



INSTITUT FÜR ERD- UND GRUNDBAU

### **Dr.-Ing. Jochen Schäfer**

Staatlich anerkannter  
Sachverständiger  
für Erd- und Grundbau bis 2/22  
♦ Bundesingenieurkammer ♦

Öffentlich best. und vereidigter  
Sachverständiger für Baugrund-  
untersuchung und Gründungen  
♦ I H K D o r t m u n d ♦

### **Dipl.-Ing. F.J.Giljohann**

Alter Markt 12  
59821 Arnsberg  
Telefon 02931 2 15 15

Selkamp 16  
44287 Dortmund  
Telefon 0231 44 97 - 0  
Telefax 0231 44 97 - 44

e-mail: [info@bgi-do.de](mailto:info@bgi-do.de)  
Internet: [www.bgi-ar.de](http://www.bgi-ar.de)  
[www.baugrunderingenieure.de](http://www.baugrunderingenieure.de)

# **G U T A C H T E N**

Neubau 4- fach Sporthalle mit **eingeschossiger** Tiefgarage  
Unionviertel in Dortmund  
Unionstraße/Übelgönne

Auftraggeber:

Stadt Dortmund

Sondervermögen "Grundstücks- und Vermögenverwaltungsfonds"

Ostwall 60

44122 Dortmund

9. September 2023

Auftrags-Nr. 22 03 - 2

## I N H A L T S V E R Z E I C H N I S

1. Allgemeines.....	4
1.1. Bauvorhaben.....	4
1.2. Unterlagen. ....	5
2. Baugrunduntersuchungen. ....	6
2.1. Bodenaufschluß. ....	6
2.2. Laborversuche.....	9
3. Chemische Untersuchungen .....	20
3.1. Boden- Bodenluftuntersuchungen. ....	20
3.1.1. Analysenergebnisse und Einstufung nach LAGA .....	20
3.1.2. Deponieklasse. ....	21
3.2. Grundwasseranalysen .....	22
4. Baugrundverhältnisse. ....	23
4.1. Geologie. ....	23
4.2. Schichtenfolge. ....	24
4.3. Grundwasserverhältnisse.....	26
4.4. Radon in Gebäuden.....	28
4.5. MethanAusgasungen.....	29
4.6. Einfluss Oberflächennaher Bergbau.....	31
4.7. Kampfmittelverdacht.....	33
4.8. Bodenklassen. ....	35
4.9. Homogenbereiche .....	37
4.10. Bodenmechanische Kenngrößen.....	39
5. Bautechnische Beurteilung des Baugrundes.....	40
5.1. Gründungsvorschlag .....	40
5.2. Trockenhaltung des Bauwerkes .....	42
5.3. Zulässige Bodenpressung. ....	43
5.4. Setzungen. ....	44
5.5. Bettungsmodul . ....	45
5.6. Herstellen und Trockenhaltung der Baugrube .....	46
5.7. Herrichten der Gründungssohlen .....	47
5.8. Senkrechter Verbau.....	49

5.9. Zulässige Tragfähigkeit für den Bohrpfahl .....	50
5.10. Zulässige Tragfähigkeit Bohlträger .....	51
5.11. Äußere Tragfähigkeit Anker /Nägel .....	51
5.12. Erddruck. ....	54
5.13. Wiederverfüllen der seitlichen Arbeitsräum .....	55
6. Hinweise zur weiteren Planbearbeitung. ....	56

## 1. Allgemeines

### 1.1. Bauvorhaben

Die Stadt Dortmund Sondervermögen "Grundstücks- und Vermögenverwaltungsfonds" plant den Neubau einer 4-fach Sporthalle an der Unionstraße/Übelgönne in Dortmund.

Für das Bauvorhaben wurde von unserem Büro **BGI** das Gutachten 17 01 vom 12.05.2017 sowie der Bericht 17 01-2be1 vom 30.08.2018 zur Beurteilung der Bebaubarkeit im Rahmen einer orientierenden Einschätzung erstellt.

Nach dem Planungsstand vom Jahr 2022 ist unter der Hallenfläche eine zweigeschossige Tiefgarage vorgesehen, die im Süden eine Baugrubentiefe von rund 11 m erfordert. Zur Erkundung der Baugrundverhältnisse sind im Mai 2023 ergänzend 4 Großbohrungen durch die Bohrfirma Stölben mit Grundwasserpegeln ausgeführt worden. Hierzu ist unser Gutachten 22 03 vom 04.07.2023 erstellt worden.

Nach der Neuplanung ist nun lediglich ein Tiefgaragengeschoss vorgesehen. Diese Änderung hat einen starken Einfluss auf die Gründungssituation des Gebäudes, da die Gründungssohle hierdurch größtenteils in der Deckschicht, zum Teil im Mergel und in den Auffüllungen zu liegen kommt.

Aufgrund der völlig anderen Baugrundverhältnisse sind die Gründungsempfehlung einschließlich Setzungsberechnungen und Ermittlung der Bettungsmoduli neu bearbeitet worden. Weiter sind die Hinweise zur Herstellung der Baugrube / Baugrubensohle / Trockenhaltung angepasst worden.

Im Rahmen der Neuplanung wurden die **Baugrundingenieure** mit der Neuerstellung des Baugrundgutachtens unter Berücksichtigung der geänderten Baugrundverhältnisse beauftragt. Dies Gutachten ersetzt vollständig die vorherige Fassung (mit 2 Untergeschossen).

## 1.2. Unterlagen

Folgende Unterlagen standen zur Bearbeitung des vorliegenden Gutachtens zur Verfügung:

- a) Amtlicher Lageplan zum Bauantrag (Vorabzug) (als Datei)  
Stadt Dortmund vom 28.04.2020
  
- b) Geologische Karte Blatt Dortmund (4410) M 1 : 25 000
  
- c)[1] Gutachten (BGI Auftrags-Nr.: 17 01) vom 12.05.2017  
Baugrunderkundung und Gründungsberatung  
Neubau Sport-/Turnhallen u. Parkplätze, Unionstraße/Übelgönne in Dortmund
- d)[2] Bericht 17 01-2be1 (BGI Auftrags-Nr.: 17 01-2) vom 30.08.2018  
Ergänzende Untersuchung  
Neubau Sport-/Turnhallen u. Parkplätze, Unionstraße/Übelgönne in Dortmund
  
- e) Neubau einer 4-fach Sporthalle, Unionviertel  
Grundrisse, Querschnitte, Ansichten  
Vorabzug Sept. bis Nov. 2022  
BAURCONSULT Architekten Ingenieure, Adam-Opel-Straße 7, 97437 Haßfurt
  
- f) Arbeitskarte Potentielle Methanaustritte im Stadtgebiet von Dortmund M 1: 75 000  
Umweltamt Dortmund, Stand: 2002
  
- g) Merkblatt Natur(Methan)gasaustritte im Stadtgebiet Dortmund  
Informationen und Ausführungsempfehlungen für Bauherren und Architekten
  
- [h] D4U\_230722 Stützen- Wandlasten, Bodenpressung - 1 Parkdeck  
vom 19.7.2023  
BAURCONSULT Architekten Ingenieure, Adam-Opel-Straße 7, 97437 Haßfurt

## 2. Baugrunduntersuchungen

### 2.1. Bodenaufschluß

Die Baufläche ist zur Zeit als Parkplatz benutzt. Die Örtlichkeit und Untersuchungsstellen der zusätzliche Großbohrungen sind in den folgenden Bildern dargestellt:



**Bild 1:** B 1 Süd- Östliche Grundstücksecke, Bohrung B1



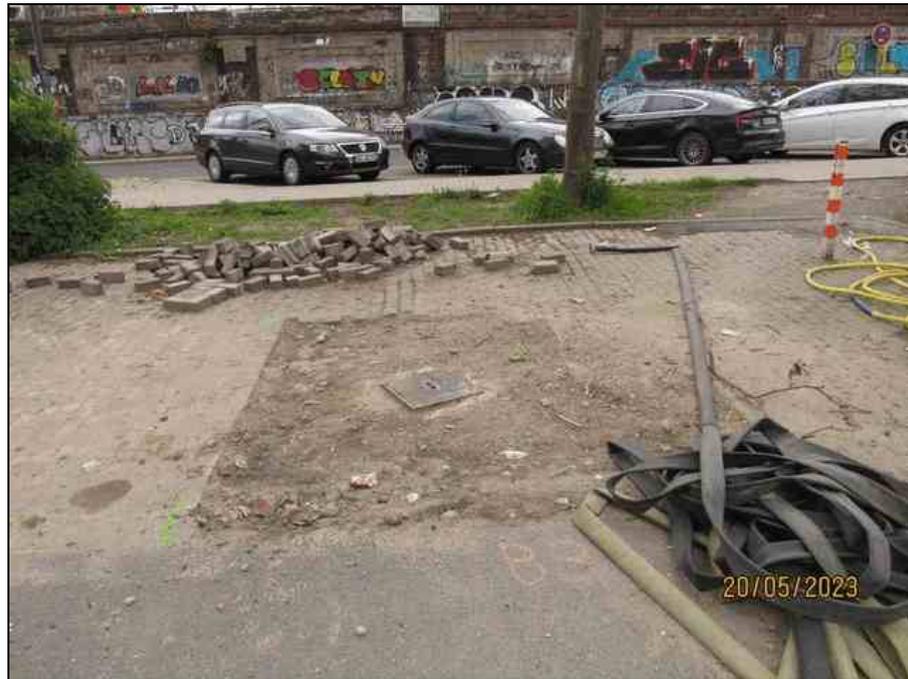
**Bild 2:** B 1, links Einkaufszentrum



**Bild 3:** Bohrung B 2, Süd - Westliche Ecke



**Bild 4:** B 2; Blickrichtung auf Unionstraße



**Bild 5:** B 3; Nord-östliche Ecke, Blickrichtung auf Straße "Übelgönne"



**Bild 6:** B 4, Blickrichtung auf Ecke Unionstraße/Übelgönne

Zur Ermittlung der Baugrund- und Grundwasserverhältnisse sowie Tiefenlage des Felshorizontes sind in Zeitraum vom 25.04. bis 25.05.2023 durch die Firma Stölben GmbH aus Zell/Mosel vier Großbohrungen (B 1 - B 4) niedergebracht worden. Die Bohrungen wurden in Tiefen zwischen 18 (B 4) und 23 m (B 1) unter der Geländeroberfläche (GOF) planmäßig beendet. Die Böden der Auffüllung, und Deckschicht sowie der stark verwitterte Sandmergel wurden mit einem Einfachkernrohr ( $d = 324 \text{ mm}$ ), der harte Felsen mit einem Seilkernrohr (Außendurchmesser  $d=146 \text{ mm}$ , Felskern  $d \approx 100 \text{ mm}$ ) aufgeschlossen.

Zur Beobachtung des Grundwasserstandes sind alle Bohrungen zu Grundwasserbeobachtungsbrunnen (Ausbaudurchmesser 125 mm) ausgebaut worden. Zur Erkundung des Wasserstandes in der Deckschicht wurden die Bohrungen (GWM B 1 und B3) gegen das Festgestein abgedichtet. Bei den Bohrungen (GWM B 2 und B4) soll der Wasserstand im Felsen erkundet werden, daher wurde hier eine Sperre zur Deckschicht angeordnet.

Die Tiefe und die Filterstrecke sind in der Anlage 2 dargestellt. Details sind der Anlage 6 zu entnehmen.

Zur ergänzenden Darstellung der Gesamtsituation sind einige Bohrungen/Sondierungen aus dem Gutachten Nr. 17 01 sowie aus dem Bericht 17 01-2 mit aufgetragen worden.

Die Lage der Aufschlussstellen sind in der Anlage 1 eingetragen.

Die angetroffenen Schichtenfolgen sind in der Anlage 2 dargestellt. Die Ergebnisse der Bohrungen sind in Form von Bohrprofilen dargestellt worden, für deren Kennzeichnung die Buchstabenabkürzungen und Zeichen der DIN 4023 herangezogen wurden und deren Bedeutung in der gleichen Anlage erläutert sind.

Die Höhenangaben der Aufschlussstellen beziehen sich auf die in dem Lagenplan angegebenen Geländeroberfläche.

## 2.2. Laborversuche

Die geborgenen Bodenproben sind im Laboratorium visuell und manuell untersucht und beurteilt worden. Insgesamt handelt es sich um 25 Einzelproben (Becherproben), 6 Mischproben (Glasproben) und 82 lfm. Bohrkerne sowie 2 Wasserproben (WP 127 u. WP 128).

Das gewonnene Bohrgut wurde in Kernkisten abgelegt, die Kernkisten sind in den folgenden Bildern dargestellt:



Bohrung B 1: 0,0 m bis 5,0 m



B 1: 5,0 m bis 10,0 m



B 1: 10,0 m bis 15,0 m



B 1: 15,0 m bis 20,0 m



B 1: 20,0 m bis 22,0 m



Bohrung B 2: 0,0 m bis 6,0 m



B 2: 6,0 m bis 12,0 m



B 2: 11,0 m bis 17,0 m



B 2: 17,0 m bis 22,0 m



**Bohrung B 3: 0,0 m bis 6,0 m**



**B 3: 6,0 m bis 11,0 m**



B 3: 11,0,0 m bis 16,0 m



B 3: 16,0 m bis 19,0 m



**Bild 20: Bohrung B4 Tiefenbereich 0-2,5 m**



**Bild 21: B4 Mauerwerk Beton Durchmesser 30 cm  
Tiefe 2,5-2,8 m**



Bild 22: B4 Tiefenbereich 4-12 m



**Bild 23:** B4 Tiefenbereich 12-18 m

Zur Überprüfung der Einstufung und zur Bestimmung der bodenmechanischen Kenngrößen sind einige repräsentative Bodenproben bodenmechanischen Versuchen unterworfen worden. Die Ergebnisse der Laborversuche sind in der Anlage 3 zusammengestellt.

Besonderes Gewicht wurde auf die Bestimmung des Wassergehaltes gelegt. Der Wassergehalt erlaubt bei Bodenproben eine Abschätzung weiterer Bodenkenngrößen. Bei bindigen Böden ist bei Kenntnis der Kornzusammensetzung eine Abschätzung der Konsistenz oder des Anteils an organischen Beimengungen möglich. Im Fels kann über den Wassergehalt der Verwitterungsgrad abgeschätzt werden.

Zur übersichtlichen Darstellung sind die ermittelten Wassergehalte im Diagramm neben den Bohrprofilen aufgetragen worden.

Von den Bohrkernen wurden an 4 Felsproben im BGI Labor jeweils Feuchtdichte und Wassergehalt durch Tauchwägung (DIN 18125 Teil 1) bestimmt. Mit diesen Ausgangsgrößen wurden Trockendichte ermittelt.

Die Ergebnisse sind in den folgenden Tabellen aufgelistet:

Lab.-Nr.	Bodenart/Tiefe	Feuchtdicht $\gamma_f$ (t/m <sup>3</sup> )	Wassergehalt w (%)	Trockendicht $\gamma_d$ (t/m <sup>3</sup> )
85 (B 4)	SMe, v / 10,8 m	2,402	8,5	2,212
102 (B 3)	SMe,v' / 10,6 m	2,413	3,3	2,336
115 (B 1)	SMe,v' / 18,9 m	2,417	9,4	2,209
123 (B 2)	SMe, $\bar{v}$ -v/ 11,7 m	2,327	13,6	2,048

### 3. Chemische Untersuchungen

#### 3.1. Boden- Bodenluftuntersuchungen

Bei der Baugrunduntersuchung 5/2023 wurden keine Untersuchungen auf Schadstoffe durchgeführt, da bereits Untersuchungen aus den Jahren 2017 und 2018 vorliegen.

Außerdem werden in der Regel bei Baubeginn "frische" Analysenwerte von den Entsorgern verlangt, der Baubeginn ist jedoch noch nicht bekannt. Daher beziehen sich die Einstufungen auf unserer Gutachten 17 01 [1] und 17 01-2 [2]. In diesen Gutachten sind Einzelheiten zu den Analysen und Auswertungen zu finden.

An dieser Stelle werden lediglich zusammenfassend die Ergebnisse dargestellt.

Der Boden wurde gemäß LAGA im Feststoff und Eluat sowie der Bodenschutzverordnung untersucht.

Zur Beurteilung möglicher Ausgasungen wurde die Bodenluft aus 4 Pegeln auf Schadstoffe untersucht.

Die chemischen Analysen wurden vom Institut Fresenius, Herten durchgeführt.

##### 3.1.1. Analyseergebnisse und Einstufung nach LAGA

Der Anteil der Fremdbestandteile beim Oberboden (0,0 - 0,3 m in den Grünstreifen) beträgt weniger als 10 Vol.-%. Damit der Oberboden im Sinne der LAGA als Boden einzustufen.

Bei der Auffüllung ab 0,3 m unter GOF liegt der Anteil der Fremdbestandteile bei deutlich mehr als 10 Vol.-%, damit ist das Material im Sinne der LAGA als Bauschutt einzustufen.

#### Boden

Nach den Untersuchungsergebnisse sind die Aushubböden im Bereich der Baumaßnahme wie folgt einzustufen:

##### A) Oberboden (0,0 - 0,3 m u. GOF)

LAGA: Z 2;

BBodSchV: Prüfwerte bei Florid und Phenole

Im Eluat sind Belastungen ermittelt worden. Nach BBodSchV ist für den Wirkungspfad Boden-Grundwasser eine Prüfwertüberschreitung vorhanden.

##### B) Auffüllung ab 0,3 m u. GOF

LAGA: Z 2

Grundwasser ist in der Deckschicht nicht festgestellt worden, daher ist ein Transport von wasserlöslichen Schadstoffen durch Sickerwasser wenig wahrscheinlich.

#### Bodenluftuntersuchungen

Die Messgrößen sind in [1] unter Abschnitt 3.3 aufgelistet, Methan, Kohlendioxid liegen unterhalb der Bestimmungsgrenze, LHKW sind mit Ausnahme bei RKB 5 nicht vorhanden.

#### 3.1.2. Deponieklasse

Nach den Untersuchungsergebnisse sind die untersuchten Böden zusammenfassend wie folgt einzustufen:

LAGA:	Z 2
Deponieklasse	DK 2 (nach DepV 09)

### 3.2. Grundwasseranalysen

Insgesamt wurden bei der Untersuchung im Jahre 2023 zwei Wasserproben (WP 127 u. WP 128) von der Bohrfirma Stölben aus der Bohrung B 2 sowie B 4 entnommen.

An diesen sind Grundwasseranalysen nach DIN 4030 vom Institut Fresenius, Herten durchgeführt worden.

In der folgenden Tabelle sind die Untersuchungsergebnisse aufgeführt und den Grenzwerte für die Expositionsklassen bei chemischem Angriff durch natürliche Böden und Grundwasser gegenübergestellt.

Chemisches Merkmal		XA1 (schwach angreifend)	XA2 (mäßig angreifend)	XA3 (stark angreifend)	WP 127 B 2	WP 128 B 4
Grundwasser						
pH-Wert		6,5...5,5	< 5,5...4,5	< 4,5 und ≥ 4,0	7,6	7,4
kalklösende Kohlensäure (CO <sub>2</sub> )	[mg/l]	15...40	> 40...100	> 100 bis zur Sättigung	800	601
Ammonium(NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> )	[mg/l]	15...30	> 30...60	...60 > 60...100	0,12	0,08
Magnesium (Mg <sub>2</sub> <sup>+</sup> )	[mg/l]	300...1 000	> 1 000...3 000	> 3 000 bis zur Sättigung	7,72	7,68
Sulfat (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )	[mg/l]	200...600	> 600...3 000	> 3 000 und ≤ 6 000	177	103

Die Untersuchungsergebnisse sind in der Anlage 5 beigefügt.

Nach den durchgeführten Untersuchungen ist das Wasser - entgegen der Erwartung- als stark betonangreifend einzustufen.

Auf unsere Veranlassung wurde der Parameter kalklösende Kohlensäure kontrolliert. Auch bei der Nachanalyse wurde der starke Angriff bestätigt.

Das Ergebnis widerspricht unserer Erfahrung, da das Wasser in kalkhaltigem Gestein zirkuliert und die Werte extrem hoch sind.

Wir empfehlen erneut Wasserproben zu entnehmen und zu analysieren.

## 4. Baugrundverhältnisse

### 4.1. Geologie

Nach den Eintragungen in der geologischen Karte ist im Baubereich mit folgenden geologischen Verhältnissen zu rechnen:

Oberflächennah sind Windablagerungen (Löß und Lößlehm „Lö“) in Form von feinsandigem, z.T. tonigem und kalkigem Schluff verzeichnet.

Als Liegendes ist Mergelstein bis Tonmergelstein (Emscher-Mergel, „krt2-3“) der Oberkreide kartiert.

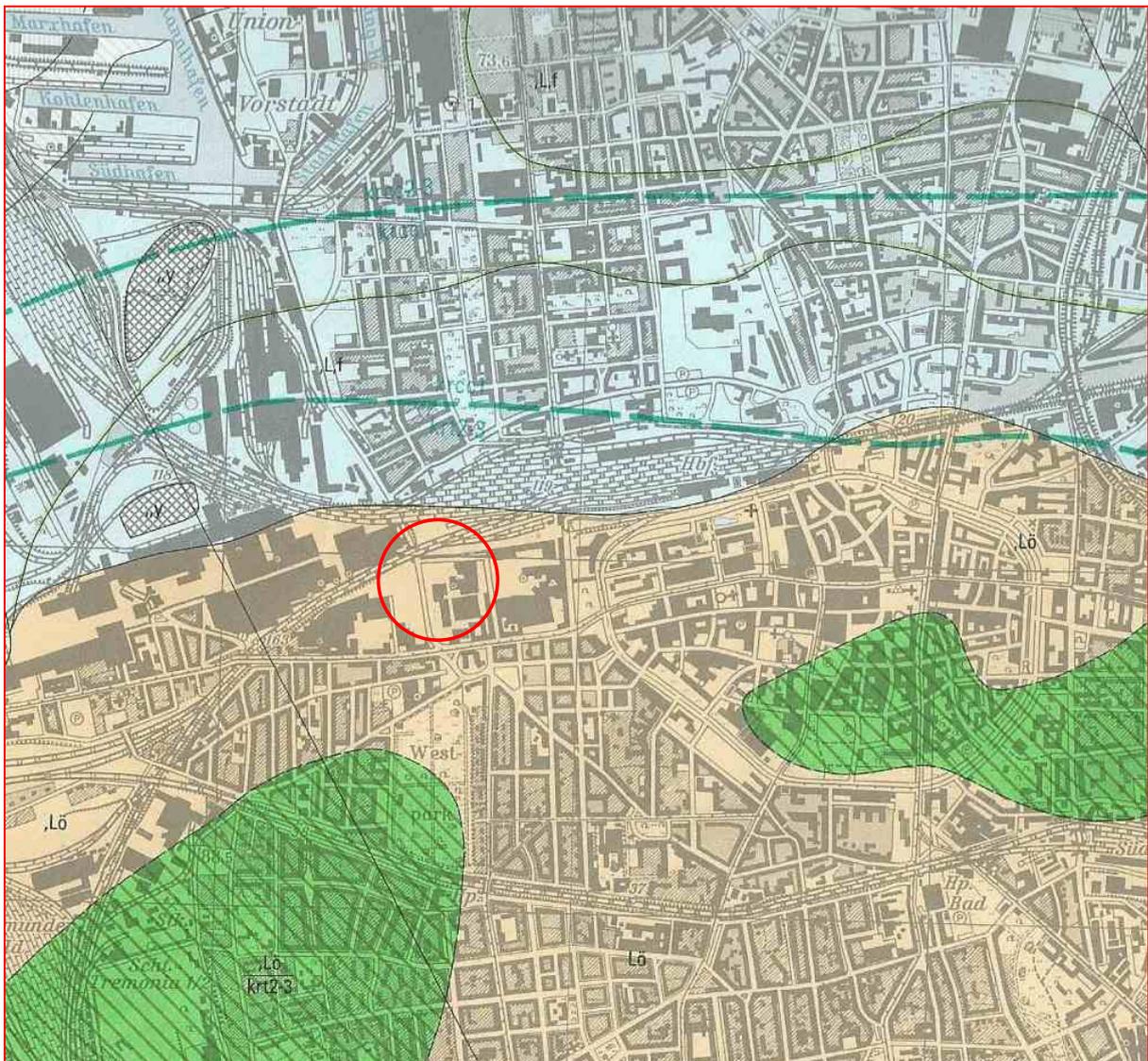


Bild 24: Auszug aus der geologischen Karte

## 4.2. Schichtenfolge

Die heutige Geländeoberfläche ist im Zuge früherer Baumaßnahmen tiefgründig verändert und aufgeschüttet worden. Nach den Bestandsunterlagen war der größte Teil der Fläche bebaut. Die Baufläche fällt nach Nordwesten hin zur Straße Übelgönne ab. Der größte Höhenunterschied zwischen den Aufschlußstellen RKB 4 (86,3 m ü.NN) und DPM 11b (80,7 m ü.NN) beträgt etwa 5,6 m.

Nach den Ergebnissen der Felduntersuchungen ist folgende Schichtenfolge vorhanden, wobei die Grenze zwischen den einzelnen Schichten häufig nicht deutlich ausgeprägt ist.

Zur Zeit ist die Fläche als Parkplatz genutzt. Die Befestigung der Verkehrsfläche besteht aus einer Schwarzdecke im Fahrbahnbereich und Pflaster auf den Parkflächen.

Im Bereich der Grünstreifen ist Mutterboden/Oberboden in einer Stärke von etwa 30 cm angedeckt worden.

Aufgefüllte Böden wurden bis in Tiefen zwischen etwa 3,4 (B 2) und 6,3 m (B 3) Tiefe erbohrt. Die Auffüllung besteht überwiegend aus Bauschutt (Beton, Ziegel, Mörtel, Schlacke) mit Kies und Schluff Beimengungen. Zum Teil sind Stahlbeton und Mauerwerk in Blöcke vorhanden. Die Auffüllung ist stark unterschiedlich zusammengesetzt und weist eine unterschiedliche Lagerungsdichte auf.

Bei Schlagzahlen überwiegend von  $n_{10} = 7 - >15$  weist die Auffüllung eine mitteldichte örtlich auch dichte Lagerung bzw. steife bis halfeste Konsistenz auf.

Örtlich (RKB/DPM 4, bis 1,0 m u. GOF) ist bei Schlagzahlen von  $n_{10} = 1 - 4$  nur eine weiche bis steife Konsistenz vorhanden.

Als gewachsene Deckschicht steht eine Wechsellagerung aus schluffigem Sand und feinsandigem bis stark feinsandigem Schluff an, die auch kalkige und zum Teil tonige Beimengungen aufweisen.

Mit der Mittelschweren Rammsonde sind Eindringwiderstände in einer Größenordnung von  $n_{10} = 7$  bis  $>12$  gemessen worden. Die im Labor ermittelten Wassergehalte liegen zwischen  $w=12,7/15,2$  (Sand/Feinsand) und  $17,7/18,6$  Gew. % (Schluff).

Nach den Ergebnissen der Laborversuche und der Sondierungen weist der Sand/Feinsand eine mittlere bis dichte Lagerung auf. Dem Schluff ist überwiegend steife bis halfeste Konsistenz zuzuordnen.

Als Liegendes steht Sandmergel an, der an der Oberfläche unterschiedlich stark verwitterter und zum Teil zersetzt ist.

Der Felshorizont wurde im Südosten in einer Tiefe von 4,3 m (B 1) und im Nordwesten 7,5 m (B 4), entsprechend 81,7 und 73,5 m ü.NN angetroffen.

Nach der Bohrprobenansprache nimmt die Festigkeit des Mergels nicht immer mit fallender Tiefe zu. Vielmehr sind unregelmäßig verteilt mürben Zonen und Störungen vorhanden.

Der graue/gelbgraue stark verwitterte Mergel ist bei Wassergehalten zwischen 15 und 20 Gew.-% weitgehend entfestigt. Das Gestein ist teilweise mit der Hand brechbar und nur zum Teil zerreibbar. Zum Teil ist eine sehr unregelmäßige Verteilung von tonig-grusigen Zonen mit festeren Gesteinsstücken vorhanden. Das Material befindet sich noch im Verband, ist aber durch Mineralneubildung verändert. Die Kluftkörper sind fest bis hart. Vom bodenmechanischen Verhalten entspricht der stark verwitterte Mergel stein einem steinigen Boden mit bindigen Zwischenlagen. Harte gesteinsfeste Lagen können zwischengeschaltet sein. Entsprechend dem Lösungsaufwand ist das Material der Bodenklasse 5-6 zuzuordnen.

Im grau/gelbgrauem verwitterten Mergelstein ist eine deutliche Schichtung und Klüftung zu erkennen. Hier überwiegt eine stückige Struktur, die Wassergehalte liegen durchweg zwischen 9 und 14 Gew.-%. Das Gestein kann nicht mehr mit der Hand gebrochen werden; ein Zerreiben ist nicht möglich. Überwiegend ist eine vollständige Auflockerung an den Trennflächen vorhanden. Die Festigkeit der Kluftkörper ist gegenüber dem frischen Gestein geringer. Bei den Bohrungen mit Wasserspülung war teilweise ein 100%iger Spülverlust zu beobachten. Vereinzelt sind dünne Störungszonen/stark verwitterte Schichten im Dezimeterbereich eingelagert.

Der verwitterte Mergelstein weist nur noch eine geringe Zusammendrückbarkeit bei deutlich größerer Tragfähigkeit auf. Dies Gestein ist in dieser Form daher der Bodenklasse 6 zuzuordnen.

Der schwach verwitterte (angewitterte) bis unverwitterte graue Mergelstein geht in einen kalkigen Sandstein über. Er weist eine große Härte auf und ist bei Wassergehalten  $\leq 9$  Gew.-% überwiegend gebankt ausgebildet. Der Trennflächenabstand liegt im Dezimeterbereich bis zu 70 cm. Die Trennflächen sind nur teilweise aufgelockert. In dieser Form ist dieser Fels der Bodenklasse 7 zuzuordnen.

Der Verwitterungszustand kann teilweise an der Farbe abgelesen werden. Der stark verwitterte Mergel weist eine graue/gelbgraue Farbe auf, während der schwach verwitterte Mergelstein/kalkiger Sandstein eine graue Farbe aufweist.

Die Trennflächen zerteilen das Gebirge nach Scharen annähernd paralleler Ebenen und begrenzen damit die einzelnen Kluftkörper. Die Kluftflächen insbesondere die Schichtung stellen potentielle Gleitflächen dar. Nach den Bohrkernen zu urteilen ist überwiegend eine flache Schichtneigung (Sch) vorhanden, nahezu senkrecht ist eine weiter steil stehende Trennfläche (K1) vorhanden. Vereinzelt sind auch Trennflächen unter  $45^\circ$  bis  $65^\circ$  in den Kernkisten sichtbar.

Der allgemeine Baugrundaufbau ist im folgenden Bild 25 dargestellt. Einzelheiten sind der Anlage 2 zu entnehmen.

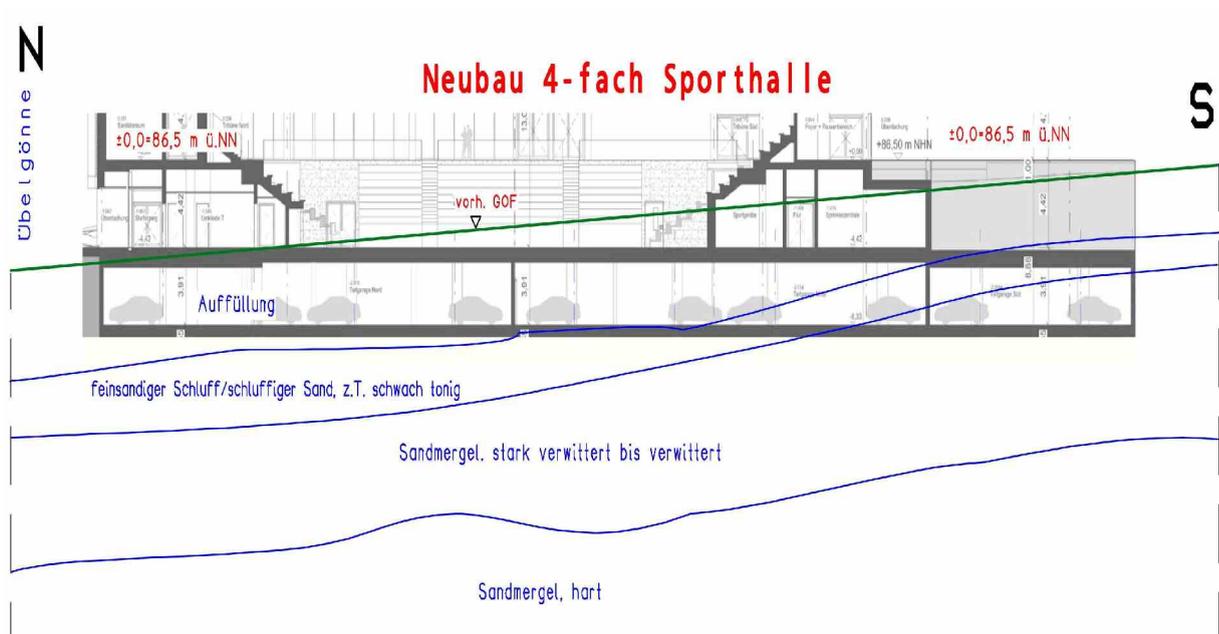


Bild 25: Baugrundaufbau schematisch

#### 4.3. Grundwasserverhältnisse

Bei den Felduntersuchungen im Jahr 2017 und 2018 sowie 2023 wurde in der Deckschicht kein Grundwasser angetroffen.

Die im April/Mai 2023 hergestellten Bohrungen wurden zu Grundwassermeßstellen ausgebaut. Bei jeweils 2 diagonal angeordnete Pegeln lag die Filterstrecke in der Deckschicht/stark verwittertem Mergel, bei den beiden anderen im Festgestein. Diese Anordnung sollte eine gesonderte Erkundung etwaiger Grundwasserstockwerke ermöglichen. Die Filterstrecken wurden dementsprechend durch Tondichtungen getrennt.

Bei den Bohrungen B2 und B4 wurde zunächst Grundwasser deutlich über der geplanten Aushubsohle angetroffen.

Bei allen Bohrungen war die Deckschicht nur erdfeucht, ohne Grundwasser.

Bei der Bohrung B4 sah es zunächst so aus als ob gespanntes Grundwasser im Felsen vorhanden wäre. Nach einem Tag lag der Wasserspiegel jedoch unterhalb der potentiellen Aushubsohle.

Die in den Pegeln gemessenen Wasserstände sind in der folgenden Tabelle aufgelistet:

Bohrung / Pegel	Ansatzhöhe GOF m ü.NN	Pegeltiefe m u. GOF	Datum	angetroffen GW m u. GOF	Pegelmessung GW m u. GOF	Grundwasser m ü. NN
B 1 Deckschicht	86,1	6,1	11.05.2023	13,1	-	73,0
B 2 Felsen	85,1	12,1	23.05.2023	7,6		77,5
			25.05.2023		11,8	73,3
B 3 Felsen	82,4	14,1	05.05.2023	7,6		74,8
			08.05.2023	7,9		74,5
			09.05.2023	7,4		75,0
			24.05.2023		9,1	73,3
B 4 Deckschicht	81,0	10,2	27.04.2023	4,3		76,7
			28.04.2023	7,2		73,8
			24.05.2023		8,9	72,1

Entsprechen den Pegelmessungen liegt der ausgepegelte Grundwasserstand zwischen 72,1 und 73,3 m ü.NN.

Die Oberfläche Bodenplatte des zweiten Parkdecks liegt bei 75,28 m ü.NN. Bei Annahme einer Konstruktionsdicke von 1,0 m liegt der ausgespielte Grundwasserstand noch und 1 m tiefer.

Aufgrund der unterschiedlichen Bodenzusammensetzung und Dichte sowie der Klüfte im Sandmergel ist insbesondere nach starken Regenfällen mit einem verstärkten Schicht-/Stauwasseranfall zu rechnen. Insbesondere nach langandauernden Niederschlägen ist in den anstehenden Böden zeitweilig mit Schichtwasser bzw. Staunässe zu rechnen, das auch in den felsigen Baugrubenwänden austreten bzw. sich in den verfüllten Arbeitsräumen der Baugrube sammelt ("Badewannen-Effekt") kann.

Grundsätzlich ist nicht von einem horizontal verlaufenden Grundwasserspiegel auszugehen, sondern von einem dem Geländeverlauf folgenden Wasserspiegel.

Zur abschließenden Beurteilung der Grundwasserverhältnisse sollten die Wasserstände in den Pegeln über einen längeren Zeitraum kontrolliert werden.

#### 4.4. Radon in Gebäuden

Messung zeigt: Kaum Radon in der Luft städtischer Gebäude

Quelle Webseite Stadt Dortmund - Nachricht vom 08.02.2022

Mehr als ein Jahr lang haben 22 Messstationen die Radonaktivitätskonzentration in der Luft von elf städtischen Gebäuden gemessen. Das Ergebnis zeigt: Radon kommt in diesen städtischen Gebäuden vor, aber in einer so geringen Konzentration, dass davon kein erhöhtes Gesundheitsrisiko ausgeht.

Radon ist ein radioaktives Edelgas, das durch den natürlichen Zerfall von Uran im Boden entsteht und grundsätzlich überall vorkommt. Aufgrund von unterschiedlichen Bodenbeschaffenheiten und geologischen Besonderheiten kann aber in manchen Regionen Deutschlands mehr Radon entstehen als in anderen. Es kann z.B. durch Risse in der Bodenplatte, undichte Abflüsse oder andere unzureichend abgedichtete Wand- oder Bodenöffnungen in Gebäude eindringen und sich – je nach Lüftungsbedingungen – in den unteren Geschossen ansammeln. Das Risiko an Lungenkrebs zu erkranken, wird durch hohe Konzentrationen begünstigt.

Gemäß Strahlenschutzgesetz müssen die Bundesländer Gebiete, in denen überdurchschnittlich häufig hohe Radonkonzentrationen in Gebäuden zu erwarten sind, als sogenannte Radonvorsorgegebiete ausweisen. In diesen Radonvorsorgegebieten gelten dann - insbesondere bei Neubauten mit Aufenthaltsräumen oder Arbeitsplätzen, die im Erdgeschoss oder im Keller liegen - zusätzliche Regeln für den Schutz vor Radon.

Das Ministerium für Arbeit, Gesundheit und Soziales des Landes Nordrhein-Westfalen (MAGS) hat 2019 per Erlass den Auftrag erteilt, landesweit repräsentative Basisdaten zur Ausweisung von Radon-Vorsorgegebieten zu erheben. Das Ziel war es, eine präzisere Übersicht über das Vorkommen von Radon in Nordrhein-Westfalen zu bekommen. Die Kreise und kreisfreien Städte NRW wurden dabei um Benennung von Messorten in Verwaltungsgebäuden und öffentlich zugänglichen Gebäuden gebeten.

#### Messkampagne in Dortmund

Für die Stadt Dortmund hat die Städtische Immobilienwirtschaft daraufhin in Abstimmung mit der Feuerwehr Dortmund elf über das Stadtgebiet verteilte Feuerwachen-Standorte ausgewählt. An allen beteiligten Standorten wurden im August 2020 durch das Landesinstitut für Arbeitsgestaltung (LIA.NRW) sogenannte Exposimeter in jeweils zwei Räumen der ausgesuchten Objekte positioniert. Die Langzeitmessungen dauerten bis September 2021. Die Zentrale Radonstelle des Landes NRW hat die Exposimeter anschließend ausgewertet.

Die Messergebnisse haben in keinem der untersuchten Gebäude einen Hinweis auf ein erhöhtes Gesundheitsrisiko durch Radon ergeben. Alle Messwerte liegen deutlich unter dem im Strahlenschutzgesetz festgelegten Referenzwert von 300 Bq/m<sup>3</sup> Raumluft. Der höchste gemessene Wert lag bei 72 Bq/m<sup>3</sup>. Somit sind in keinem der untersuchten Objekte Maßnahmen zur Reduzierung der Radonkonzentration erforderlich.

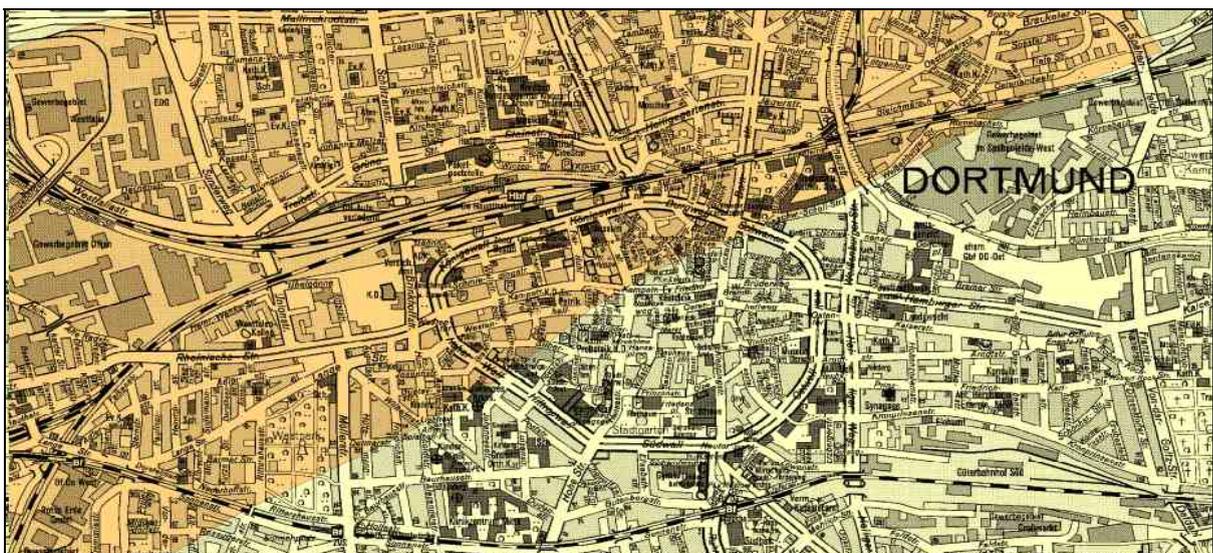
Der Verwaltungsvorstand wird die Vorlage zur Messkampagne "Radonaktivitätskonzentrationen in Innenräumen 2019/2020" nun zur Kenntnisnahme an die politischen Gremien weiterleiten.

#### 4.5. MethanAusgasungen

Bei der Entstehung von Steinkohle tritt Methan (CH<sub>4</sub>) auf. Das Gas ist leichter als Luft und damit bestrebt an die Erdoberfläche zu gelangen. Das Gas strömt aus dem Steinkohlegebirge in das Kluftsystem des Deckgebirges. Falls abdichtende Überlagerungsschichten fehlen, kann das Gas an der Geländeoberfläche austreten. Die Freisetzung des Gases wird durch den Kohleabbau begünstigt.

Methan kann in Verbindung mit Luft ein hochexplosives Gasmisch bilden. Bei höheren Konzentration ist das Gas brennbar.

Im Auftrag des Umweltamtes entstand im Jahr 2000 die von Herrn Prof. Dr. Hollmann, Bochum, entwickelte Arbeitskarte der potenziellen Methan gasaustritte im Stadtgebiet Dortmund. Diese Karte unterteilt – je nach Austrittswahrscheinlichkeit – das Dortmunder Stadtgebiet in insgesamt 5 Bereiche, Für alle Neuplanungen und Neubauvorhaben mit mehr als 50 m<sup>2</sup> durchgängig versiegelter Fläche hat die Stadt Dortmund bautechnische Vorsorgemaßnahmen definiert, die in den Zonen 3 und 4 als Auflagen in Baugenehmigungen zum Tragen kommen.



**Bild 26:** Karte der Potentieller MethanAusgasungen

Nach der Karte der Potentiellen Methanaustritte im Stadtgebiet von Dortmund liegt die Baumaßnahme in der Zone 3. Danach sind-Methanaustritte hinreichend wahrscheinlich.

Zone	Baugenehmigungsverfahren	Bauleitplanung
Zone 0 (Austritte nicht zu erwarten)	Keine Maßnahmen erforderlich	Keine Maßnahmen erforderlich
Zone 1 (Austritte wenig wahrscheinlich)	Beteiligung des Umweltamtes nur bei entsprechenden Hinweisen	Beteiligung des Umweltamtes nur bei entsprechenden Hinweisen
Zone 2 (Austritte hinreichend wahrscheinlich)	Empfehlender Hinweis, Gebäude mit einer Gasflächendrainage auszustatten	Kennzeichnung der potentiellen Ausgasungsbereiche im Bebauungsplan; textlicher Hinweis im Hinblick auf zu erwartende Hinweise in nachfolgenden Baugenehmigungsverfahren
Zone 3 (Austritte sehr wahrscheinlich)	verbindliche Bedingung, Gebäude mit einer Gasflächendrainage auszustatten	Kennzeichnung der potentiellen Ausgasungsbereiche im Bebauungsplan; textlicher Hinweis im Hinblick auf zu erwartende Bedingungen/Auflagen in nachfolgenden Baugenehmigungsverfahren.
Zone 4 (Austritte belegt)	verbindliche Bedingung, Gebäude mit einer Gasflächendrainage auszustatten; im Einzelfall eine Nutzungseinschränkung möglich; Beteiligung der Bergbehörden	Kennzeichnung der potentiellen Ausgasungsbereiche im Bebauungsplan; Beteiligung der Bergbehörden; ggf. textliche Festsetzung bzgl. Nutzungsbeschränkungen; textlicher Hinweis im Hinblick auf zu erwartende Bedingungen/Auflagen in-nachfolgenden Baugenehmigungsverfahren.

Die Veröffentlichung des Umweltamtes "Handbuch Methangas – Ausführungen von Gasflächendränagen im Zuge von Neubaumaßnahmen im Stadtgebiet Dortmund" liefert den im Bauingenieurwesen Tätigen, Architekturschaffenden und Bauverantwortlichen praktische Hinweise für Konzeption und Realisierung von Gassicherungsmaßnahmen.

Wenn die Gründungssohle zumindest zeitweise unterhalb des Grundwasserspiegels liegen kann, müssen unabhängig von den Baugrundverhältnissen Abdichtungen nach DIN 18533 (ehem. Abschnitt 8 der DIN 18195-6)-gegen drückendes Wasser oder nach den Grundsätzen der „Weißen Wanne“ (WU-Richtlinie des Deutschen Ausschusses-für Stahlbeton) hergestellt werden. Als Gründungselemente-empfehlen sich elastisch gebettete Bodenplatten. Da derartige Gebäude als technisch gasdicht bezeichnet werden, erübrigen sich weitergehende Maßnahmen zur Gasdränage. Oberhalb des Schwankungsbereiches des Grundwasserspiegels muss der Arbeitsraum jedoch vertikal gasdurchlässige Elemente (Böden oder Dränelemente) aufweisen.

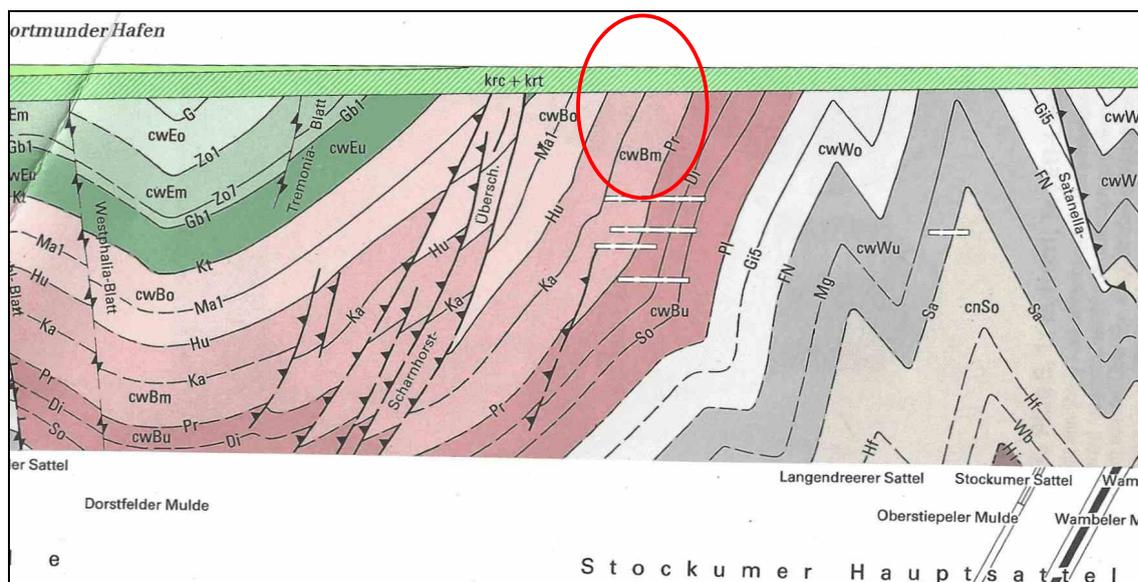
#### 4.6. Einfluss Oberflächennaher Bergbau

Zur Beurteilung möglicher bergbaulicher Einflüsse aus oberflächennahem Bergbau auf das Bauwerk wurden die geologischen Informationen herangezogen. Eine Anfrage an das Landesoberbergamt NW in Dortmund / Grubenbildeinsichtnahme ist von uns auftragsgemäß nicht erfolgt.

Die geologischen Verhältnisse im Baubereich sind den folgender Kartenausschnitten zu entnehmen.



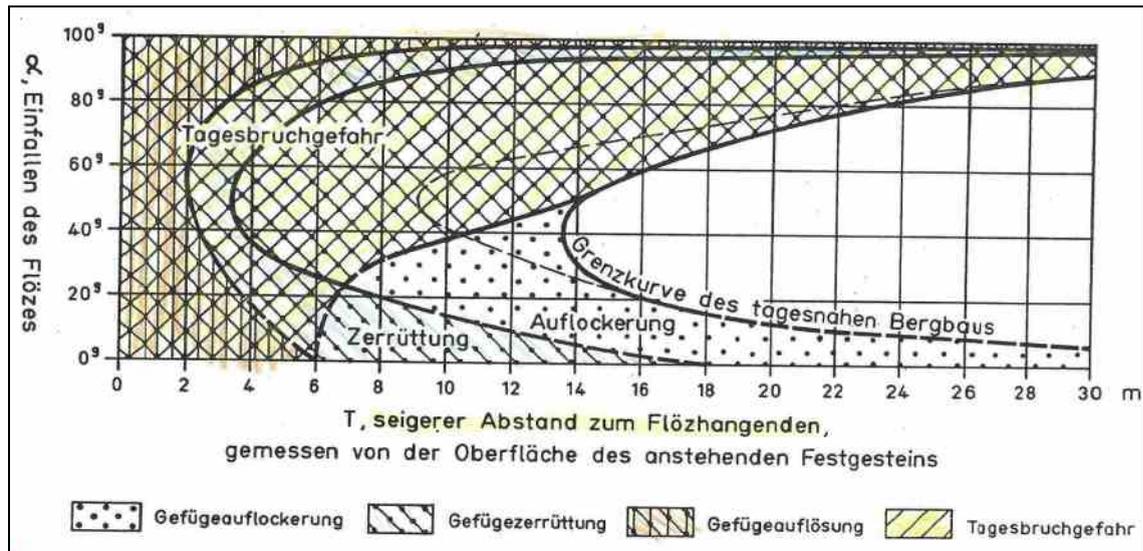
**Bild 27:** Karbonoberfläche - Schichteinfallen 67 gon



**Bild 28:** Schnitt

Nach den Mitteilungen der Westfälischen Bergwerkschaftskasse Heft 30 Der "TAGESNAHE BERGBAU" als technisches Problem bei der Durchführung von Baumaßnahmen im Niederrheinisch Westfälischen Steinkohlengebiet (Bild 29)

ist ab einer Felsdeckung von mehr als 22 m eine Beeinflussung durch den Oberflächennahen Bergbau nicht zu erwarten.



**Bild 29:** Grenztaufen der potentiellen Gefahrenzonen bezogen auf die Felsoberfläche

Im Baugebiet besteht das Deckgebirge aus Mergelstein / Sandstein des Unterturons (Oberkreide). Die Mergelüberlagerung über dem Steinkohlengebirge beträgt im Bereich der Baufläche etwa mehr als 50 m (Karbonoberfläche ca. 10 mNN).

Nach den Unterlagen ist der Abbau der Flöze nicht als tagesbruch- bzw. setzungsgefährdend anzusehen. Sicherungsmaßnahmen für diesen Abbau sind daher nicht erforderlich.

#### 4.7. Kampfmittelverdacht

Entsprechend der Ergebnismitteilung des Ordnungsamtes Dortmund vom 9.4.2020 ist die Fläche ist als Kampfmittelverdachtsfläche (Bombenabwurfsgebiet - gesamte Fläche) eingestuft . Im Zuge des geplanten Bauvorhabens ergeben sich für die Kampfmittelbeseitigung folgende Erfordernisse:

X Absuchen der zu bebauenden Flächen und Baugruben im Bereich der Bombardierung  
X für Untergrunderkundungen und Spezialtiefbauarbeiten ist im Bereich der Bombardierung die Anwendung der Anlage 1 der Technischen Verwaltungsvorschrift für die Kampfmittelbeseitigung (TVV KpfMiBesNR W) für Baugrundeingriffe auf Flächen mit Kampfmittelverdacht ohne konkrete Gefahr, erforderlich.

Für die 4 Großbohrungen sind im Vorlauf Detektionsbohrungen durchgeführt worden. Kampfmittel sind nicht erkundet worden.

Für das Bauvorhabens sind weitere Untersuchungen auf Kampfmittel erforderlich

A) Für den umschließenden Baugrubenverbau sind Detektionsarbeiten in einem weiteren Schritt (Bohrabstand rund 1,50 m entlang der Mittelachse der Baugrubenumschließung) auszuführen. Die Bohrungen sind bis 8 m unter der Geländeoberfläche zum Ende des Krieges zu führen. Voraussichtlich steht der Felshorizont jedoch in geringer Tiefe an, so dass sich eine geringe Tief ergibt.

Der Bereich des umschließenden Baugrundverbaus ist mit Bäumen, Bewuchs, örtlich Winkelscheiben, Zäune und Fahrbahnbefestigung versehen. Im Bereich der Süd-Östlichen Ecke sind Stützwände vorhanden, Zur Ecke Übelgönne / Unionstraße ist ein Geländesprung /Böschung/ Winkelstützwand vorhanden.

Vor Durchführung dieser Detektionsarbeiten (III) sind daher umfangreiche Rodungsarbeiten und Erdarbeiten erforderlich um eine Arbeitsebene zu schaffen.

B) Bodenaushub nach Einbringen des Verbaus

Der Bereich der potentiellen Bombardierung umfasst die gesamte Fläche der Baugrube. Nach den Vorgaben ist diese Fläche auf Kampfmittel abzusuchen. In der Fläche sind mehrere Meter Aufschüttung ( ca. 3 bis 4 m) vorhanden, die örtlich verfestigt und Bauschutt/Beton enthalten. Äußerst wichtig für den Flächenaushub für die Baugrube ist die Kenntnis des Alters der Aufschüttung. Hier sollten die Kenntnisse aller Beteiligten zusammengefasst werden und gegebenenfalls weitere Nachforschungen erfolgen.

Schichten die nach dem Krieg aufgetragen worden sind, können konventionell abgetragen werden. Hierzu gehört die Oberflächenbefestigung des Parkplatzes Pflaster/Asphalt einschließlich zugehöriger Tragschicht.

Bei Ansatz einer 40 cm dicken Oberflächenbefestigung verbleibt eine Aufschüttungshöhe von rund 3 bis 4 m.

Nach den erhaltenen Angaben war die Fläche vor dem Krieg bebaut. In der Regel waren die Gebäude unterkellert. Es ist daher nicht auszuschließen, dass verfüllte Keller im Untergrund vorhanden sind.

Die weitere Vorgehensweise zur Klärung des Kampfmittelverdachts ist noch festzulegen. Es ist damit zu rechnen dass eine Vielzahl von metallischen Störkörpern in der Aufschüttung vorhanden sind und bei Oberflächensondierungen oder Bohrlochsondierungen das Ergebnis verschleiern.

Daher ist voraussichtlich während des gesamten Baugrubenaushubes die Begleitung durch ein qualifiziertes und zugelassenes Fachunternehmen erforderlich.

Der große Nachteil ist der hohe finanzielle und zeitliche Aufwand. Der Bodenaushub kann nur mit geeigneten Baggern mit kleiner Schaufel und bei einer maximalen Schichtstärke von jeweils 40 cm vorgenommen werden.

Die andere Möglichkeit besteht in einer Bohlochdetektion mit einem Seitenabstand von 1,5 m (dreieckförmig) von der GOF aus. Bei Bauschutt und Fundamentresten mit Eisenbeimengungen ist dies ebenfalls mit einem hohen Aufwand für die Bohrungen verbunden.

#### 4.8. Bodenklassen

Die im Baugrund festgestellten Böden und Gesteine sind nach der (alten) DIN 18300:2012-06, DIN 18196 bzw. ATV - DIN 18319 folgenden Bodenklassen/Bodengruppen zuzuordnen:

Bodenart	Bezeichnung nach DIN 4022	Bodenklasse		Bodengruppe DIN 18196
		ATV - DIN 18319	DIN 18300	
<b>Anschüttung</b>				
a) gemischtkörnig (bindig)	A	LBM 2 - LBM 3	4 <sup>x)</sup>	-
b) grobkörnig (nichtbindig)	A	LNE 1 - LNW 3 S2, S4 <sup>1,2*)</sup>	3,5 <sup>3)</sup>	-
<b>Deckschicht</b>				
a) Schluff, sandig z.T. schwach tonig, steif-h.fest	U, fs U, s, t'	LBM 2	4 <sup>x)</sup>	UL/TL
b) Sand/Feinsand schwach schluffig bis schluffig	S, u' S, u	LNW 2 - LBM 2	3 - 4 <sup>x)</sup>	SE/SU
<b>Festgestein</b>				
Mergel-/Sandmergelstein stark verwittert, -zersetzt-	SMe, $\bar{V}$	FZ1	6 <sup>x)</sup>	(TA/SW/GW)
stark verwittert bis verwittert (fest bis hart)	SMe, $\bar{V}$ - v	FZ 1 - FZ/FD 2	6 (- 7 <sup>2)</sup> )	-
schwach verwittert bis un verwittert (hart)	SMe, v'-SMe	FZ 2 - FD 3	7 <sup>2)</sup>	-

<sup>1)</sup> Zusatzklasse nach DIN 18319 für Steine  $\phi$  6,3 bis 30 cm.

<sup>2)</sup> für Steine  $\phi$  > 30 bis 60 cm.

Klasse S1: Steinanteil  $\leq$  30 Gew.%

Klasse S3: Steinanteil  $\leq$  30 Gew.%

Klasse S2: Steinanteil > 30 Gew. %

Klasse S4: Steinanteil > 30 Gew. %

<sup>x)</sup> Bei Wassersättigung bewegungsempfindlich. Im Leistungsverzeichnis der Erdarbeiten ist auf die mögliche Zustandsverschlechterung durch Aufweichen der bindigen/gemischtkörnigen Böden bei Wasserzufluß hinzuweisen. Im Zustand der Wassersättigung z.B. durch Staunässe oder Niederschläge, und bei mechanischer Beanspruchung, z.B. durch Begehen oder Befahren, weichen diese Böden auf und verlieren dauerhaft ihre Tragfähigkeit.

<sup>2)</sup> Die Merkmale der Bodenklasse 7 liegen erst dann vor, wenn der Fels nur wenig klüftig ist, d.h. die Klüftkörper ein Volumen von  $\geq 0,1 \text{ m}^3$  (Würfel mit einer Kantenlänge > 45 cm) aufweisen. Die genaue Menge kann erst während der Aushubarbeiten in der Baugrube aufgemessen werden.

<sup>3)</sup> Klasse 5: wie Klasse 3 und 4, jedoch > 30 Gew.-% Steine von 63 mm bis  $0,01 \text{ m}^3$  ( $\phi \approx 30 \text{ cm}$ ) Rauminhalt; Nichtbindige und bindige Böden mit < 30 Gew.-% Steine von  $0,01$  ( $\phi \approx 30 \text{ cm}$ ) bis  $0,1 \text{ m}^3$  ( $\phi \approx 60 \text{ cm}$ ) Rauminhalt.

Der Übergang zwischen den einzelnen Bodenklassen ist nicht deutlich ausgeprägt, so dass beim Aufmaß in der Örtlichkeit erhebliche Schwierigkeiten zu erwarten sind. Zur Vereinfachung der Abrechnung wird daher empfohlen, in der Ausschreibung die einzelnen Bodenarten in Bodengruppen/Homogenbereiche zusammenzufassen.

Für Baureste im Untergund (Fundamente, Bodenplatten, Beton bewehrt) sowie das Aufnehmen der Oberflächenbefestigung sind im LV gesonderte Positionen vorzusehen.

Bodengruppe I/Homogenbereich I:

Bodenklasse 3 bis 6 /

LBM 2 - LBM 3, LNE 1 - LNW 2, LNW 2 - LBM 2, S 2, S4; FZ 1

Anschüttung (bindige bis grobkönige Böden)

Deckschicht

Sand/Feinsand, schluffig, z.T. kiesig

Schluff, sandig, z.T. schwach tonig, schwach kiesig

Sandmergel, Sandstein stark verwittert bis verwittert

Bodengruppe II : Bodenklasse 7 / FZ/FD 2 - FD 3

Festgestein

Sandmergel /Sandstein, schwach verwittert bis unverwittert

Es ist teilweise mit großformatigen Mauerwerks- und Betonresten im Untergrund zu rechnen. Diese sind gesondert aufzumessen und hierfür im Leistungsverzeichnis eine gesonderte Positionen vorzusehen.

#### 4.9. Homogenbereiche

Im August 2015 erschien die VOB/C 2015 als Ergänzung zur VOB 2012. In der VOB/C 2015 werden die neu bearbeiteten Allgemeinen Technischen Vertragsbedingungen (ATV)-Normen (DIN 18300, 18301, 18311 usw.) in der VOB verankert.

Damit werden die Bodenklassen nach DIN 18300:2012-06 ersetzt und die Bodenklassifizierung in Homogenbereich eingeführt.

Für den Erd- und Straßenbau sind die Festlegungen in der ATV DIN 18300:2015-08 Erdarbeiten maßgebend.

(VOB Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen - Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV) )

Weitere Arbeiten sind folgenden ATV DIN zuzuordnen:

ATV DIN 18301	Bohrarbeiten
ATV DIN 18303	Verbauarbeiten
ATV DIN 18304	Ramm-, Rüttel- und Verpressarbeiten

Boden und Felsen sind entsprechend ihrem Zustand vor dem Lösen in Homogenbereiche einzuteilen.

Der Homogenbereich ist ein begrenzter Bereich, bestehend aus einzelnen oder mehreren Boden- oder Felsschichten, der für Bodenbearbeitung vergleichbare Eigenschaften aufweist.

Sind umweltrelevante Inhaltsstoffe zu beachten, so sind diese bei der Einteilung in Homogenbereiche zu berücksichtigen.

Für die Homogenbereiche sind die Eigenschaften und Kennwerte sowie deren Bandbreite im Folgenden angegeben.

Homogenbereich	I		II
Schicht (Nr.)	Auffüllung bindig bis grobkörnig	Sand/Feinsand, schluffig, z.T. kiesig; Schluff, sandig, schwach tonig; Sandmergel, stark verwittert bis verwittert	Mergelstein/Sandmergel schwach verwittert bis unverwittert
Eigenschaften /Kennwerte	18300:2015-08 Erdarbeiten, 18301Bohrarbeiten		
Kornverteilung /Körnungsbänder DIN 18123	Grafik Anlage 3.2		
Anteil Steine und Blöcke DIN EN ISO 14688-1	überwiegend < 30	< 10	
Wichte, feucht / Auftrieb $\gamma/\gamma'$ [kN/m <sup>3</sup> ]	17,5 - 19,5/ 9,0 - 10,5	19,0 - 23,0/ 9,0 - 12,0	21,0 - 25,0/ 11,0 - 15,0
UndrÄnirten Scherfestigkeit DIN 4094-4 oder DIN 18136 /18137-2	0- 30	5 - 50	50 - 100
Plastizitätszahl DIN 18122-1, Konsistenzzahl DIN 18122-1,	weich - halfest I <sub>c</sub> = 0,25 - >1,0	steif - fest I <sub>c</sub> = 0,5 - > 1,0	
Plastizität I <sub>p</sub>	gering - mittel	mittel	
Wassergehalt DIN EN ISO 17892-1	3 - 25	8 - 30	
Lagerungsdichte DIN EN ISO 14688-2, Best. DIN 18126	locker bis dicht	mitteldichte bis dicht	
Organischer Anteil Gew. %	< 15	< 10	
Bodengruppe DIN 18196	A(-)	SU/S $\bar{U}$ / UL/TL	
Ortsübliche Bezeichnung	künstliche Aufschüttung, bindig, gemischt	Löß-/Lößlehm Flugdecksand Mergelstein, verwittert	Mergelstein
Benennung von Fels DIN 14689-1			verwittert bis schwach verwittert, bankig, bindige
Verwitterung, Veränderungen, Veränderlichkeit DIN 14689-1		veränderlich	schwach veränderlich
einaxiale Druckfestigkeit (MN/m <sup>2</sup> )			5 - 50 Spitzen bis 100
Trennflächenrichtung, Trennflächenabstand, Gesteinskörperform DIN 14689-1			flach /steil 2 bis 100 cm Kubisch
Abrasivität nach NF P18-5791		mittel bis hoch	mittel bis hoch

In der Anlage 3.2 ist die Kornverteilung für den Homogenbereich I dargestellt.

#### 4.10. Bodenmechanische Kenngrößen

Nach den Ergebnissen der Probenansprache und der ausgeführten Laborversuche lassen sich für die angetroffenen Hauptbodenarten folgende bodenmechanische Kenngrößen (Rechenwerte) angeben. Sie kennzeichnen das mechanische Verhalten der anstehenden Böden in der vorhandenen ungestörten Lagerung. In den Fällen, in denen keine Versuchsergebnisse zur Verfügung standen, sind die Bodenkenngrößen anhand der Angaben im Fachschrifttum und aufgrund des Erfahrungswissens geschätzt worden.

Tiefenbereich	Bodenart	Wichten $\gamma/\gamma'$	Reibungswinkel $\phi'$	Kohäsion $c'$	Steifemodul $E_s$
m u.GOF		kN/m <sup>3</sup>	°	kN/m <sup>2</sup>	MN/m <sup>2</sup>
	Aufschüttung bindig bis grobkörnig - Mittelwert $\phi$ -	17,5-19,5/ -	30,0 <sup>1)</sup>	-	4 - 15
	Deckschicht Sand/Feinsand, schluffig, z.T. schwach kiesig mitteldicht bis dicht	19,5/10,0	30 - 32,5	0 - 2	15 - 40
	Schluff, feinsandig, z.T. schwach kiesig u. tonig steif bis halbfest	19,0/10,0	27,5	5 - 10	8 - 18
	Festgestein				
	Sandmergelstein /Sandstein a) stark verwittert bis verwittert	21-23/21	32,5 <sup>1)2)</sup>	-	50 - 80
	b) schwach verwittert bis unverwittert	24-25/14	25,0 <sup>2)</sup>	>1000 <sup>3)</sup>	> 100

$\gamma$  Wichte des feuchten Bodens

$\gamma'$  Wichte des Bodens unter Auftrieb

$E_s$  Steifemodul im Spannungsbereich zwischen der Bodenauflast  $\gamma \cdot t$  und der zulässigen Bodenpressung

<sup>1)</sup> Ersatzreibungswinkel einschließlich Kohäsion

<sup>2)</sup> Reibungswinkel auf Schicht- und Klufflächen  $\phi = 25^\circ$  (SMe)

<sup>3)</sup> Schercharakteristik eines Festgesteins  $c = q_u/2$  ( $\phi = 0^\circ$ )

## 5. Bautechnische Beurteilung des Baugrundes

### 5.1. Gründungsvorschlag

Bei der geplanten Baumaßnahme handelt es um eine 4-fach Sporthalle mit eingeschossiger Tiefgarage.

Nach den vorliegenden Unterlagen soll die Fußbodenoberfläche des Gastrobereiches bei  $\pm 0,0 = 86,5$  m ü.NN liegen. Folgende Höhen der Halle und Tiefgarage sind geplant:

- Fußbodenoberfläche der Sporthalle: 82,08 m ü.NN (= -4,42 OFFF Halle);
- Fußbodenoberfläche der Tiefgarage: 78,17 m ü.NN (= -8,33 OFFF 1.TG).

Die Dicke der Bodenplatte ist zunächst mit rund 0,7 m angenommen worden, die genaue Stärke ergibt sich aus der statischen Bemessung.

Unterhalb der Gründungsebenen ( $78,2-0,7=77,5$  m NN) stehen unterschiedliche Böden mit unterschiedlichem Setzungsverhalten an:

- Im südlichen Bereich der Baufläche steht unterhalb der Gründungsebene fester bis harter Sandmergel an, der in der Aushubsohle im Süden härter und Richtung Norden/ Übelgönne entsprechend dem zunehmenden Verwitterungsgrad weniger hart ausgebildet ist. Dieser Untergrund ist für die Aufnahme der Bauwerkslasten gut geeignet.
- Im nördlichen Bereich der Baufläche (parallel zur "Übelgönne") ist unterhalb der Gründungsebene größtenteils die Deckschicht (feinsandiger Schluff) und zum Teil Auffüllungen mit Schichtdicken bis zur etwa 4 m vorhanden, die deutlich stärker verformbar sind als der Mergel. Diese Böden sind unterschiedlich zusammengesetzt und weisen dementsprechend eine örtlich stark unterschiedliche Zusammendrückbarkeit auf.

Unter Berücksichtigung der Randbedingungen schlagen wir zur Begrenzung der Setzungen/ Setzungsunterschiede folgende Gründungsmaßnahmen vor (Bild 27):

1. Zur Vermeidung von schädlichen Setzungen/Setzungsdifferenzen und zur Trockenhaltung sollte für den Neubau eine steife Konstruktion, bestehend aus statisch bemessener Bodenplatte mit wasserdichten Kellerwänden (weiße Wanne) vorgesehen werden.
- 2a. Im Bereich der stärker verformbaren aufgefüllten/gewachsenen Böden (nördlicher Bereich) ist unterhalb der Bodenplatte eine trapezförmige Polsterschicht aus Schotter erforderlich. Angrenzend zur Übelgönne können noch unterhalb der Aushubsohle Reste der Auffüllung vorhanden sein. Diese sind vollständig zu entfernen und durch Schotter zu ersetzen. Grundsätzlich werden die Setzungen um so kleiner, je dicker die Polsterschicht ist. Aus Kostengründen sollte aber die Dicke der Polsterschicht so gewählt werden, daß

bauwerksschädigende Risse vermieden und die Setzungsdifferenz begrenzt werden. Entsprechend der Setzungsberechnung in Anlage 4 ist im nördlichen Bereich eine  $\leq 0,6$  m dicke Polsterschicht erforderlich.

Falls die Bodenplatte örtlich durch Vouten verstärkt wird, ist unter der Fläche ebenfalls eine 0,6 m Posterschicht erforderlich.

Zur Gewährleistung einer ausreichenden Verdichtung und Lastausbreitung muss die Aushubsohle/ Polsterschicht an den freien Seiten einen allseitigen Überstand von 0,6 m über die äußere Umrißlinie der Bodenplatte des Neubaus aufweisen (Bild 27).

Im Bereich mit direkt angrenzender Bohrpfehlwand (Verbau) ist der Überstand lediglich bis zur Wand zu führen.

- 2b. Im festen bis harten Felsen (südliche Baufläche) ist eine 0,1 m dicke Ausgleichschicht aus Schotter anzuordnen.

Der Gründungsvorschlag ist im folgenden Bild dargestellt. Einzelheiten zur Herstellung der Sohlen sind dem Abschnitt 5.10 Herrichten der Gründungssohle zu entnehmen.

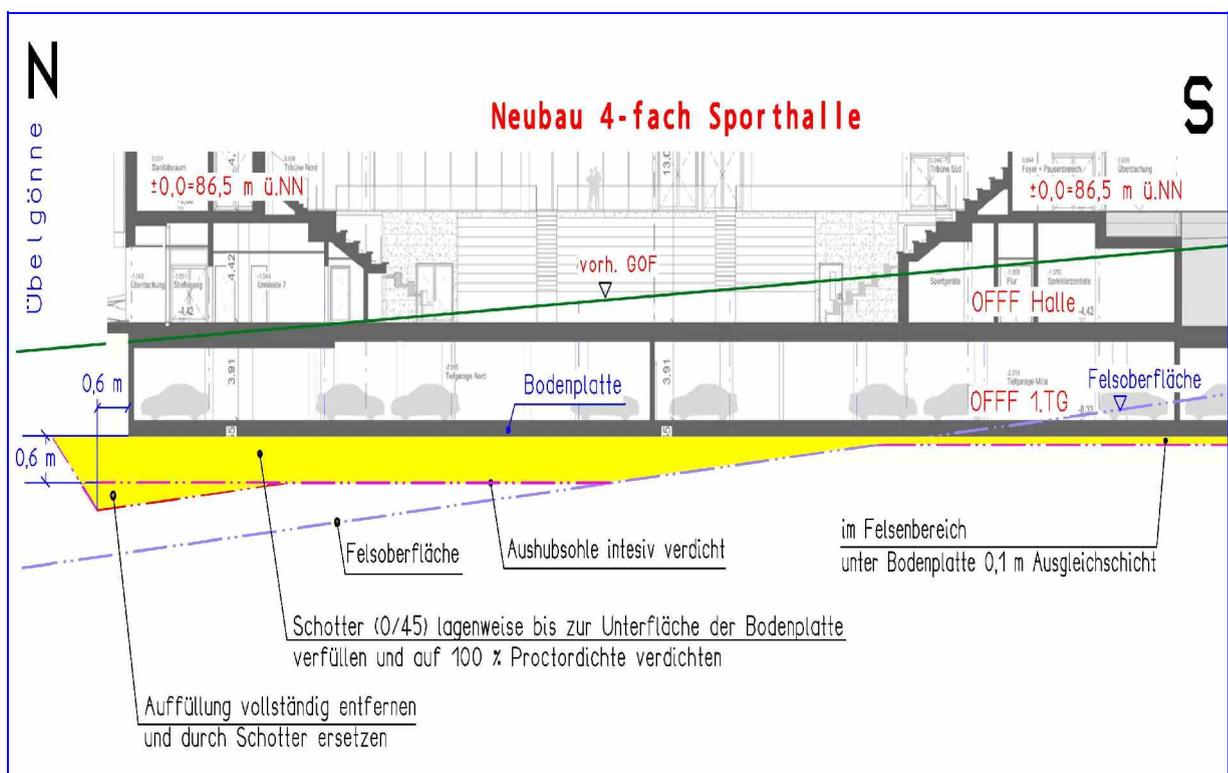


Bild 30: Gründungsvorschlag schematisch

## 5.2. Trockenhaltung des Bauwerkes

Insbesondere nach langandauernden Niederschlägen ist in den anstehenden Böden zeitweilig mit Schichtwasser bzw. Staunässe zu rechnen, das sich in den verfüllten Arbeitsräumen der Baugrube sammelt ("Badewannen-Effekt"). Wie hoch der Aufstau in der Baugrube ist hängt vom Einzugsbereich und Versickerungsfähigkeit des Untergrundes ab, dessen Größe nur schwer abzuschätzen ist. Bei diesen zu erwartenden Wasserverhältnissen sind Maßnahmen zur Trockenhaltung des Bauwerkes erforderlich.

Bei den erdberührten Bauteilen (Tiefgarage) ist eine Druckwasserdichte Konstruktion erforderlich.

Aufgrund der erforderlichen Methangasabführung empfehlen wir lotrechte Sickerschichten mit Ringdränage entlang der Gebäudewände zur Gas- und Wasserverteilung anzuordnen.

Die Bodenplatte ist für einen Wasserdruck zu bemessen. Der Bemessungswasserstand für die Tiefgarage ist 0,3 m über OFFF Bodenplatte anzunehmen.

Eine Auftriebssicherung sollte nicht durch Zugpfähle erfolgen, da diese die Klüfte des Gesteines ggf. schließen und sich somit negativ auf die Versickerungseigenschaften auswirken (Erhöhung Badewanneneffekt).

### 5.3. Zulässige Bodenpressung

Die zulässigen Bodenpressungen sind weniger von der Tragfähigkeit (ULS: Ultimate Limit State) als vom Setzungsmaß / Gebrauchstauglichkeit SLS (Serviceability Limit State) abhängig.

Nach der neuen DIN 10 54:2010-12 (Teilsicherheiten) kann für die Gründung der (sohlflächennormale) Grundbruchwiderstand in Abhängigkeit von Untergrund wie folgt angesetzt werden:

auf dem Felsen:  $\sigma_{R,k} \leq 1000,0 \text{ kN/m}^2$

auf der Polsterschicht (Schotter):  $R_{n,k} \leq 400,0 \text{ kN/m}^2$

Der Bemessungswert (Design) des Grundbruchwiderstandes  $R_{n,d}$  ergibt sich zu

$$R_{n,d} = R_{n,k} / \gamma_{Gr}$$

für die Ständige Bemessungssituation BS-P (Geo-2, LF1) ergibt sich mit  $\gamma_{Gr} = 1,4$

auf dem Felsen:  $\sigma_{R,d} \leq 714 \text{ kN/m}^2$

auf der Polsterschicht (Schotter):  $\sigma_{R,d} \leq 285 \text{ kN/m}^2$

Nach dem (bisherigen) Globalsicherheitssystem entspricht dies einer Bodenpressung von

auf dem Felsen:  $\sigma_{zul} \leq 500 \text{ kN/m}^2$

auf der Polsterschicht (Schotter):  $\sigma_{zul} \leq 200,0 \text{ kN/m}^2$

Für die übrigen Bemessungssituationen sind die entsprechenden Größen einzusetzen:

Felsen:

BS-T = Vorübergehende Bemessungssituation (LF 2) mit  $\gamma_{Gr} = 1,3$   $\Rightarrow R_{n,d} \leq 769 \text{ kN/m}^2$

BS-A = Außergewöhnliche Bemessungssituation (LF 3) mit  $\gamma_{Gr} = 1,2$   $\Rightarrow R_{n,d} \leq 833 \text{ kN/m}^2$

Schotterpolster:

BS-T = Vorübergehende Bemessungssituation (LF 2) mit  $\gamma_{Gr} = 1,3$   $\Rightarrow R_{n,d} \leq 308 \text{ kN/m}^2$

BS-A = Außergewöhnliche Bemessungssituation (LF 3) mit  $\gamma_{Gr} = 1,2$   $\Rightarrow R_{n,d} \leq 333 \text{ kN/m}^2$

#### 5.4. Setzungen

Der rechnerischen Setzungsabschätzung liegen die für den kennzeichnenden Punkt berechneten Spannungen nach Steinbrenner die in [h] angegebenen Bodenpressungen zugrunde.

Nach den für die Decke TG2 in der Grafik eingetragenen Bodenpressung liegt der Maximalwert bei  $\sigma_{bz} = 236,4 \text{ kN/m}^2$  (Bemessungswert). Für die Setzungsberechnung ergibt sich mit  $\gamma_{Gr} = 1,4$  die charakteristische Größe zu:  $\sigma = 236,4/1,4 = 169 \text{ kN/m}^2$

Nach Anlage 4 ergeben sich folgende Setzungsgrößen:

Bodenpressung (kN/m <sup>2</sup> )	Bodenplatte a/b (m)	Bemerkung	Setzung min .. max (cm)
169	25 m x 1,5 m Bodenplatte "ideellen Laststreifen"	B2: auf Fels	s(max) = 0,5
		B 4: auf Schotterpolster (d = 0,6 m)	1,3 .. 2,5

Entscheidend für die Schadensfreiheit eines Tragwerkes ist weniger der absolute Setzungsbetrag der Fundamente, sondern vielmehr die zwischen benachbarten Fundamenten auftretende Winkelverdrehung  $\Delta s/w$  ( $\Delta s$  = Setzungsdifferenz,  $w$  = Achsenabstand der betrachteten Fundamente).

Wenn man ungünstig annimmt, dass der größte rechnerische Setzungsunterschied im nördlichen Bereich von 1,2 cm auf einer Entfernung von 5,0 m auftritt ergibt sich die maximale Winkelverdrehung zu

$$\tan \alpha = \Delta s/w = (2,5 - 1,3)/500 = 1,2/500 \approx 1/416$$

Nach den Erfahrungen der praktischen Bodenmechanik sind Schäden durch Setzungsunterschiede bei gemauerten Wänden im Hochbau erst ab einer Winkelverdrehung von  $\tan \alpha = 1/300$  zu erwarten. Als Sicherheitsgrenze bei geforderter Reißfreiheit wird eine Winkelverdrehung von  $\tan \alpha \geq 1/500$  angegeben.

Aufgrund der unterschiedlichen Untergrundverhältnisse sind Haarrisse nicht völlig auszuschließen, die jedoch im Zuge der Gebäudeunterhaltung ausgebessert werden können.

Die Standsicherheit sowie die Nutzung des Gebäudes ist in keinem Fall gefährdet.

Im Bereich des Felsens werden die Setzungsgrößen weniger vom Verformungsverhalten des Felsens, als von den Anliegesetzungen infolge der Bauausführung beeinflusst. Daher ist eine fachgerechte Bauausführung erforderlich.

### 5.5. Bettungsmodul

Der Bettungsmodul  $k_s$  errechnet sich aus der Sohlspannung  $\sigma$  und der zugehörigen Setzung  $s$ . Die Setzungen/Bettungsmoduli sind stark von den auftretenden Lasten auf den Bauwerke und dem Untergrund abhängig. Entsprechend der durchgeführten Setzungsberechnung und Unterberücksichtigung der Konsolidierung des Untergrundes ergibt sich der Bettungsmodul bei einer Platten Gründung in einer Größenordnung von

Auf Felsen:  $k_s = 40 \text{ MN/m}^3$

Auf Schotterpolster:  $k_s = 10 \text{ MN/m}^3$

Bei bestimmten Laststellungen und großen Plattenfeldern kann es vorkommen, dass an einzelnen Stellen negative Sohl drücke errechnet werden. Dies bedeutet, dass in der Sohle Zugspannungen auf den Baugrund übertragen werden müssen, was nicht möglich ist. Hier wird eine iterative Neuberechnung erforderlich, bei der Teilflächen mit negativem Sohl druck nicht berücksichtigt werden.

## 5.6. Herstellen und Trockenhaltung der Baugrube

Entsprechen den Pegelmessungen lag der Grundwasserstand in der Deckschicht im Mai 2023 zwischen 72,1 und 73,0 m ü.NN. Im Bereich des 60 cm dicken Schotterpolsters liegt Aushubsohle bei ca. 76,9 m ü.NN, im nördlichen Randbereich mit Auffüllung einige Dezimeter tiefer. Nach den vorliegenden Messungen liegt das Grundwasser unterhalb der Aushubsohle.

Im Baubereich ist mit dem Zufluß von Schicht-, Stau- und Kluftwasser zu rechnen. Anfallendes Regen-, Stau- und Sickerwasser ist in einer offenen Wasserhaltung zu fangen und kontrolliert abzuleiten.

Der feste bis harte verwitterte bis unverwitterte Mergel (Bodenklasse 7) kann z.T. mit sehr schweren Baggern gerissen werden. Insbesondere der harte bankige Sandmergel/Sandstein ist jedoch mit Felsmeißeln zu lösen. In den harten felsigen Schichten ist aufgrund der Gesteinsstrukturen kein maßgenaues Arbeiten möglich.

Es ist daher mit einem geologisch bedingtem Mehraushub zu rechnen der zunächst mit etwa 0,2 m anzusetzen ist. Die genauen Mengen können erst in der Baugrube angegeben werden.

Die bindige Deckschicht und der stark verwitterte Mergel sind wasser- und bewegungsempfindlich und werden bei den Erdarbeiten ohne entsprechende Schutzmaßnahmen in kurzer Zeit aufweichen, so dass der geordnete Erdbaubetrieb zum Erliegen kommen wird. Auf diese Eigenschaften des Bodens ist daher unbedingt Rücksicht zu nehmen.

Die ungeschützten bindigen Böden sind nur kurzzeitig durch LKW befahrbar. Besonders bei nasser Witterung kann es erforderlich werden, behelfsmäßig mit Grobkorn (Felsbruch, Mineralgemisch) stabilisierte Baustraßen für die Abfuhr des Aushubbodens anzulegen.

### 5.7. Herrichten der Gründungssohlen

Zum Schutz der Gründungssohle bzw. bei der Herstellung der Polsterschicht sollte wie folgt vorgegangen werden.

1. Der Boden ist im Rückwärtsschritt bis zur Unterfläche der Polsterschicht bzw. Ausgleichschicht mit einem Tieflöffelbagger auszuheben. Im Bereich bindiger Böden sind glatte Schaufeln ohne Zähne erforderlich.  
Angrenzend zur Übelgönne können noch unterhalb der Aushubsohle Reste der Auffüllung vorhanden sein. Diese sind vollständig zu entfernen und durch Schotter zu ersetzen.
2. Im verwitterten Felsen kann der Gesteinsverband durch den Bodenaushub gelockert werden. Welches Ausmaß diese Auflockerung annimmt, hängt von der Gesteinsfestigkeit und dem Zerteilungsgrad des Felsgesteins ab. Zusätzlich werden sich in der Gründungs- bzw. Aushubsohle Kleinschlag und Felszerrieb ansammeln. In den harten felsigen Schichten ist aufgrund der Gesteinsstrukturen kein maßgenaues Arbeiten möglich. Es ist daher mit einem geologisch bedingtem Mehraushub zu rechnen.  
Zur Beseitigung der Auflockerung und zum Ausgleich von Vertiefungen ist eine Ausgleichschicht aus Schotter 0/45 mm aufzuziehen und intensiv zu verdichten.
3. Im Bereich der Auffüllung/Deckschicht muß zur Gewährleistung einer ausreichenden Verdichtung und Lastausbreitung die Aushubsohle einen Überstand von mind. 0,6 m über die Gebäudefläche aufweisen (siehe Bild 27), im Felsbereich sind 0,3m ausreichend.  
Im Bereich mit direkt angrenzender Bohrpfahlwand (Verbau) ist der Überstand lediglich bis zur Wand zu führen.

Das freigelegte Planum ist dem Aushub unmittelbar folgend intensiv nachzuverdichten. Dazu ist weitgestufter Schotter Korngröße 0/45 mm in einer Schichtdicke von etwa 0,1 m als Schutzschicht aufzuziehen und intensiv zu verdichten.

Bei feuchten/nassen binigen Böden ist alternativ eine Grobkornstabilisierung durchzurühren. Dazu wird auf die Aushubsohle eine ca. 0,1 m dicke kornbeständige Grobkornschicht (z.B. Kalksteinschotter, Korngröße ca. 32-80 mm) aufgezogen und diese in den Untergrund eingerüttelt. Weicher Boden kann in die Poren der Grobkornlage eindringen, wodurch ein Verbesserung der Aufstandsfläche erreicht wird.

Die 0,1 m dicke Schutzschicht kann begangen und nur begrenzt mit Baggern mit Raupenfahrwerk befahren werden. Für das befahren mit Radfahrzeugen und LKWs reicht diese Stärke nicht aus. Dazu sind gesonderte verstärkte Fahrstreifen ( 30-60 cm) aus Schotter erforderlich.

4. Aufbauend auf die Schutzschicht ist die Restschichtdicke des Polsters lagenweise aufzubringen und auf 100 % Proctordichte zu verdichten.  
Eine Einbaudicke (im verdichteten Zustand) von > 0,3 m sollte vermieden werden.

Für die Ausgleichschicht, die Polsterschicht sowie belastbare Aufschüttung ist raumbeständiges, filterstabiles, weitgestuftes Bodenmaterial zu verwenden. Geeignet sind werksgemischte, klassifizierte Mineralgemische vorzugsweise der Körnung 0/45 mm für Schottertragschichten (STS). Mineralgemische für Frostschutzschichten (FSS) sind bei entsprechender gleichmäßiger Kornstufung ebenfalls geeignet. Die Mineralgemische müssen den in den Zusätzlichen Technischen Vertragsbedingungen und Richtlinien für den Bau von Schichten ohne Bindemittel im Straßenbau (ZTV SoB-StB 04, Ausgabe 2004) enthaltenen Festlegungen entsprechen.

Aufgrund möglicher Probleme mit der Volumenstabilität raten wir von RC- Material unter den Gebäuden ausdrücklich ab.

## 5.8. Senkrechter Verbau

Bei einer Baugrubentiefe zwischen ca. 4,3 m (B 4) bzw. 8,5 m (B 1) ist allseitig ein senkrechter Verbau erforderlich.

Auf der Seite zur Unionstraße ist aus Platzgründen ein Verbau mit Bohrpfahlwand vorgesehen.

Auf den übrigen Seiten der Baugrube kann ein Verbau mit einer Trägerbohlwand mit Rückverankerung erfolgen.

Bei wasserdichten Konstruktionen ist zur Vermeidung von statisch anzusetzenden Wasserdruck eine Abschlauchung (Ableitung des Schicht-/ Sickerwasser zur Baugrube) erforderlich.

### Trägerbohlwand

Kostengünstig ist eine Trägerbohlwand, die vor allem wegen der nur schwer zu vermeidenden Hohlräume zwischen Ausfachung und Boden ein vergleichsweise verformungsintensiver Verbau ist. Während des Baugrubenaushubs können Setzungen an der Geländeoberfläche auftreten und somit Schäden an der Nachbarbebauung hervorgerufen. Für Baugruben mit Verformungsbeschränkungen ist die Trägerbohlwand nicht geeignet.

Der Trägereinbau kann wie folgt erfolgen:

Rammen ist ein sehr wirtschaftliches Verfahren, sofern kein Felsen oder massiver Fundamente vorhanden sind. Nachteilig sind jedoch die erhebliche Lärmbelästigung und die möglichen Erschütterungen. Auf dem größten Teil der Baugrubenumschließung wird zumindestens im Fußbereich der Felsen angetroffen, daher ist eine Rammung nur bedingt möglich.

Überwiegend müssen die Träger in Bohrlöcher eingestellt werden, wodurch Lärmbelästigung und Erschütterung minimiert werden. Der verbleibende Hohlraum wird mit Magerbeton, Kalkmörtel, Sand o. ä. verfüllt. Die Verfüllung mit Magerbeton oder Mörtel verringert die Verformungen, behindern jedoch das spätere Ziehen der Träger.

Um eine gute Lastübertragung der Vertikalkräfte am Trägerfuß sicherzustellen, werden Fußplatten an die Träger geheftet, die beim späteren Ziehen der Träger im Boden verbleiben.

Zwischen den Trägern kann eine Holzausfachung oder Spritzbeton eingebracht werden.

Achtung : Der Holzverbau muss vor Einbau der Schotter-/Polsterschicht sowie Verfüllung der Baugrube, der Verfüllung folgend zwingend ausgebaut werden. Andernfalls ist nach verfaulen der Holzbohlen mit Setzungen im Dezimeterbereich zu rechnen.

### 5.9. Zulässige Tragfähigkeit für den Bohrpfahl

Auf der Seite der Unionstraße soll die Baugrube im Schutz eines Bohrpfahlwandverbaus hergestellt werden.

Aufgrund der Schichtung ist zur Bestimmung der Tragfähigkeit von gewichteten Tragfähigkeitsbeiwerten auszugehen. Im Grenzzustand (Bruch) kann folgender Spitzendruck und Mantelreibung für den Bohrpfahl angesetzt werden:

Bodenart	Mantelreibung $q_{s,k}$ in MN/m <sup>2</sup>	Spitzendruck <sup>1)</sup> $q_{b,k}$ in MN/m <sup>2</sup>	Bettungsmodul <sup>2)</sup> $k_s$ in MN/m <sup>3</sup>
Auffüllung	0,00	0,0	0
gewachsener Boden Schluff, feinsandig/Sand, schluffig	0,02	0,0	10
Sandmergel stark verwittert bis verwittert	0,10	1,0	40
Sandmergel schwach verwittert bis unverwittert	0,125	2,5	80

<sup>1)</sup> Der angegebene Spitzendruck darf erst dann angesetzt werden, wenn die Bohrpfähle mindestens 1,0 m in diese Schicht einbinden.

<sup>2)</sup> Horizontaler Bettungsmodul  $k(s)$  für Pfahl:  $k(s) = E(s)/D$ . Die angegebenen Bettungsmodule beziehen sich auf einen angenommenen Pfahldurchmesser von  $d \approx 1,0$  m.

Der charakteristische axiale Widerstand ist aus dem Ansatz

$$R_k(s) = R_{b,k}(s) + R_{s,k}(s) = q_{b,k} \cdot A_b + \sum q_{s,k,i} \cdot A_{s,i}$$

zu ermitteln.

Der Bemessungswert (design) ergibt sich für den Grenzzustand GZ 1B zu

$$R_d = R_k(s) / \gamma_b$$

$\gamma_b / \gamma_s / \gamma_t = 1,4$  (Druck) bzw. (1,5 Zug-nur in Ausnahmefällen) einheitlich für BS-P; BS-T; BS-A auf Grundlage von Erfahrungswerten nach DIN 1054:2010-12.

### 5.10. Zulässige Tragfähigkeit Bohlträger

Auf den übrigen Seiten der Baugrube ist ein Verbau aus Trägerbohlwänden mit Rückverankerung vorgesehen.

Für die Bemessung der Bohlträger sind die im Abschnitt 4.9 angegebenen Bodenkenngrößen anzusetzen.

### 5.11. Äußere Tragfähigkeit Anker /Nägel

Nach den erhaltenden Informationen sollen die Bohlträger des Baugrubenverbaus durch Rückverankerung sichert werden.

Anmerkung zum max. Durchmesser Ankerbohrungen im Bereich möglicher Kampfmittel:

Die Anker sind in einem Bereich außerhalb der Baugrube, der auf Kampfmittel nicht untersucht ist bzw. nicht untersucht werden kann (unter Straße usw).

Wenn man davon ausgeht, dass die zulässigen Durchmesser/Bohrverfahren entsprechend den Anforderungen an Kampfmitteluntersuchungen auch auf die Anker anwendbar sind, ist eine Begrenzung der Bohrdurchmesser erforderlich.

Vorsorglich sollte meine Einschätzung der Zulässigkeit (maximale Durchmesser 120 mm/12 cm, nicht schlagen oder schneidend) noch mit der zuständigen Behörde abgeklärt werden.

Bei Ankerbohrungen im Felsen sind die vorgenannten Einschränkungen nicht zu beachten. Ebenso kann bei den Ankerbohrungen nach durch Erörterung der Deckschicht im Felsen schneidend oder schlagend gearbeitet werden.

Deckschicht

Für die anstehenden gewachsenen Böden sind folgende charakteristischer Wert auf Grundlage der Diagramme von Ostermayer anzusetzen.

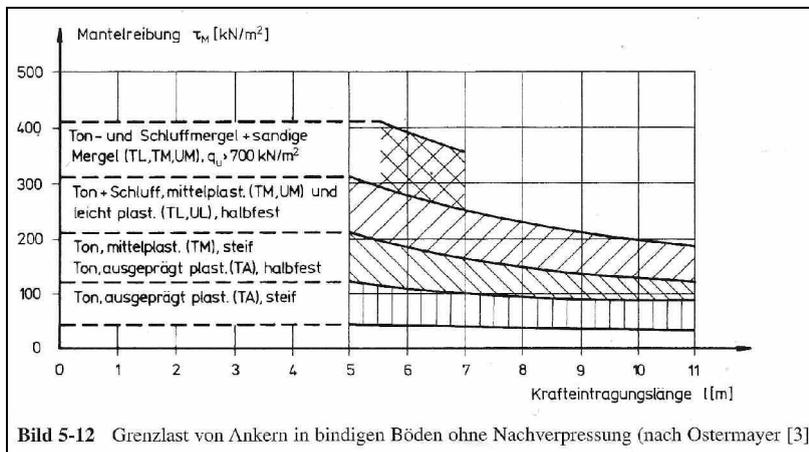


Bild 5-12 Grenzlast von Ankern in bindigen Böden ohne Nachverpressung (nach Ostermayer [3])

**Bild 31: Schluff, ohne Nachverpressung**

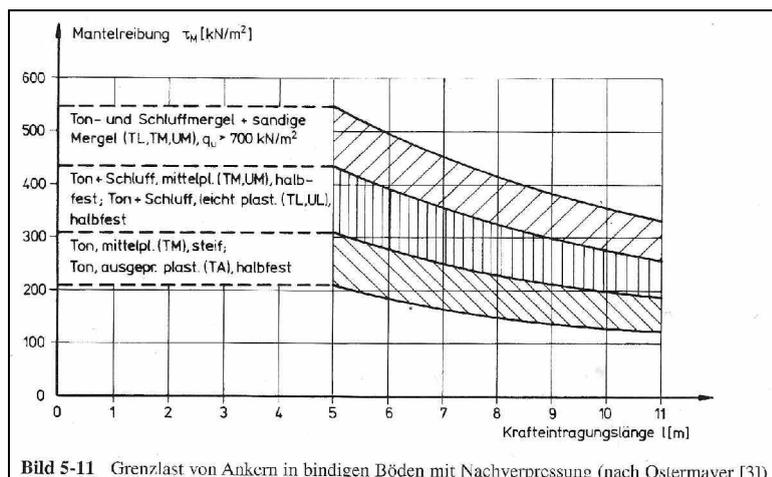


Bild 5-11 Grenzlast von Ankern in bindigen Böden mit Nachverpressung (nach Ostermayer [3])

**Bild 32: Schluff mit Nachverpressung**

Die Ankerlängen ergeben sich aus der Statik. Bei Ankerlängen > 5 m ist eine Reduzierung der Mantelreibung erforderlich.

Felsen

Bei Anker im Festgestein kann davon ausgegangen werden, dass die Mantelreibung etwa 1/10 der einaxialen Druckfestigkeit des Felsgesteins beträgt. Unabhängig vom Ergebnis der Zugversuche müssen die Nägel aufgrund der Felsstruktur mindestens 3,0 m in den Fels einbinden! Die Einleitungslänge des Ankers ergibt sich zu:

$$q_{s1,k} = \varnothing \times \pi \times q_{s1,k}$$

$$q_{s1,d} = q_{s1,k} / \gamma_N \text{ (LF1)}$$

Mantelreibung = 1/10 der einax. Druckfestigkeit Fels  
 erforderliche Krafteinleitungslänge  $L_{erf} \times q_{s1,d} \geq Z_d$

einax. Druckfestigkeit	Mantelreibung	Durchmesser Anker-Bohrung	aufn. Kraft	Sicherheitsbeiwert	zul. Kraft
$q_u$	$q_{s,k}$	$d$	$q_{sk}$	$\gamma$	$q_{s,d}$
[MN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[m]	[kN]	LF1	[kN/m]
5	500	0,09	141,37	1,40	100,98
15	1500	0,09	424,12	1,40	302,94

Eine einheitliche Tiefenlage der Schichten bezogen auf die Geländeoberfläche ist nicht vorhanden. In der folgenden Tabelle sind die Untergrenzen (Spannweite) der jeweiligen Schicht angegeben.

Damit ergebe sich folgende Designgrößen (Grenzzustand der Tragfähigkeit ULS).

Die Größen sind in der Örtlichkeit durch Ankerzugversuche zu überprüfen.

Boden	Tiefenbereich Schichtuntergenze	Mantelreibung $q_{s,k}$ (KN/m <sup>2</sup> )
	Kote m u. GOF	
Auffüllung (mitteldicht)	4,0 bis 6,3	-
Deckschicht Schluff, sandig, z.T. tonig / Sand schluffig	4,3 bis 8,0	250 <sup>2)</sup> 350 <sup>3)</sup>
Sandmergel stark verw. bis verwittert	11,1 bis 13,0	500
Sandmergel/Sandstein schwach verw. bis unverwittert	>12,0	1250

- 1) Bei Verpreßkörperdurchmesser zwischen 100 bis 150 mm muß die Bodenüberlagerung in nichtbindigen Böden min. 4,0 m betragen.
- 2) Die Tabellenwerte gelten für eine Krafteintragungslänge von  $l_o < 5$  m.  
Zulässige Mantelreibung ohne Nachpressung.
- 3) Zulässige Mantelreibung mit Nachpressung.

### 5.12. Erddruck

Bei einem Verbau der Baugrube mit Trägerbohlwänden sowie Bohrpfähle ist aufgrund der ausreichenden Verformungen mit dem aktiven Erddruck zu rechnen. Aufgrund der Erddruckumlagerung ist - in der Deckschicht - das sich nach der klassischen Erddruckverteilung ergebende dreieckförmige Belastungsbild in ein flächengleiches Trapez oder eine ähnlich zutreffende Lastfigur entsprechend den Empfehlungen des Arbeitskreises Baugruben (EAB) umzuwandeln. Da im Aushubbereich eine Vielzahl von Böden anstehen, können zur Vereinfachung der Berechnung folgende mittlere Bodenkenngrößen bzw. erdstatischen Parameter in Ansatz gebracht werden:

$$\gamma = 20,0 \text{ kN/m}^3 \quad \varphi' = 32,5^\circ \text{ (Ersatzreibungswinkel einschl. Kohäsion } c')$$

Im harten Felsen ist der Mindesterdruk nach EAB anzusetzen.

### 5.13. Wiederverfüllen der seitlichen Arbeitsräum

Für das Verfüllen belastbarer/verformungsarmer Arbeitsräume sind jederzeit verdichtbare Erdstoffe einzusetzen.

Für die Abführung von Grubengas sind vertikal gut gasdurchlässige Materialien erforderlich.

Die ausgehobenen Auffüllung ist dafür nicht geeignet und muß abgefahren werden (Z2 Belastung berücksichtigen).

Der ausgehobene feinsandigen Schluff ist nicht geeignet, kleinstückig anfallender Felsbruch ist aufgrund der unbestimmten Kornverteilung ebenfalls nicht geeignet.

Geeignet sind nichtbindige Bodenarten wie gebrochenes Mineralgemisch oder Grubenkies mit einem Feinkornanteil ( $\varnothing \leq 0,063 \text{ mm}$ )  $\leq 10 \text{ Gew.-%}$  und einem Größtkorn  $\leq 45 \text{ mm}$ . In die seitlichen Arbeitsräume sind die Böden lagenweise einzubauen und auf Verdichtungsgrade  $D_{pr} = 0,97$  zu verdichten.

Bei Verfüllung der Baugrube mit Kiessand oder Mineralgemisch 0/45 mm und einem Verdichtungsgrad  $D_{pr} \geq 97 \%$  können für den Ansatz des Erddruckes folgende Bodenkenngrößen bzw. erdstatischen Parameter in Ansatz gebracht werden:

$$\gamma = 19,5 \text{ kN/m}^3 \quad \varphi' = 32,5^\circ \quad c' = 0 \text{ kN/m}^2$$

Zur Berücksichtigung des Verdichtungserddrucks ist entsprechend DIN 4085 die Ordinate  $e_v = 25 \text{ kN/m}^2$  anzusetzen. Die jeweils größere Ordinate ist maßgebend.

## 6. Hinweise zur weiteren Planbearbeitung

Für die Bodenwiederverwendung/Entsorgung wird eine chemische Analyse / Einstufung der Böden nach LAGA (Länderarbeitsgemeinschaft Abfall) und Deponieverordnung DepV0 gefordert. Diese Analyse darf nicht älter als 6 Monate sein. Daher empfehlen wir die Analyse vor Beginn der Ausschachtungsarbeiten auszuführen (Bodenprobenentnahme ggf. aus Detektionsbohrungen für Baugrubenverbau).

Das Grundwasser ist - entgegen der Erwartung- als stark betonangreifend einzustufen (siehe Abschnitt 3.2 Grundwasseranalysen). Wir empfehlen erneut Wasserproben zu entnehmen und zu analysieren.

Bei der Ausschreibung der Erdarbeiten ist der Verdacht auf Kampfmittel zwingend zu berücksichtigen (siehe Abschnitt 4.6 Kampfmittelverdacht) .

Nach Beginn der Ausschachtungsarbeiten werden Baugrubenabnahmen durch die Unterzeichner zwingend erforderlich, um die Ergebnisse aus den einzelnen Untersuchungsstellen hinsichtlich ihrer Gültigkeit für die gesamte Baufläche zu überprüfen.

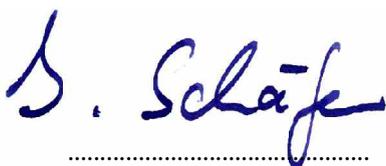
In diesem Zusammenhang sind vor allem die Wasserverhältnisse frühzeitig zu überprüfen und gegebenenfalls entsprechende Zusatzmaßnahmen festzulegen. Des Weiteren sind die Boden-/Felsenverhältnisse in der Verbauwand und der Aushubsohle zu beurteilen.

Die Aushubsohlen sind von BGI freizugeben.

Die Zusammensetzung und Verdichtung der Polsterschicht hat einen entscheidenden Einfluß auf die Gebrauchsfähigkeit (Rißfreiheit) der Bauwerke. Daher ist die Eignung und Homogenität der Tragschicht sowie dessen Verdichtung zu überprüfen.

Zur Wahrung einer durchgängigen Qualitätssicherung und zur Vermeidung von Zuständigkeitsüberschneidungen mit unklarer Haftung müssen externe Kontrollprüfungen vorgesehen werden. Diese sollten durch den Bauherrn beauftragt und durch BGI durchgeführt werden. Die Prüfungen sollten frühzeitig beginnen, damit Einbaufehlern entgegen gesteuert werden kann.

Weitere sich im Laufe der Planbearbeitung ergebende Fragen können jeweils kurzfristig bearbeitet werden. Bei Fragen oder Unklarheiten sind wir zu benachrichtigen.



.....  
( Dr.-Ing. Jochen Schäfer )



.....  
( Dr.-Ing. P. Mao )

## Verzeichnis der Anlagen

- Anlage 1 : Lageplan der Aufschlußstellen
- Anlage 2 : Baugrundprofile  
: Erklärung der Zeichen und Abkürzungen
- Anlage 3 : Laborergebnisse  
3.1 : Zusammenstellung der Laborergebnisse  
3.2 : Körnverteilung/ Homogenbereich I
- Anlage 4 : Setzungsberechnung
- Anlage 5 : Chemische Untersuchungsergebnisse (Institut Fresenius, Herten)  
Prüfbericht Nr. 6375251 vom 09.06.2023
- Anlage 6: Pegelausbau

## Zusammenstellung der Laborergebnisse

Labor	Bohrung	Entnahme-tiefe	Bodenart	Wasser-gehalt w	Feucht-/Trocken-dichte $\rho_f/\rho_d$	Glas-probe G	Einzel-probe E
Nr.	Nr.	m	-	%	t/m <sup>3</sup>		
71	B 4	0,2	A(Bauschutt,s,u,Ziegel-, Mauerwerk-Beimengungen), grau/braun/rot/bunt				E
72		0,8	A(Bauschutt,s,u,Ziegel-, Mauerwerk-Beimengungen), grau/braun/rot/bunt				E
73		3,6	A(Bauschutt,s,u,Ziegel-, Mauerwerk-Beimengungen), grau/braun/rot/bunt				E
74		4,4	A(Bauschutt,s,u,Ziegel-, Mauerwerk-Beimengungen), grau/braun/rot/bunt				E
75		4,7	A(Bauschutt,s,u,Ziegel-, Mauerwerk-Beimengungen), grau/braun/rot/bunt				E
76		6,1	U,f $\bar{S}$ ,k, h.fest, gelbgrau/grau	16,7			E
77		6,3	U,f $\bar{S}$ ,k, h.fest, gelbgrau/grau				E
78		6,6	U,f $\bar{S}$ ,k, h.fest, gelbgrau/grau				E
79		7,0	U,f $\bar{S}$ ,k, h.fest, gelbgrau/grau	15,3			E
80		7,8	SMe, $\bar{V}$ , fest, gelbgrau/grau	14,9			
81		8,3	SMe, $\bar{V}$ , fest, gelbgrau/grau				E
82		8,6	SMe, $\bar{V}$ , h.fest, gelbgrau/grau	20,9			
83		9,2	SMe, $\bar{V}$ , h.fest, gelbgrau/grau	13,7			
84		9,9	SMe, $\bar{V}$ , steif-h.fest, gelbgrau/grau	27,2			
85		10,8	SMe,v, hart, grau	8,6	2,402/ 2,212		
86		11,4	SMe, $\bar{V}$ , steif-h.fest, grau/braun	27,9			

Labor	Bohrung	Entnahme-tiefe	Bodenart	Wasser-gehalt w	Feucht-/Trocken-dichte $\rho_f/\rho_d$	Glas-probe G	Einzel-probe E
Nr.	Nr.	m	-	%	t/m <sup>3</sup>		
87		12,6	SMe, $\bar{V}$ -v, fest-hart, zerbohrt, grau	12,2			
88		16,6	SMe,v', hart, grau	5,3			
89		0,1-3,0	A(Bauschutt,s,u,Ziegel-, Mauerwerk-Beimengungen), grau/braun/rot/bunt			G	
90		3,1-4,7	A(Bauschutt,s,u,Ziegel-, Mauerwerk-Beimengungen), grau/braun/rot/bunt			G	
91	B 3	1,0	A(Bauschutt,u,Ziegel-, Stahl-, Holz-Beimengungen), grau/braun/rot/bunt				E
92		2,0	A(Bauschutt,u,Ziegel-, Stahl-, Holz-Beimengungen), grau/braun/rot/bunt				E
93		3,0	A(Bauschutt,u,Ziegel-, Stahl-, Holz-Beimengungen), grau/braun/rot/bunt				E
94		4,0	A(Bauschutt,u,Ziegel-, Stahl-, Holz-Beimengungen), grau/braun/rot/bunt				E
95		4,6	A(Bauschutt,u,Ziegel-, Stahl-, Holz-Beimengungen), grau/braun/rot/bunt				E
96		6,5	U,f $\bar{S}$ ,k, h.fest, gelbgrau/grau				E
97		6,7	U,f $\bar{S}$ ,k, h.fest, gelbgrau/grau	16,6			
98		7,4	U,f $\bar{S}$ ,k, h.fest, gelbgrau/grau	19,2			
99		8,0	U,f $\bar{S}$ ,k, h.fest, gelbgrau/grau	17,4			E
100		8,4	SMe, $\bar{V}$ , fest-hart, zerbohrt, graubraun	10,2			
101		9,1	SMe, $\bar{V}$ , fest, zersetzt, graubraun	17,7			

Labor	Bohrung	Entnahme-tiefe	Bodenart	Wassergehalt w	Feucht-/Trockendichte $\rho_f/\rho_d$	Glasprobe G	Einzelprobe E
Nr.	Nr.	m	-	%	t/m <sup>3</sup>		
102		10,6	SMe,v', hart, grau	3,3	2,413 / 2,336		
103		0,1-3,0	A(Bauschutt,u,Ziegel-, Stahl-, Holz-Beimengungen), grau/braun/rot/bunt			G	
104		3,1-6,0	A(Bauschutt,u,Ziegel-, Stahl-, Holz-Beimengungen), grau/braun/rot/bunt			G	
105	B 1	0,2	A(G,s,u,Ziegel-R.), grau/braun/dkl.braun				E
106		0,7	A(G,s,u,Ziegel-R.), grau/braun/dkl.braun				E
107		1,5	A(U,s, e.Ziegel+Schlacke-R.), weich-steif, braun				E
108		3,7	U,f $\bar{S}$ ,k, steif-h.fest, braun				E
109		3,9	U,f $\bar{S}$ ,k, steif-h.fest, braun	17,6			
110		4,3	U,f $\bar{S}$ ,k, steif-h.fest, braun				E
111		4,6	SMe, $\bar{V}$ , fest-hart, zerbohrt, grau/braun	11,2			
112		5,7	SMe, $\bar{V}$ , fest-hart, zerbohrt, grau/braun	16,5			
113		6,6	SMe, $\bar{V}$ , stückig, hart, gelbgrau/grau	13,5			
114		9,5	SMe,v, hart, gelbgrau/grau	18,2			
115		18,9	SMe,v', hart, grau	9,4	2,417 / 2,209		
116		20,5	Störungszone	14,9			
117	B 2	2,0	A(Bauschutt,u,Ziegel-, Stahl-, Holz-Beimengungen), dkl.braun/rot/bunt				E

Labor	Bohrung	Entnahme-tiefe	Bodenart	Wasser-gehalt w	Feucht-/Trocken-dichte $\rho_f/\rho_d$	Glas-probe G	Einzel-probe E
Nr.	Nr.	m	-	%	t/m <sup>3</sup>		
118		4,0	U,fs,k, steif, gelbgrau				E
119		4,4	U,s,t',k, h.fest, gelbgrau/grau	21,5			E
120		5,3	U,s,t',k, h.fest, gelbgrau/grau	22,0			
121		6,4	SMe, $\bar{v}$ , fest, gelbgrau/grau	13,8			
122		8,9	SMe, $\bar{v}$ -v, fest-hart, gelbgrau/grau	14,2			
123		11,7	SMe, $\bar{v}$ -v, fest-hart, gelbgrau/grau	13,6	2,327 / 2,048		
124		18,9	SMe,v', hart, grau	9,3			
125		0,1-2,0	A(Bauschutt,u,Ziegel-, Stahl-, Holz-Beimengungen), dkl.braun/rot/bunt			G	
126		2,1-3,0	U,fs,k, steif, gelbgrau			G	
127	B 2	11,7	Wasserprobe WP 127				
128	B 4	7,3	Wasserprobe WP 128				



Baugrunderleure

Dr.-Ing. Jochen Schäfer  
Dipl.-Ing. F.J.Giljohann

www.bgi.de e-mail: info@bgi.de  
59821 Arnsberg Tel: 02931/2 1515  
44287 Dortmund Tel: 0231/4497-0

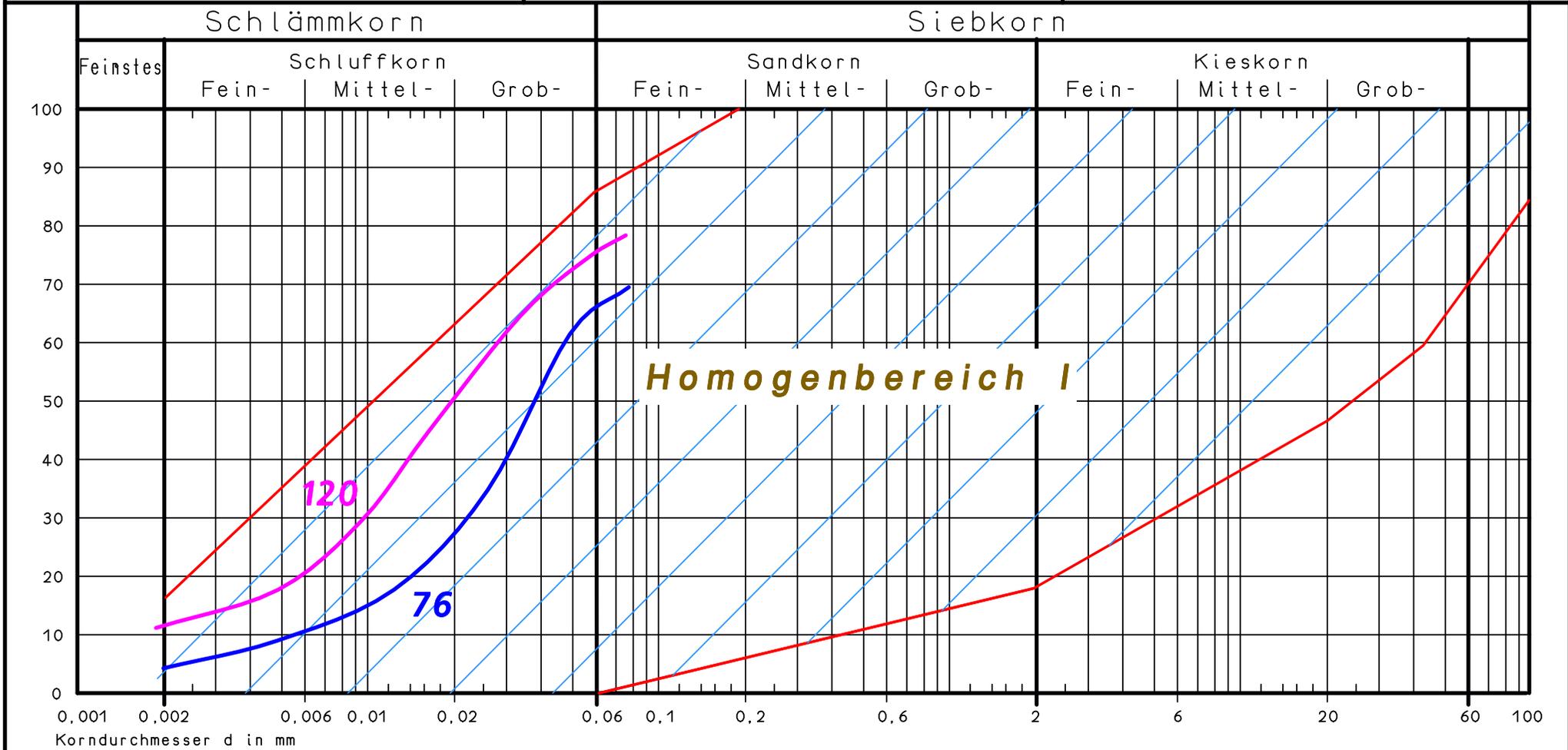
# Körnungslinie

nach DIN 18123

Auftrags.Nr.: 22 03

Datum: 17.06.2023

Anlage Nr.: 3.2



Kurve Nr.:	76	120
Bodenart:	U, f $\bar{s}$	U, s, t'
Tiefe:	5,9 - 6,1 m	5,1 - 5,3 m
Entnahmestelle:	B 4	B 2
$U = d_{60} / d_{10}$ :	~8	

## Setzungsberechnung

Setzungsberechnung						Datum: 30.08.2023				
bei zentrischer Punktlast und/oder Flächenlast:										
Auftrags-Nr.:		22 03-2				Setz_G Vers. Juli 2005				
Setzungsprofil:		B 2								
Bemerkung:		auf Sandmergel								
Fundamentabmessungen mit a > b:										
Langseite a		in (m):		25						
Schmalseite b		in (m):		1,5						
Koordinaten kennzeichnender Punkt:				21,75 m						
Ak =				1,31 m						
Bk =										
Koordinaten des gewünschten Punktes in (m), in dem die Setzung berechnet werden soll. Der Koordinatenursprung soll in der unteren linken Ecke des Fundamentes liegen. Eckpunkt wird automatisch berechnet; bei keiner Eingabe wird kennz. Pkt. übernommen.										
Rechtswert As in (m):		21,75								
Hochwert Bs in (m):		1,31								
zentr. Punktlast in (kN):				oder						
Flächenlast in (kN/m <sup>2</sup> ):		169								
Annahme:		100		% der Fundamentlast dauernd wirksam !!!						
Die Fundamentunterkante ist										
7,7		m unter GOF.								
Tiefe u. GOK (m)	Tiefe u. FUK (m)	Bodenart (-)	Gamma / Gamma' (kN/m <sup>3</sup> )	Steife- modul Es (MN/m <sup>2</sup> )	Sigma im Eckpunkt (kN/m <sup>2</sup> )	Sigma im Pkt. As/Bs (kN/m <sup>2</sup> )		Delta s Eckpkt (cm)	Delta s ang.Pkt (cm)	
7,7	0,0	-	-	-	169,0	169,0				
7,9	0,2	SMe,st,v	21,0	50,0	42,2	152,8		0,04	0,06	
8,2	0,5	SMe,st,v	21,0	50,0	41,7	121,0		0,03	0,08	
8,6	0,9	SMe,st,v	21,0	60,0	39,6	99,6		0,03	0,07	
9,2	1,5	SMe,v	22,0	60,0	34,6	78,4		0,04	0,09	
9,7	2,0	SMe,v	22,0	70,0	30,2	64,9		0,02	0,05	
10,2	2,5	SMe,v	22,0	70,0	26,4	54,5		0,02	0,04	
10,7	3,0	SMe,v	22,0	80,0	23,2	46,2		0,02	0,03	
11,2	3,5	SMe,v	22,0	100,0	20,6	39,7		0,01	0,02	
11,7	4,0	SMe,v	22,0	100,0	18,5	34,5		0,01	0,02	
12,2	4,5	SMe,v	22,0	100,0		30,3		ERR	0,02	
12,7	5,0	SMe,v	22,0	100,0		26,9		ERR	0,01	
13,7	6,0	SMe,v	22,0	100,0				ERR	ERR	
14,7	7,0	SMe,v	22,0	100,0				ERR	ERR	
16,7	9,0							ERR	ERR	
18,7	11,0							ERR	ERR	
Setzung in (cm):										
mit Abminderungsfaktor Kappa					1,0	mit 0.5 < Kappa ≤ 1				
im Eckpunkt:					0,21	cm	Grenztiefe z =		4,00	m
bei: As = 21,75 m					0,50	cm	Grenztiefe z =		5,00	m
Bs = 1,31 m										
Bettungsmodul ks =					33	MN/m <sup>3</sup>				

<b>Setzungsberechnung</b>						Datum: 30.08.2023			
bei zentrischer Punktlast und/oder Flächenlast:									
Auftrags-Nr.:		22 03				Setz_G Vers. Juli 2005			
Setzungsprofil:		B 4							
Bemerkung:		Schotterpolster 0,6 m							
Fundamentabmessungen mit a > b:									
Langseite a		in (m):		25					
Schmalseite b		in (m):		1,5					
Koordinaten kennzeichnender Punkt:				21,75 m					
Ak =				1,31 m					
Bk =									
Koordinaten des gewünschten Punktes in (m), in dem die Setzung berechnet werden soll. Der Koordinatenursprung soll in der unteren linken Ecke des Fundamentes liegen. Eckpunkt wird automatisch berechnet; bei keiner Eingabe wird kennz. Pkt. übernommen.									
Rechtswert As in (m):		21,75							
Hochwert Bs in (m):		1,31							
zentr. Punktlast in (kN):				oder					
Flächenlast in (kN/m <sup>2</sup> ):		169							
Annahme:		100		% der Fundamentlast dauernd wirksam !!!					
Die Fundamentunterkante ist									
		3,7		m unter GOF.					
Tiefe u. GOK (m)	Tiefe u. FUK (m)	Bodenart (-)	Gamma / Gamma' (kN/m <sup>3</sup> )	Steife- modul Es (MN/m <sup>2</sup> )	Sigma im Eckpunkt (kN/m <sup>2</sup> )	Sigma im Pkt. As/Bs (kN/m <sup>2</sup> )		Delta s Eckpkt (cm)	Delta s ang.Pkt (cm)
3,7	0,0	-	-	-	169,0	169,0			
4,0	0,3	Schotter	21,0	40,0	42,1	139,7		0,08	0,12
4,3	0,6	Schotter	21,0	40,0	41,3	114,4		0,03	0,10
4,6	0,9	A, verd.	19,5	12,0	39,6	99,6		0,10	0,27
5,0	1,3	A	19,5	8,0	36,4	84,7		0,19	0,46
5,7	2,0	U,fs	19,0	8,0	30,2	64,9		0,29	0,65
6,2	2,5	U,fs	19,0	10,0	26,4	54,5		0,14	0,30
6,7	3,0	U,fs	19,0	10,0	23,2	46,2		0,12	0,25
7,2	3,5	U,fs	19,0	12,0	20,6	39,7		0,09	0,18
7,7	4,0	U,fs	19,0	12,0	19,0	8,0		0,08	0,15
8,2	4,5	SMe,st,v	21,0	50,0		30,3		ERR	0,03
8,7	5,0	SMe,st,v	21,0	60,0		26,9		ERR	0,02
9,7	6,0	SMe,v	22,0	80,0				ERR	ERR
10,7	7,0	SMe,v	22,0	100,0				ERR	ERR
12,7	9,0							ERR	ERR
14,7	11,0							ERR	ERR
<b>Setzung in (cm):</b>									
mit Abminderungsfaktor Kappa					1,0	mit 0.5 < Kappa ≤ 1			
<b>im Eckpunkt:</b>					1,13 cm	Grenztiefe z = 4,00 m			
<b>bei:</b> As = 21,75 m					2,53 cm	Grenztiefe z = 5,00 m			
Bs = 1,31 m									
<b>Bettungsmodul ks=</b>					7 MN/m <sup>3</sup>				

## Chemische Untersuchungsergebnisse

(Wasser)

SGS INSTITUT FRESENIUS GmbH Am Technologiepark 10 D-45699 Herten

Baugrunder Ingenieure  
Institut für Erd- und Grundbau  
Jochen Schäfer, F.J. Giljohann  
Selkamp 16  
44287 Dortmund

**Prüfbericht 6375251**  
**Auftrags Nr. 6624837**  
**Kunden Nr. 1636700**

Frau Mareike Rieger  
Telefon +49 2366 305-643  
Fax +49 2366 305-611  
Mareike.Rieger@sgs.com



Industries & Environment

SGS INSTITUT FRESENIUS GmbH  
Am Technologiepark 10  
D-45699 Herten

Herten, den 09.06.2023

Ihr Auftrag/Projekt: Beton- u. Stahlaggressivität  
Ihr Bestellzeichen: 2203  
Ihr Bestelldatum: 31.05.2023

Prüfzeitraum von 02.06.2023 bis 08.06.2023  
erste laufende Probennummer 230544784  
Probeneingang am 01.06.2023

SGS INSTITUT FRESENIUS GmbH

i.A. Mareike Rieger  
Customer Service

i.A. Georgios Malioukas  
Customer Service

Seite 1 von 2

Beton- u. Stahlaggressivität  
2203

Prüfbericht Nr. 6375251  
Auftrag Nr. 6624837

Seite 2 von 2  
09.06.2023

Proben durch IF-Kurier abgeholt Matrix: Wasser

Probennummer	230544784	230544785
Bezeichnung	WP 127	WP 128

Eingangsdatum:	01.06.2023	01.06.2023
----------------	------------	------------

Parameter	Einheit		Bestimmungs Methode	Lab
			-grenze	

**Untersuchungsergebnisse :**

pH-Wert		7,6	7,4	0,1	DIN EN ISO 10523	HE
Leitfähigkeit bei 25° C	µS/cm	800	582	3	DIN EN 27888	HE
KMnO <sub>4</sub> -Verbr.	mg/l	15	8,7	0,3	DIN 4030-2	HE
Chlorid	mg/l	43,8	29,4	0,5	DIN EN ISO 10304-1	HE
Sulfat	mg/l	177	103	1	DIN EN ISO 10304-1	HE
Ammonium	mg/l	0,12	0,08	0,04	DIN EN ISO 11732	HE
Gesamthärte als CaO	mg/l	111,0	125,0		DIN 38409-6	HE
Nichtcarbonathärte	mg/l	10,34	-62,03		DIN 38409-7	HE
Hydrogencarbonathärte	mg/l	100,66	187,03		DIN 38409-7	HE
Kohlensäure, kalklösend	mg/l	800	601	3,0	DIN 4030-2	HE

**Metalle :**

Magnesium	mg/l	7,72	7,68	0,05	DIN EN ISO 11885	HE
-----------	------	------	------	------	------------------	----

**Zusammenfassung der verwendeten Prüfmethode(n):**

DIN 38409-6	1986-01
DIN 38409-7	2005-12
DIN 4030-2	2008-06
DIN EN 27888	1993-11
DIN EN ISO 10304-1	2009-07
DIN EN ISO 10523	2012-04
DIN EN ISO 11732	2005-05
DIN EN ISO 11885	2009-09

Die Laborstandorte mit den entsprechenden Akkreditierungsverfahrennummern der SGS-Gruppe Deutschland und Schweiz gemäß den oben genannten Kürzeln sind aufgeführt unter

<http://www.institut-fresenius.de/filestore/89/laborstandortkuerzelsgs.pdf>.

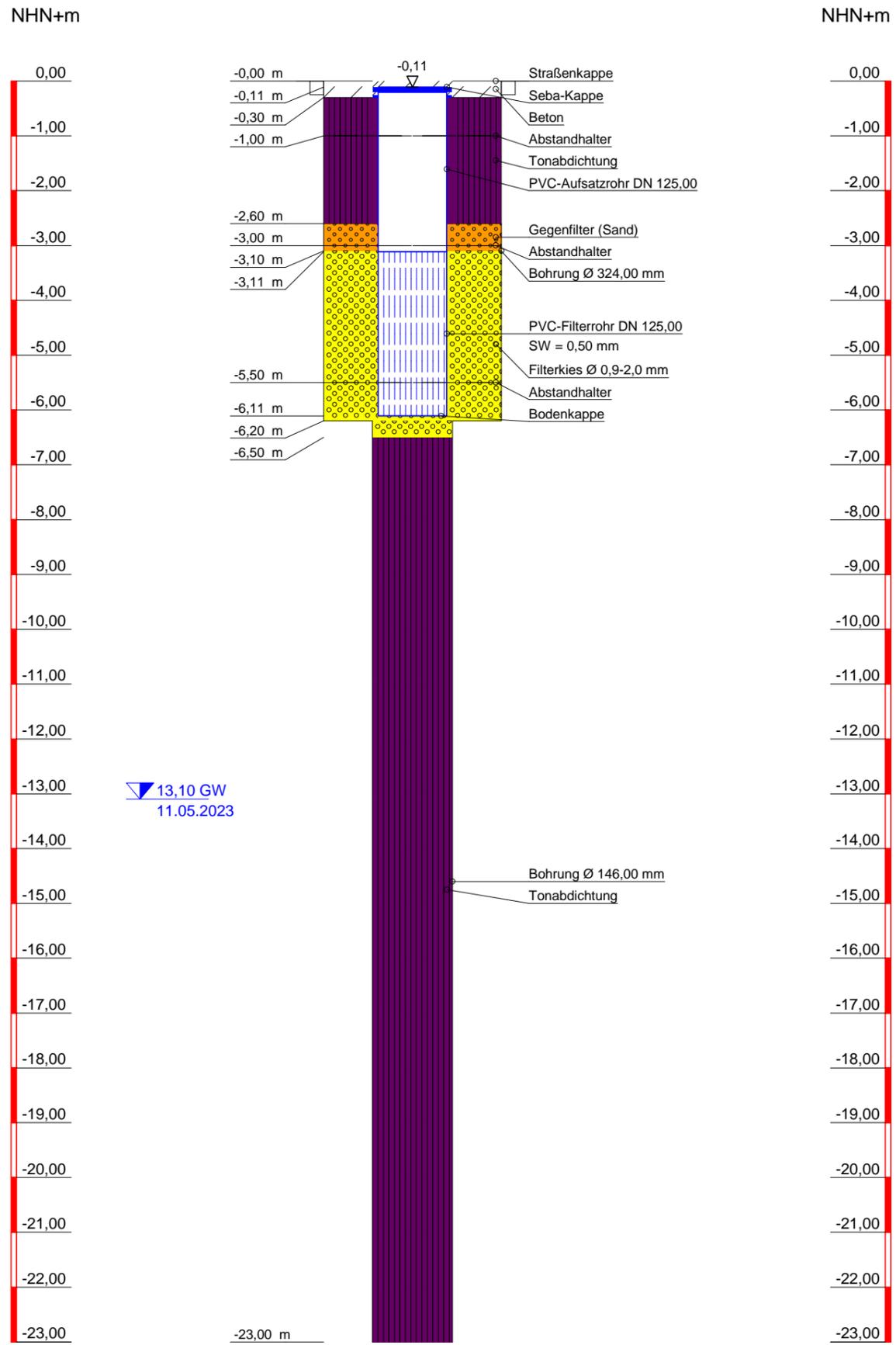
\*\*\* Ende des Berichts \*\*\*

Dieses Dokument wurde von der Gesellschaft im Rahmen ihrer Allgemeinen Geschäftsbedingungen für Dienstleistungen erstellt, die unter [www.sgsgroup.de/agb](http://www.sgsgroup.de/agb) zugänglich sind. Es wird ausdrücklich auf die darin enthaltenen Regelungen zur Haftungsbegrenzung, Freistellung und zum Gerichtsstand hingewiesen. Dieses Dokument ist ein Original. Wenn das Dokument digital übermittelt wird, ist es als Original im Sinne der UCP 600 zu behandeln. Jeder Besitzer dieses Dokuments wird darauf hingewiesen, dass die darin enthaltenen Angaben ausschließlich die im Zeitpunkt der Dienstleistung von der Gesellschaft festgestellten Tatsachen im Rahmen der Vorgaben des Kunden, sofern überhaupt vorhanden, wiedergeben. Die Gesellschaft ist allein dem Kunden gegenüber verantwortlich. Dieses Dokument entbindet die Parteien von Rechtsgeschäften nicht von ihren insoweit bestehenden Rechten und Pflichten. Jede nicht genehmigte Änderung, Fälschung oder Verzerrung des Inhalts oder des äußeren Erscheinungsbildes dieses Dokuments ist rechtswidrig. Ein Verstoß kann rechtlich geahndet werden.

Hinweis: Die Probe(n), auf die sich die hier dargelegten Erkenntnisse (die "Erkenntnisse") beziehen, wurde(n) ggf. durch den Kunden oder durch im Auftrag handelnde Dritte entnommen. In diesem Falle geben die Erkenntnisse keine Garantie für den repräsentativen Charakter der Probe bezüglich irgendwelcher Waren und beziehen sich ausschließlich auf die Probe(n). Die Gesellschaft übernimmt keine Haftung für den Ursprung oder die Quelle, aus der die Probe(n) angeblich/tatsächlich entnommen wurde(n).

## Pegelausbau

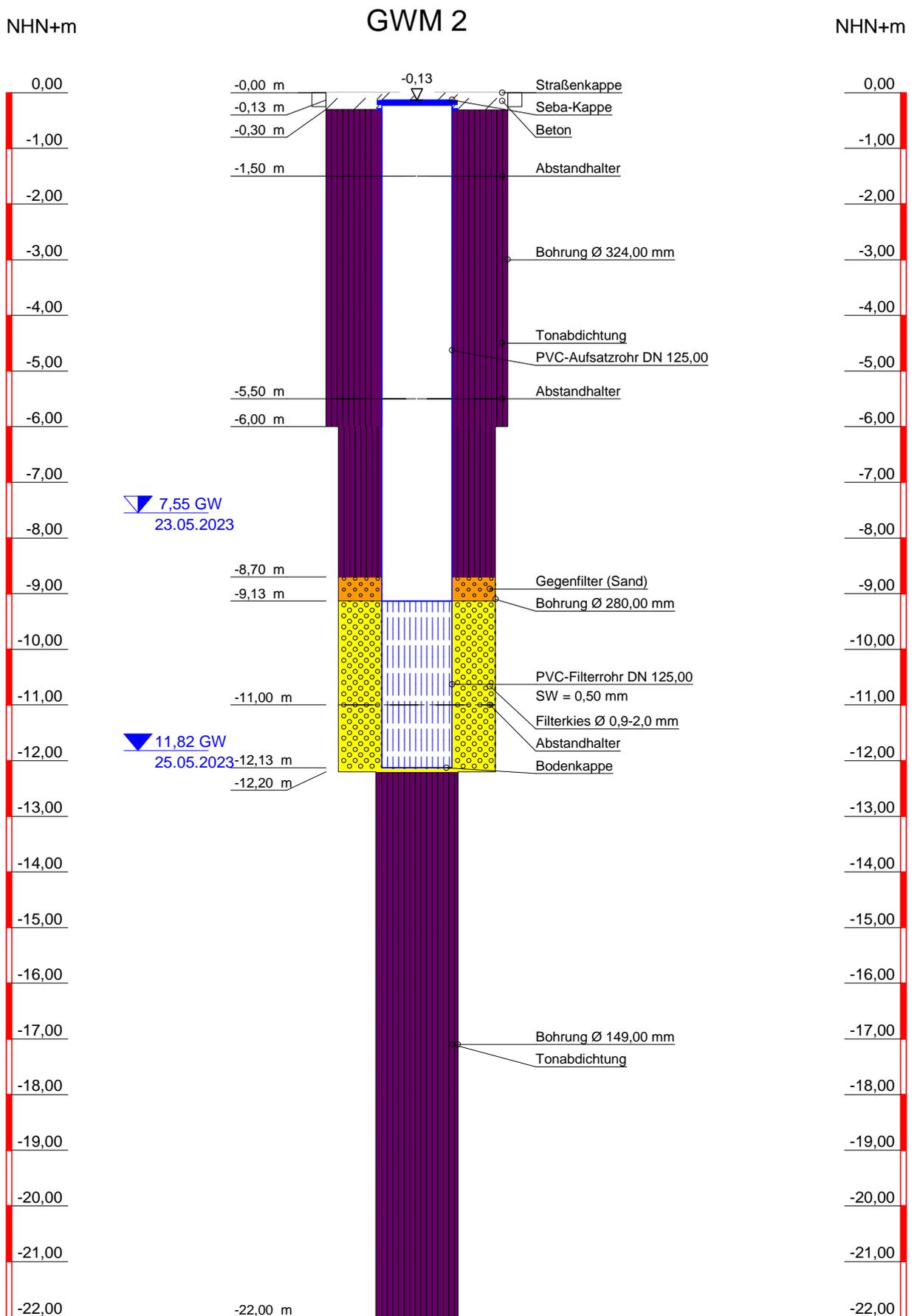
# GWM 1



**STÖLZEN**  
Ingenieur- und Geotechnische Dienstleistungen  
**Stölsen GmbH**  
 Barlstraße 42  
 56856 Zell/Mosel  
 Tel.: +49 6542 9366-0  
 Fax: +49 6542 9366-99  
 verwaltung@stoelben-gmbh.de

**Projekt:**  
 Vierfachsporthalle Unionviertel  
 Dortmund  
**Planbezeichnung:**  
 Messstellenausbauskitze

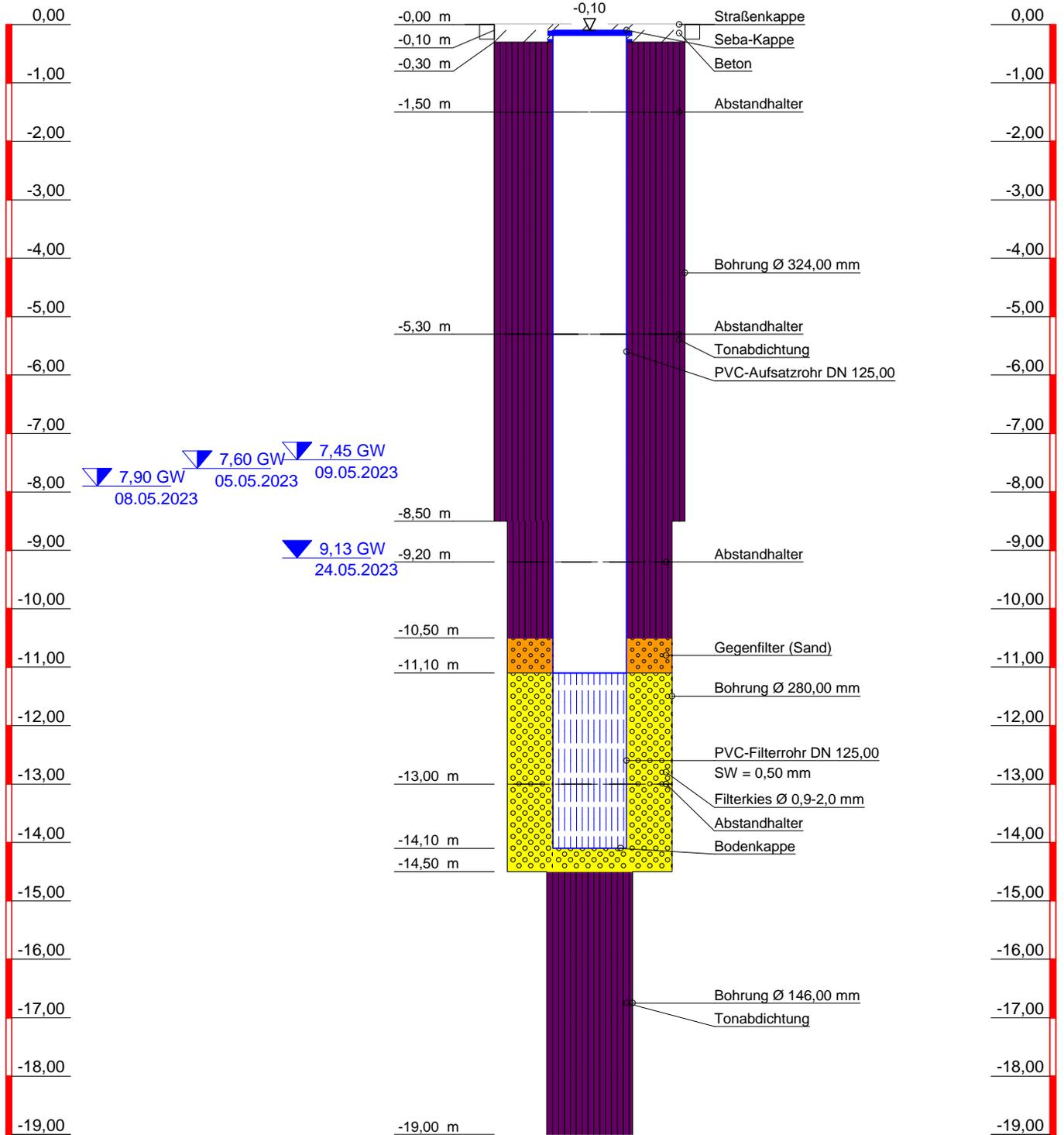
**Anlage:**  
 Projekt-Nr: 34054  
 Datum: 11.05.2023  
 Maßstab: 1 : 100  
 Bearbeiter: S. Wiegand



NHN+m

# GWM 3

NHN+m



**STÜLBEN**

Angewandte Geowissenschaften

Stölben GmbH  
Barlstraße 42  
56856 Zell/Mosel

Tel.: +49 6542 9366-0  
Fax: +49 6542 9366-99  
verwaltung@stoelben-gmbh.de

Projekt:

Vierfachsporthalle Unionviertel  
Dortmund

Planbezeichnung:

Messstellenausbauskitze

Anlage:

Projekt-Nr: 34054

Datum: 25.05.2023

Maßstab: 1 : 100

Bearbeiter: S. Wiegand

# GWM 4

