

**Neubau "Junge Bühne Dortmund" auf dem
Grundstück des "Theaterkarree 1-3"
in 44137 Dortmund**

Geotechnischer Entwurfsbericht

Auftraggeber:
Städtische Immobilienwirtschaft
65/2-3-2 Projektleitung / -steuerung
Königswall 14
44137 DORTMUND

erstellt von



Dortmund, 19. Juli 2024

Dieser Bericht besteht aus 56 Seiten und 5 Anlagen

Projekt-Nr. 2022-196

Inhaltsverzeichnis

A) Textteil	Seite
Verwendete Unterlagen	4
1 Anlass und Aufgabenstellung	9
2 Standortbeschreibung	10
2.1 Lage	10
2.2 Angaben zum Bestand	11
3 Untersuchungsprogramm	14
4 Baugrundbeschreibung	17
4.1 Regionalgeologische Übersicht	17
4.2 Lokale Schichtenfolge	17
4.3 Hydrologie und Grundwasser	27
4.4 Versickerungsfähigkeit des Untergrundes	29
4.5 Bergbau	30
4.6 Methangas	30
4.7 Radon	31
4.8 Erdbebengefährdung	31
4.9 Kampfmittel	32
4.10 Baugrundanomalie	32
4.11 Luftschutzanlage Dortmund	35
5 Klassifizierung und Bodenkennwerte	38
6 Chemische Baugrundeigenschaften	40
6.1 Vorliegende Informationen zu Bodenbelastungen	40
6.2 Chemische Feststoffanalytik gemäß LAGA	40
6.3 Ergänzende Hinweise zu Änderungen anzuwendender Regelwerke	43
7 Gründung	44
7.1 Angaben zur Neubauplanung	44
7.2 Allgemeine Baugrundbeurteilung	44
7.3 Gründungsempfehlung	45
7.4 Angaben zur Gründungsbemessung	46
8 Baugrubensicherung	47
8.1 Angaben zum Planstand	47

8.2	Hinweise zur Baugrubenplanung	49
8.3	Angaben zur Bemessung der Verbauwand	50
8.4	Angaben zur Bemessung der Rückverankerung.....	52
9	Hinweise zur weiteren Planung und Bauausführung	53
9.1	Hinweise zur weiteren Planung.....	53
9.2	Feuchtigkeitsschutz.....	53
9.3	Erdbau und Wasserhaltung.....	54
9.4	Abnahmen und Kontrollen.....	55
9.5	Beweissicherung und Immissionsschutz.....	55
10	Schlussbemerkungen	56

B) Anlagenteil

Anlage 1:	Lagepläne
Anlage 2:	Ergebnisse der Felderkundung
Anlage 2.1:	Profile der Kleinrammbohrungen
Anlage 2.2:	Diagramme der Rammsondierungen
Anlage 2.3:	Profile der Drehkernbohrungen
Anlage 2.4:	Bilddokumentation der Drehkernbohrungen
Anlage 2.5:	Dokumentation der Drehkernbohrungen (Fa. Fluhme)
Anlage 3:	Laboruntersuchungen
Anlage 3.1:	Kornverteilungen nach DIN 18123
Anlage 3.2:	Tabellarische Darstellung der Analysenergebnisse und LAGA-Einstufung
Anlage 3.3:	Tabellarische Darstellung der Analysenergebnisse und Einstufung nach Dortmunder Liste
Anlage 3.4:	Laborbefunde der chemischen Bodenanalysen
Anlage 3.5:	Bericht der felsmechanischen Untersuchungen
Anlage 4:	Schematische Geologische Schnitte
Anlage 5:	Zusammenstellung der Homogenbereiche
Anlage 6:	Dokumentation der Kamerabefahrung KB 6

Revisionsverzeichnis

Index	Bemerkung
00	Erstfassung

Erstelldatum
19.07.2024

Verwendete Unterlagen

Projektbezogene Unterlagen

- /1/ Stadt Dortmund, Vermessungs- und Katasteramt (23.10.2018): Planungsvermessung Theaterkarree 1-3, Dortmund, Flur 6, Flurstück 338; Auftragsnummer: 62/2-KI11805540, Maßstab: 1:250
- /2/ JSWD Architekten GmbH & Co. KG (28.06.2024): Neubau Junge Bühne, Theaterkarree 1-3, 44137 Dortmund, Grundriss Untergeschoss 2, Entwurfsplanung (VORABZUG), Index: G (Planstand 7), Plan: JB_PJSWD_3_ARC_U2_GR_X_G_VA, Maßstab: 1:100
- /3/ JSWD Architekten GmbH & Co. KG (28.06.2024): Neubau Junge Bühne, Theaterkarree 1-3, 44137 Dortmund, Grundriss Untergeschoss 1, Entwurfsplanung (VORABZUG), Index: H (Planstand 7), Plan: JB_PJSWD_3_ARC_U1_GR_X_H_VA, Maßstab: 1:100
- /4/ JSWD Architekten GmbH & Co. KG (28.06.2024): Neubau Junge Bühne, Theaterkarree 1-3, 44137 Dortmund, Grundriss Erdgeschoss, Index: H (Planstand 7), Entwurfsplanung (VORABZUG), Plan: JB_PJSWD_3_ARC_00_GR_X_H_VA, Maßstab: 1:100
- /5/ JSWD Architekten GmbH & Co. KG (28.06.2024): Neubau Junge Bühne, Theaterkarree 1-3, 44137 Dortmund, Grundriss Erdgeschoss +0,66 Bestand, Index: H (Planstand 7), Entwurfsplanung (VORABZUG), Plan: JB_PJSWD_3_ARC_00_GR_+0,66_H_VA, Maßstab: 1:100
- /6/ JSWD Architekten GmbH & Co. KG (28.06.2024): Neubau Junge Bühne, Theaterkarree 1-3, 44137 Dortmund, Schnitte Planstand 7: A-A (Index: H), B-B (Index: G), C-C (Index: D), D-D (Index: E), E-E (Index: E), I-I (Index: F), J-J (Index: F), K-K (Index: B), Entwurfsplanung (VORABZUG), Maßstab: 1:100
- /7/ Koster & Kremke Ingenieurgesellschaft für Umwelttechnik, Wasser- und Abfallwirtschaft (03.12.2006): BV Errichtung einer Kinderoper, Hiltropwall / Hövelstraße, Dortmund, Bau- grundgutachten (9 Seiten, 3 Anlagen)
- /8/ GEOEXPERTS - Beratende Geowissenschaftler und Ingenieure (29.09.2014): Werkstattumbau Theater Dortmund, Bau- grunderkundung und Gründungsberatung, Projekt-Nr. 2014-074, Gutachten (18 Seiten, 2 Anlagen)

- /9/ GEOEXPERTS - Beratende Geowissenschaftler und Ingenieure (30.09.2014): Neubau der "Jungen Bühne Westfalen" am Theater Dortmund, Orientierende Baugrunderkundung, Projekt-Nr. 2014-112, Gutachten (19 Seiten, 2 Anlagen)
- /10/ Institut für Bergbau Boden und Bauwerk (IBL) (13.11.2018): Theater Dortmund Neubau Kinder- und Jugendtheater Dortmund, Baugrunduntersuchung 1. Bericht; Projekt-Nr.: 18304, Bericht (30 Seiten, 7 Anlagen)
- /11/ Institut für Bergbau Boden und Bauwerk (IBL) (18.01.2019): Theater Dortmund Neubau Kinder- und Jugendtheater Dortmund, Differentialanalytik PAK, 2. Bericht; Projekt-Nr.: 18304, Bericht (4 Seiten, 1 Anlage)
- /12/ Institut für Bergbau Boden und Bauwerk (IBL) (11.09.2019): Theater Dortmund Neubau Kinder- und Jugendtheater Dortmund, Mantelbericht zum Stand der Baugrunderkundung, 3. Bericht; Projekt-Nr.: 18304, Bericht (2 Seiten)
- /13/ Städtische Immobilienwirtschaft (31.01.2023): Diverse Bestandsunterlagen und historische Bildaufnahmen (3 GB) per Mail
- /14/ Stadt Dortmund, Ordnungsamt, Allgemeine Gefahrenabwehr (23.06.2021): Kampfmittelbeseitigung: Bauvorhaben Dortmund, Theaterkarree 1-3, Neubau Junges Theater Dortmund, Ihr Antrag auf Luftbilddauswertung vom 10.06.2021; Az.: 32/1-2210- T-032/21, Stellungnahme (2 Seiten, 3 Anlagen)
- /15/ Bez.-Reg. Arnsberg, Abteilung 6 Bergbau und Energie in NRW (08.07.2021): Bergbehördliche Stellungnahme zur bergbau-lichen Situation und Bergschadensgefährdung, BV Neubau Junge Bühne, Theaterkarree 1-3 in Dortmund, Az.: 65.74.2-2021-1794, Stellungnahme (3 Seiten)
- /16/ E.ON SE Mining Management (31.03.2022): Az.: 08/0857 0000; Bauvorhaben in Dortmund, Theaterkarree 1-3, Gemarkung Dortmund, Flur 6, Neubau der Jungen Bühne, Stellungnahme (1 Seite)
- /17/ GEOEXPERTS GmbH (28.02.2023): Neubau Junge Bühne am Theater Dortmund, Erkundungskonzept, Lageplan mit Altaufschlüssen (RKS) und neuen Ansatzpunkten (KRB, DPM), Projekt-Nr.: 2022-196, Maßstab: 1:300
- /18/ Stadt Dortmund – Vermessungs- und Katasteramt 62/2-2 Ingenieurvermessung (18./19.04.2023): Lageplanausschnitte zur Lage des Tiefstollens im Bereich der Jungen Bühne per Mail Hr. D. Oppermann

- /19/ GEOEXPERTS GmbH (15.11.2023): Neubau Junge Bühne am Theater Dortmund, geotechnischer Untersuchungsbericht (Index 01), Projekt-Nr.: 2022-196, (39 Seiten, 5 Anlagen)
- /20/ R&P Ruffert Ingenieurgesellschaft (15.11.2023): Erweiterung Theater Dortmund, Tragwerksplanung Bericht – Vorentwurfsplanung LPH 2, Auftragsnummer: D640 JBD (30 Seiten)
- /21/ R&P Ruffert Ingenieurgesellschaft (07.05.2024): Neubau Junge Bühne, Verbauplan, Entwurfsplanung (Vorabzug), Plan: JB_PRP_3_UFP_XX_XX_Verbauplan_-_VA, Maßstab: 1:100
- /22/ R&P Ruffert Ingenieurgesellschaft (06.09.2023): Neubau Junge Bühne, Verbau – Grundrisse und Schnitte, Vorplanung (Vorabzug), Plan: JB_L2_PRP_TWP_GR_XX_XX_-_VA, Maßstab: 1:50/1:100

Literatur

- /23/ Geologisches Landesamt Nordrhein-Westfalen (Krefeld 1987): Geologische Karte 4410 Dortmund mit Anhängen, Maßstab: 1:25.000
- /24/ Geologisches Landesamt Nordrhein-Westfalen (Krefeld 1983): Ingenieurgeologische Karte 4410 Dortmund mit Anhängen, Maßstab: 1:25.000
- /25/ Stadt Dortmund, Umweltamt (02.2020): Arbeitskarte der potentiellen Methangasaustritte im Stadtgebiet Dortmund, Maßstab: unbekannt
- /26/ Stadt Dortmund, Umweltamt (03.2022): Handbuch zur Ausführung von Gasflächendrängen im Zuge von Neubaumaßnahmen im Stadtgebiet Dortmund (42 Seiten)
- /27/ Stadt Dortmund, Umweltamt (05.2022): Methangasaustritte im Stadtgebiet Dortmund – Informationen und Ausführungsempfehlungen für Bauverantwortliche und Architekturschaffende (3 Seiten)
- /28/ Stadt Dortmund, Umweltamt (12.1999): Wasserschutzgebiet 3B und Dortmunder Fließgewässer, Maßstab: 1:20.000
- /29/ Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V. (April 2005): Arbeitsblatt DWA-A 138, Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser

- /30/ Mitteilung der Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA) Nr. 20 (2004): LAGA-Merkblatt: Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Abfällen – Technische Regeln
- /31/ Ständiger Ausschuss Altlasten der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Bodenschutz (LABO, 01.09.2009): Bewertungsgrundlagen für Schadstoffe in Altlasten, Informationsblatt für den Vollzug
- /32/ Bundesministerium der Justiz (09.07.2021): Verordnung zur Einführung einer Ersatzbaustoffverordnung, zur Neufassung der Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung und zur Änderung der Deponieverordnung und der Gewerbeabfallverordnung
- /33/ Geologischer Dienst NRW (2006): Karte der Erdbebenzonen und geologischen Untergrundklassen der Bundesrepublik Deutschland, Maßstab: 1:350.000
- /34/ Deutsche Gesellschaft für Geotechnik e.V. (2021): Empfehlungen des Arbeitskreises "Baugruben" EAB, 6. Aufl., Ernst und Sohn, Berlin
- /35/ Deutsche Gesellschaft für Geotechnik e.V. (2012): Empfehlungen des Arbeitskreises "Pfähle", Ernst & Sohn, Berlin, 2. Auflage

Internetportale

- /36/ Regionalverband Ruhr (RVR, 2023): www.3d.ruhr, Bildflugjahr, Datenlizenz Deutschland Version 2.0, Stand: 06/2023
- /37/ Geologischer Dienst NRW (2022): Fachinformationssystem Geologie von Nordrhein-Westfalen ISGK50, Datenlizenz Deutschland 2.0, Maßstab: 1:50.000; Stand: 08/2022
- /38/ Geologischer Dienst NRW und Bezirksregierung Arnsberg: Gefährdungspotenziale des Untergrundes in Nordrhein-Westfalen; (www.gdu.nrw.de), Stand: 06/2023
- /39/ Bezirksregierung Köln (2023): Geobasisdaten der Kommunen und des Landes NRW (Geobasis NRW, <https://www.bezreg-koeln.nrw.de/geobasis-nrw>), WMS-Dienste, Datenlizenz Deutschland 2.0, Stand: 07/2024
- /40/ Bundesamt für Kartographie und Geodäsie, Geodatenzentrum, WMS-Dienst TopPlusOpen, Datenlizenz Deutschland 2.0, Stand: 06/2023

- /41/ Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz NRW:
Fachinformationssystem Elwas-Web, Grundwassermessstellen
und Schutzgebiete, Stand: 06/2023
- /42/ Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz NRW
(1988): Grundwassergleichenplan NRW 1988 und 2006 bis
2015, Datenlizenz Deutschland 2.0, Stand: 07/2024
- /43/ GFZ Helmholtz-Zentrum Potsdam: Zuordnung von Orten zu
Erdbebenzonen, ([https://www.gfz-potsdam.de/din4149-
erdbebenzonenabfrage/](https://www.gfz-potsdam.de/din4149-erdbebenzonenabfrage/)), Stand: 06/2023
- /44/ Bundesrepublik Deutschland - Bundesamt für Strahlenschutz:
www.bfs.de, Stand 06/2023
- /45/ Landesinstitut für Arbeitsschutz und Arbeitsgestaltung Nord-
rhein-Westfalen (LIA): Zentrale Radonstelle des Landes Nord-
rhein-Westfalen, www.radon.nrw.de, Stand: 06/2023

1 Anlass und Aufgabenstellung

Das Theater Dortmund plant zwischen der Hövelstraße, der Kuhstraße und dem Hiltropwall den Neubau eines Theatergebäudes als westliche Erweiterung des Bestandes. Das dort vorhandene, derzeit teilweise mit dem Behelfsbau "Junge Oper" bestandene, Grundstück soll fast vollflächig bebaut werden.

Die Fläche des Neubaus beträgt gemäß /2/ ca. 1.315 m². Im Osten grenzt das Gebäude an den im Nordosten in 2016/2017 errichteten Werkstattbau des Theater Dortmund und im Südosten an das bestehende Gebäude des Theaters. Letzteres wird zum Teil rückgebaut, um ein in den Neubau integriertes neues Treppenhaus neu zu errichten. Der Neubau ist mit zwei Untergeschossen, sowie insgesamt acht aufgehenden Geschossen (EG, 1. OG...3. OG, ZG, 4. OG...6. OG) geplant. Aufgrund der tiefen Einbindung des Neubaus und der direkt angrenzenden Bestandsbebauung wird das Bauvorhaben in die Geotechnische Kategorie 2 einzustufen sein.

Der geotechnische Untersuchungsbericht gemäß EC 7 wurde mit Datum vom 15.11.2023 (/19/) vorgelegt. Die zur Erkundung durchgeführten Kleinrammbohrungen und Rammsondierungen konnten verfahrensbedingt die Festgesteine des kreidezeitlichen Deckgebirges nicht aufschließen. Es wurden daher gemäß Empfehlung des Untersuchungsberichtes ergänzend sechs Drehkernbohrungen auf dem Baufeld sowie felsmechanische Untersuchungen notwendig.

Basierend auf dem Angebot vom 08.02.2024 wurde die GEOEXPERTS GmbH mit Schreiben vom 25.04.2024 mit der Durchführung der ergänzenden Untersuchungen für den geotechnischen Entwurfsbericht beauftragt.

Der geotechnische Entwurfsbericht wird hiermit vorgelegt.

2 Standortbeschreibung

2.1 Lage

Das Baufeld befindet sich im Karree Kuhstraße, Hövelstraße und Hiltropwall in der südwestlichen Dortmunder Innenstadt. Das Bau-
feld schließt im Osten bzw. Südosten direkt an die Bestandsgebäude
des Theaters an. Einen Eindruck der Lage vermittelt Abbildung 1.

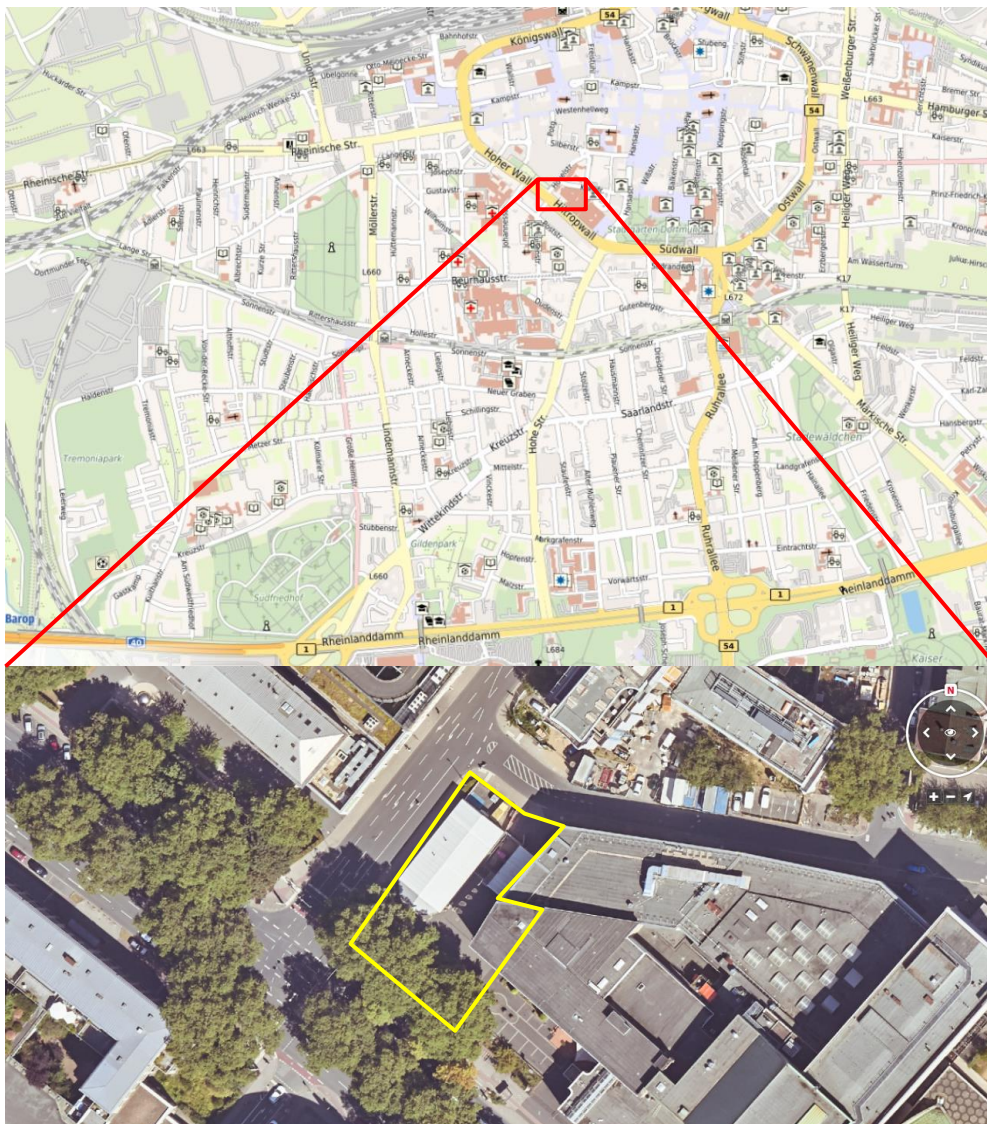


Abbildung 1: Lage des Projektgebietes in der Innenstadt von Dortmund (rot, oben) und des Neubaubereiches (gelb, unten), Quelle: /36/

2.2 Angaben zum Bestand

Das zu bebauende Gelände ist überwiegend mittels Pflasterung versiegelt bzw. dem eingeschossigen Bauwerk "Junge Oper" bebaut. Umlaufend um das Gebäude sind kleinräumige Grünflächen mit Hecken bzw. Ruderalvegetation vorhanden. Entlang des Hiltropwall sind nach /1/ drei Ahornbäume im Bestand, welche in eingefassten Grünbereichen stehen. Umlaufend sowie zwischen den Bestandsgebäuden sind Leitungstrassen verschiedener Betreiber vorhanden.

Der Geländeverlauf ist nach /1/ von Südwesten nach Nordosten abfallend. Zwischen dem Gebäude der Jungen Oper und dem Theatergebäude wird der Höhenunterschied von ca. 2 m über eine Stützwand bzw. Gabionenwand mit Treppenanlage überbrückt. Die im Westen verlaufende Hövelstraße weist ein gleichmäßiges Gefälle vom Hiltropwall zur Kuhstraße auf. Das Gelände fällt entsprechend von ca. 95,0...95,5 mNHN am Hiltropwall hin zu ca. 93,0...93,5 mNHN an der Kuhstraße.

Das Gebäude "Junge Oper" wurde in den Jahren 2006/2007 errichtet. Die Abbildungen 2 und 3 bieten einen Eindruck des Bestandsgebäudes sowie des südlichen Projektbereichs.



Abbildung 2: Bestandsgebäude "Junge Oper", Blickrichtung: Nordost, Aufnahme aus /13/



Abbildung 3: Bestandsgebäude "Junge Oper", Blickrichtung: Northwest, Aufnahme aus /13/

Das nordöstliche Werkstattgebäude (Abbildung 4) wurde 2016 / 2017 neu errichtet und ist gemäß /8/ über Brunnenfundamente auf den Gesteinen der Kreide gegründet.



Abbildung 4: Bestandsgebäude "Junge Oper" (rechts) und Werkstattgebäude (links), Blickrichtung: Süd, Aufnahme aus /13/

Der entlang des Hiltropwall östlich anschließende Bestandsbau des Stadttheaters ist in den 1950er Jahren nach den Beschädigungen des ursprünglichen Theaters aus dem zweiten Weltkrieg errichtet worden. Abbildung 5 zeigt eine historische Aufnahme aus /13/.



Abbildung 5: Bestand des Stadttheaters (links) angrenzend an die Ruine des alten Stadttheaters, Blickrichtung: Nordost Aufnahme aus /13/

3 Untersuchungsprogramm

Folgendes Untersuchungsprogramm wurde zu /19/ durchgeführt:

- Einholung und Auswertung von Leitungsauskünften
- Festlegung der Sondieransatzpunkte vor Ort
- Ausführung von 15 Kleinrammbohrungen (KRB) bis zur Geräteauslastung bei maximal 6,30 m u. GOK
- Ausführung von 19 mittelschweren Rammsondierungen bis zur Geräteauslastung bzw. maximal 13,4 m u. GOK
- Einmessung der Lage und Höhe der Sondieransatzpunkte
- Entnahme sowie organoleptische (geruchlich, optisch) und bodenmechanische Prüfung von insgesamt 105 gestörten Bodenproben in Schraubgläsern
- Bestimmung der Körnungslinien an fünf Einzelproben
- Erstellung von sieben Bodenmischproben und Untersuchung gemäß LAGA Boden (2004)

Die Felderkundungen wurden unter fachgutachterlicher Begleitung der GEOEXPERTS GmbH am 11./12.04.2023 und 17./18.04.2023 durch die Geotechnische Untersuchungen Gregor Kiczmer & Söhne GmbH, Recklinghausen, als Nachunternehmer der GEOEXPERTS GmbH ausgeführt. An den Ansatzpunkten 5, 6, 7 und 9 mussten aufgrund von Bohrhindernissen die Kleinrammbohrungen bzw. Rammsondierungen umgesetzt werden.

Für die vertiefte Erkundung des Felses wurden ergänzend auftragsgemäß folgende Untersuchungen durchgeführt:

- Einholung und Auswertung von Leitungsauskünften
- Festlegung der Bohrpunkte vor Ort
- Ausführung von sechs Drehkernbohrungen (KB) bis maximal 30 m u. GOK
- Ausbau von zwei Grundwassermessstellen bis 14 m u. GOK
- Entnahme von gestörten Boden- sowie Felsproben
- Durchführung von felsmechanischen Laboruntersuchungen (10 x einaxiale Druckfestigkeit, 3 x Untersuchung des CAI, 4 x Festigkeitsuntersuchung mittels Punktlastversuch, 22 x Bestimmung des Wassergehaltes)

Die Drehkernbohrungen wurden unter fachgutachterlicher Begleitung der GEOEXPERTS GmbH zwischen dem 16.04.2024 und 10.06.2024 durch die Fluhme und Sohn GmbH, Bergkamen, als Nachunternehmer der GEOEXPERTS GmbH ausgeführt. Die felsmechanischen Untersuchungen wurden durch die Ruhr-Universität Bochum, Fakultät für Geowissenschaften, durchgeführt.

Die Tiefen der Sondierungen und Kernbohrungen sind in der Tabelle 1 zusammengestellt. Die Lage der Aufschlusspunkte ist in Anlage 1 dokumentiert. Die zugehörigen Bohr- und Rammprofile sind in Anlage 2 zusammengestellt. Boden- und felsmechanische sowie chemischen Laboruntersuchungen sind Anlage 3 zu entnehmen.

Die entnommenen Bodenproben werden, sofern vom Auftraggeber nicht anders bestellt, sechs Monate nach Entnahme unangemeldet entsorgt.

Tabelle 1: Ansatzhöhen und Erkundungstiefen der durchgeführten Kleinrammbohrungen (KRB) und mittelschweren Rammsondierungen (DPM) zu /19/

Aufschluss-Nr.	Ansatzpunkt [mNHN]	Erkundungstiefe	
		[m u. GOK]	[mNHN]
KRB 1	93,04	5,00	88,04
DPM 1	93,04	4,80	88,24
KRB 2	93,34	4,80	88,54
DPM 2	93,13	4,70	88,43
KRB 3	93,84	5,20	88,64
DPM 3	93,86	4,90	88,96
KRB 4	94,71	6,30	88,41
DPM 4	94,34	5,90	88,44
KRB 5	94,89	0,50	94,39
KRB 5A	94,89	6,10	88,79
DPM 5	94,89	6,00	88,89
KRB 6	95,29	6,00	89,29
DPM 6	96,01	1,30	94,71
DPM 6A	96,01	1,30	94,71
DPM 6B	95,29	5,80	89,49
KRB 7	95,32	1,30	94,02
KRB 7A	95,32	5,70	89,62
DPM 7	95,49	5,80	89,69
KRB 8	95,01	5,60	89,41
DPM 8	95,01	5,90	89,11

Tabelle 1 (Fortsetzung): Ansatzhöhen und Erkundungstiefen der durchgeführten Kleinrammbohrungen (KRB) und mittelschweren Rammsondierungen (DPM) zu /19/

Aufschluss-Nr.	Ansatzpunkt [mNHN]	Erkundungstiefe	
		[m u. GOK]	[mNHN]
KRB 9	94,90	1,70	93,20
KRB 9A	94,90	5,70	89,20
DPM 9	95,13	1,50	93,63
DPM 9A	95,13	4,90	90,23
KRB 10	94,87	5,70	89,17
DPM 10	94,87	5,70	89,17
KRB 11	93,04	4,80	88,24
KRB 12	94,83	4,80	90,03
DPM 11	93,29	13,40	79,89
DPM 12	93,30	5,00	88,30
DPM 13	93,28	5,10	88,18
DPM 14	93,28	1,40	91,88
DPM 15	93,29	5,30	87,99
DPM 16	93,28	5,10	88,18

Tabelle 2: Ansatzhöhen und Erkundungstiefen der durchgeführten Drehkernbohrungen (KB)

Aufschluss-Nr.	Ansatzpunkt [mNHN]	Erkundungstiefe	
		[m u. GOK]	[mNHN]
KB 1	95,30	28,50	66,80
KB 2	95,05	30,00	65,05
KB 3	95,30	30,00	65,30
KB 4	94,30	24,70	68,70
KB 5	93,20	25,00	68,20
KB 6	93,30	29,90	63,40

4 Baugrundbeschreibung

4.1 Regionalgeologische Übersicht

Regionalgeologisch liegt das Projektgebiet am Südrand des Münsterländer Kreidebeckens im Übergang zum Rheinischen Schiefergebirge. Gemäß /23/ stehen im Projektgebiet quartäre Lößablagerungen aus dem Pleistozän, welche als feinsandige Schluffe ausgeprägt sind, an. Die Dicke dieser Ablagerungen kann gemäß /23/ im Baufeldbereich ca. 2...5 m betragen, wobei durch anthropogene Einwirkungen ein oberflächlicher Bodenaustausch (Auffüllung) nicht berücksichtigt ist.

Die quartären Ablagerungen werden durch die Sedimentgesteine der Oberkreide (Deckgebirge) und deren Verwitterungsprodukte unterlagert. Im Baufeldbereich sind diese gemäß /23/ den glaukonitführenden Mergelkalksteinen bzw. Kalksandsteinen des Ober- bis Mittelturon zuzuordnen. Diese fallen erfahrungsgemäß mit 2...5° nach Norden ein.

Unterhalb des Deckgebirges folgen gemäß /23/ ab ca. 20...40 mNHN die tektonisch stark beanspruchten Gesteine des Karbons. Diese sind im Baufeldbereich durch die oberen und unteren Wittener Schichten repräsentiert. Beide Schichteinheiten können gemäß /23/ als Ton-, Schluff-, oder Sandstein mit Kohleflözeinschaltungen ausgebildet sein. Tektonisch gesehen liegt das Baufeld über der Sattelachse des Nordost-Südwest verlaufenden Stockumer Sattels. Das Schichteinfallen der karbonischen Gesteine kann entsprechend zwischen ca. 60° nach Südosten und ca. 70° nach Nordwesten variieren.

4.2 Lokale Schichtenfolge

4.2.1 Vorbemerkung und Zusammenstellung

Die voran beschriebene Schichtenfolge der Lockergesteine wurde durch die Erkundung grundlegend bestätigt und wird nachfolgend von oben nach unten beschrieben.

Die Beschreibung der Böden und ihrer Eigenschaften bezieht sich auf die Verhältnisse während der Felderkundungen (Bohransprache und Beschreibung Bohrfortschritt, Auswertung der Rammdiagramme und Laboruntersuchungen). Die Ausbildung der Schichtgrenzen sowie der Schichteigenschaften kann zwischen den

Aufschlusspunkten horizontal und vertikal abweichen. Die nachfolgenden Tabellen bieten einen Überblick über die erbohrten Schichtgrenzen und Schichtmächtigkeiten. Ergänzend werden die aus Alterkundungen (/7/.../10/) vorliegenden Ergebnisse aufgeführt.

Tabelle 3: Schichtgrenzen und -mächtigkeiten aus /7/

Aufschluss	GOK [mNHN]	UK Auffüllung		UK Quartär			UK Verwitterung (Endtiefe)		
		m u. GOK	mNHN	m u. GOK	Dicke [m]	mNHN	m u. GOK	Dicke [m]	mNHN
RKS 1/06	94,63	1,50	93,13	3,40	1,90	91,23	5,00	1,60	89,63
RKS 2/06	94,39	1,75	92,64	2,80	1,05	91,59	5,00	2,20	89,39
RKS 3/06	94,49	2,90 ¹⁾	91,59 ¹⁾	-					
RKS 4/06	93,58	3,40	90,18	nicht vorhanden			4,00	0,60	89,58
RKS 5/06	93,26	2,10	91,16	2,60	0,50	90,66	4,40	1,80	88,86

Tabelle 4: Schichtgrenzen und -mächtigkeiten aus /8/ und /9/

Auf- schluss	GOK [mNHN]	UK Auffüllung		UK Quartär			UK Verwitterung V5 (Endtiefe)		
		m u. GOK	mNHN	m u. GOK	Dicke [m]	mNHN	m u. GOK	Dicke [m]	mNHN
RKS 1/14	93,18	2,70	90,48	2,80	0,10	90,38	3,40	0,60	89,78
RKS 2/14	93,25	3,00	90,25	nicht vorhanden			3,60	0,60	89,65
RKS 3/14	91,24	1,80	89,44	nicht vorhanden			2,40	0,60	88,84
RKS 4/14	91,23	0,40	90,83	0,90	0,50	90,33	1,30	0,40	89,93
RKS 5/14	93,25	2,00	91,25	3,90	1,90	89,35	4,30	0,40	88,95
RKS 6/14	93,58	10,00 ¹⁾	83,58 ¹⁾	-					
RKS 6A/14	93,58	2,00 ¹⁾	91,58 ¹⁾	-					
RKS 6B/14	93,48	2,50	90,98	3,70	1,20	89,78	4,00	0,30	89,48
RKS 6C/14	93,63	2,50 ¹⁾	91,13 ¹⁾	-					
RKS 6D/14	93,58	2,80	90,78	3,80	1,00	89,78	4,00	0,20	89,58
RKS 6E/14	93,58	2,90 ¹⁾	90,68 ¹⁾	-					
RKS 7/14	95,52	2,50	93,02	3,80	1,30	91,72	5,30	1,50	90,22
RKS 8/14	95,12	1,50 ¹⁾	93,62 ¹⁾	-					
RKS 8A/14	95,11	0,30 ¹⁾	94,21 ¹⁾	-					
RKS 8B/14	95,13	3,20	91,93	4,20 ¹⁾	-	90,93 ¹⁾	-		
RKS 9/14	93,68	1,00 ¹⁾	92,58 ¹⁾	-					

¹⁾ Tiefenangabe entspricht der Endtiefe der Sondierung bei Abbruch in der entsprechenden Schicht

Tabelle 5: Schichtgrenzen und -mächtigkeiten aus /10/

Auf- schluss	GOK [mNHN]	UK Auffüllung		UK Quartär			UK Verwitterung V5 (Endtiefe)		
		m u. GOK	mNHN	m u. GOK	Dicke [m]	mNHN	m u. GOK	Dicke [m]	mNHN
RKS 9A/14	93,66	2,10	91,56	3,00	0,90	90,66	4,80	1,80	88,86
RKS 1A/18	94,11	2,20 ¹⁾	91,91 ¹⁾	-					
RKS 1/18	94,11	3,20	90,91	nicht vorhanden			5,20	2,00	88,91
RKS 2/18	93,61	2,50	91,11	4,20	1,70	89,41	5,20	1,00	88,41
RKS 3/18	95,25	3,60 ¹⁾	91,65 ¹⁾	-					
RKS 4A/18	95,17	0,80 ¹⁾	94,37 ¹⁾	-					
RKS 4/18	94,11	3,60	90,51	4,00	0,40	90,11	4,80	0,80	89,31
RKS 5/18	95,26	2,80	92,46	3,80	1,00	91,46	5,20	1,40	90,06

Tabelle 6: Erbohrte Schichtgrenzen und -mächtigkeiten der
Kleinrammbohrungen zu /19/

Auf- schluss	GOK [mNHN]	UK Auffüllung		UK Quartär			UK Verwitterung V5 (Endtiefe)		
		m u. GOK	mNHN	m u. GOK	Dicke [m]	mNHN	m u. GOK	Dicke [m]	mNHN
KRB 1	93,04	0,80	92,24	2,70	1,90	90,34	5,00	2,30	88,04
KRB 2	93,34	1,30	92,04	2,40	1,10	90,94	4,80	3,50	88,54
KRB 3	93,84	2,70	91,14	3,20	0,50	90,64	5,20	2,50	88,64
KRB 4	94,71	2,50	92,21	3,70	1,20	91,01	6,30	3,80	88,41
KRB 5	94,89	0,50 ¹⁾	94,39 ¹⁾	-					
KRB 5A	94,89	2,60	92,29	3,30	0,70	91,59	6,10	2,80	88,79
KRB 6	95,29	2,00	93,29	4,50	2,50	90,79	6,00	1,50	89,29
KRB 7	95,32	1,30 ¹⁾	94,02 ¹⁾	-					
KRB 7A	95,32	2,30	93,02	3,80	1,50	91,52	5,70	1,90	89,62
KRB 8	95,01	1,80	93,21	3,90	2,10	91,11	5,60	1,70	89,41
KRB 9	94,90	1,70 ¹⁾	93,20 ¹⁾	-					
KRB 9A	94,90	2,00	92,90	4,00	2,00	90,90	5,70	1,70	89,20
KRB 10	94,87	3,20	91,67	4,40	1,20	90,47	5,70	1,30	89,17
KRB 11	93,04	2,50	90,54	3,00	0,50	90,04	4,80	1,80	88,24
KRB 12	94,83	2,10	92,73	3,40	1,30	91,43	4,80	1,40	90,03

Tabelle 7: Erbohrte Schichtgrenzen und –mächtigkeiten der Drehkernbohrungen

Auf- schluss	GOK [mNHN]	UK Auffüllung		UK Quartär			UK Verwitterung (V5)		
		m u. GOK	mNHN	m u. GOK	Dicke [m]	mNHN	m u. GOK	Dicke [m]	mNHN
KB 1	95,30	3,00	92,30	3,70	0,70	91,60	6,00	2,30	89,30
KB 2	95,05	2,40	92,65	3,90	1,50	91,15	6,40	2,50	88,65
KB 3	95,30	1,50	93,80	4,00	2,50	91,30	6,00	2,00	89,30
KB 4	93,40	2,00	91,40	3,40	1,40	90,00	6,00	2,60	87,40
KB 5	93,20	1,50	91,70	4,00	2,50	89,20	5,00	1,00	88,20
KB 6	93,30	2,00 ²⁾	91,30	4,00	2,00	89,30	5,00	1,00	88,30

Die Ergebnisse der durchgeführten Laboruntersuchungen werden in den nachfolgenden Tabellen zusammengefasst aufgeführt und sind im Detail der Anlage 3 zu entnehmen.

Aus den gewonnenen Bohrkernen wurden Proben zur Untersuchung der Festigkeit des Aushubbereiches bzw. bautechnisch relevanten Festgesteinsbereiches entnommen. Diese wurden mittels einaxialen Belastungsversuchen sowie indirekt über Punktlastversuche auf ihre Druckfestigkeit untersucht. Zudem wurde zur Ableitung der Abrasivität an drei Proben der Cerchar-Abrasivitäts-Index (CAI) bestimmt. Die untersuchten Proben sind mit Entnahmetiefe sowie den Ergebnissen in den nachfolgenden Tabellen zusammengefasst. Der detaillierte Bericht mit Versuchsdokumentation ist Anlage 3.5 zu entnehmen.

Für die Bestimmung des Umrechnungsfaktors C zur Ableitung der einaxialen Druckfestigkeit aus den Punktlastversuchen wurde das Ergebnis des Druckversuches an der Probe KB 5: 7,4...7,6 m mit dem Ergebnis der Punktlastversuche KB 5: 7,6...7,7 m gegenübergestellt. Es ergab sich ein Umrechnungsfaktor von ca. $C \approx 21$ der für die weitere Ableitung der Druckfestigkeiten (Tabelle 9) verwendet wurde.

²⁾ Im Zuge der Bohrung KB 6 wurde der verfüllte Hohlram mit Auffüllung bis ca. 14,4 m u. GOK angeschnitten (siehe Anlage 2, Kapitel 4.2.5 und 4.10)

Tabelle 8: Ergebnisübersicht zur einaxialen Druckfestigkeit (σ_c), Verformungsmodul (V), Poissonzahl (ν) und Wassergehalt (w_n) (Anlage 3.5)

Bohrung	GOK [mNHN]	Entnahmetiefe				σ_c [MPa]	V [GPa]	ν [-]	w_n [%]
		m u. GOK		mNHN					
		von	bis	von	bis				
KB 1	95,30	9,00	9,30	86,00	86,30	20,0	3,5	0,35	7,16
		14,00	14,30	81,00	81,30	11,7	1,1	0,26	9,66
KB 4	93,40	9,40	9,60	83,70	83,90	15,5	1,9	0,26	9,37
		11,30	11,60	81,80	82,00	12,1	1,1	0,33	9,50
		12,40	12,70	80,70	81,00	33,3	7,2	0,46	8,65
KB 5	93,20	7,40	7,60	85,60	85,80	21,6	2,2	0,26	8,90
		8,30	8,60	84,60	84,90	28,0	6,3	0,33	8,28
		10,20	10,40	82,80	83,00	21,2	3,2	0,26	8,14
		13,30	13,50	79,70	79,90	29,8	7,9	0,22	8,17
		14,70	15,00	78,20	78,50	26,3	7,4	0,14	7,92

Tabelle 9: Ergebnisse der Festigkeitsuntersuchungen mittels Punklastversuch (Anlage 3.5)

Bohrung	Entnahmetiefe [m u. GOK]	korrigierter Punklastindex $i_{s(50)}$ [MPa] (Mittelwert)	abgeschätzte einaxiale Druckfestigkeit σ_u^* [Mpa]
KB 1	13,3...13,5	0,77	16
KB 5	5,6...5,7	0,73	15
	7,6...7,7	1,02	21,6 ³⁾
	9,5...9,6	3,99	84 ⁴⁾

³⁾ Ergebnis des Druckversuchs der Probe KB 5: 7,4-7,6 m

⁴⁾ Ergebnis wird aufgrund der Ergebnisse über- und unterlagernder Proben sowie der Feldansprache im Folgenden nicht berücksichtigt, da dies deutlich über allen Versuchsergebnissen liegt.

Tabelle 10: Ergebnisübersicht der Wassergehaltsbestimmungen
(Anlage 3.5)

Bohrung	GOK [mNHN]	Entnahmetiefe				Wassergehalt bei Anlieferung w _n [%]
		m u. GOK		mNHN		
		von	bis	von	bis	
KB 1	95,3	5,50	5,60	89,70	89,80	15,65
		6,50	6,60	88,70	88,80	16,86
		7,50	7,60	87,70	87,80	14,77
		8,50	8,60	86,70	86,80	13,74
		9,00	9,30	86,00	86,30	8,71
		10,50	10,60	84,70	84,80	10,27
		11,50	11,60	83,70	83,80	9,83
		13,30	13,50	81,80	82,00	10,41
		14,00	14,30	81,00	81,30	11,30
KB 4	93,4	9,50	9,70	83,70	83,90	9,17
		11,40	11,60	81,80	82,00	11,51
		12,40	12,70	80,70	81,00	10,01
KB 5	93,2	5,50	5,60	87,60	87,70	9,18
		5,60	5,70	87,50	87,60	10,43
		6,50	6,60	86,60	86,70	10,35
		7,40	7,60	85,60	85,80	9,77
		7,60	7,70	85,50	85,60	9,41
		8,30	8,60	84,60	84,90	9,33
		9,50	9,60	83,60	83,70	7,82
		10,20	10,40	82,80	83,00	10,24
		13,30	13,50	79,70	79,90	10,13
		14,70	15,00	78,20	78,50	9,85

Tabelle 11: Übersicht der Kornverteilungen (Anlage 3.1)

Probe	GOK [mNHN]	Entnahmetiefe				Korngrößenanteil [M.-%]				Boden- art
		m u. GOK		mNHN		Ton	Schluff	Sand	Kies	
		von	bis	von	bis					
5A/6	94,89	2,6	3,3	91,59	92,29	18,3	46,7	35,0	-	U,t,fs*
6/6	95,29	3,3	4,5	90,79	91,99	15,0	69,9	15,1	-	U,t,fs'
7A/6	95,32	2,3	3,0	92,32	93,02	13,9	81,5	4,7	-	U,t'
9A/4	94,90	3,0	4,0	90,90	91,90	16,2	54,4	29,3	0,1	U,fs,ms',t
11/4	93,04	2,5	3,0	90,04	90,54	12,8	76,1	11,1	-	U,t',fs'

4.2.2 Oberboden und Auffüllung

Das Baufeld ist um das Bestandgebäude "Junge Oper" mit Asphalt-deckschichten im Norden bzw. Pflasterungen im Süden befestigt.

Außerhalb der versiegelten Bereiche wurde zuoberst die Auffüllung in Dicken von ca. 0,15...0,3 m als sandiger, organischer Schluff mit Wurzelanteilen (Oberboden) erbohrt. Dieser Bereich ist zum Zeitpunkt der Erkundung als erdfeuchtes und weiches Material dunkelbrauner Färbung zu beschreiben. Unterhalb folgt eine Auffüllung mit wechselnden Anteilen an Bauschutt (Beton-, Ziegelbruch), Aschen und Schlacken und umgelagertem Boden. Weitere in den Auffüllungen festgestellte Komponenten sind Natursteinschotter, Kohlereste, Splitt und vereinzelt Keramik. Die Auffüllungen lassen sich grob in zwei Ausprägungsformen unterteilen.

Zum einen überwiegend rollige Auffüllungen mit einem Anteil von > 50% mineralischer Fremdstoffe, die sich großteils auf Beton- und Ziegelbruch mit anderem Bauschutt und in kleineren Anteilen auf Schlacken und Aschen zurückführen lassen. Hier überwiegen meist locker bis zum Teil dicht gelagerte, schwach schluffige Sande und Kiese. Es ist anzunehmen, dass auch grober Bauschutt im Korngrößenbereich von Steinen bis Blöcken bereichsweise vorhanden sein kann, auch wenn dieser verfahrensbedingt nicht aufgeschlossen werden konnten.

Zum anderen wurden bindige Auffüllungen erkundet, bei denen umgelagerter Boden den größten Anteil bildet und mineralische Fremdbestandteile < 50% betragen. In kleineren Mengenanteilen sind hier die oben genannten Fremdstoffe ebenfalls vorzufinden. Bodenmechanisch wurde die bindige Auffüllung als ein sandiger, kiesiger bis steiniger Schluff feuchter Ausprägung, der meist eine weiche Konsistenz zeigte, erbohrt.

An den Ansatzpunkten KRB 3...7 sowie 9...9A dominieren die rolligen Auffüllungen. In KRB 1...2, 7A, 8 und 12 wurden hauptsächlich bindige Auffüllungen erkundet. In den KRB 10 und 11 wurden Lagen beider Ausprägungen erkundet, wobei die rolligen Auffüllungen den Bindigen auflagern.

Die erbohrte Schichtunterkante der Auffüllungen variiert stark und schwankt zwischen ca. 0,8...3,6 m u. GOK, was ca. 90,2...93,8 m NHN entspricht.

Im Bereich der Ansatzstelle DPM 11 wurde mit RKS 6/14 (aus /9/) sowie der KB 6 eine deutlich tiefer reichende Auffüllung erkundet, welche entsprechend als Baugrundanomalie bezeichnet wird. Seitens des Unterzeichners wird auf Basis der Schlagzahlen

vermutet, dass es sich hierbei um einen locker mit grobem Bauschutt verfüllten, ehemaligen Hohlraum handelt, da die Auffüllung mehrere Meter in die Bereiche der kreidezeitlichen Ablagerungen eingreift. Mit den Sondierungen DPM 11...16 wurde die Lage der Anomalie bestätigt bzw. untersucht und die Tiefe dort konnte mit ca. 13,4 m u. GOK als Endtiefe der DPM 11 bestimmt werden. In dieser Tiefe, d.h. bei ca. 79,90 mNHN, stieß die Sonde auf einen harten Widerstand, nachdem sie zuvor über etwa 8 m keine nennenswerten Eindringwiderstände zeigt. Gemäß RKS 6/14 aus /9/ ist hier bis mindestens 10 m u. GOK Auffüllung vorhanden. Mit den im direkten Umfeld zur Eingrenzung der Lage abgeteuften Sondierungen zu /9/ (RKS 6A...6E), wie auch der Erkundung zu /19/ (DPM 12...16) konnte die Anomalie nicht nochmals angetroffen werden. Es ist jedoch nicht auszuschließen, da einige der Sondierungen (z.B. DPM 12, DPM 14) an grobem Bauschutt in den Auffüllungen abgebrochen werden mussten, dass der verfüllte Bereich sich dennoch über den Bereich der RKS 6 bzw. DPM 11 hinaus ausdehnt. Mit KB 6 wurden in Tiefen bis ca. 14,4 m u. GOK (ca. 78,9 mNHN) der verfüllte Bereich erbohrt und mittels Kamera-befahrung am 03.06.2024 dokumentiert (siehe Kapitel 4.10, Anlage 6). Auch kann das Vorhandensein von z.B. Altfundamenten (Bohrhindernis) oder locker mit ggf. grobem Bauschutt verfüllten Untergeschossen hier wie auch auf weiteren Teilen des Baufeldes nicht ausgeschlossen werden.

4.2.3 Quartäre Ablagerungen

Unter der Auffüllung wurde ein feinsandiger, überwiegend weich- bis vereinzelt steifkonsistenter Schluff mit Schichtdicken von ca. 1,0...2,2 m erbohrt. Die Färbung ist als hellbraun/ockerbraun zu beschreiben. Es handelt sich hierbei um Löss bzw. Lösslehm. An der Basis ist dieser bereichsweise mit Verwitterungsmaterial der Kreide vermengt, was an vereinzelt, mürben Mergelsteinstücken und einer etwas gräulichen Färbung bzw. einem leichten Glaukonit-anteil zu erkennen ist (siehe bspw. KRB 9A/4). Die Unterkante dieser nicht vorbelasteten und somit lastempfindlichen (setzungs-erzeugenden) Ablagerungen wurden zwischen ca. 2,4...4,4 m u. GOK (ca. 89,20...91,60 mNHN) erbohrt.

4.2.4 Verwitterungshorizont der Gesteine der Kreide

In Abhängigkeit der Genese der kreidezeitlichen Gesteine können die Verwitterungsprodukte lokal unterschiedlich ausgeprägt sein. In

den durchgeführten Sondierungen und Bohrungen wurde ein bodenähnlich verwitterter Mergelstein braungrauer Färbung erbohrt. Dieser ist in der Kornverteilung als feinsandiger Schluff mit teils kiesigen, sehr mürben Mergelsteinanteilen zu beschreiben. Dieser ist in der erbohrten Konsistenz oberflächlich im Bereich der KRB 2...4 als weich bis steif, bei den weiteren Sondierungen als mindestens steif und mit zunehmender Tiefe als halbfest bis fest zu beschreiben. Im Übergangsbereich der als steif bis fest zu beschreibenden Verwitterungshorizonte des Mergelsteins zu den anstehenden Festgesteinen mussten sämtliche Sondierungen verfahrensbedingt beendet werden.

4.2.5 Gesteine der Kreide

Die gesteinsfesten Ablagerungen des kreidezeitlichen Deckgebirges wurden verfahrensbedingt nur mit den Kernbohrungen KB 1...6 erbohrt. Im Baufeldbereich sind diese gemäß /23/ den glaukonitführenden Mergelkalksteinen bzw. Kalksandsteinen des Ober- bis Mittelturon zuzuordnen. Die Schichtgrenzen (Trennflächen) fallen erfahrungsgemäß mit 2...5° nach Norden ein und sind in ihrer Festigkeit gemäß Feldansprache sowie den Ergebnissen der Druckversuche als mäßig mürb bis mäßig hart zu beschreiben. Die entsprechend des Schichteinfallens bzw. senkrecht zum Schichteinfallen (annähernd senkrecht) ausgebildeten Trennflächen sind erfahrungsgemäß im Innenstadtbereich von Dortmund mit Abständen im Dezimeterbereich (eng- bis mittelständig) ausgebildet. Erfahrungsgemäß ergeben sich dabei tafelförmige bis prismatische Gesteinskörperformen. Bei Aushubarbeiten in diesen Schichten ist demnach mit einem gefügebedingtem Mehrausbruch im Dezimeterbereich zu rechnen.

In den Drehkernbohrungen zeigten sich hier i. W. eng- bis mittelständige Trennfläche, welche z.T. bis etwa 12 m u. GOK eisen-schüssige Verfärbungen der Trennflächen aufwiesen, was auf das – zumindest zeitweise – Vorhandensein von Grundwässern schließen lässt. Der Mergelstein wies in den gewonnenen Bohrkernen keine Lösungs- bzw. Verkarstungsindizien auf, wobei die Raumausfüllung als dicht und die Kornbindung als überwiegend gut zu beschreiben ist. Lediglich in Bohrung KB 4 (7,0...7,3 m) sowie Bohrung KB 6 (7,1...7,6 m) wurden mit Calzit verfüllte Trennflächen mit Öffnungsweiten von etwa 3...5 mm erbohrt.

Im Zuge der Bohrausführung wurde Spülwasserverlust in KB 1 (ab 6 m: ca. 50 %), in KB 2 (ab 12,6 m: ca. 40 %, ab 14 m: ca. 60...70 %), in KB 3 (ab 8 m: ca. 20 %), in KB 4 (ab 5 m: ca. 30 %,

ab 12 m: 100 %), in KB 5 (ab 14 m: ca. 60 %) und in KB 6 (8,5...12,4 m: 100 %) festgestellt werden. Andere Bereiche zeigten keinen Spülwasserverlust oder Grundwasserzutritt.

Die untersuchten Wassergehalte der Felsbereiche (Anlage 3.5) wurden den in /35/, Tabelle 5.18, zur Einstufung empfohlenen Grenzen des Leitparameters Wassergehalt gegenübergestellt. Abbildung 6 zeigt den Tiefenverlauf der Wassergehalte sowie die nach /35/ zu berücksichtigenden Grenzen der Wassergehalte bei Anlieferung zur Einstufung des Verwitterungsgrades.

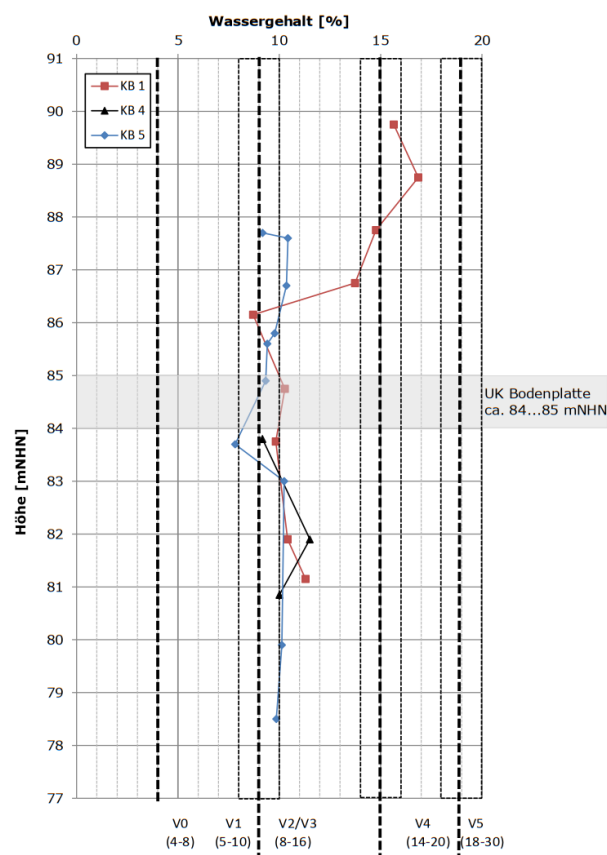


Abbildung 6: Auftrag der Wassergehalte der Kreidegesteine gegen die Tiefe mit ergänzten Verwitterungsstufen nach /35/ (Tabelle 5.18)

Abbildung 6 zeigt eine recht gleichmäßige Entwicklung der Wassergehalte in den untersuchten Bohrungen ab etwa 86 mNHN mit zunehmender Tiefe, was den relativ geringen Änderungen der Festigkeit gemäß Feldansprache sowie den Ergebnissen der einaxialen Druckversuche entspricht. Die Untersuchungen der einaxialen Druckfestigkeiten zeigen im Bereich der in den Drehkernbohrungen

erkundeten Abfolge Druckfestigkeiten zwischen ca. 11...33 MPa (Anlage 3.5). Für die Ableitung von Kennwerten zur Gründungs-bemessung werden primär die Ergebnisse der Druckversuche als Leitparameter verwendet und die Ergebnisse der Wassergehalte sowie der Feldansprache zur Bereichsabgrenzung herangezogen.

Die Bestimmung des Cerchar-Abrasivitäts-Index ergab Werte von 0,4...0,5, weshalb die Abrasivität des Gesteins als "extrem niedrig" bis "sehr niedrig" einzustufen ist (Anlage 3.5).

Die Abfolge der kreidezeitlichen Ablagerungen waren geruchlich unauffällig.

4.3 Hydrologie und Grundwasser

4.3.1 Vorbemerkung

Im Innenstadtbereich von Dortmund sind die quartären Ablagerungen nicht als Porengrundwasserleiter ausgebildet (/24/). Grundwasser ist erfahrungsgemäß in den Abfolgen des kreidezeitlichen Deckgebirges (Kluftgrundwasserleiter) zu erwarten und mit wasserführenden Klüften durchzogen. Beim Anschneiden einer Kluft kann dies u.U. zu teils auch starken Wasserzuflüssen führen.

Nach /42/ ist im Projektbereich ein Flurabstand des Grundwassers aus dem Jahr 1988 von ca. 10...20 m u. GOK bzw. im Bereich der Höhenkoten bei ca. 65...70 mNN abzuleiten. Als mittlerer Grundwasserstand der Jahre 2006...2015 ist /42/ eine Höhe zwischen 84...85 mNHN (Abbildung 6) zu entnehmen, wobei aufgrund der

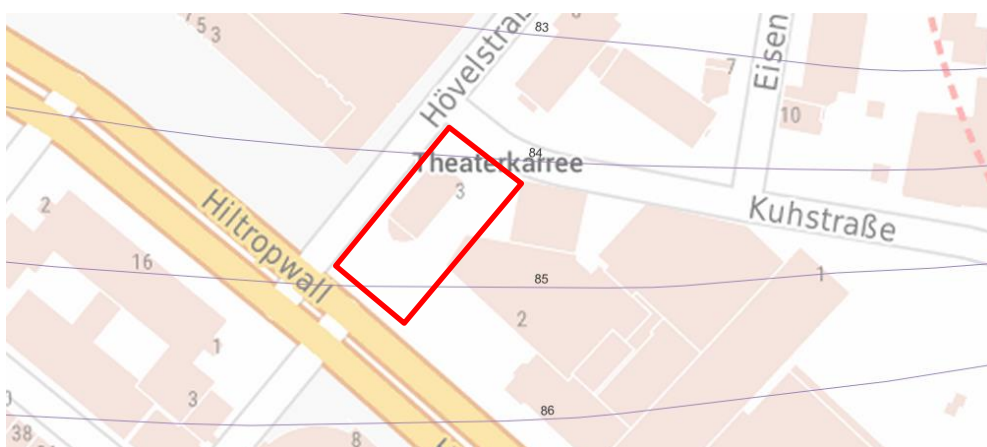


Abbildung 7: Ausschnitt der Grundwassergleichen aus /42/ mit Eintragung des Projektbereiches (rot)

Kartendarstellung die Höhenlage als relativ ungenau einzustufen ist.

4.3.2 Trinkwasserschutzgebiete

Im Bereich des Projektareals sind nach /39/ keine Trinkwasserschutzgebiete verzeichnet.

4.3.3 Hochwassergefährdung

Das Projektgebiet liegt nach /39/ nicht in einem durch Hochwasserereignisse gefährdeten Bereich.

4.3.4 Grundwasserstände während der Erkundung

Grundwasser wurde weder in bisher am Standort ausgeführten Sondierungen (KRB) erbohrt. Ein geschlossener Grundwasserspiegel ist nach /42/ erst in den Gesteinen der Kreide zu erwarten. Im Zuge der vertieften Erkundung wurden die Bohrungen an den Ansatzpunkten 3 und 4 zu Grundwassermessstellen ausgebaut. Hier wurden die Filterstrecken etwa ab dem Niveau der Baugrubensohle hergestellt (Anlage 2.5).

Eine Übersicht der in den Grundwassermessstellen gemessenen Wasserstände ist Tabelle 12 zu entnehmen.

Tabelle 12: Grundwasserstandsmessungen

Datum	GWM 3 POK: 95,20 mNHN		GWM 4 POK: 93,25 mNHN	
	[m u. POK]	[mNHN]	[m u. POK]	[mNHN]
31.05.2024	-		13,50	79,75
16.07.2024	13,55	81,65	13,67	79,58

Es ist jahreszeitabhängig an Schichtgrenzen mit dem Auftreten von Sicker- bzw. Schichtwasserhorizonten zu rechnen.

4.3.5 Bemessungsgrundwasserstand

Aufgrund der voran erläuterten Daten zu lokalen Grundwasserständen und den Ergebnissen der Felderkundungen wird der Ansatz eines bauzeitigen Bemessungsgrundwasserstandes mit 85 mNHN

empfohlen. Zur Bemessung des Gebäudes wird unter Berücksichtigung eines Sicherheitsaufschlages von 1 m der Ansatz eine Bemessungsgrundwasserstandes von 86 mNHN empfohlen.

Zur Festlegung des Feuchtigkeitsschutzes nach DIN 18533 ist aufgrund der geringen Durchlässigkeit der anstehenden Schichten sowie in Abhängigkeit der Planung ein abweichender Bemessungsgrundwasserstand in der weiteren Planung zu definieren (Kapitel 9.2).

4.4 Versickerungsfähigkeit des Untergrundes

Nach /29/ sollten Versickerungsanlagen stets im unbelasteten und gewachsenen Boden, d.h. außerhalb von gestörten Bodenbereichen wie sie sich z.B. durch die Auffüllung von Baugruben für Gebäude oder Ver- und Entsorgungsleitungen ergeben, angeordnet werden.

Ein Abstand zu Gebäuden von mehr als 6 m ist i.d.R. gemäß /29/ für dezentrale Versickerungsanlagen ohne weiteren Nachweis ausreichend. Wird dieses Maß unterschritten, ist nachzuweisen, dass insbesondere bei unterkellerten Gebäuden der Abstand der Versickerungsanlage von der Außenkante des Fundaments das 1,5-fache der Baugrubentiefe beträgt. Bei nicht unterkellerten Gebäuden ist die Tiefe des Fundaments anstelle der Baugrubentiefe zur Ermittlung des Abstandes heranzuziehen. Der Abstand zu Grundstücksgrenzen ist so zu wählen, dass eine Beeinträchtigung der Nachbargrundstücke auszuschließen ist (/29/). Weiterhin ist ein Abstand zum mittleren, höchsten Grundwasserstand von mindestens 1,0 m einzuhalten. Für Versickerungsanlagen kommen Böden mit einem Durchlässigkeitsbeiwert in einem Bereich von $1 \cdot 10^{-3} \dots 1 \cdot 10^{-6}$ m/s in Betracht. Details sind /29/ zu entnehmen.

Aufgrund der vorgesehenen, flächigen Bebauung des Grundstückes mit direkt anschließender Bebauung bzw. öffentlichen Verkehrswegen kann keine Versickerungsanlage ausgeführt werden. Die zum Teil sehr tief reichenden, anthropogenen Auffüllungen, bindigen, quartären Ablagerung sowie der bindige Verwitterungshorizont der Kreidegesteine sowie die Formationen des Deckgebirges sind ebenso als negative Randbedingungen für eine Versickerungsanlage zu definieren. Die gewachsenen, bindigen Ablagerungen sind erfahrungsgemäß im Dortmunder Innenstadtbereich im Sinne von /29/ nicht ausreichend durchlässig. Eine Versickerung von Niederschlagswasser auf dem Baufeld ist daher nicht möglich.

4.5 Bergbau

Unterlagen zu Auswirkungen aus dem Tiefenbergbau liegen mit /15/ bzw. /16/ vor. Demnach liegt das Baufeld auf dem auf Steinkohle verliehenen Bergwerksfeld "Trennstück ver. Westphalia", dessen Rechtsnachfolgerin der Eigentümerin die E.ON SE, Essen, ist. Nach Auskunft der Eigentümerin führt der ehemalige Bergbau, soweit durch die E.ON SE zu vertreten, nicht zur Erfordernis etwaiger Sicherungsmaßnahmen für das Bauvorhaben.

4.6 Methangas

Während der Inkohlung organischen Materials im Karbon entstanden Nebenprodukte, die in Form von Gasen i.W. aus Methan (CH_4) und Kohlendioxid (CO_2) bestehen. Diese zunächst in den Poren und Klüften der Kohle bzw. der Nebengesteine gebundenen Gase migrieren durch Kluftsysteme durch das Deckgebirge in Richtung der Erdoberfläche. Da Methan, insbesondere bei erhöhten Konzentrationen, hochentzündlich ist, sind Ansammlungen unter bzw. in Bauwerken bautechnisch zu verhindern. Im Raum Dortmund sind die Gefahrenzonen nach Austrittswahrscheinlichkeiten in Karten (/25/) dargestellt und Maßnahmen zur bautechnischen Umsetzung einer Gasdrainage im "Handbuch Methangas" (/26/) beschrieben. Gemäß /25/ liegt das Gebiet im Randbereich der Zone 2 ("Austritte hinreichend wahrscheinlich") und angrenzend zur Zone 3 ("Austritte sehr wahrscheinlich"). Ein ergänzter Auszug aus /25/ mit Eintragung des Projektgebietes ist in Abbildung 8 dargestellt.

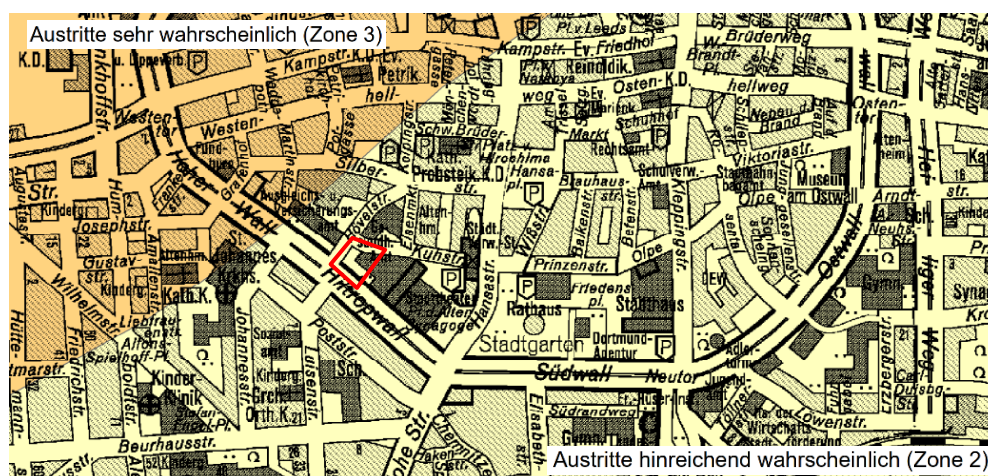


Abbildung 8: Ergänzter Ausschnitt aus /25/ mit Eintragung des Projektbereiches (rot)

Den Antragstellern von konkreten Bauvorhaben wird die Installation einer Gasflächendränge unter Gebäuden im Bereich der Zone 2 nach /27/ empfohlen. Für Bauvorhaben im Bereich der Zone 3 muss eine Flächendränge fester Bestandteil der Ausführungsplanung sein, welche dann als Auflage in der Baugenehmigung gefordert wird.

Für Neubauvorhaben sind Regelzeichnungen für eine entsprechende Sicherung in Abhängigkeit der externen Randbedingungen (Grundwasser, Gründungsform, Feuchtigkeitsschutz etc.) /26/ zu entnehmen und können so bei der Planung des Gebäudes und der Gründung (Bewehrung) berücksichtigt werden. Die Unterlagen /25/.../27/ sind kostenfrei über das Internetportal des Umweltamtes der Stadt Dortmund verfügbar.

4.7 Radon

Das Edelgas Radon ist ein natürliches Zerfallsprodukt der Uran-Radium-Reihe und kommt weltweit vor. Das farb-, geruchs- und geschmackslose Gas bindet sich nicht und kann durch Spalten aus der Erde in die Atemluft migrieren. Dabei weist das Radon-222 Isotop die längste Halbwertszeit von vier Tagen auf. Bei Zerfall der Isotope können weitere, radioaktive Zerfallsprodukte entstehen, welche u.a. durch Alphastrahlung die Lunge schädigen und die Entstehung von Krebs begünstigen können. Nach /44/ sind durch und für die Bundesländer bis Ende 2020 gebietsspezifische Radonkonzentrationen zu ermitteln gewesen. In Abhängigkeit der Konzentration gelten unterschiedliche Regelungen zur Sicherung gegen Eintritt des Radongases in die Gebäude, welche in Abhängigkeit des Gebäudetyps geregelt werden. In Nordrhein-Westfalen ist gemäß /45/ keine Gemeinde als Radonvorsorgegebiet ausgewiesen, sodass eine Sicherung von Gebäuden nicht notwendig ist.

4.8 Erdbebengefährdung

Gemäß DIN 4149 liegt das Gebiet außerhalb einer definierten Erdbebenzone. Die Standsicherheit des Gebäudes ist damit nicht für den Lastfall Erdbeben nachzuweisen.

4.9 Kampfmittel

Im Zuge der Grundlagenermittlung wurde eine Anfrage zu möglichen Belastungen des Untersuchungsgebietes im Hinblick auf Kampfmittel gestellt. Nach /14/ ergab die Luftbilddauswertung, dass es sich bei dem Projektgrundstück um ein Bombenabwurfgebiet handelt. Blindgängerverdachtspunkte sind nach /14/ auf dem Bau-
feld nicht vorhanden.

Für Untergrunderkundungen bzw. Spezialtiefbauarbeiten ist die Anwendung der Anlage 1 der Technischen Verwaltungsvorschrift für die Kampfmittelbeseitigung im Land Nordrhein-Westfalen (06/2005) erforderlich. Entsprechend sind z.B. für die Vorbereitung eines Baugrubenverbaus Sondierungen zur Kampfmittelerkundungen auszuführen.

Ein Absuchen der zu bebauenden Flächen und Baugruben im Bereich der Bombardierung (hier flächig) ist erforderlich. Hier wird empfohlen, im Zuge der Planung mit dem Ordnungsamt der Stadt ein mögliches Vorgehen abzustimmen, denn innerhalb der Baugrube wird eine flächenhafte Sondierung nach ferromagnetischen Störkörpern aufgrund eines herzustellenden Baugrubenverbaus sowie der angrenzenden Bebauung nicht zu auswertbaren Messergebnissen führen können. Eine Begleitung der Erdarbeiten bis unter das Gefährdungsband (hier Felsoberkante) durch eine befähigte Person sollte mit der Behörde abgestimmt werden.

4.10 Baugrundanomalie

Im Zuge der Erkundungen zu /8/ bzw. /9/ und /19/ wurden im zentralen Baufeldbereich lokal tiefreichende Auffüllungen erkundet, welche deutlich von den umgebenden Erkundungsergebnissen abweichen. So wurde in /9/ mit RKS 6/14 ein tiefreichender Auffüllungsbereich mit sehr locker gelagertem Material erkundet, welchen es mit weiteren Sondierungen (RKS 6A/14...6E/14) einzugrenzen galt, was teilweise gelang. In den Erkundungen zu /19/ wurden hierfür nochmals in einem kleinräumigen Raster (siehe Anlage 1) mittelschwere Rammsondierungen (DPM) durchgeführt. Hier konnte eine Eingrenzung insofern erreicht werden, als dass lediglich die DPM 11 bis in eine Tiefe von ca. 13,4 m geführt werden konnte, so dass die Endtiefe der DPM bei einer Höhe von 79,89 mNNH zu verzeichnen ist. Umliegende Sondierungen zeigten keinen, vergleichbar tiefreichenden Auffüllungsbereich, wobei

insbesondere bei DPM 12 und DPM 14 nicht eindeutig auszuschließen ist, dass die Auffüllungsunterkante bis zur Endtiefe durchteuft wurde.

Zur Klärung dieser außergewöhnlich tief reichenden anthropogenen Auffüllungen liegen aktuell keine direkten Indizien aus Kartenwerken oder Bauplänen vor. So ist es aufgrund der kleinräumig scheinenden Auffälligkeit durchaus möglich, dass ggf. ein ehemaliger und mit Bauschutt verfüllter Brunnen erbohrt wurde.

Um einen Hohlraum unterhalb der Endtiefe der DPM 11 zu erkunden bzw. auszuschließen, wurde die Drehkernbohrung KB 6 ebenfalls in diesem Bereich abgeteuft. Im Zuge der Bohrung konnte bereits ab etwa 8...9 m u. GOK ein Spülverlust festgestellt werden. Die Bohrung wurde bis 12,5 m fortgeführt, bis das Gestänge nahezu ohne Widerstand um etwa 0,5...1,0 m nachsackte. Im Anschluss wurde bis ca. 14,4 m Tiefe erneut Auffüllungsmaterial erbohrt, welches von kompetentem Mergelstein der Kreide bis zur Endtiefe der Bohrung unterlagert ist.

Nach Fertigstellung der Bohrung und Teilrückbau der Verrohrung sowie Förderung des in der Bohrung stehenden Spülwassers wurde am 03.06.2024 eine Kamerabefahrung der Bohrstrecke durchgeführt. Es zeigte sich, dass der mit Bauschutt verfüllte Bereich bereits ab ca. 9 m u. GOK randlich angeschnitten wurde, was aus den Bohrkernen jedoch nicht ersichtlich war. Nachfolgende Abbildungen 8...10 zeigen exemplarisch Ausschnitte der Kamerabefahrung. Im Verlauf der Bohrstrecke ist zu erkennen, dass zunächst kleine randliche Ausbrüche der Bohrlochwandung auftreten (9,2...10,5 m, Abbildung 9) und mit zunehmender Tiefe der Überschnitt der Bohrung in den verfüllten Bereich zunimmt. Die erbohrte Auffüllung des verfüllten Bereichs besteht aus bindigen Böden, Bauschutt, Glasbruch sowie Textilresten (Leder). Inwiefern die Verfüllung des Hohlraums auch andere Materialien bzw. Materialmischungen aufweist kann nicht beurteilt werden. Aufgrund des nachfließenden Spülwassers ist eine seitliche Auswaschung des Lockermaterials im Anschluss an die Bohrstrecke (Abbildung 10, Abbildung 11) zu erkennen.



Abbildung 9: Kamerabefahrung KB 6, Tiefe: ca. 8,7 m, Erstan-schnitt Anomalie (roter Pfeil) bei ca. 9,2 m



Abbildung 10: Kamerabefahrung KB 6, Tiefe: ca. 11 m u. GOK



Abbildung 11: Kamerabefahrung KB 6, Tiefe: ca. 12,5 m u. GOK

4.11 Luftschutzanlage Dortmund

Da bekannt ist, dass im Innenstadtbereich Dortmunds in vergleichbarer Tiefe im Zuge des zweiten Weltkrieges ein weitreichender Luftschutzstollen hergestellt wurde. Es ist daher nicht auszuschließen, dass es sich bei der beschriebenen Anomalie ggf. um Relikte dieses bzw. der Bauphase zu diesem Luftschutzstollen handeln könnte. Es wurde daher über das Vermessungs- und Katasteramt der Stadt Dortmund eine Anfrage zu Plänen der Stollenanlage gestellt. Mit /18/ wurden dem Unterzeichner Planausschnitte digital zur Verfügung gestellt, welche die fertiggestellten sowie die geplanten Stollenbereiche abbilden. Ein Ausschnitt ist Abbildung 12 zu entnehmen.

Da das damalige Straßennetz lokal abweichend zur heutigen Straßenführung im Projektbereich war, ist eine genaue, lokale Darstellung nicht eindeutig möglich. Es ist jedoch ersichtlich, dass im Bereich des Hiltropwall eine Weiterführung des Luftschutzstollens auf der nördlichen Straßenseite vorgesehen war, um Zugänge von der Reichsbank ("Hiltropwall 1"), der Oberpostdirektion ("Hiltropwall 2") sowie dem Grafenhof ("Hiltropwall 4") zu

ermöglichen. Ebenso war ein Zugang zum Gebäude am "Hiltropwall 3" vorgesehen, welche in den nach Norden geplanten Stollen in Richtung der Straße "Eisenmarkt" abgehen sollte. Dieser Verlauf läge heute unterhalb des in den 1960er Jahren errichteten Theatergebäudes.



Abbildung 12: Auszug des Lageplans zum Luftschutzstollen mit Darstellung fertiggestellter Bereiche (blau) und geplanter Bereiche (rot) aus /18/ mit grober Eintragung des Projektareals (gelb)

Ebenfalls mit /18/ zugesandt, zeigt Abbildung 13 ein Ergebnis des Ausbauendes im Bereich der ehemaligen Thier Brauerei (heute Thier-Galerie). Demnach ist eine Firstunterkante bei ca. 78,9 mNHN in diesem Bereich vorhanden, was in der Höhenlage der Unterseite der erbohrten Anomalie entspricht.

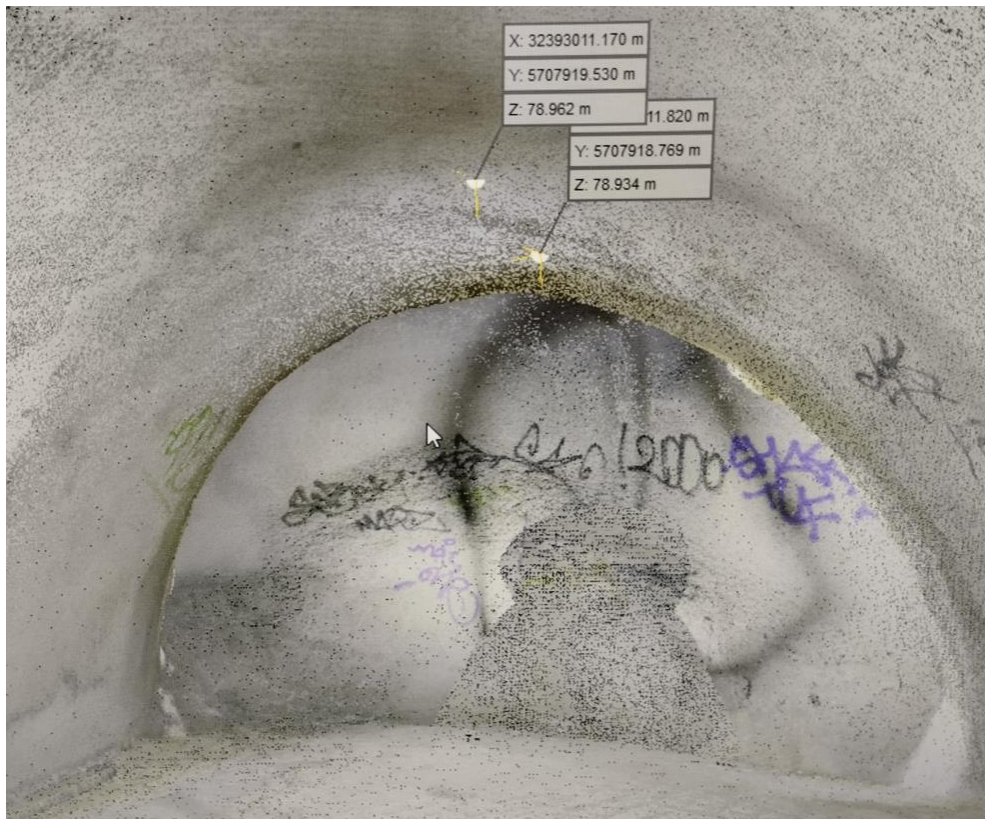


Abbildung 13: Ausschnitt des Stollenaufmaß nach /18/ am Stollen-
ende nordwestlich des Theaterbereichs

5 Klassifizierung und Bodenkennwerte

Die in Tabelle 13 dokumentierte Einteilung nach Bodengruppen (DIN 18196), Bodenklassen für VOB-Erdarbeiten nach DIN 18300 (September 2012) sowie DIN 18301 (September 2012) und Frostempfindlichkeit (ZTVE StB 94) ergibt sich aus den vorliegenden Untersuchungen.

Für die Festlegung der charakteristischen Bodenkenngrößen werden ausgehend von der Bodengruppen-Einstufung nach DIN 18196, d. h. von der

"Zusammenfassung der Bodenarten in Gruppen mit annähernd gleichem stofflichen Aufbau und ähnlichen bodenphysikalischen Eigenschaften"

die vorliegenden Felduntersuchungen sowie die vorhandene Versuchserfahrung im Sinne der DIN 1055, Teil 2 (Lastannahmen für Bauten, Bodenkenngrößen) berücksichtigt.

Tabelle 13: Klassifizierung und Kennwerte den Bodenschichten

Schichteinheit	Schicht DIN 4022/23	Einstufung nach				charakteristische Bodenkennwerte	
		Bodengruppen DIN 18196	Bodenklassen DIN 18300	Bodenklassen DIN 18301	Frostemp- findlichkeit nach ZTVE		
1	Mutterboden / Oberboden Schluff/Sand, ±sandig, ±organisch	OU	1 (2)	BN2/ BB2/ BB3/ (BO1)	F3	$\gamma_k = 15...19$ $\gamma_k' = 4...10$ $c_k' = 0...2$ $\varphi_k' = 15...22,5$	kN/m^3 kN/m^3 kN/m^2 °
2 A	Auffüllung Kiese / Sande, ±steinig, ±schluffig locker bis dicht ⁵⁾	(GE/ GI/ GW/ GU/ SE/ SI/ SW/ SU)	5/3 (2)	BN1/ (BS1 – BS3/ BB2)	F2/F1	$\gamma_k = 16...20$ $\gamma_k' = 8...11$ $c_k' = 0$ $\varphi_k' = 30...35$	kN/m^3 kN/m^3 kN/m^2 °
2 B	Auffüllung Schluff, ±sandig, ±kiesig/steinig weich bis steif	(UL/ UM, SU*/ GU*)	4/2	BB2/ (BO1)	F3	$\gamma_k = 17...19$ $\gamma_k' = 8...11$ $c_k' = 0...5$ $\varphi_k' = 22,5...27,5$	kN/m^3 kN/m^3 kN/m^2 °

⁵⁾ Oberer Wert für dichte Lagerung

Tabelle 13 (Fortsetzung): Klassifizierung und Kennwerte den Bodenschichten

Schichteinheit	Schicht DIN 4022/23	Einstufung nach				charakteristische Bodenkennwerte	
		Bodengruppen DIN 18196	Bodenklassen DIN 18300	Bodenklassen DIN 18301	Frostemp- findlichkeit nach ZTVE		
3	Quartär Schluff, ±sandig, ±tonig weich bis steif ⁶⁾	UL, UM	4 (2 ⁷⁾)	BB2/ (BB1/ BB3)	F3	γ_k = 18...20 kN/m ³ γ_k' = 9...11 kN/m ³ c_k' = 2...5 kN/m ² ϕ_k' = 25...27,5 ° $E_{S,k}'$ = 5...10 MN/ m ²	
4A	Kreide, plastisch verwittert (V5) Schluff / Sand, ±steinig, ±tonig steif bis halbfest	TL, TM, TA	4/5 (2 ⁷)/6)	BB2/ BB3/ BB4/ BN2	F3	γ_k = 19...20 kN/m ³ γ_k' = 9...10 kN/m ³ c_k' = 2...8 kN/m ² ϕ_k' = 17,5...22,5 ° $E_{S,k}'$ = 5...10 MN/ m ²	
4B	Kreide, plastisch verwittert (V5) Schluff / Sand, ±steinig, ±tonig halbfest bis fest ⁸⁾	TL, TM, TA	4/5 (2 ⁷)/6)	BB2/ BB3/ BB4/ BN2	F3	γ_k = 20...22 kN/m ³ γ_k' = 10...12 kN/m ³ c_k' = 5...20 kN/m ² ϕ_k' = 20...25 ° $E_{S,k}'$ = 10...20 MN/ m ²	
4C	Kreidegesteine (V3-V2) Mergelstein/Sand mergelstein mäßig mürb bis mäßig hart	-	7	FV1 – FV3/ FD1 – FD2	F3	γ_k = 22...24 kN//m ³ γ_k' = 12...14 kN/m ³ c_k' = 50...60 ⁹⁾ kN/m ² ϕ_k' = 20 ¹⁰⁾ ° $E_{S,k}'$ = 500...1.000 ¹¹⁾ MN/ m ²	

In Anlage 5 ist eine Einteilung der erkundeten Lockergesteine (Schichten 1 bis 4C) in Homogenbereiche mit der Angabe weiterer Kennwerte vorgenommen worden.

⁶⁾ oberer Wert für steife Konsistenz

⁷⁾ bei Wasserzutritt und/oder dynamischer Beanspruchung kann eine Zustands-
änderung bis zur Verflüssigung eintreten (thixotrop)

⁸⁾ bei bindiger Ausprägung und mindestens halbfester Konsistenz

⁹⁾ im ungeklüfteten Mergel, quer zu Schicht- und Klüftflächen

¹⁰⁾ in Trennflächen

¹¹⁾ Angabe als Steifemodul für das Gebirge

6 Chemische Baugrundeigenschaften

6.1 Vorliegende Informationen zu Bodenbelastungen

Im Zuge von Erkundungen zu /7/ wurden chemische Analysen von Asphaltproben im Bereich der damals als PKW-Stellplatz genutzten Neubaufäche des heute bestehenden Gebäudes durchgeführt. Es wurden Gehalte von polycyclischen aromatischen Kohlenwasserstoffen (PAK) von ca. 94,1 mg/kg (inkl. 6,3 mg/kg Benzo(a)pyren) gemessen. Da das Gelände aktuell im Neubaubereich nur im Einfahrtsbereich mit LKW-Hebebühne asphaltiert befestigt ist, ist anzunehmen, dass die damals analysierten Asphaltdeckschichten im Zuge des Neubaus aufgenommen und entsorgt wurden. Das in den oberflächennah anstehenden Auffüllungen auch Bruchstücke der ehemaligen Asphaltbereiche vorhanden sind, ist nicht auszuschließen.

Ebenso wurde in /7/ eine Mischprobe der bauschutthaltigen Auffüllung (Trümmerschutt) zusammengestellt und chemisch untersucht. Aufgrund des PAK-Gehaltes von 154 mg/kg wurde der Zuordnungswert Z2 der LAGA Bauschutt überschritten.

6.2 Chemische Feststoffanalytik gemäß LAGA

Zur Beurteilung von möglichen Bodenbelastungen und zu einer ersten orientierenden abfalltechnischen Einstufung wurden zu /19/ insgesamt sieben boden- und lagespezifische Mischproben der Auffüllungen sowie der quartären Ablagerungen gebildet und gemäß den Parametern der LAGA Boden /30/ analysiert.

Die LAGA Boden (2004) legt Regeln u. a. aus Sicht des Grundwasserschutzes für die schadlose Verwertung / Einbau von mineralischen Abfällen fest. In Abhängigkeit von den festgestellten Schadstoffgehalten wird der zu verwertende Boden Einbauklassen zugeordnet. Die Zuordnungswerte Z0 bis Z2 stellen die Obergrenze der jeweiligen Einbauklasse dar.

- **Z0:** Uneingeschränkter Einbau - Verwertung von Bodenmaterial in bodenähnlichen Anwendungen (Einbauklasse 0)
- **Z1:** Eingeschränkter offener Einbau (Einbauklasse 1) in technischen Bauwerken. Im Eluat gelten grundsätzlich die Z1.1-Werte, in hydrologisch günstigen Gebieten kann Bodenmaterial mit Eluatkonzentrationen bis zu den Zuordnungswerten Z1.2 eingebaut werden.

- **Z2:** Eingeschränkter Einbau mit definierten technischen Sicherungsmaßnahmen (Einbauklasse 2). Obergrenze für den Einbau von Bodenmaterial in technische Bauwerke mit definierten technischen Sicherungsmaßnahmen. Dadurch soll der Transport von Inhaltsstoffen in den Untergrund und das Grundwasser verhindert werden.

Werden die Zuordnungswerte für die Einbauklasse Z2 überschritten oder ggf. bei geruchlichen Auffälligkeiten des Bodenmaterials, ist i.d.R. eine Deklarationsanalytik gemäß der Verordnung über Deponien und Langzeitlager (Deponieverordnung – DepV) zur Klärung des Entsorgungsweges erforderlich. Tabelle 14 zeigt die zur Mischprobenbildung verwendeten Einzelproben und Tabelle 15 die zugehörigen LAGA-Einstufungen mit einstufigsrelevanten Parametern der analysierten Mischproben aus /19/. Details können der beigefügten Analytik (Laborbefunde und LAGA-Tabellen) in Anlage 3.2 und Anlage 3.4 entnommen werden.

Tabelle 14: Mischprobenzusammensetzung

Mischprobe	Material	Einzelproben	Tiefe [m u. GOK]
MP 1	Auffüllung, bindig: Ziegel, Bauschutt, vereinzelt Schlacke	2/3...2/4 11/2...11/3	0,30...1,30 0,40...2,50
MP 2	Auffüllung, rollig: viel Ziegelbruch / Bauschutt, vereinzelt Schlacke	3/2...3/4 4/3...4/4 5/2 5A/3...5A/4	0,30...2,70 0,50...2,50 0,30...0,50 0,50...2,30
MP 3	Auffüllung, rollig: viel Ziegelbruch, Beton	6/3...6/4 7/2...7/3	0,60...2,00 0,30...1,30
MP 4	Auffüllung, bindig: Ziegelbruch / Bauschutt, Schlacke, Organik	7A/2...7A/5 8/2...8/3	0,30...2,30 0,45...1,80
MP 5	Auffüllung, rollig: viel Ziegelbruch / Bauschutt, Schlacke	9/1...9/2 9A/1...9A/2 10/1...10/3	0,20...1,70 0,20...2,00 0,20...2,30
MP 6	Gewachsener Boden: Schluff (Quartär)	2/5 4/5 6/5 8/4	1,30...1,80 2,50...3,20 2,00...3,30 1,80...2,80
MP 7	Verwitterungshorizont Mergelstein, schluffig	3/6 5A/7 7A/8 9A/5 11/5	3,20...4,00 3,30...4,40 3,80...4,80 4,00...4,50 3,00...4,00

Tabelle 15: Übersicht der Einstufungsergebnisse mit maßgebenden Parametern in Feststoff (FS) und Eluat (EL)

Mischprobe	einstufungsrelevante Parameter	Einstufung gemäß LAGA-Boden (2004)
MP 1	Blei (FS): 12.900 mg/kg Kupfer (FS): 586 mg/kg	>Z2
MP 2	TOC (FS): 1,78 Masse-% PAK ₁₆ (FS): 4,03 mg/kg	Z2
MP 3	PAK ₁₆ (FS): 9,39 mg/kg	Z2
MP 4	Blei (FS): 4.520 mg/kg Blei (EL): 367 µg/l Kupfer (EL): 169 µg/l	>Z2
MP 5	TOC (FS): 1,89 Masse-% Blei (FS): 275 mg/kg Zink (FS): 655 mg/kg Benzo(a)pyren (FS): 0,92 mg/kg PAK ₁₆ (FS): 10,4 mg/kg	Z2
MP 6	Sulfat (EL): 22,6 mg/l	Z1.2
MP 7	-	Z0

Alle Proben waren organoleptisch unauffällig.

Die untersuchten Mischproben der Auffüllungen (MP 1...5) zeigen Gehalte an Schwermetallen sowie polycyclischen, aromatischen Kohlenwasserstoffen (PAK₁₆), die die Zuordnungswerte Z1.2 (MP2, MP 3, MP 5) oder die Zuordnungswerte Z2 (MP 1, MP 4) überschreiten. Entsprechend sind die untersuchten Auffüllungsbereiche als Z2- bzw. >Z2-Material einzustufen.

Der analysierte Lößboden (MP 6) zeigte eine Überschreitung des Zuordnungswertes für die Sulfatkonzentration im Eluat und ist demnach als Z1.2-Material zu bewerten.

Der unterlagernde Verwitterungshorizont der kreidezeitlichen Festgesteine, welcher mit MP 7 untersucht wurde, zeigt keine Überschreitung und ist als Z0-Material einzustufen.

Ergänzend zu der hier durchgeführten Auswertung nach LAGA Boden (2004) ist in Anlage 3.3 eine tabellarische Einstufung der Mischproben nach Dortmunder Liste beigefügt. Diese lässt mit Ausnahme der MP1, MP 4 und MP 7 für eine mögliche Verwertung gemäß den Annahmekriterien der Dortmunder Liste geringere Einstufungen zu.

6.3 Ergänzende Hinweise zu Änderungen anzuwendender Regelwerke

Seit dem 01.08.2023 gilt die Mantelverordnung für Ersatzbaustoffe und Bodenschutz (Mantelverordnung) vom 09.07.2021 (/32/) bundesweit. Die Mantelverordnung führt die Ersatzbaustoffverordnung (ErsatzbaustoffV (EBV)) ein, eine Neufassung der Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV, 1999), eine Änderung der Deponieverordnung (DepV, 2011) und der Gewerbeabfallverordnung (GewAbfV, 2022). Bisherige Regelwerke der Bund-/Länder-Arbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA Boden, 2004 und LAGA Bauschutt, 1997) sowie sämtliche länderspezifische Regelungen werden durch die Mantelverordnung ersetzt.

Für die Voruntersuchung von Böden ist bei einem geplanten Einbau in technische Bauwerke die EBV bzw. bei Verwendung in, auf und unter durchwurzelbaren Schichten die BBodSchV anzuwenden.

Gemäß /32/ sind 16 mineralische Ersatzbaustoffe (§ 2 Abs. 1 Nr. 18-33 EBV) definiert, die in technische Bauwerke eingebaut werden können. Für jeden mineralischen Ersatzbaustoff sind Festlegungen zum Einsatz in 17 Einbauweisen und 26 spezifische Bahnbauweisen getroffen. Die Entscheidung, ob und wie Ersatzbaustoffe verwertet werden können, wird durch die Einordnung in sogenannte Materialklassen getroffen. Die Zugehörigkeit zu einer Materialklasse erfolgt anhand der Einordnung nach Art, Herkunft und der Materialwerte, welche als Ergebnis chemischer Untersuchungen zur Einstufung herangezogen werden. Die Materialwerte sind in /32/ in Abhängigkeit von dem jeweiligen Ersatzbaustoff angegeben und als Grenzwerte und Orientierungswerte zu verstehen. Je Materialklasse ist, in Abhängigkeit von der jeweiligen Situation vor Ort, geregelt, in welchen Einbauweisen das Material eingebaut werden kann. Zusätzlich zu den Materialklassen entscheidet auch die Lage innerhalb oder außerhalb eines Trinkwasserschutzgebietes, die Art der Grundwasserdeckschicht und die Mächtigkeit der grundwasser-freien Sickerstrecke über die Einbauweise.

Im Hinblick auf organische Deckschichten (Oberböden, Mutterböden) und gewachsene Böden, die außerhalb von technischen Bauwerken eingesetzt werden sollen, ist zunächst die BBodSchV zur Einbaubarkeit anzuwenden. Für die in der EBV und BBodSchV nicht definierten Materialien (z.B. ruhrgebietstypische Auffüllungen) sind die chemischen Analysenumfänge, Vorgehensweise zur Einstufung, und Anzeigepflichten für Wiedereinbau mit der lokal zuständigen Behörde abzustimmen und durch diese zu bestätigen.

7 Gründung

7.1 Angaben zur Neubauplanung

Den Planunterlagen der Leistungsphase 3 (/2/.../6/) ist zu entnehmen, dass der mehrfach unterkellerte Neubau mit sechs aufgehenden Geschossen errichtet werden soll. Angaben zur Höhenplanung für die unterschiedlichen Bereiche liegen demnach wie folgt vor:

- OK FFB EG $\triangleq$ GOK: $\pm 0,00$ m $\triangleq$ 95,04 mNHN
- OK FFB 2. UG: -8,91 m $\triangleq$ 86,22 mNHN
- OK FFB Sprinklertank: -9,40 m $\triangleq$ 85,64 mNHN
- UK Bodenplatte 2. UG: -9,96 m $\triangleq$ 85,08 mNHN
- OK FFB Sprinklerzentrale: -10,46 m $\triangleq$ 84,58 mNHN
- OK FFB Technikraum NEA: -10,51 m $\triangleq$ 84,53 mNHN
- OK Bodenplatte Aufzug: -10,81 m $\triangleq$ 84,23 mNHN
- UK Bodenplatte Aufzug: -11,11 m $\triangleq$ 83,93 mNHN

Ein Vorhaltemaß für Dämmung, Sauberkeitsschicht sowie strukturbedingten Mehrausbruch bei Aushub im kreidezeitlichen Deckgebirge ist zusätzlich zur Definition der Baugrubensohle zu berücksichtigen.

Lastangaben zur Gründung des Neubaus liegen zum Zeitpunkt der Berichtserstellung nicht vor.

7.2 Allgemeine Baugrundbeurteilung

Auf der Grundlage der vorliegenden Untersuchungsergebnisse sowie der beschriebenen Höhenplanung ergeben sich folgende grundsätzliche Aussagen zur Eignung des Baugrunds.

- Die Auffüllungen, quartären Deckschichten sowie der Verwitterungshorizont des kreidezeitlichen Deckgebirges liegen oberhalb der vorgesehenen Bauwerksunterkante und sind separierend auszuheben und extern zu verwerten.
- Die Festgesteine des kreidezeitlichen Deckgebirges sind für einen setzungsarmen Lastabtrag in Abhängigkeit der Lasthöhe und Lastverteilung gut geeignet.

7.3 Gründungsempfehlung

Auf Basis der Erkundungsergebnisse sowie der voran beschriebenen Angaben zur Neubauplanung kann die entworfene Gründung über eine elastisch gebettete Bodenplatte erfolgen. Die Vorgehensweise der Gründung kann unter Berücksichtigung der oben genannten Angaben wie folgt grob skizziert werden:

- Rückbau von Bestandsbauwerken, Oberflächenbefestigungen, Rodung der Vegetation und Umlegung bzw. Sicherung ggf. vorhandener Leitungen sowie Herstellung der Baugrubensicherung (/20/). Die Hinweise für Erdarbeiten im Einflussbereich des Bestandes nach DIN 4123 der aktuellen Fassung sind zu berücksichtigen. Nach aktuellen Planunterlagen sind Unterfangungsmaßnahmen des Bestandes notwendig (/20/).
- Flächiger, separierender Aushub der anstehenden Auffüllungen und Böden mittels Baggerschaufel bis zur OK der gesteinsfesten Bereiche des Kreidezeitlichen Deckgebirges im Zuge der Herstellung der Baugrubensicherung (/20/) sowie unter Beachtung der DIN 4123 bzw. entsprechender Standsicherheitsnachweise.
- Aushub des gesteinsfesten Bereich mittels Hydraulikmeißel sowie zahnbesetzter Baggerschaufel bis UK Bodenplatte (ggf. zzgl. Vorhaltemaß für Sauberkeitsschicht, Dämmung etc.). Aufgrund des Gebirgsgefüges ist mit einem Mehrausbruch des Felses im Dezimeterbereich zu rechnen, welcher mittels Beton ähnlicher Festigkeit (C25/30) auszugleichen ist. In Abhängigkeit des angetroffenen Gefüges sowie der Aushubplanung ist der Einsatz einer Anbaufräse im Bereich der Baugrubensicherung im Anschluss an bestehende Bauwerke zur Reduzierung von Erschütterungen sowie Gefügeauflockerungen empfehlenswert. Die Aushubsohle ist vor Vernässung und mechanischer Beanspruchung zu schützen.
- Aushub des mit Auffüllungsmaterial verfüllten Bereiches der Baugrundanomalie an KB 6 bis zum anstehenden Fels mittels Greifer. In Abhängigkeit der Hohlraumausprägung sind ggf. händische Arbeiten notwendig. Die Arbeiten sind gutachterlich zu begleiten.
- Verfüllen des Aushubbereiches der Baugrundanomalie mittels Beton (C25/30) bis UK Bodenplatte.
- Herstellung der Bodenplatte.

7.4 Angaben zur Gründungsbemessung

Aufgrund der Einbindung in den Fels sowie der Ergebnisse der felsmechanischen Untersuchungen ist die Gründungsebene als nahezu unnachgiebiges Widerlager mit betonähnlichen Eigenschaften zu betrachten. Der Verformungsmodul des Gesteins wurde mit ca. 1...8 GPa und die Druckfestigkeit mit ca. 11...33 MPa bestimmt. Aufgrund des Trennflächengefüges mit Trennflächenabstand im Dezimeter- bis Meterbereich unterhalb der Gründungsebene kann zur Bemessung der Gründung der Bemessungswert des Sohlwiderstandes mit 2 MN/m² angesetzt werden. Es ist davon auszugehen, dass der Lasteintrag bei vorgenannten Gebirgseigenschaften und entsprechender Verfüllung der Baugrundanomalie quasi setzungsfrei geschieht.

Der in der Regel aus einer Setzungsberechnung nach dem Steifemodulverfahren ermittelte Bettungsmodul stellt keine Baugrundenkenngröße dar, da er neben den Baugrundeigenschaften u. a. von der Größe und der Geometrie der Lastfläche, der Lastgröße und dem Lastort abhängig ist; also von Werten, die mit den Baugrundeigenschaften in keinem Zusammenhang stehen. Zur Bemessung der Bodenplatten kann konstruktiv und vorbehaltlich finaler Lastangaben eine Bettung zur Vorbemessung mit $k_s = 1 \text{ GPa} / 0,5 \text{ cm} = 200 \text{ MN/m}^3$ abgeschätzt werden.

8 Baugrubensicherung

8.1 Angaben zum Planstand

Die geplante Aushubsohle für den bis zur Grundstücksgrenze geplanten Neubaukörper liegt nach den Angaben zu Kapitel 7.1 bei ca. 10...12,5 m (84...85 mNHN) unter bestehender Geländeoberkante (93,3...95,5 mNHN). Im Norden, Westen und Süden der Baugrube grenzt diese an Verkehrswege mit unterirdischen Versorgungsleitungen sowie Bauwerken (bspw. Telekomschacht). Im Osten grenzt das bestehende und für den Neubau teilweise rückzubauende Gebäudeensemble des Theaters direkt an die Baugrube. Die Baugrube kann demnach nicht geböscht ausgeführt werden und ist umlaufend mit entsprechenden Maßnahmen zu sichern. Nach /20/.../22/ ist hierfür im Zuge der Leistungsphase 3 (Vorabzug) vorgesehen, die Baugrube in Bereichen ohne angrenzende Gebäude durch einen mehrfach rückverankerten Trägerverbau mit Spritzbetonausfachung zu sichern. Entlang bestehender Gebäude (nach Teilrückbau des Bestandes) mit unterschiedlichen Gründungstiefen und Gründungsformen ist in /20/.../22/ eine Sicherung in Form einer Unterfangung mittels HDI-Körper in Lockergesteinsbereichen sowie rückverankerter Spritzbetonschale in den Festgesteinsbereichen vorgesehen. Einen Ausschnitt der Planung zeigt Abbildung 14.

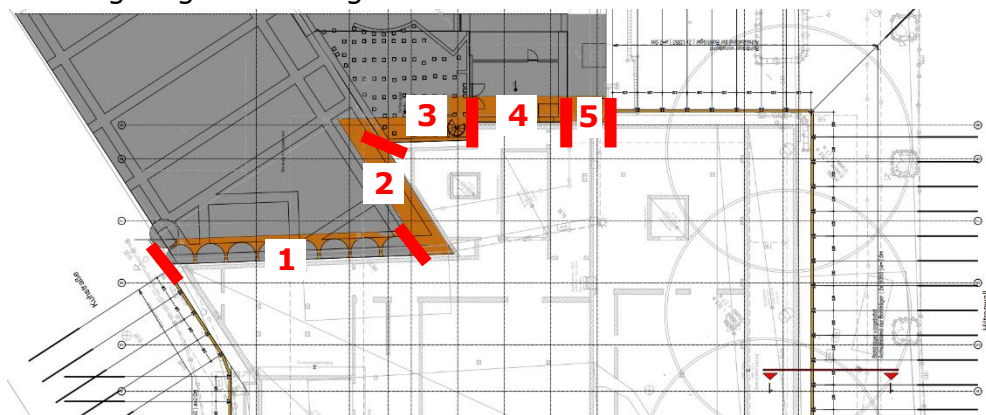


Abbildung 14: Auszug des Baugrubenplan aus /20/ mit grob ergänzter Bereichsabgrenzung (rot)

Für die in Abbildung 14 im Grundriss und Abbildung 4 in einer Ansicht dargestellten Bereiche sind /20/.../22/ folgende Angaben zur Bestandsgründung zu entnehmen, wobei Baunull als Höhenkote in mNHN nicht benannt und zu verifizieren ist:

- Bereich 1: Brunnengründung, UK Brunnen Bestand: -4,8 m
Bereich 2: Brunnengründung/Fundamentrost,
UK Fundament Bestand: -2,16 m
Bereich 3: Plattengründung, OK Bodenplatte Bestand: -3,18 m
Bereich 4: Plattengründung, OK Bodenplatte Bestand: -1,78 m
Bereich 5: Einzelfundament, Höhenlage unbekannt

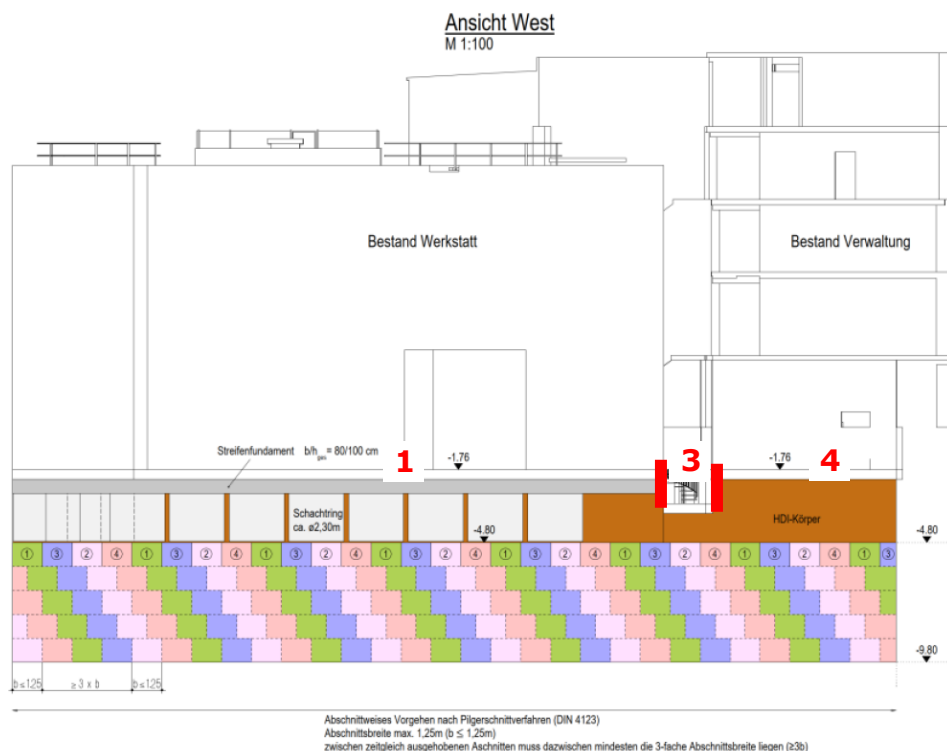


Abbildung 15: Ansicht West der Bestandsunterfangung aus /20/ mit grober Bereichsabgrenzung nach Abbildung 14

Nach /20/.../22/ ist vorgesehen, die Brunnenfundamente im Bereich 1 teilweise rückzubauen, um eine maximale Baugrubenfläche für den Neubau zu generieren. Die dann geänderten Einwirkungen aus dem Bestand für die Baugrubensicherung sind in der weiteren Planung ebenso wie in den Bereichen 2...5 zu berücksichtigen. Das Einkürzen der ausbetonieren Schachtringe ist zur Vermeidung von schädigenden Einwirkungen auf den Bestand im Sägeverfahren durchzuführen.

Detaillierte Angaben zu den Gründungskörpern der Bereiche 2...5 sind /20/.../22/ nicht zu entnehmen. Ebenso sind keine Lastangaben auf die Bestandsgründung vorliegend.

Aufgrund der Baufeldgeometrie kann ggf. eine horizontale Innenaussteifung des Verbaus möglich sein, wodurch Rückverankerungen vermieden und Verformungen ggf. reduziert werden können. Diese ist jedoch in Abhängigkeit der Neubauplanung (Geschossdecken) im Detail zu prüfen und Auswirkungen auf den Aushub der Baugrube sowie die Herstellung des Rohbaus zu betrachten.

8.2 Hinweise zur Baugrubenplanung

In den bereits durchgeführten Baugrunduntersuchungen wurden im Nahbereich des rückzubauenden Bestandes mit den Aufschlusspunkten 8, 9A und 10 erste Erkenntnisse zur Baugrundsichtung gesammelt. Inwiefern diese auf den Bereich unter dem rückzubauenden Bestandsgebäude und somit den Bereich der in /20/.../22/ vorgesehenen HDI-Körper (Düsenstrahlverfahren) übertragbar sind, kann seitens des Unterzeichners nicht bestätigt werden. Grundlegend ist im gesamten Baufeldbereich, insbesondere in den aufgefüllten Bereichen, mit einem breiten Spektrum an Zusammensetzung und Korngrößenverteilung von Schluff bis grobem Bauschutt zu rechnen. Die Ausführbarkeit des Düsenstrahlverfahrens sollte demnach vorab seitens des Planers mit ausführenden Firmen abgestimmt werden. Weiterhin ist die Qualität der Ausführung durch Probesäulen sowie baubegleitende Kernbohrungen ebenso zu überwachen wie die Verformungen des zu unterfangenden Gebäudes. Grundlegend sind zur Bemessung von Unterfangungen mit dem Düsenstrahlverfahren die Empfehlungen nach /34/ (Kapitel 13) sowie entsprechende Regelwerke zu beachten.

Zudem sind baugelastische Belange im Hinblick auf die Ausführbarkeit zu beachten, da durch die bestehende Gebäudegeometrie im Verlauf der Bereiche 2...4 Einschränkungen an einsetzbare Geräte im Hinblick auf Arbeiten von bestehender Geländeoberkante sowie im Zuge des Aushubes bestehen. Weiterhin ist bereits bei der Herstellung mit einer Beeinflussung des Bestandes durch z.B. Verformungen, Eindringen der eingedüsteten Suspension in Gebäudebereiche (Grundleitungen) etc. zu rechnen.

Für das Lösen des Deckgebirges im Bereich der Baugrubensicherung (Trägerverbau, Unterfangung) wird der Einsatz von Anbaufräsen empfohlen, um tiefe Ausbrüche größerer Kluftkörper und somit Auflockerungen des Gebirges durch Öffnungen weiterer Klüfte ebenso wie Einwirkungen auf den Bestand durch Erschütterungen zu reduzieren.

Zur Vermeidung von Verformungen ist für die Verfüllung von Bohrlöchern unterhalb der Aushubsohle (Verbauträger) hydraulisch erhärtendes Material (z.B. Beton) zu verwenden.

8.3 Angaben zur Bemessung der Verbauwand

Für die Bemessung der Verbauwand können die in Tabelle 16 aufgeführten Kennwerten angesetzt werden. Dabei sind die Schichtglieder lokal auf Basis der Tabellen 3...7 bzw. der Bohrprofile und Fotodokumentation im Einzelnen zu bestimmen. Die Angaben der Bruchwerte der Mantelreibung sowie des Pfahlsitzenwiderstandes sind als Mittelwerte gemäß EA-Pfähle (2. Auflage), Tabelle 5.13 f. und Tabelle 5.18, gewählt.

Tabelle 16: Mittlere, charakteristische Bodenkennwerte für die Bemessung der Verbauwand

Schichteinheit	mittlere, charakteristische Bodenkennwerte		
2A: Rollige Auffüllung	γ_k	= 18	kN/m ³
	$\phi'_{k, \circ}$	= 32,5	°
	$c'_{k, \circ}$	= 0	kN/m ²
	$q_{s,k}$	= 0	kN/m ²
2B: Bindige Auffüllung	γ_k	= 18	kN/m ³
	$\phi'_{k, \circ}$	= 25	°
	$c'_{k, \circ}$	= 2	kN/m ²
	$q_{s,k}$	= 0	kN/m ²
3: quartäre Schluffe	γ_k	= 19	kN/m ³
	$\phi'_{k, \circ}$	= 25	°
	$c'_{k, \circ}$	= 4	kN/m ²
	$q_{s,k}$	= 0	kN/m ²
4A+B: Kreide, plastisch verwittert (V5)	γ_k	= 20	kN/m ³
	$\phi'_{k, \circ}$	= 22,5	°
	$c'_{k, \circ}$	= 10	kN/m ²
	$q_{s,k}$	= 50	kN/m ²
4C: Kreide	γ_k	= 23	kN/m ³
	$\phi'_{Ers.,k}$	= 40	°
	$q_{s,k}$	= 250	kN/m ²
	$q_{b,k}$	= 3.500	kN/m ²

Im Bereich der ungestörten Mergelschichten kann für den gesteinsfesten Mergelbereich für die Erddruckermittlung ggf. der in der Abbildung 16 dargestellte Gleitkörper berücksichtigt werden.

Aufgrund der vorwiegend horizontal und vertikal ausgerichteten Trennflächen des Gebirges im kreidezeitlichen Deckgebirge kann der Mindestgebirgsdruck in den gesteinsfesten Schichten alternativ auch mit Ersatzreibungswinkel nach EAB (EB 39) mit $\varphi'_{\text{Ers},k} = 40^\circ$ berücksichtigt werden, wobei der höhere Gebirgsdruck maßgebend ist.

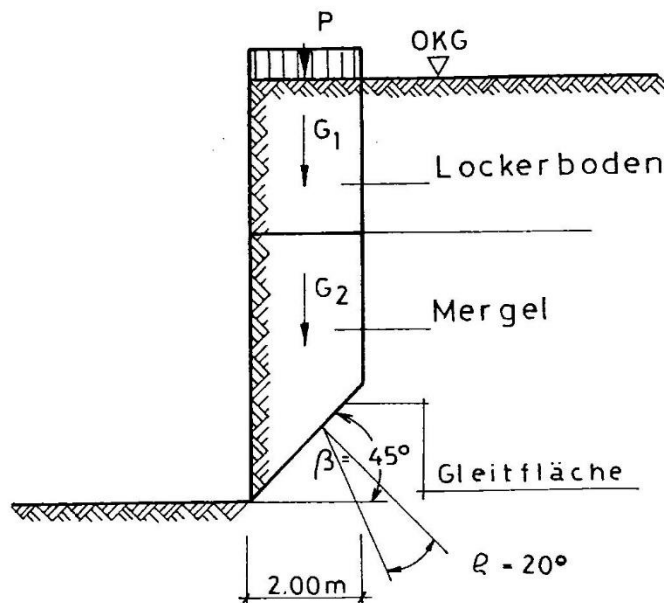


Abbildung 16: Idealisierter Ansatz des Erddruckes für die Sicherung der Baugruben

Der Erddruckansatz wird gemäß /34/ mit einem erhöhten aktiven Erddruck empfohlen. Hierbei kann in Abhängigkeit der Anforderungen der Infrastruktur (Leitungen, Schachtbauwerke, Verkehrswege) ein um 25...50 % des Erdruhedruckanteils erhöhter Erddruckansatz mit entsprechender Vorspannung der Rückverankerung sowie Lastumlagerung notwendig werden. Für den Verbau ohne Beeinflussung von Bestandsbauwerken wird ein um 25 % des Erdruhedruckanteils erhöhter Erddruck empfohlen. Böschungen > 5 m Höhe sind statisch gesondert nachzuweisen und mit einer Berme anzulegen. Eine Belastung der Böschungsschultern ist auf einer Breite von 2 m nicht zulässig.

Zur Bemessung der Unterfangungskörper ist nach /34/ in der Regel ein um 50 % des Erdruhedruckanteils erhöhter Erddruck anzusetzen. In Abhängigkeit der Bauwerksanforderungen ist dieser ggf. bis zum Ansatz des Erdruhedrucks zu steigern.

Auf der Erdseite kann bei freier Geländeoberkante (ohne Bauwerke) eine unendlich ausgedehnte Flächenlast von 10 kN/m² angesetzt

werden, um Lasten aus Materiallagerplätzen während des Baubetriebes zu berücksichtigen. Zusätzliche Belastungen des Verbaus durch Hebefahrzeuge, Bagger oder anderem Baustellenverkehr sind gesondert zu berücksichtigen. Die Gründung bzw. der Lastabtrag von Silos, Kränen, Betonpumpen oder ähnlicher, den Untergrund punktuell beanspruchenden, setzungsempfindlichen oder kippgefährdeten Fahr-/ Hebezeuge oder Vorratsbehälter ist in jedem Fall gesondert zu betrachten.

8.4 Angaben zur Bemessung der Rückverankerung

Wir gehen davon aus, dass für den Trägerverbau bei 10...12,5 m Baugrubentiefe in der Regel 2...3 Ankerlagen erforderlich werden. Die Ankerkörper sind in die mäßig mürben bis mäßig harten Gebirgsbereiche zu führen.

Zur Bemessung der Anker kann nach Ostermayer (1991) die charakteristische Mantelreibung im Bruchzustand im Bereich der Festgesteine (Schicht 4C) mit $q_{s,k} = 400 \text{ kN/m}^2$ angesetzt werden. Ein Nachverpressen der Ankerverpresskörper wird hierfür vorausgesetzt. Aufgrund der Klüftigkeiten des Felses kann ein Mehrverbrauch gegenüber der aus der Geometrie zu erwartenden Menge von Verpressmaterial nicht ausgeschlossen werden. Eine vorlaufende Abdichtung (Vorverpressen) kann daher notwendig werden. Die Angaben dienen zur Bemessung der Ankerverpresskörper bei Krafteintragungslängen von $L = 3...6 \text{ m}$. Die berechneten Ankerkräfte sind auf der Baustelle durch Eignungsprüfungen nachzuweisen.

Eine Überlagerung der Verpresskörper von mindestens 4 m sowie ein Abstand zu Bestandsbauwerken von mindestens 3 m ist nicht zu unterschreiten. Für den Ansatz der Ankerkräfte ist sicherzustellen, dass Verpresskörper nicht über Schichtgrenzen hinweg hergestellt sind. Die Ankerneigung bzw. Ankerlänge ist entsprechend vorzusehen. Ein Mindestabstand der Anker von etwa dem zehnfachen Durchmesser der Verpresskörper (ca. 1,5 m) ist zu gewährleisten.

9 Hinweise zur weiteren Planung und Bauausführung

9.1 Hinweise zur weiteren Planung

- Eine Umlegung von Versorgungsleitungen insbesondere im Bereich der Straßenzüge ist zur Herstellung des Baugrubenverbau für die Neubauplanung bis Flurstücksgrenze im Zuge der weiteren Planung vorzusehen. Ein notwendiges Umlegungsmaß ist im Zuge der Baugrubenplanung unter Berücksichtigung bauleistungsrechtlicher Anforderungen (z.B. Arbeitsraum) festzulegen.
- Es wird ergänzend darauf hinzuweisen, dass eine Abstimmung mit der zuständigen Behörde im Hinblick auf die bestehenden Bäume an der südwestlichen Baufeldgrenze im Zuge der Baugrubenplanung anzustreben ist. Für die Herstellung des Verbau ist davon auszugehen, dass mindestens die Baumkronen im Bereich der Verbautrassen eingekürzt werden müssen.
- Schürfe zur Erkundung der Bestandsgründung im Bereich der vorgesehenen Neubauanschlüsse werden zur Prüfung der Bestandsfundamente und für die weitere Planung der Baugrube dringend empfohlen. Die in Zwischenbauzuständen sowie auf die Baugrubensicherung aus den Bestandsfundamenten wirkenden Lasten sind planerisch zu ermitteln und zu berücksichtigen.
- Aufgrund des Aushubes im direkten Einflussbereich der Bestandsgründungen wird ein bauzeitiges Monitoring der Bestandsgebäude (Verformungsmessungen) notwendig. Dies ist vorlaufend in Abhängigkeit der Gebäudeanforderungen zu planen und kritische Verformungen zu definieren. Bauzwischenzustände sollten hierin erfasst und entsprechend bewertet werden.
- Bauleistungsrechtliche Anforderungen an Platzbedarf und Arbeitsabläufe sind insbesondere im Bereich des Anschlusses an den Bestand sowie für die Verbaubemessung planerisch zu bewerten.

Die Ausführung erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit.

9.2 Feuchtigkeitsschutz

Die Gründung greift in den nach DIN 18533 als wenig wasser-durchlässig ($k_f \leq 10^{-4}$ m/s) einzuordnenden Boden- und Felsbereich sowie unterhalb des Bemessungsgrundwasserstandes ein. Eine

dauerhaft funktionsfähige Dränung nach DIN 4095 ist bei vorliegender Planung nicht umsetzbar.

Auf Basis der Gebäude- und Baugrubenplanungen wird die Ausführung der Unterkellerung als "weiße Wanne" unter Beachtung der DBV-Merkblätter und der aktuellen WU-Richtlinie empfohlen.

In Abhängigkeit der Gebäudeplanungen ist ggf. im Wandsockelbereich zusätzlich eine Abdichtung der Wassereinwirkungsklasse W4-E vorzusehen. Ebenso ist aus den gemäß Planung der Bauwerke resultierenden Riss-, Rissüberbrückungs-, Raumnutzungsklassen und Zuverlässigkeitsanforderungen die Abdichtungsbauart festzulegen.

9.3 Erdbau und Wasserhaltung

Grundlegend ist der gewachsene Boden sowie die kreidezeitlichen Schichten vor Wasserzutritt sowie mechanischer Beanspruchung zu schützen. Die bindigen Böden sind stark wasserempfindlich und neigen unter Wassereinfluss bzw. in stark feuchtem Zustand sowie bei dynamischer Beanspruchung zum Festigkeitsverlust, der bis zur Verflüssigung des Bodens (Thixotropie) führen kann.

Für den Aushub der Baugruben oberhalb des Grundwassers können folgende Böschungsneigungen vorgesehen werden:

- 45° in rolligen Böden und weichen bindigen Böden
- 60° in mindestens steifen bindigen Böden bei günstigen Verhältnissen (kein Schichten-/Grundwasser)
- 80° in Fels (Unterschneidung von Böschungen ist unzulässig)

Gruben und Gräben bis 1,25 m Tiefe dürfen gemäß DIN 4124 bei günstigen Verhältnissen (kein Grund-/ Schichten-/ Stauwasser, Einhaltung der Geländeneigung, etc.) senkrecht geböscht werden. Für Böschungen mit lichten Höhen > 5 m ist ein Standsicherheitsnachweis zu führen. Die Randbedingungen (Lastfreiheit, Baugrubentiefe, kein Grund- und Schichtenwasser etc.) gemäß DIN 4124 sind im Detail für alle oben gemachten Angaben zu beachten. Hergestellte Gründungsebenen sind unverzüglich und dauerhaft gegen Witterungseinflüsse und mechanischer Beanspruchung zu schützen.

Für anfallende Tagwässer oder ggf. auftretende Sicker- und Schichten- sowie Kluftwässer ist eine offene Wasserhaltung (Pumpensümpfe) vorzuhalten und bei Bedarf zu betreiben. Beim

Anschneiden einer wasserführenden Kluft kann dies u.U. zu teils auch starken Wasserzuflüssen führen.

9.4 Abnahmen und Kontrollen

Die Erd- und Felsarbeiten sowie der Zustand von Gründungssohlen nach dem Aushub, der Aushub sowie die Verfüllung der Baugrundanomalie und die Herstellung des Verbaus sind fachgutachterlich zu begleiten und abzunehmen.

Aufgrund der direkt anschließenden Bestandsgebäude wird empfohlen, für die Bauzeit auf Basis bzw. im Zuge der Baugrubenplanung ein Monitoringkonzept zu erarbeiten, welches die Bestandsgebäude statisch berücksichtigt und mögliche Verformungen der Bauwerke bewertet sowie Grenzwerte und Maßnahmen definiert

9.5 Beweissicherung und Immissionsschutz

Vor Beginn der Arbeiten sollte eine Beweissicherung an den angrenzenden Gebäuden und Verkehrswegen durch einen anerkannten Sachverständigen erfolgen sowie eine Kanalbefahrung durchgeführt werden.

Für die Baustelle gelten die Schallschutzanforderungen und Immissionsrichtwerte der AVV Baulärm (Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Schutz gegen Baulärm, – Geräuschimmissionen – vom 19. August 1970 (Bundesanzeiger Nr. 160 vom 1. September 1970)). Für die auf die umliegenden Gebäude wirkenden Erschütterungen aus den Verbauarbeiten gelten die Regelwerke

- Gem. RdErl. des Ministeriums für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz - V B 2 - 8829 - (V Nr. 4/00), des Ministeriums für Wirtschaft und Mittelstand, Energie und Verkehr - IV A 6 - 46 - 63 - und des Ministeriums für Städtebau und Wohnen, Kultur und Sport - II A 4 - 850.1 – vom 31. Juli 2000: Messung, Beurteilung und Verminderung von Erschütterungsimmissionen
- DIN 4150-2:1999-06 Erschütterungen im Bauwesen - Teil 2: Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden
- DIN 4150-3:2016-12 Erschütterungen im Bauwesen - Teil 3: Einwirkungen auf bauliche Anlagen

10 Schlussbemerkungen

Dieser Bericht wurde nach bestem Wissen und Gewissen auf der Grundlage der Aufschlussergebnisse sowie aufgeführten Quellen erstellt.

Entsprechend den vielfältigen Wechselwirkungen zwischen Boden und Bauwerk ist der Bericht nur in seiner Gesamtheit verbindlich. Änderungen in den Bearbeitungsunterlagen und vom Bericht abweichende Bauausführungen bedürfen deshalb stets der Überprüfung und schriftlichen Zustimmung des Gutachters.

Sollten Unklarheiten im Verständnis des Berichtes oder der Auslegung der Ergebnisse bestehen, so stehen Ihnen für Rückfragen Herr Dr. Manfred Kühne bzw. Herr Lars Ruderisch (☎0231-72547860, eMail info@geoexperts.de) zur Verfügung.

Dortmund, 19.07.2024

GEOEXPERTS GmbH



(Dr. Manfred Kühne)
- Beratender Geowissenschaftler BDG -



(Lars Ruderisch)
- M.Sc. Geowissenschaften -