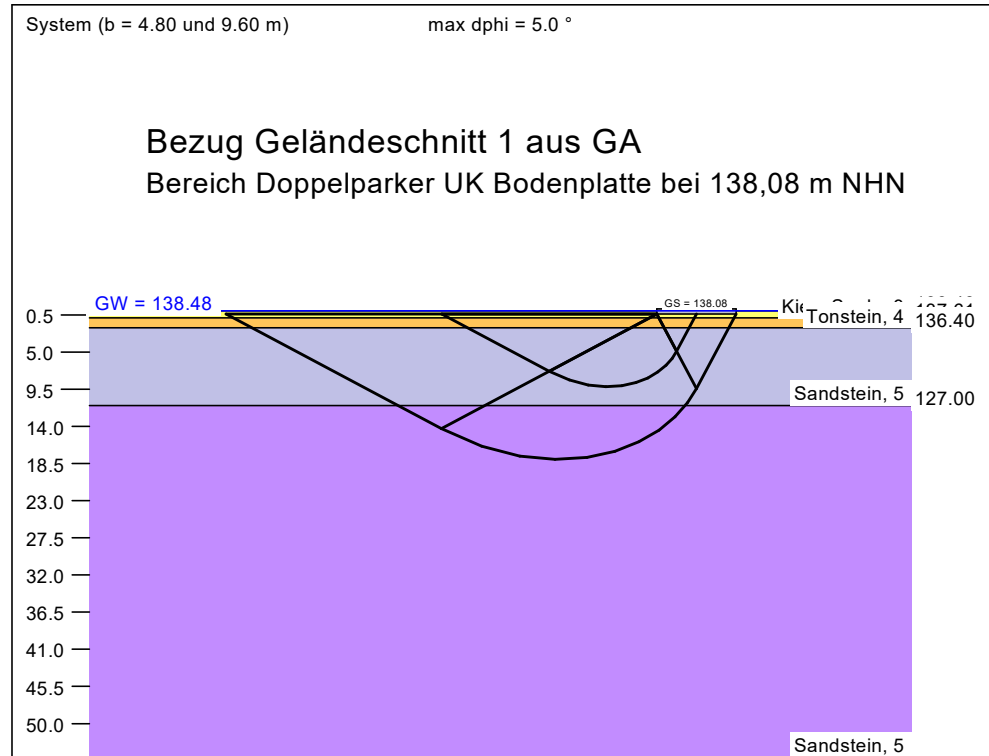
144.22 m





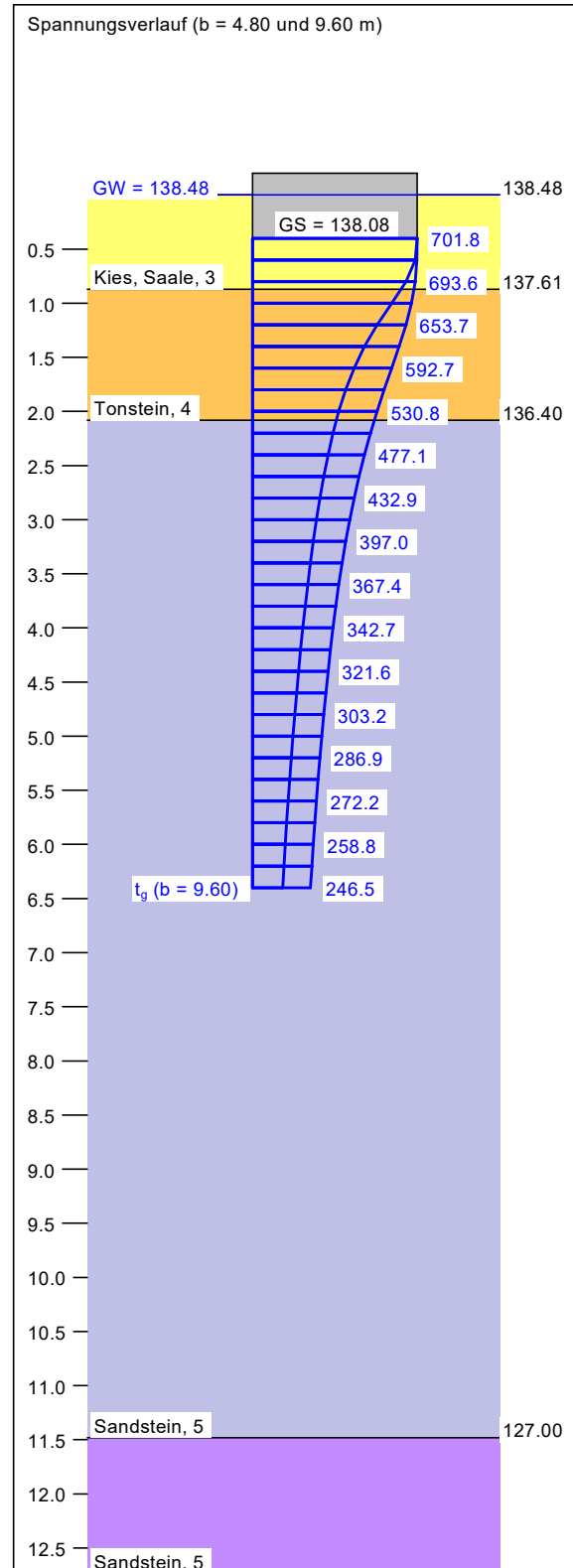


Boden	$\gamma$ [kN/m³]	$\gamma'$ [kN/m³]	$\varphi$ [°]	c [kN/m²]	$E_s$ [MN/m²]	v [-]	Bezeichnung
	18.0	10.0	33.0	0.0	45.0	0.00	Kies, Saale, 3
	21.0	11.0	29.0	40.0	40.0	0.00	Tonstein, 4
	22.0	12.0	35.0	20.0	100.0	0.00	Sandstein, 5
	22.0	12.0	40.0	50.0	200.0	0.00	Sandstein, 5



a [m]	b [m]	$\sigma_{R,d}$ [kN/m²]	$R_{n,d}$ [kN]	$\sigma_{E,k}$ [kN/m²]	s [cm]	cal $\varphi$ [°]	cal c [kN/m²]	$\gamma_2$ [kN/m³]	$\sigma_0$ [kN/m²]	$t_g$ [m]	UK LS [m]	$k_s$ [MN/m³]
4.80	4.80	1000.0	23040.0	701.8	2.59 *	34.0 **	21.30	11.64	4.00	6.40	9.20	27.1
Bodenplatte d = 0,4 m												
6.00	6.00	1000.0	36000.0	701.8	2.87 *	33.8 **	21.05	11.70	4.00	6.40	11.34	24.5
Bodenplatte d = 0,5 m												
7.20	7.20	1000.0	51840.0	701.8	3.09 *	34.0 **	30.58	11.75	4.00	6.40	13.62	22.7
Bodenplatte d = 0,6 m												
8.40	8.40	1000.0	70560.0	701.8	3.28 *	34.0 **	33.85	11.79	4.00	6.40	15.82	21.4
Bodenplatte d = 0,7 m												
9.60	9.60	1000.0	92160.0	701.8	3.43 *	34.0 **	35.99	11.81	4.00	6.40	18.01	20.4
Bodenplatte d = 0,8 m												

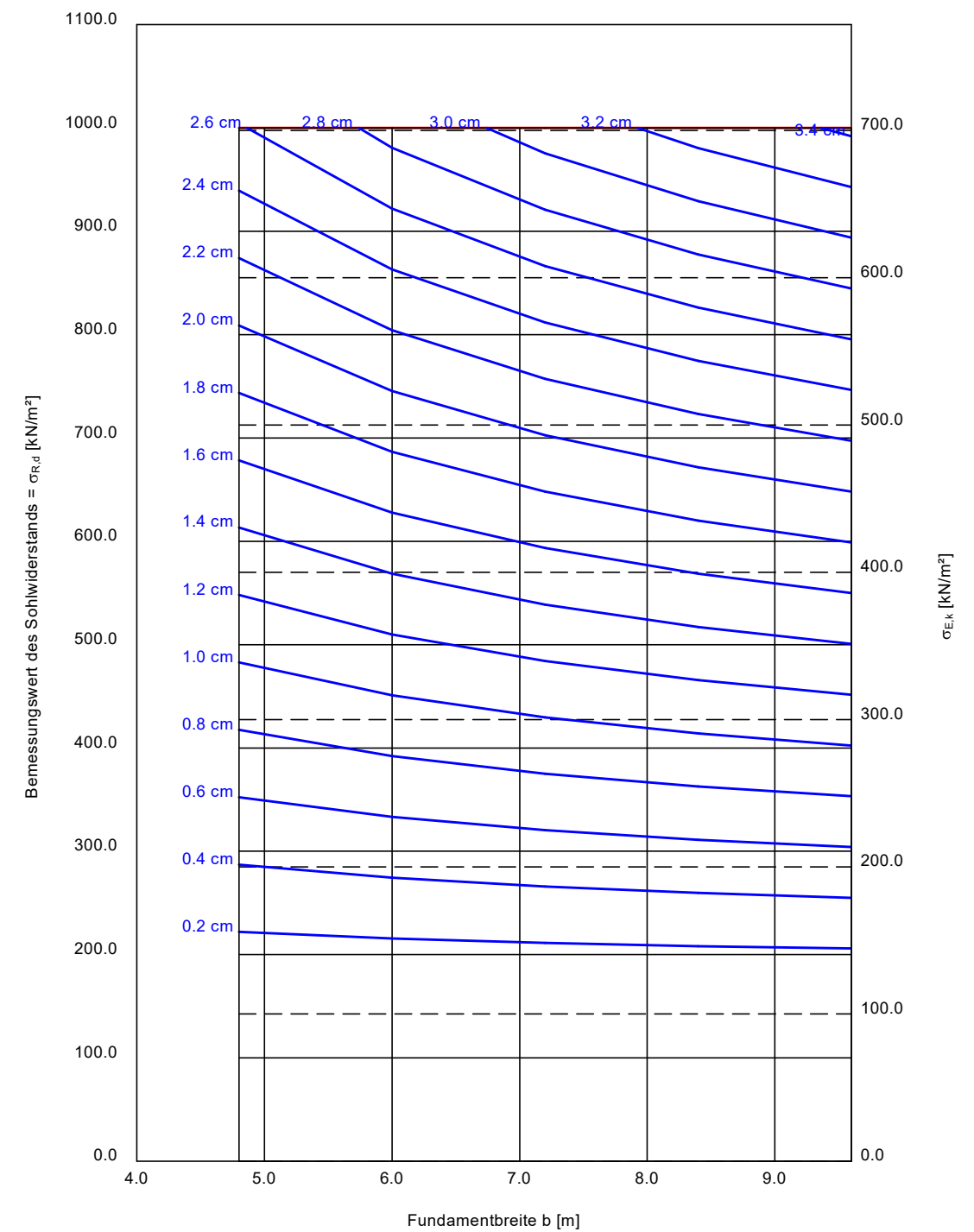
\* Vorbelastung = 110.0 kN/m²  
\*\* phi wegen 5° Bedingung abgemindert  
 $\sigma_{E,k} = \sigma_{R,k} / (\gamma_{R,v} \cdot \gamma_{(G,Q)}) = \sigma_{R,k} / (1.40 \cdot 1.43) = \sigma_{R,k} / 1.99$  (für Setzungen)  
Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamtlasten(G+Q) [-] = 0.50



Berechnungsgrundlagen:  
Norm: EC 7  
BS: DIN 1054: BS-P  
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

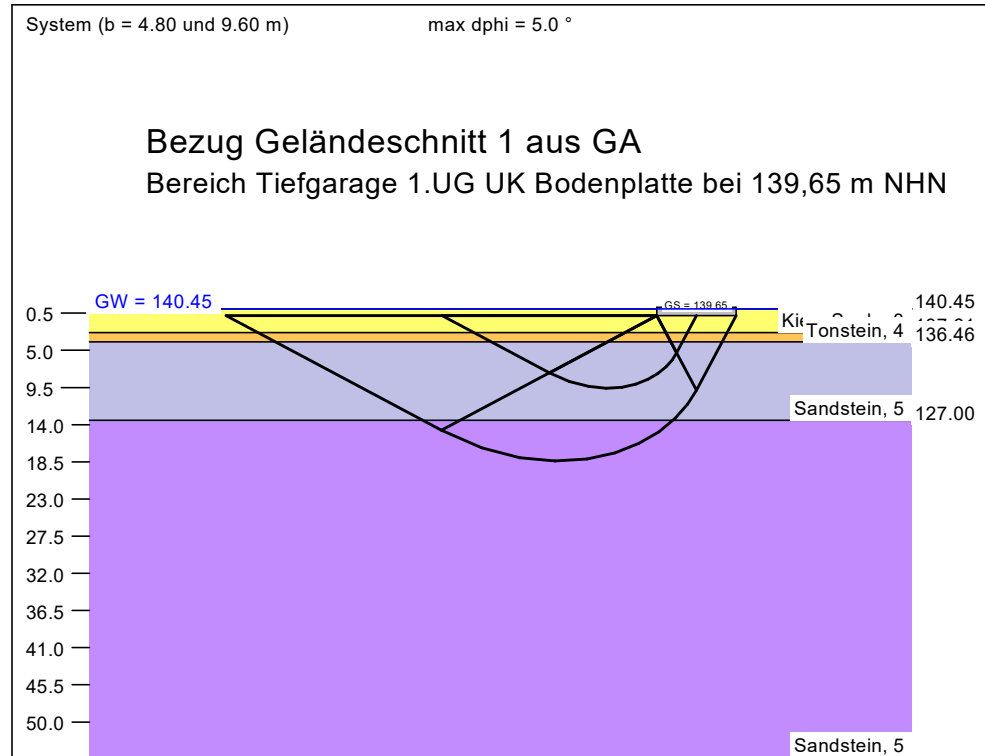
$\gamma_{(G,Q)} = 0.500 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.500) \cdot \gamma_G$   
 $\gamma_{(G,Q)} = 1.425$   
 $\sigma_{R,d}$  auf 1000.00 kN/m² begrenzt  
Oberkante Gelände = 138.48 mNHN  
Gründungssohle = 138.08 mNHN  
Grundwasser = 138.48 mNHN  
Vorbelastung = 110.0 kN/m²  
Grenztiefe mit festem Wert von 6.00 m u. GS

— Sohldruck  
— Setzungen



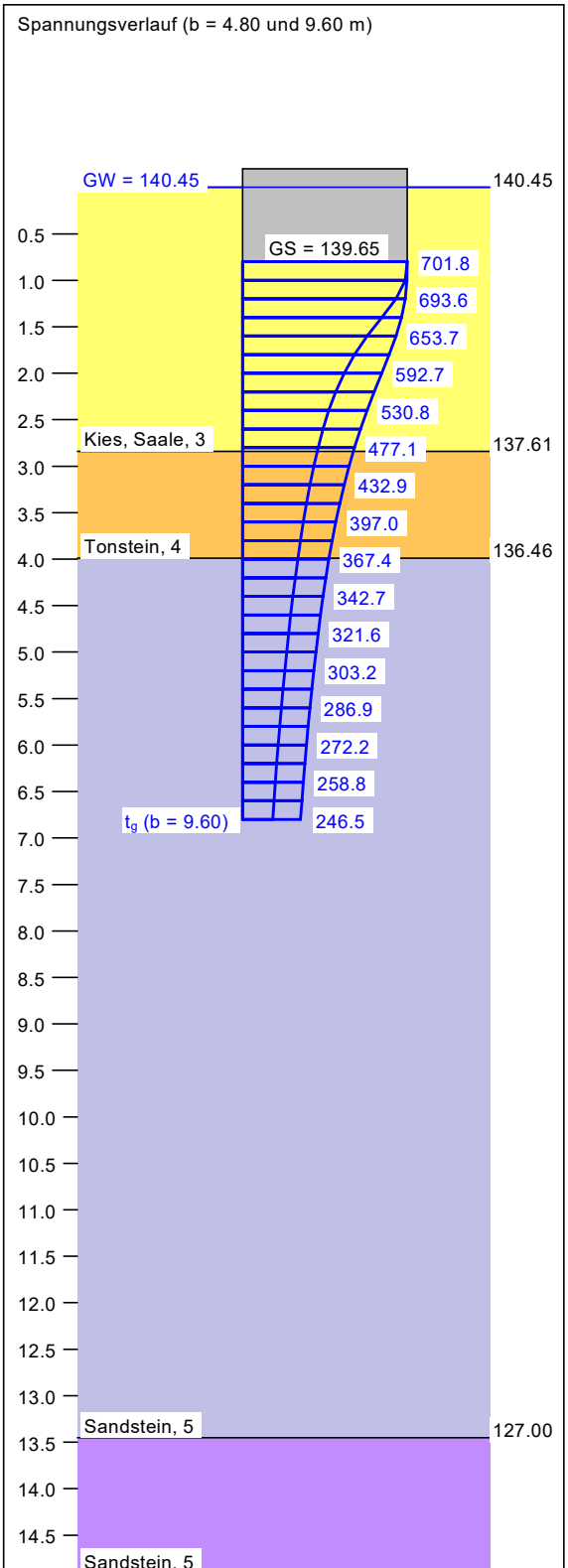


Boden	$\gamma$ [kN/m³]	$\gamma'$ [kN/m³]	$\varphi$ [°]	c [kN/m²]	$E_s$ [MN/m²]	v [-]	Bezeichnung
	18.0	10.0	33.0	0.0	45.0	0.00	Kies, Saale, 3
	21.0	11.0	29.0	40.0	40.0	0.00	Tonstein, 4
	22.0	12.0	35.0	20.0	100.0	0.00	Sandstein, 5
	22.0	12.0	40.0	50.0	200.0	0.00	Sandstein, 5



a [m]	b [m]	$\sigma_{R,d}$ [kN/m²]	$R_{n,d}$ [kN]	$\sigma_{E,k}$ [kN/m²]	s [cm]	cal $\varphi$ [°]	cal c [kN/m²]	$\gamma_2$ [kN/m³]	$\sigma_0$ [kN/m²]	$t_g$ [m]	UK LS [m]	$k_s$ [MN/m³]
4.80	4.80	1000.0	23040.0	701.8	3.13 *	33.9 **	18.43	11.16	8.00	6.80	9.58	22.5
Bodenplatte d = 0,4 m												
6.00	6.00	1000.0	36000.0	701.8	3.49 *	33.9 **	18.75	11.31	8.00	6.80	11.79	20.1
Bodenplatte d = 0,5 m												
7.20	7.20	1000.0	51840.0	701.8	3.78 *	34.0 **	23.70	11.42	8.00	6.80	14.00	18.5
Bodenplatte d = 0,6 m												
8.40	8.40	1000.0	70560.0	701.8	4.04 *	34.0 **	29.36	11.50	8.00	6.80	16.20	17.4
Bodenplatte d = 0,7 m												
9.60	9.60	1000.0	92160.0	701.8	4.25 *	34.0 **	32.33	11.56	8.00	6.80	18.41	16.5
Bodenplatte d = 0,8 m												

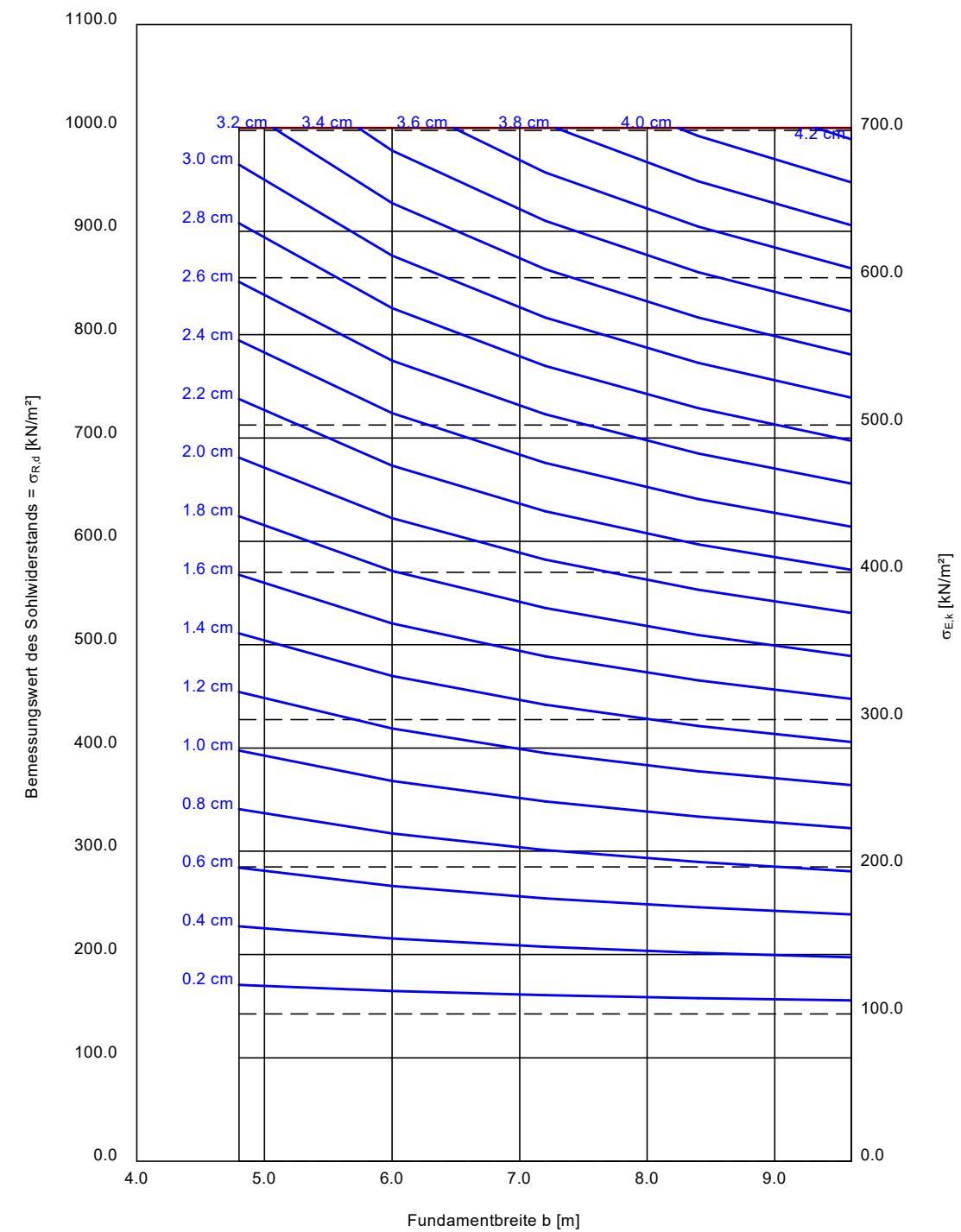
\* Vorbelastung = 80.0 kN/m²  
\*\* phi wegen 5° Bedingung abgemindert  
 $\sigma_{E,k} = \sigma_{R,k} / (\gamma_{R,v} \cdot \gamma_{(G,Q)}) = \sigma_{R,k} / (1.40 \cdot 1.43) = \sigma_{R,k} / 1.99$  (für Setzungen)  
Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamtlasten(G+Q) [-] = 0.50



Berechnungsgrundlagen:  
Norm: EC 7  
BS: DIN 1054: BS-P  
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

$\gamma_{(G,Q)} = 0.500 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.500) \cdot \gamma_G$   
 $\gamma_{(G,Q)} = 1.425$   
 $\sigma_{R,d}$  auf 1000.00 kN/m² begrenzt  
Oberkante Gelände = 140.45 mNHN  
Gründungssohle = 139.65 mNHN  
Grundwasser = 140.45 mNHN  
Vorbelastung = 80.0 kN/m²  
Grenztiefe mit festem Wert von 6.00 m u. GS

— Sohldruck  
— Setzungen



## Datensammler Report

Messstelle: GWM 1

Parameter: Wasserstand

Datum: 05.07.2023

Zeitraum der ausgelesenen Daten: 08.10.2018 12:00:00 - 05.07.2023

### Gerätedaten:

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

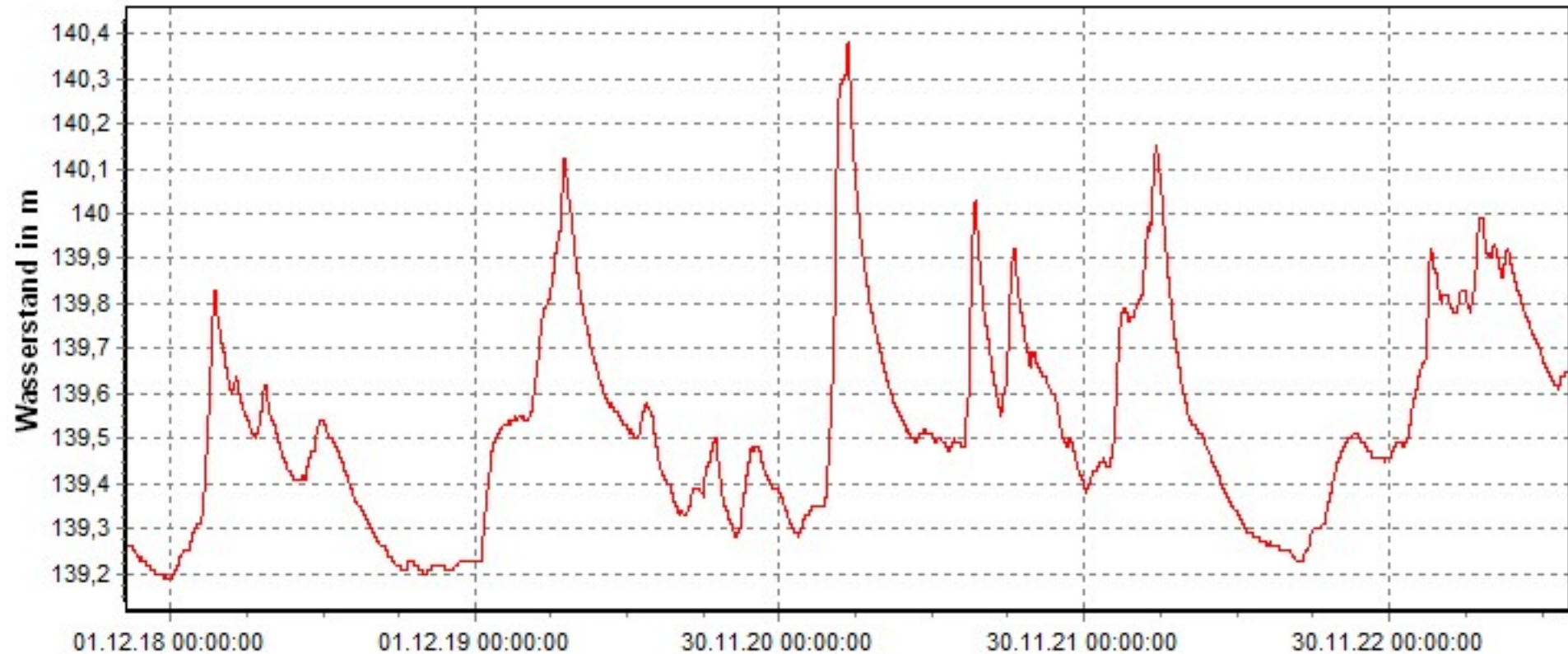
### Betriebsdaten:

Rohroberkante: 143,41 m  
Kontrollwert: 4,14 m  
Kontrollzeit: 08.10.2018 09:23:08  
Überdeckung: 2,29 m  
Messintervall: 12:00:00

### Kommentare zur Aufzeichnung:

Max. Wasserstand 140,38 m am 20.02.2021  
Min. Wasserstand 139,19 m am 02.12.2018 12:00:00

Messstelle: GWM 1



## Datensammler Report

Messstelle: GWM 1

Parameter: Temperatur

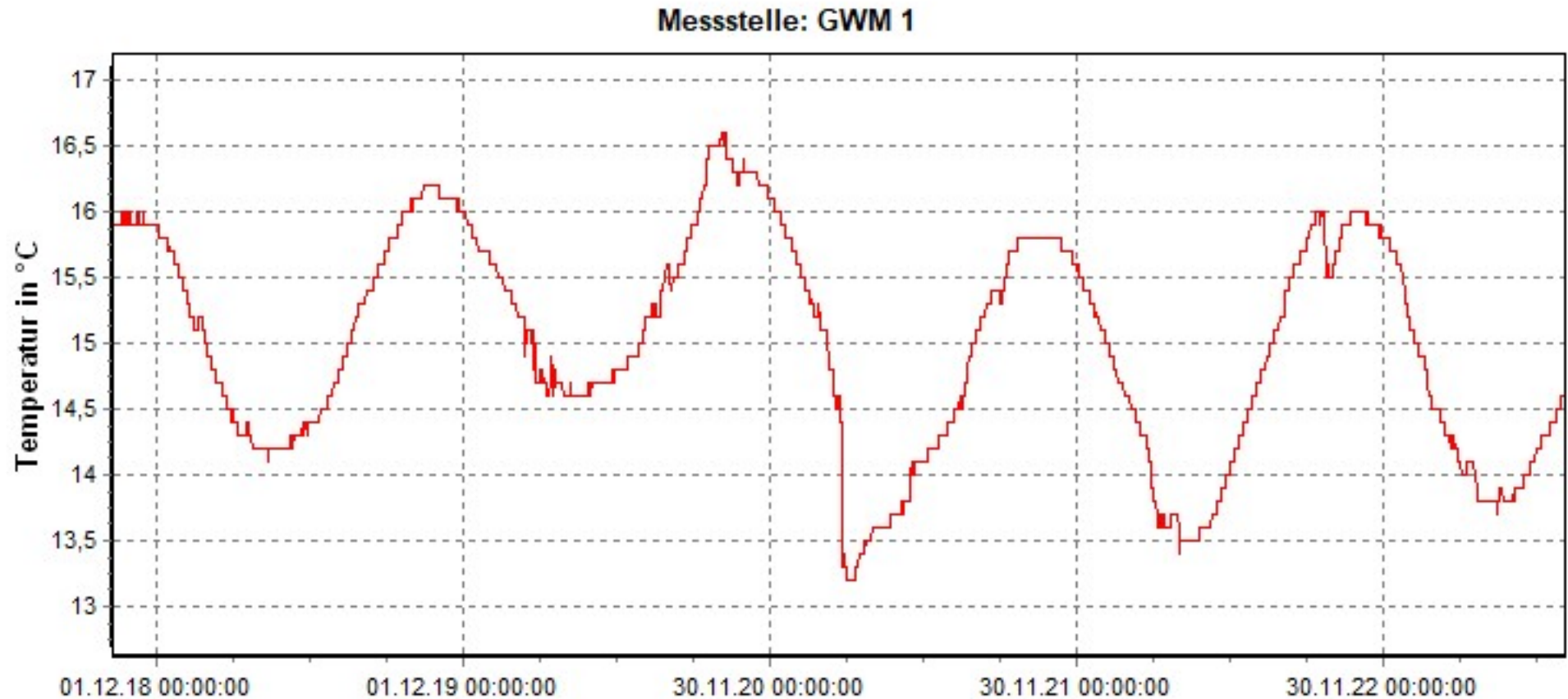
Datum: 05.07.2023

Zeitraum der ausgelesenen Daten: 08.10.2018 12:00:00 - 05.07.2023

### Kommentare zur Aufzeichnung:

Max. Temperatur 16,6 °C am 08.10.2020

Min. Temperatur 13,2 °C am 10.03.2021 12:00:00



## Datensammler Report

Messstelle: GWM 2

Parameter: Wasserstand

Datum: 05.07.2023

Zeitraum der ausgelesenen Daten: 08.10.2018 12:00:00 - 05.07.2023

### Gerätedaten:

Gerät: Typ 575-II  
Seriennummer: 6203  
Messbereich: 10,00 m  
Kabellänge: 7,00 m  
Speicherkapazität: 349525 Messungen  
Batteriekapazität: 100 %

### Betriebsdaten:

Rohroberkante: 143,43 m  
Kontrollwert: 4,27 m  
Kontrollzeit: 08.10.2018 09:36:34  
Überdeckung: 3,21 m  
Messintervall: 12:00:00

### Kommentare zur Aufzeichnung:

Max. Wasserstand 140,30 m am 20.02.2021  
Min. Wasserstand 139,09 m am 29.11.2018 12:00:00

Messstelle: GWM 2





## Datensammler Report

Messstelle: GWM 2

Parameter: Temperatur

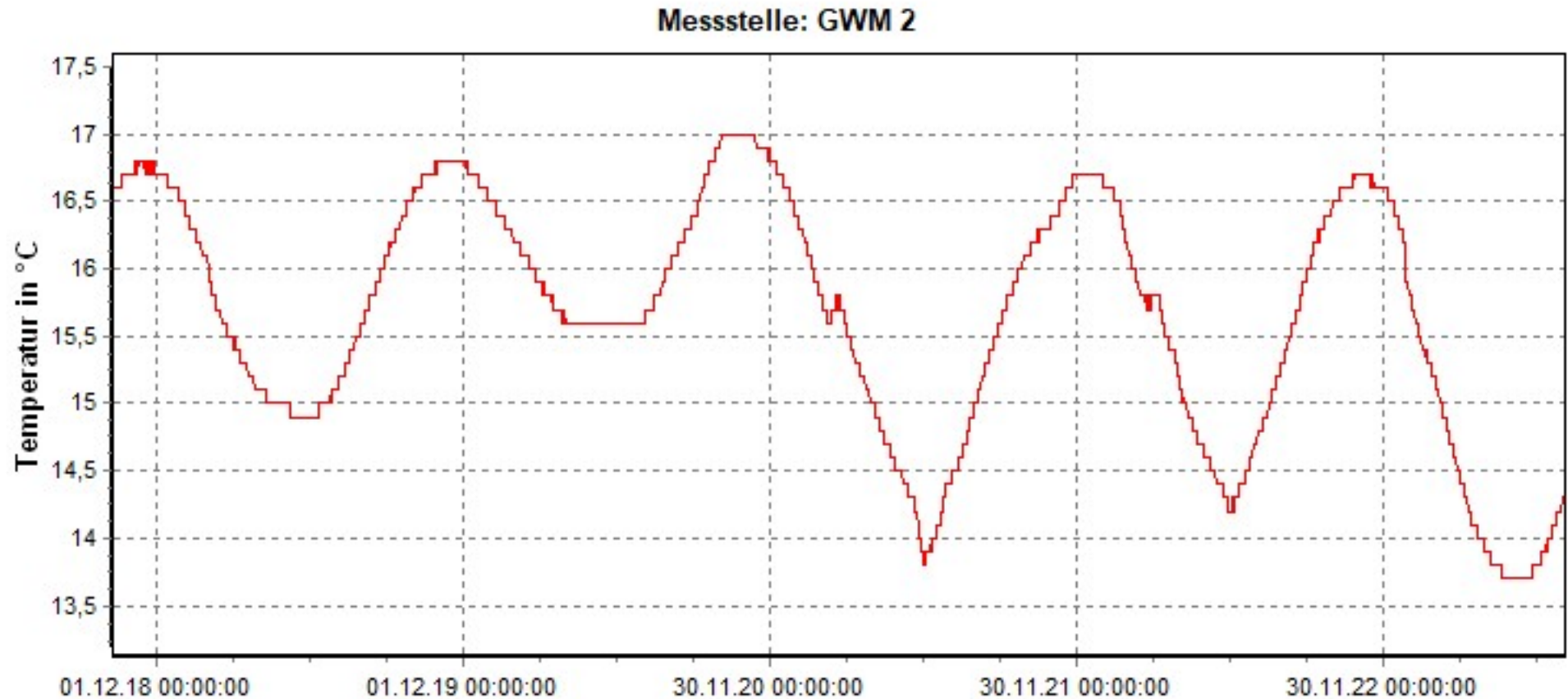
Datum: 05.07.2023

Zeitraum der ausgelesenen Daten: 08.10.2018 12:00:00 - 05.07.2023

### Kommentare zur Aufzeichnung:

Max. Temperatur 17,0 °C am 12.11.2020 12:00:00

Min. Temperatur 13,7 °C am 26.05.2023 12:00:00



## Datensammler Report

Messstelle: GWM 3

Parameter: Wasserstand

Datum: 05.07.2023

Zeitraum der ausgelesenen Daten: 08.10.2018 12:00:00 - 05.07.2023

### Gerätedaten:

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

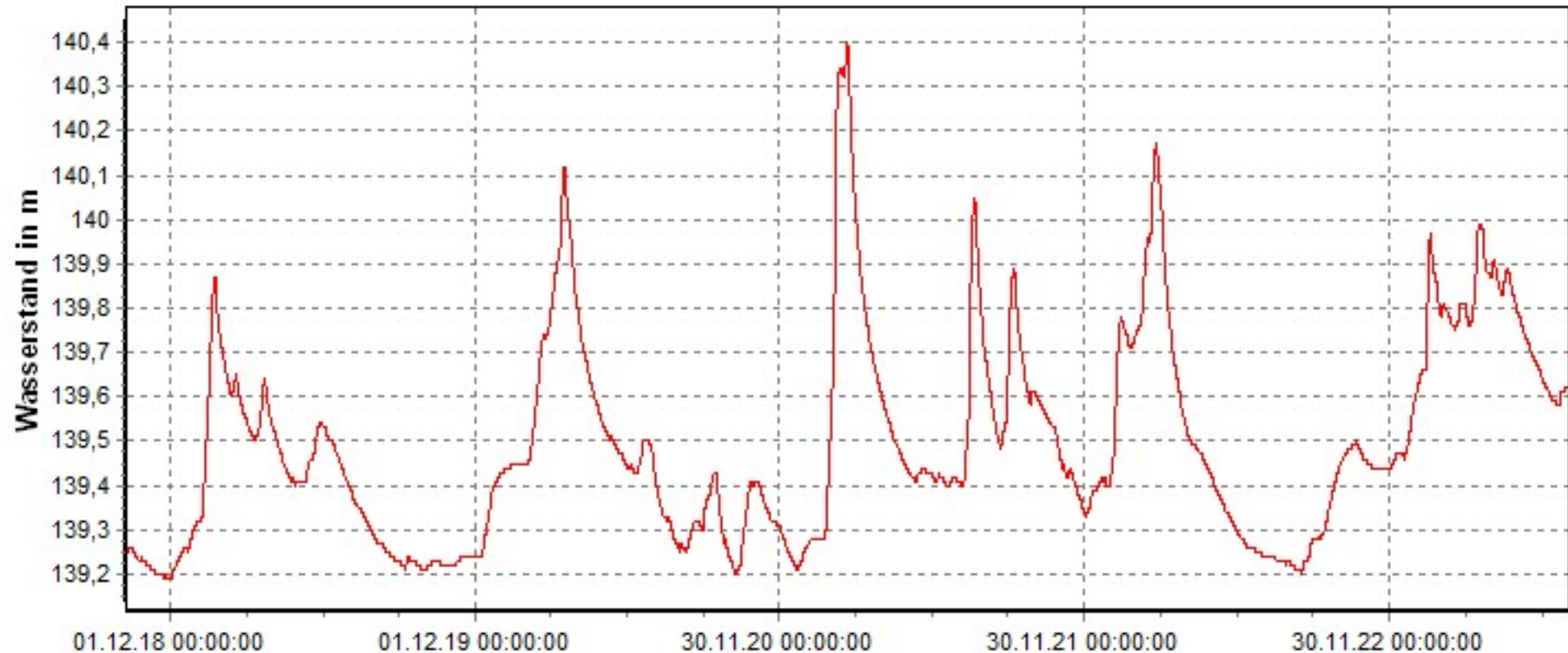
### Betriebsdaten:

Rohroberkante: 144,01 m  
Kontrollwert: 4,75 m  
Kontrollzeit: 08.10.2018 09:10:57  
Überdeckung: 2,68 m  
Messintervall: 12:00:00

### Kommentare zur Aufzeichnung:

Max. Wasserstand 140,40 m am 19.02.2021 12:00:00  
Min. Wasserstand 139,19 m am 01.12.2018 12:00:00

Messstelle: GWM 3



## Datensammler Report

Messstelle: GWM 3

Parameter: Temperatur

Datum: 05.07.2023

Zeitraum der ausgelesenen Daten: 08.10.2018 12:00:00 - 05.07.2023

### Kommentare zur Aufzeichnung:

Max. Temperatur 15,1 °C am 23.11.2022 12:00:00

Min. Temperatur 12,2 °C am 18.05.2022 12:00:00

