

UNTERLAGE 8.2

Grundwasser

Unterlage

Bezeichnung

Zusammenfassung Gutachten zur Grundwasserbenutzung während der Baumaßnahme

Gutachten zur Grundwasserbenutzung während der Baumaßnahme

Anlage 1: Lageplan / Übersichtslageplan

Anlage 2: Baugrubenpläne

Anlage 3: entfällt

Anlage 4: Baugrundgutachten

Anlage 5: Umweltauswirkungen aus FIS_Broker

2	DB1	Gutachten zur Grundwasserbenutzung wird auf Deckblatt 8.2 neu eingefügt, alle folgenden Unterlagen verschieben sich um 1 Punkt nach hinten	01.02.24	Kostka	Höhne
1		Die komplette Unterlage wird als neuer Punkt 8.2 in der PFU ergänzt.	01.02.24	Pekoll	Pekoll
Nr.	Seite	Art der Änderung	Datum	bearbeitet	aufgestellt

Ort Berlin Treptow-Köpenick					
Bauteil BFADL - Neubau Straßenbahnbetriebshof Adlershof					
Planfeststellung			Grundwasser		
	Berliner Verkehrsbetriebe		Unterlage:	8.2	
	<i>Anstalt des öffentlichen Rechts</i>		Seiten:	32	
			Pläne:	--	
		Anlagen:	5		
Der Betriebsleiter Straßenbahn		Bauherr Immobilienmanagement und -projekte		Koordinierung und Begleitung Genehmigungsverfahren 	
im Original gezeichnet: Heisel		im Original gezeichnet: Johannesson		Planfeststellungsbehörde:	
Datum: Berlin, 18.01.2021		Datum: Berlin, 18.01.2021			
Antragsteller: Berliner Verkehrsbetriebe BI-GP					
Im Original gezeichnet: Johannesson					
Berlin, 18.01.2021					
Der Plan hat vom <u>202</u> bis zum <u>202</u> öffentlich ausgelegen.					
Anhörungsbehörde:					
Berlin, <u>202</u>			Berlin, <u>202</u>		

0 Zusammenfassung

Auf dem Grundstück der Köpenicker Straße 1 in 12489 Berlin, befinden sich keine Altbebauungen.

Das zu bebauende Grundstück hat eine Grundfläche von ca. 5 ha. Die BVG plant die Errichtung eines modernen Straßenbahnbetriebshofes. Im Osten wird eine Schienen- und Fahrzeughalle (Abstellhalle), im Westen ein zweistöckiges Gebäude und in der Schleife der Abstellanlage wird ein Gleichrichterwerk mittels geböschter Baugruben entstehen. Der unterirdische Wasserspeicher ist im Schutze einer verbauten Baugrube und nach aktuellem Planungsstand einer geschlossenen Wasserhaltung herzustellen.

Im Süden wird das Grundstück von der Köpenicker Straße begrenzt. Die östliche Grenze bilden der Bahndamm mit der S-Bahn- und die Bundesstraße 96a. Im Norden und Westen des Grundstücks befindet sich ein Wohn- und Gewerbegebiet. Der Lageplan des Planungsbereiches wird als Anlage beigefügt (siehe Anlage 1.1).

Es ist vorgesehen, die neuen Bauwerke flach zu gründen.

Baunull ist für das Bauvorhaben in Höhe +36,00 m NHN festgelegt. Die Gründungsordinate soll im Baufeld bei ca. +31,30 m NHN liegen.

Entsprechend der vorliegenden Baugrunduntersuchungen der Firma GuD Planungsgesellschaft für Ingenieurbau mbH vom 23.05.2022 (Anlage 4.1) ist für den Grundwasserstand ein Niveau von ca. +32,50 m NHN eingemessen.

Aufgrund des Aushubniveaus innerhalb der Baufläche, ergibt sich im Zuge der Grundwasserabsenkung ein Absenkziel für die Baugrube von +30,80 m NHN.

Nachfolgend wird zur Übersicht die Baugrube detailliert auf ihr Absenkziel hin verdeutlicht:

Tabelle 0-1: Absenkziel für die Baugrube

Grundwasserhaltung	Baugrubensohle (m NHN)	Absenkziel (m NHN)	GW-Absenkung (m)
Baugrube	+31,30	+30,80	1,70

Für die Dauer der Wasserhaltung im Bereich der Baugrube ist nach derzeitigem Kenntnisstand von 5 Wochen auszugehen. Gemäß der Berechnung der Grundwasserförderung im Kapitel 6 ergibt sich für das Bauvorhaben eine Fördermenge von ca. 5.801 m³ bei einer sich maximal einstellenden Förderrate von 1.094 m³/Woche.

Beratung
Entwurf
Planung
Bauüberwachung



GuD Planungsgesellschaft
für Ingenieurbau mbH



GuD Planungsgesellschaft mbH • Gutsmuthsstraße 24 • 12163 Berlin

BERATENDE INGENIEURE

Gutsmuthsstraße 24 • 12163 Berlin
Tel.: +49 (0)30 832148-0
Fax: +49 (0)30 832148-99
e-mail: berlin@gudplanung.de
www.gudplanung.de

Entwurf, Projektierung und Konstruktion im Ingenieurbau

Ingenieurbauwerke, Baugruben,
Tunnel- und Wasserbauten,
Hochbauten, Bestandssanierung,
Beweis- und Qualitätssicherung

PS 18/16

Gutachten zur Grundwasserbenutzung während der Baumaßnahme

[Index 1]

BAUVORHABEN: **BFADL – Neubau Straßenbahnbetriebshof Adlershof**
Köpenicker Straße 1
12489 Berlin

BAUHERR: **Berliner Verkehrsbetriebe (BVG) AöR**
Holzmarktstraße 15-17
10119 Berlin

FACHPLANER: **GuD Planungsgesellschaft für Ingenieurbau mbH**
Gutsmuthsstraße 24
12163 Berlin



PROJEKTLEITER: Dipl.-Ing. Oskar Pekoll

MITARBEITER: Dipl.-Ing. Alexander Borns

Dipl.-Ing. (FH) Jessica Fischer

Berlin, 01.02.24 [Index 1], 23.01.2023 [Index 0]
Dieses Dokument umfasst 31 Seiten und 13 Anlagen

K:\PS18-16 ADLER\5 Gutachten_ Bauteilkatalog\5.1 Intern\Wasserantrag\Dezember 23_Fortschreibung Wasserantrag\240201_ADLER_PS 18-16_Antragsunterlagen-Wasserantrag - Index 1.docx

Handelsregister:
HRB 73 852
Berlin-Charlottenburg

Commerzbank AG
BIC: DRESDEFF100
IBAN: DE83 1008 0000 0400 7992 00

Geschäftsführender Gesell-
schafter:
Dipl.-Ing. Oskar-H. Pekoll
Prokura:
Dipl.-Ing. Alexander Borns
Susanne Pekoll M.A.



- D-12163 **Berlin** • Gutsmuthsstraße 24
Tel. +49 (0)30 832148-0 Fax +49 (0)30 832148-99
- D-20537 **Hamburg** • Wendenstraße 279
Tel. +49 (0)40 2482789-20 Fax +49 (0)40 2482789-29
- A-1200 **Wien** • Millennium Tower, Handelskai 94-96 / 23. Etage
Tel. +43 (0)1 3104481

Seitennummerierung

Die Seitennummerierung erfolgt fortlaufend.

Nachträgliche Ergänzungen (Einschubseiten) werden durch Abtrennen mit einem Punkt hinter der Seitennummer fortlaufend nummeriert, z. B.: Seite 15.1, 15.2 usw. sind die Einschubseiten 1 und 2 hinter Seite 15.

Austauschseiten werden mit einem Buchstabenindex versehen (von a fortlaufend im Alphabet), z.B.: Seite 15a ersetzt Seite 15, Seite 15b ersetzt Seite 15a usw.

Mit der ersten Änderung bekommt das Dokument den Index A. Der aktuelle Index ist dem Deckblatt zu entnehmen.

Das Revisionsverzeichnis gibt zu jeder Änderung einen Überblick über die geänderten, neu ein- oder angefügten und ungültigen Seiten. Dabei erhält die erste Seite des Revisionsverzeichnisses des Index A die Nummerierung R-A.1. Die zweite Seite des Revisionsverzeichnisses des Index B hat die Nummerierung R-B.2 usw.

Mit jedem neuen Index wird ein Vorwort eingefügt, in welchem die Änderungen ergänzend zum Revisionsverzeichnis textlich beschrieben sind. Die erste Seite des Vorwortes zum Index A erhält die Nummerierung V-A.1. Die zweite Seite des Vorwortes zum Index B bekommt die Nummerierung V-B.2 usw.



Vorwort zum Index 1

Mit dem Index 1 wurde die vorliegende Unterlage im Hinblick auf die Fortschreibung der Planung und die zugehörigen Aushubniveaus in den Baugruben fortgeschrieben.

Die Anlagen wurden teilweise diesbezüglich angepasst bzw. ergänzt.



Revisionsverzeichnis

Index	Seiten	Ersteller	Datum	Unterschrift Ersteller	Projektleiter	Datum	Unterschrift Projektleiter
	a) geänderte Seiten b) neu ein- oder angefügte Seiten c) ungültige Seiten						
1	Gutachten zur Grundwasserbenutzung während der Baumaßnahme	Fischer	01.02.24	<i>J. Fischer</i>	Borns	01.02.24	<i>A. Borns</i>
	a) Seiten 7,8, 9, 14, 15, 16, 17,18, 24, 25						



Revisionsverzeichnis

Index	Seiten	Ersteller	Datum	Unterschrift Ersteller	Projektleiter	Datum	Unterschrift Projektleiter
	a) geänderte Seiten b) neu ein- oder angefügte Seiten c) ungültige Seiten						
0	Gutachten zur Grundwasserbenutzung während der Baumaßnahme	Fischer	23.01.23	<i>J. Fischer</i>	Borns	23.01.23	<i>A. Borns</i>

Inhaltsverzeichnis

0	Zusammenfassung.....	3
1	Veranlassung und Aufgabenstellung	4
2	Unterlagen	5
3	Beschreibung der Baumaßnahme	6
3.1	Grundstück / Lage.....	6
3.2	Bauwerk / Baugrube.....	7
3.3	Überschneidung mit Baumaßnahmen anderer Bauträger.....	9
4	Baugrund und Hydrologie	10
4.1	Beschreibung des Baugrunds	10
4.2	Durchlässigkeit.....	11
4.3	Angaben zu Altlasten	11
4.4	Aussagen zum Vorhandensein von Kampfmitteln	12
4.5	Erfordernis von archäologischen Grabungen / Sicherungsmaßnahmen	12
5	Grundwasser	13
5.1	Hydrologische Verhältnisse.....	13
5.2	Grundwasserqualität	13
6	Berechnung der Grundwasserförderung.....	14
6.1	Fördermengen für Grundwasserabsenkung	Fehler! Textmarke nicht definiert.
6.2	Ermittlung der Gesamtfördermenge und / -rate ..	Fehler! Textmarke nicht definiert.
7	Auswirkung der Grundwassereingriffe.....	14
7.1	Absenkung des freien Grundwasserspiegels (Absenktrichter).....	16
7.2	Kontrolle der Grundwasserabsenkung	16
8	Einleiten von Stoffen in das Grundwasser	17
9	Absperrung des Aquifers	18
10	Qualitätssicherung / Aussagen zu möglichen Havarien.....	19
11	Darstellung und Bewertung der Umweltauswirkungen	20
11.1	Bauliche Gegebenheiten	20
11.1.1	Einstufung und Ausweisung des Gebiets entsprechend Bebauungsplan ..	20

11.1.2	Art der Umgebungsbebauung und Umgebungsnutzung.....	20
11.1.3	Vorhandensein öffentlicher Verkehrswege.....	20
11.1.4	Vorhandensein unterirdischer Einrichtungen, Anlagen und Versorgungsleitungen	20
11.1.5	Vorhandensein von Kulturgütern.....	21
11.2	Umgebungsnutzung und Auswirkung auf sensible Nutzung	21
11.2.1	Erholungsgebiete / Parkanlagen / Baumbestand	21
11.2.2	Land-, forst- oder fischereiwirtschaftliche Nutzung.....	21
11.2.3	Natur- und Landschaftsschutzgebiete.....	21
11.2.4	Vorhandensein besonders geschützter Pflanzen- und Tierarten	22
11.2.5	Feuchtgebiete.....	22
11.2.6	Wasserschutzgebiete.....	22
11.3	Aussagen zu Umweltverschmutzungen, Belästigung und Unfallrisiken die mit der Baumaßnahme verbunden sind	22
12	Allgemeine Einschätzung der potentiellen erheblichen Auswirkungen des Vorhabens	23
12.1	Auswirkungen auf Flora und Fauna.....	23
12.2	Auswirkungen auf das Grundwasser	23
12.3	Auswirkungen auf das Oberflächenwasser.....	23
12.4	Auswirkungen auf den Boden.....	23
12.5	Auswirkungen auf die Nachbarschaft	23
12.6	Auswirkungen auf Sach- und Kulturgüter	23
12.7	Zusammenfassung.....	24
13	Anlagenverzeichnis.....	25

0 Zusammenfassung

Auf dem Grundstück der Köpenicker Straße 1 in 12489 Berlin, befinden sich keine Altbebauungen.

Das zu bebauende Grundstück hat eine Grundfläche von ca. 5 ha. Die BVG plant die Errichtung eines modernen Straßenbahnbetriebshofes. Im Osten wird eine Schienen- und Fahrzeughalle (Abstellhalle), im Westen ein zweistöckiges Gebäude und in der Schleife der Abstellanlage wird ein Gleichrichterwerk mittels geböschter Baugruben entstehen. Der unterirdische Wasserspeicher ist im Schutze einer verbauten Baugrube und nach aktuellem Planungsstand einer geschlossenen Wasserhaltung herzustellen.

Im Süden wird das Grundstück von der Köpenicker Straße begrenzt. Die östliche Grenze bilden der Bahndamm mit der S-Bahn- und die Bundesstraße 96a. Im Norden und Westen des Grundstücks befindet sich ein Wohn- und Gewerbegebiet. Der Lageplan des Planungsbereiches wird als Anlage beigefügt (siehe Anlage 1.1).

Es ist vorgesehen, die neuen Bauwerke flach zu gründen.

Baunull ist für das Bauvorhaben in Höhe +36,00 m NHN festgelegt. Die Gründungsordinate soll im Baufeld bei ca. +31,30 m NHN liegen.

Entsprechend der vorliegenden Baugrunduntersuchungen der Firma GuD Planungsgesellschaft für Ingenieurbau mbH vom 23.05.2022 (Anlage 4.1) ist für den Grundwasserstand ein Niveau von ca. +32,50 m NHN eingemessen.

Aufgrund des Aushubniveaus innerhalb der Baufläche, ergibt sich im Zuge der Grundwasserabsenkung ein Absenkziel für die Baugrube von +30,80 m NHN.

Nachfolgend wird zur Übersicht die Baugrube detailliert auf ihr Absenkziel hin verdeutlicht:

Tabelle 0-1: Absenkziel für die Baugrube

Grundwasserhaltung	Baugrubensohle (m NHN)	Absenkziel (m NHN)	GW-Absenkung (m)
Baugrube	+31,30	+30,80	1,70

Für die Dauer der Wasserhaltung im Bereich der Baugrube ist nach derzeitigem Kenntnisstand von 5 Wochen auszugehen. Gemäß der Berechnung der Grundwasserförderung im Kapitel 6 ergibt sich für das Bauvorhaben eine Fördermenge von ca. 5.801 m³ bei einer sich maximal einstellenden Förderrate von 1.094 m³/Woche.

1 Veranlassung und Aufgabenstellung

Die GuD Planungsgesellschaft für Ingenieurbau mbH wurde durch den Bauherren

Berliner Verkehrsbetriebe (BVG) AöR

Holzmarktstraße 15-17

10119 Berlin

mit der Erarbeitung der Unterlagen zum Antrag auf wasserbehördliche Erlaubnis für die geplanten Grundwasserhaltungsmaßnahmen für den geplanten Straßenbahnbetriebshof des Grundstücks Köpenicker Straße 1 in 12489 Berlin-Adlershof beauftragt.

2 Unterlagen

Für die Erarbeitung der Antragsunterlagen standen die nachfolgenden angegebenen Unterlagen zur Verfügung.

Gutachten / Plandarstellungen / Rahmenterminplan

- [U1] Ingenieurleistungen zur Baufeldvorbereitung in den Fachbereichen Altlasten, Entsorgung, Analytik, Kampfmittelräumung, Rückbau und Erdbau, Projekt: ehemaliger Kohlebahnhof Adlershof. Ingenieurbüro Döring GmbH, 18.09.2018
- [U2] Dokumentation zur Erkundungsbohrung und zu in situ-Messungen für eine geplante geothermische Nutzung des Untergrundes mittels Erdwärmesonden; H.S.W. Ingenieurbüro Gesellschaft für Energie und Umwelt mbH; 15.01.2020
- [U3] Geotechnischer Bericht; GuD Planungsgesellschaft für Ingenieurbau mbH, 23.05.2022
- [U4] Stadtplan (Übersichtskarte 1:50.000); Geoportal berlin (FIS-Broker); 29.11.2019

Gesetze / Richtlinien / Verordnung

- [U5] MERKBLATT – Grundwasserbenutzungen bei Baumaßnahmen und Eigenwasserversorgungsanlagen im Land Berlin, herausgegeben von der Senatsverwaltung für Umwelt, Verkehr und Klimaschutz; Referat II D 3 – Arbeitsgruppe Geologie und Grundwassermanagement, Brückenstr.6, 10179 Berlin. Stand: April 2017
- [U6] Berliner Wassergesetzes, vom 6. Juni 2008
- [U7] Gesetz über die Umweltverträglichkeitsprüfung, UVPG, Neigefasst durch Bek. V. 24.02.2010, zuletzt geändert durch Art. 2 G.v. 8. September 2017
- [U8] Digitaler Umweltatlas von Berlin / Geologischer Atlas von Berlin, herausgegeben von der Senatsverwaltung für Gesundheit, Umwelt und Verbraucherschutz, Grundwassergleichenkarte von Berlin, Stand Mai 2016
- [U9] Länderarbeitsgemeinschaft Abfall, Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Abfällen – Technische Regeln – 1.2: Boden, Stand 05.11.2004

3 Beschreibung der Baumaßnahme

3.1 Grundstück / Lage

Das Grundstück befindet sich in der Köpenicker Straße 1 in 12489 Berlin-Adlershof im Berliner Stadtbezirk Treptow-Köpenick und wird von der Köpenicker Straße begrenzt. Die östliche Grenze bilden der Bahndamm mit der S-Bahn- und die Bundesstraße 96a. Im Norden und Westen des Grundstücks befindet sich ein Wohn- und Gewerbegebiet. Die derzeitigen Geländehöhen betragen zwischen etwa 34 bis 35 m NHN. Das Gelände liegt größtenteils als Sandfläche brach. Auf dem Gelände stehen einzelne Bäume / Baumgruppen.



Abbildung 3-1: Lageplan des Grundstücks (Geoportal-berlin, [U4])

Die Fläche wurde von 1894 bis 1959 als Güter- und Rangierbahnhof Berlin-Adlershof genutzt. Von ca. 1950 bis 1990 gehörte das Gelände der Deutschen Reichsbahn. Ab ca. 1950 wurde das Gelände durch die Deutsche Reichsbahn und später auch bereichsweise durch die NVA als Kohlebahnhof bzw. Umschlagplatz für Kohle und Baustoffe genutzt [U1][U1].

Gemäß der Unterlage [U1] wurde eine aktuelle Auskunft aus dem Bodenbelastungskataster Berlin durch das Umweltamt des Bezirks Treptow-Köpenick am 09.02.2018 erteilt. Die Fläche des ehemaligen Kohlebahnhofs Adlershof wurde am 08.02.1993 unter der Nummer „7680+“ in das Bodenbelastungskataster Berlin aufgenommen, eine kleine Teilfläche im Nordwesten gehört zur Nummer „7782+“.

Das Untersuchungsgelände befindet sich gemäß den Auskünften im Geodatenportal-Berlin nicht in einem Wasserschutzgebiet.

3.2 Bauwerk / Baugrube

Zum aktuellen Planungsstand sind für die Ausführung sämtlicher Baugruben Trogbaugruben geplant.

Baunull ist für das Bauvorhaben in Höhe +35,00 m NHN festgelegt.

Die Angaben zur Trogbaugrube werden in der Tabelle 3-1 zusammengefasst.

Tabelle 3-1: geometrische Abmessungen der Baugrube

Baugrube	Werkstatt - Anbau	Einsatzleitung	Aufzugsschacht Einsatzleitung	Löschwasser- becken
Sohlfläche	923,65 m ²	365,94 m ²	19,35 m ²	210,04 m ²
Aushubniveau	32,15 m NHN	32,05 m NHN	31,25 m NHN	30,65 m NHN
OK Trogbauwand	35,00 m NHN	35,00 m NHN	32,05 m NHN	35,00 m NHN
UK Trogbauwand	26,45 m NHN	26,15 m NHN	25,15 m NHN	21,95 m NHN
OK Sohle	30,30 m NHN	30,10 m NHN	29,00 m NHN	27,30 m NHN
UK Sohle	29,30 m NHN	29,10 m NHN	28,00 m NHN	26,30 m NHN

Gemäß aktuellem Planungsstand wird das Aushubniveau ausgehend von der Geländeoberkante von ca. 35,00 m NHN für den geplanten Werkstatt-Anbau wie folgt festgelegt:

Aushubniveau Werkstatt-Anbau

OK Aushub: ca. – 2,85 m

Aushubniveau = 32,15 m NHN

Das geplante Aushubniveau liegt somit 0,35 m unterhalb des Grundwasserspiegels. Das Grundwasser muss mindestens 50 cm unterhalb der Aushubsohle abgesenkt werden. Das Grundwasser muss demnach um 0,85 m abgesenkt werden.

Gemäß aktuellem Planungstand wird das Aushubniveau ausgehend von der Geländeoberkante von ca. 35,00 m NHN für die Baugrube der Einsatzleitung wie folgt festgelegt:

Aushubniveau Einsatzleitung

OK Aushub: ca. – 2,95 m

Aushubniveau = 32,05 m NHN

Das geplante Aushubniveau liegt somit 0,45 m unterhalb des Grundwasserspiegels. Das Grundwasser muss mindestens 50 cm unterhalb der Aushubsohle abgesenkt werden. Das Grundwasser muss demnach um 0,95 m abgesenkt werden.

Gemäß aktuellem Planungstand wird das Aushubniveau ausgehend von dem Aushubniveau der Baugrube der Einsatzleitung von ca. 32,05 m NHN für den Aufzugsschacht wie folgt festgelegt:

Aushubniveau Aufzugsschacht Einsatzleitung

OK Aushub: ca. – 0,8 m

Aushubniveau = 31,25 m NHN

Das geplante Aushubniveau liegt somit 1,25 m unterhalb des Grundwasserstands. Da dieser Aufzugsschacht jedoch im Zuge der UG-Herstellung der Einsatzleitung erfolgt ist hier ein Grundwasserstand von 31,55 m NHN anzusetzen, sodass das Aushubniveau 30 cm unterhalb des Grundwasserstands liegt. Das Grundwasser muss mindestens 50 cm unterhalb der Aushubsohle abgesenkt werden. Das Grundwasser muss demnach um 0,80 m abgesenkt werden.

Gemäß aktuellem Planungstand wird das Aushubniveau ausgehend von der Geländeoberkante von ca. 35,00 m NHN für das geplante Speicherbecken wie folgt festgelegt:

Aushubniveau Löschwasserbecken

OK Aushub: ca. – 4,35 m

Aushubniveau = 30,65 m NHN

Das geplante Aushubniveau liegt somit 1,85 m unterhalb des Grundwasserspiegels, sodass eine geschlossene Wasserhaltung mittels Tiefbrunnen erforderlich wird. Das Grundwasser muss mindestens 50 cm unterhalb der Aushubsohle abgesenkt werden. Das Grundwasser muss demnach um 2,35 m abgesenkt werden.

Um eine Verschleppung von eventuellen Grundwasserverunreinigungen zu vermeiden wird eine Trogbaugrube in Wand-Sohle-Bauweise hergestellt, die aus einer dichten Umschließung besteht. Die Baugrubenwand ist als Spundwand und die Sohle als Düsenstrahlsohle konzipiert.

Für die **Baugrube** ist folgender prinzipieller Bauablauf geplant:

- Kampfmittelsondierung, bereits erfolgt
- Trassenberäumung Verbauwände, sofern erforderlich.
- Herstellen Trogbauwand
- Herstellung Dichtsohle
- Herstellen Tiefbrunnen und WH-Anlage
- Pumpversuch
- Endaushub mit sukzessiver Grundwasserabsenkung
- Herstellen der Sauberkeitsschicht / ggf. Einbau von Erdungssystemen
- Herstellen der unterwasserliegenden Bauabschnitte

3.3 Überschneidung mit Baumaßnahmen anderer Bauträger

Eine Überschneidung mit Baumaßnahmen anderer Bauträger ist nicht bekannt.

4 Baugrund und Hydrologie

4.1 Beschreibung des Baugrunds

Gemäß geotechnischen Bericht befindet sich das Projektgebiet im Warschau-Berliner-Urstromtal. Der oberflächennahe Schichtenaufbau des Grundstücks besteht bis zu einer Tiefe von maximal ca. 20 m unter der Geländeoberkante (GOK) aus quartären Ablagerungen von Talsanden der Weichseleiszeit mit teilweise kiesigen Bestandteilen. Die Geländeoberfläche kann im gemittelten mit ca. +35,0 m NHN angegeben werden.

Der Boden besteht generell aus einer überwiegend sandig ausgebildeten anthropogenen Auffüllung, die teilweise mit Bauschuttresten (Bauschutt, Ziegelbruch) sowie Kies- und Steinbeimengungen durchsetzt sind.

Im Liegenden der Auffüllung folgen bis zu 20 m unter GOK Fein- und Mittelsande.

Im Zuge der vorgezogenen Kampfmittelräumung wurde das Grundstück bereits teilweise bis ca. 2,5 m unter GOK ausgehoben und wieder aufgefüllt, sodass die Auffüllungen größtenteils bereits beräumt sind und ein lagenweise verdichtetes und aufbereitetes Gründungspolster hergestellt wurde.

Auffüllungen:

Die Auffüllung besteht aus einem Gemisch von Sanden, mit variierenden Bauschuttresten sowie Kies- und Steinbeimengungen bis zu ca. 2,5 m unter GOK.

Wichte des feuchten Bodens:	γ	=	17 kN/m ³
Wichte unter Auftrieb:	γ'	=	9 kN/m ³
Scherfestigkeit (für $c_k' = 0$)	φ_k'	=	31°
Steifemodul	$E_{s,k}$	=	- MN/m ²

Talsande:

Die Schmelzwassersande und Kiese aus der Weichseleiszeit bestehen aus Sanden aller Kornfraktionen (fein, mittel, grob) bis zu ca. 20 m unter GOK.

Mitteldicht gelagerte Sande:

Wichte des feuchten Bodens:	γ	=	18 kN/m ³
Wichte unter Auftrieb:	γ'	=	10 kN/m ³
Reibungswinkel:	φ_k'	=	32,5°
Kohäsion:	c'	=	0

Steifemodul: $E_{s,k} = 20 \times \sqrt{t} \text{ MN/m}^2$

Steifemodul Wiederbelastung: $E_{sw,k} = 3 \times E_{s,k} \text{ MN/m}^2$

t – Tiefe ab Geländeoberkante (Ursprungsgelände)

Zusammenfassend ist das Baugrundmodell für das Bauvorhaben in der Tabelle 4-1 darzustellen.

Tabelle 4-1: Baugrundmodell für das Bauvorhaben

Bodenart	Unterkante (m u. GOK)	Unterkante (m ü. NHN)
Auffüllungen, sandige Ablagerungen mit variierenden Bauschuttresten, Kies- und Steinbeimen- gungen, dicht gelagert	i. M. bis ca. 2,5 m	bis ca. 31,78
Talsande, Schmelzwassersande und Kiese aus der Weichseleiszeit, fein- bis grobsandigen San- den, überwiegend mitteldicht gelagert	> 20,0 m	< 15,00

4.2 Durchlässigkeit

Gemäß dem Baugrundgutachten wird im Mittel voraussichtlich ein Durchlässigkeitsbeiwert k_f von **10^{-4} m/s** repräsentativ für die oberflächennahen Bodenschichten sein. Im Bereich der Talsande lassen sich laut Bodengutachten Durchlässigkeitsbeiwerte von bis zu $k_f = \mathbf{2 \times 10^{-4} \text{ m/s}}$ ableiten.

Genauere Durchlässigkeitswerte können nur in situ bei einem Pumpversuch ermittelt werden.

4.3 Angaben zu Altlasten

Gemäß dem Bericht Baufeldvorbereitung ist im Regelbereich mit Bodenverunreinigungen zu rechnen [U1]. Die Analysen erfolgten gemäß TR LAGA Boden einschl. BTEX, zwecks potentieller Entsorgungskosten.

Die Fläche 7680+ ist eine Altlastenverdachtsfläche. Laut Bericht Baufeldvorbereitung wird im Bodenbelastungskataster als Ablagerung mit einer Mächtigkeit von 0,5 – 0,7 m die Komponente

Bauschutt, Abfallart Schotter genannt. Die darin enthaltene Kontaminationsfläche "KF 1005-004" wurde weitestgehend saniert.

Für die Teilfläche 7680a sowie die Flurstücke 5870 und 5866 besteht kein Altlastenverdacht.

Einzelheiten hinsichtlich der Untersuchungsergebnisse können dem Bericht Baufeldvorbereitung entnommen werden (siehe Anlage 4.3).

4.4 Aussagen zum Vorhandensein von Kampfmitteln

Im Zuge der vorgezogenen Kampfmittelräumung wurde bereits Kampfmittelfreiheit hergestellt.

4.5 Erfordernis von archäologischen Grabungen / Sicherungsmaßnahmen

In dem geplanten Areal ist nach bisherigen Erkenntnissen (Recherche im FIS-Broker des Senats) nicht mit archäologischen Funden zu rechnen, weshalb keine archäologische Begleitung der Ausgrabungsmaßnahmen vorgesehen ist (siehe Anlage 4.2). Sollten beim Aushub archäologische Fundstücke angetroffen werden, wird das Landesdenkmalamt umgehend durch die örtliche Bauüberwachung des AG in Kenntnis gesetzt.

5 Grundwasser

5.1 Hydrologische Verhältnisse

Gemäß Auskunft im Geodatenportal ist von folgenden Daten zu Grundwasser auf dem Baugrundstück auszugehen:

Für die Bemessung der Bauaufgabe werden folgende Grundwasserstände zugrunde zu legen:

GW (Grundwasserfördermenge Abschätzung) +32,50 m NHN

zeHGW (Auftriebssicherung im Endzustand, Planung der Bauwerksabdichtung) +33,30 m NHN

zeMHGW (Bemessungswert Niederschlagswasserversickerungsanlagen) +32,90 m NHN

5.2 Grundwasserqualität

Gemäß dem Bericht zur Baufeldvorbereitung [U1] ist auf dem Grundstück eine Grundwasserunreinigung bekannt, die in der Vergangenheit noch nicht vollständig beseitigt werden konnte, sodass davon auszugehen ist, dass im Falle einer Grundwasserabsenkung eine Grundwasserreinigung zur Ableitung des Förderwassers vorzusehen ist. Nähere Informationen zur Grundwasserqualität ist dem Bericht zur Baufeldvorbereitung zu entnehmen (siehe Anlage 4.3)[U1].

6 Berechnung der Grundwasserförderung

6.1 Fördermengen für Grundwasserabsenkung

Während der Baumaßnahme muss der Grundwasserspiegel abgesenkt werden. Für die Baugrube der Werkstatt-Anbau ist eine Absenkung um 0,85 m erforderlich. Für die Einsatzleitung 0,95 m und für dessen Aufzugsschacht nochmals weitere 0,8 m. Die Baugrube des Löschwasserbeckens erfordert eine Grundwasserabsenkung um 2,35 m.

Die Baugruben sind durch folgende geometrischen Abmessungen gemäß Tabelle 6-1 gekennzeichnet.

Tabelle 6-1: geometrische Abmessungen der Baugrube

	Werkstatt- Anbau	Einsatzleitung	Aufzugsschacht Einsatzleitung	Löschwasserbecken
Sohlfläche	923,65 m ²	365,94 m ²	19,35 m ²	210,04 m ²
Grundwasserstand	+32,50 m NHN	+32,50 m NHN	+31,55 m NHN	+32,50 m NHN
Absenkziel	+31,65 m NHN	+31,55 m NHN	+30,75 m NHN	+30,15 m NHN
GW-Absenkung	0,85 m	0,95 m	0,80 m	2,35 m

Tabelle 6-2: Fördermengen Baugrube

	Werkstatt- Anbau	Einsatzleitung	Aufzugsschacht Einsatzleitung	Löschwasserbecken	Einheit
Sohlfläche	923,65	365,94	19,35	210,04	m ²
Benetzte Wandhöhe im GW	3,20	3,30	4,05	6,20	m
Abwicklung der Wand	202,30	79,40	17,60	59,20	m
Benetzte Fläche im Grundwasser	923,65 + 647,36	365,94 + 262,02	19,35 + 71,28	210,04 + 367,04	m ²
Richtwert	1,5	1,5	1,5	1,5	l/s/1000m ²
Zuflussrate	8,49	3,40	0,49	3,12	m ³ /h

Tabelle 6-3: Lenzwassermengen Baugrube

	Werkstatt- An- bau	Einsatzleitung	Aufzugsschacht Einsatzleitung	Löschwasserbe- cken
Baugrube	887 m ³	363 m ³	24 m ³	391 m ³

6.2 Ermittlung der Gesamtfördermenge

Auf der Grundlage der beschriebenen Ausgangsdaten ergeben sich folgende Förderraten und Fördermengen:

Tabelle 6-4: Fördermengen Baugrube

	Förderrate [m ³ /h]	Dauer [d]	Fördermenge [m ³]
Werkstatt-Anbau	887 m ³ + 8,49	180	37.564
Einsatzleitung	363 m ³ + 3,40	150	12.603
Aufzugsschacht Ein- satzleitung	24 m ³ + 0,49	30	377
Löschwasserbecken	391 m ³ + 3,12	150	11.623
Summe	-	-	62.167

7 Auswirkung der Grundwassereingriffe

7.1 Absenkung des freien Grundwasserspiegels (Absenktrichter)

Durch die hier zur Anwendung kommende Trogbaugrube stellt sich kein klassischer Absenktrichter ein. Es wird von einer Absenkung im Nahbereich der Baugrube von bis zu maximal 30 cm ausgegangen.

7.2 Kontrolle der Grundwasserabsenkung

Zur Kontrolle der Grundwasserstände muss während der Wasserabsenkung eine ständige Überwachung und Kontrolle mittels Außenpegeln erfolgen.

Die Überwachung der geplanten Grundwasserabsenkung innerhalb der Trogbaugruben erfolgt über Innenpegel. Außerhalb der Baugruben ist eine Überwachung mit je 4 Außenpegeln (AP) und Innerhalb der Baugruben mit je 2 Innenpegeln (IP) zur Beobachtung der Grundwasserstände vorgesehen.

Vor Beginn der Wasserhaltungsmaßnahmen ist der Wasserbehörde über den Betriebsbeauftragten ein Havariekonzept mit entsprechenden Grenzwerten für die Pegelmessung und zugehörigen Gegenmaßnahmen vorzulegen.

Das Förderwasser ist zunächst in den Mischwasser- oder Schmutzwasserkanal einzuleiten. Nach der Beprobung bzw. dem Nachweis der Unterschreitung der entsprechenden Grenzwerte darf das Förderwasser nach Freigabe durch die Wasserbehörde in den Regenwasserkanal oder ein Oberflächengewässer eingeleitet werden. Zunächst sind wöchentliche Beprobungen durchzuführen.

Die entsprechenden Einleitstellen sind bei den zuständigen Instanzen zu beantragen.

8 Einleiten von Stoffen in das Grundwasser

Nach aktuellem Planungsstand werden Spundwände und Dichtsohlen für die Trogbaugruben vorgesehen.

Die Fahrleitungsmaste werden mittels Rohrpfahlgründungen gegründet, die eine Länge von ca. 6 m aufweisen.

Spundwände

Für das Speicherbecken ist es notwendig eine Tiefbaugrube in Form einer Spundwand und einer Unterwasserbetonsohle herzustellen.

Die Einbindetiefe der Spundwände ist der zu Tabelle 6-2 entnehmen.

Die Länge der Spundwand beträgt ca. 360 m.

Die Querschnittsfläche der Spundwände beläuft sich vorbehaltlich der Ausführungsplanung auf ca. 0,01741 m²/m.

Hieraus ergibt sich unter Berücksichtigung der jeweiligen Wandhöhen ein Stahlvolumen für die einzubringenden Spundwände im Grundwasser von ca. **45 m³**.

DS-Sohle

Die DS-Sohlen sind mit einer Dicke von 1,0 m auf einer Fläche von ca. 1.520 m² geplant, sodass sich ein Volumen von ca. **1.520 m³** Zementsuspension für die Einbringung in das Grundwasser ergibt.

Fahrleitungsmaste

Auf dem Grundstück werden 60 Rohrpfähle mit einem Durchmesser von $d = 508$ mm und 30 Rohrpfähle mit einem Durchmesser von $d = 711$ mm, mit einer Wanddicke von jeweils 8 mm hergestellt.

Die Oberkante der Rohrpfähle liegt bei ca. 36,00 m NHN (spätere GOK) und die Unterkante der Rohrpfähle liegt bei ca. 30,00 m NHN. Somit beläuft sich die Einbindetiefe der Rohrpfähle ausgehend vom zeHGW auf 3,3 m im Grundwasser.

Daraus ergibt sich ein Stahlvolumen von **4,36 m³** für die einzubringenden Rohrpfähle in das Grundwasser.

9 Absperrung des Aquifers

Die Trogbaugruben sperren den Aquifer ca. mit ca. 5.550 m³ ab. Auswirkungen auf die Grundwasserströmungen können jedoch auf Grund der lediglich nur geringen Absperrungen in dem sehr Mächtigen Aquifer ausgeschlossen werden.

10 Qualitätssicherung / Aussagen zu möglichen Havarien

Ein detailliertes Havariekonzept und ein Qualitätssicherungsprogramm (QS-Programm) sind der Wasserbehörde vor Beginn der Arbeiten vorzulegen.

Für die Qualitätssicherung ist die möglichst häufige Kontrolle der Aushubgenauigkeit im Rahmen eines Soll-Ist-Vergleichs wichtig.

Vorsorge für die Überschreitung der Pegelgrenzwerte bedeutet Planung und Organisation eines abgestuften Sofortmaßnahmenkatalogs je nach Größe und Gefahrenpotential. Bewährt haben sich hierbei Flussdiagramme und ein gestaffelter Alarmplan, die dem Personal auf der Baustelle Kriterien für die Beurteilung und für die Einstufung entsprechenden erforderlichen Maßnahmen geben.

11 Darstellung und Bewertung der Umweltauswirkungen

Mit der nachfolgenden Bewertung der Umweltauswirkungen werden die vom Vorhaben ausgehenden Wirkungen auf die Umwelt erfasst und die voraussichtlichen Beeinträchtigungen dargestellt. Dabei wurden auch Möglichkeiten der Vermeidung und Minimierung von Beeinträchtigungen berücksichtigt.

11.1 Bauliche Gegebenheiten

11.1.1 Einstufung und Ausweisung des Gebiets entsprechend Bebauungsplan

Das Projektgebiet liegt in einem B-Plan der sich noch im Verfahren befindet (siehe Anlage 5.1). Der Flächennutzungsplan weist das Projektgebiet als gewerbliche Baufläche und Grünfläche aus (siehe Anlage 5.2).

11.1.2 Art der Umgebungsbebauung und Umgebungsnutzung

Im Norden und Westen des Grundstücks befindet sich ein Wohn- und Gewerbegebiet.

Die östliche Grenze bilden der Bahndamm mit der S-Bahn- und die Bundesstraße 96a.

Südlich wird das Grundstück von der Köpenicker Straße begrenzt, dahinter befindet sich die Kleingartenanlage Teltowkanal III, die sich bis zum Teltowkanal erstreckt.

11.1.3 Vorhandensein öffentlicher Verkehrswege

Die Straße Köpenicker Straße ist eine vierspurige Straße. Bei fachgerechter Ausführung der Baugrube und der damit verbundenen Entnahme von Grundwasser besteht keine Gefahr von signifikanten Setzungsschäden an angrenzenden öffentlichen Verkehrswegen.

11.1.4 Vorhandensein unterirdischer Einrichtungen, Anlagen und Versorgungsleitungen

Gemäß Bericht Baufeldvorbereitung wurde durch die BVG Ende 2017 eine Leitungsabfrage bei dem Leitungsauskunftsportal infrest – Infrastruktur eStrasse GmbH durchgeführt, bislang jedoch ohne Ergebnis [U1]. Eine Abfrage bei den Berliner Wasserbetrieben zeigte, dass diese keine Leitungen auf dem Grundstück betreiben.

Von der BVG wurde ein Kanalbestandsplan der DB Netz AG, IPE 1000872, Stand 01/18 übergeben. Demzufolge verlaufen fünf Regenwasser-Gefälleleitungen parallel zum Bahndamm in Richtung Köpenicker Straße. Es handelt sich um Steinzeug- oder Betonleitungen mit den Nennweiten DN 150, DN 300 bzw. DN 500 unterschiedlicher Länge. Eine Leitung enthält keine Angaben. Sie alle münden in einer parallel zur Köpenicker Straße verlaufenden Steinzeugleitung DN 500 (siehe

Anlage 4.3). Die Leitungen werden künftig nicht mehr benötigt und sollen daher alle zurückgebaut werden. Das Vorgehen ist mit dem zuständigen Leitungsträger zu klären, ebenso die Kosten dieses Rückbaus. Insgesamt haben die Leitungen eine Länge von ca. 945 m (siehe Anlage 4.3).

Des Weiteren sollen Leitungen in der nördlichen Zufahrt („Flaschenhals“) vorhanden sein. Dies wurde laut Bericht Baufeldvorbereitung der IBD über die BVG mitgeteilt. Zu Art, Länge und Nutzen der Leitungen ist aktuell nichts bekannt.

Gemäß Auskunft der BVG wird geprüft, den zukünftigen Rücklauf aus der geplanten Erschließung des ehemaligen Geländes der Berlin Chemie mit Fernwärme über eine Niedertemperaturleitung im Straßenbahnbetriebshof zu nutzen.

11.1.5 Vorhandensein von Kulturgütern

In dem geplanten Areal ist nach bisherigen Erkenntnissen (Recherche im FIS-Broker des Senats) nicht mit archäologischen Funden zu rechnen, weshalb keine archäologische Begleitung der Aushubmaßnahmen vorgesehen ist (siehe Anlage 4.2). Sollten beim Aushub archäologische Fundstücke angetroffen werden, wird das Landesdenkmalamt umgehend durch die örtliche Bauüberwachung des AG in Kenntnis gesetzt.

11.2 Umgebungsnutzung und Auswirkung auf sensible Nutzung

Die Ergebnisse zu 11.2 beruhen im Wesentlichen auf der Bestandsbegutachtung vor Ort und den Angaben im FIS-Broker des Senats von Berlin.

11.2.1 Erholungsgebiete / Parkanlagen / Baumbestand

Erholungsgebiete, Parkanlagen, ein schützenswerter Baumbestand (siehe Anlage 5.4) sowie Kleingärten bzw. Kleingartensiedlungen sind im gewählten Abstandssektor zum Projektgebiet nicht vorhanden. Gegebenenfalls sind in der Vegetationszeit vorhandene Bäume entlang der Baugrube zu bewässern.

11.2.2 Land-, forst- oder fischereiwirtschaftliche Nutzung

Land-, forst- oder fischereiwirtschaftliche Nutzung liegt im Projektgebiet und im gewählten Abstandssektor nicht vor.

11.2.3 Natur- und Landschaftsschutzgebiete

Natur- und Landschaftsschutzgebiete sind im Umfeld des Projektgebiets nicht vorhanden.

11.2.4 Vorhandensein besonders geschützter Pflanzen- und Tierarten

Fauna - Flora - Habitat - Gebiete (FFH Gebiete) sowie Vogelschutzgebiete sind im betrachteten Abstandssektor zum Projektgebiet nicht ausgewiesen.

11.2.5 Feuchtgebiete

Im betrachteten Abstandssektor des Projektgebiets sind keine Feuchtgebiete vorhanden.

11.2.6 Wasserschutzgebiete

Im betrachteten Abstandssektor des Projektgebiets sind keine Wasserschutzgebiete vorhanden (siehe Anlage 5.5).

11.3 Aussagen zu Umweltverschmutzungen, Belästigung und Unfallrisiken die mit der Baumaßnahme verbunden sind

Für die Baumaßnahme wird verbindlich erklärt, dass im nachfolgenden Antragsverfahren sowie bei der Durchführung der Baumaßnahme alle Forderungen aus gesetzlichen Regelungen (Immissions-/Lärmschutz, Behandlung von Bodenverunreinigungen, Verbringung des Bodenaushubs, Arbeitsschutz, Brand- und Explosionsschutz) vollinhaltlich umgesetzt und auch die einschlägigen technischen Regeln eingehalten werden.

12 Allgemeine Einschätzung der potentiellen erheblichen Auswirkungen des Vorhabens

12.1 Auswirkungen auf Flora und Fauna

Infolge der Trogbaugrube ist kein Absenktrichter zu erwarten. Bäume im Bereich der Baustelleneinrichtung sind mittels Bauschutzmaßnahmen zu schützen.

12.2 Auswirkungen auf das Grundwasser

Infolge der Trogbaugrube ist kein Absenktrichter zu erwarten. Nach derzeitigem Kenntnisstand sind keine nachteiligen Einflüsse auf das Grundwasser zu erwarten.

12.3 Auswirkungen auf das Oberflächenwasser

Durch die Maßnahme sind keine Auswirkungen auf das Schutzgut Oberflächenwasser in Hinsicht auf mögliche Verunreinigungen zu erwarten.

12.4 Auswirkungen auf den Boden

Das Projektgebiet ist gemäß Flächennutzungsplan als gewerbliche Baufläche und Grünfläche ausgewiesen. Schützenswerte Bodenvergesellschaftungen sind im Projektgebiet nicht vorhanden. Im Abstandsraster sind innerhalb des prognostizierten Einflussbereichs der Wasserhaltung der Baugrube keine Auswirkungen auf den Boden oder schützenswerte Bodenvergesellschaftungen anzunehmen.

12.5 Auswirkungen auf die Nachbarschaft

Infolge der Trogbaugrube ist kein Absenktrichter zu erwarten. Es sind keine negativen Auswirkungen ausgehend der Wasserhaltung auf die Nachbarbebauungen zu erwarten.

12.6 Auswirkungen auf Sach- und Kulturgüter

Im Abstandssektor zum Projektgebiet befinden sich keine schützenswerten Kulturgüter, Naturdenkmäler bzw. Einrichtungen unter Denkmalschutz (siehe Anlage 5.3).

12.7 Zusammenfassung

Zusammenfassend ist festzustellen, dass auf Basis der geplanten Restwasserhaltung der Trogbaugruben keine nachteiligen Auswirkungen auf die Natur und die Bebauung in der Umgebung zu erwarten sind.



ppa. Dipl.-Ing. Alexander Borns



Dipl.-Ing. (FH) Jessica Fischer

13 Anlagenverzeichnis

Anlage 1: Übersichtsplan / Lageplan

- A1.1 Koordinierter Lageplan – Neubau Betriebsbahnhof Adlershof, BFADL_X_2_XXX_LP_XXX_XXX_201_00_P_AAI , IPROconsult GmbH, 02.10.2023
1 Seite
- A1.2 Übersichtslageplan_Auszug der Karte von Berlin 1:5000 (K5 SW-Ausgabe), Auszug von Geoportal Berlin-FIS-Broker, 13.01.2023
1 Seite

Anlage 2: Baugrubenpläne

- A2.1 Baugrubenplanung Variante Trogbaugruben_BFADL - Neubau für Straßenbahnbetriebshof Adlershof, 2_GUD_BG_GS_00_003_01_V, GuD Planungsgesellschaft für Ingenieurbau mbH, 15.02.2024
1 Seite

Anlage 3: entfällt

Anlage 4: Baugrundgutachten

- A4.1 Geotechnischer Bericht, Neubau eines Straßenbahnbetriebshofes - Köpenicker Straße 1 in 12489 Berlin-Adlershof, GuD Planungsgesellschaft für Ingenieurbau mbH, Berlin, 23.05.2022
34 Seiten
- A4.2 Archäologische Fundstellen und Bodendenkmale – Auszug von Geoportal Berlin-FIS-Broker, 11.01.2023
2 Seiten
- A4.3 Ingenieurleistungen zur Baufeldvorbereitung in den Fachbereichen Altlasten, Entsorgung, Analytik, Kampfmittelräumung, Rückbau und Erdbau, Ingenieurbüro Döring GmbH, Berlin, 18.09.2018
66 Seiten
- A4.4 Dokumentation zur Erkundungsbohrung und zu in situ-Messungen für eine geplante geothermische Nutzung des Untergrundes mittels Erdwärmesonden, H.S.W. Ingenieurbüro Gesellschaft für Energie und Umwelt mbH, Rostock, 15.01.2020
16 Seiten

Anlage 5: Umweltauswirkungen aus FIS-Broker

- A5.1 Bebauungspläne, vorhabenbezogene Bebauungspläne (Geltungsbereiche) – Auszug von Geoportal Berlin-FIS-Broker, 13.01.2023
2 Seiten
- A5.2 FNS (Flächennutzungsplan Berlin), Stand Neubekanntmachung 2015 – Auszug von Geoportal Berlin-FIS-Broker, 13.01.2023
2 Seiten

- A5.3 Denkmalkarte Berlin – Auszug von Geoportal Berlin-FIS-Broker, 13.01.2023
2 Seiten
- A5.4 Klimamodell Berlin: Planungshinweise Stadtklima 2015 – Maßnahmen (Umweltatlas) –
Auszug von Geoportal Berlin-FIS-Broker, 13.01.2023 2 Seiten
- A5.5 Wasserschutzgebiete – Auszug von Geoportal Berlin-FIS-Broker, 13.01.2023
2 Seiten
- A5.6 Biotoptypen (Umweltatlas) – Auszug von Geoportal Berlin-FIS-Broker, 13.01.2023
2 Seiten



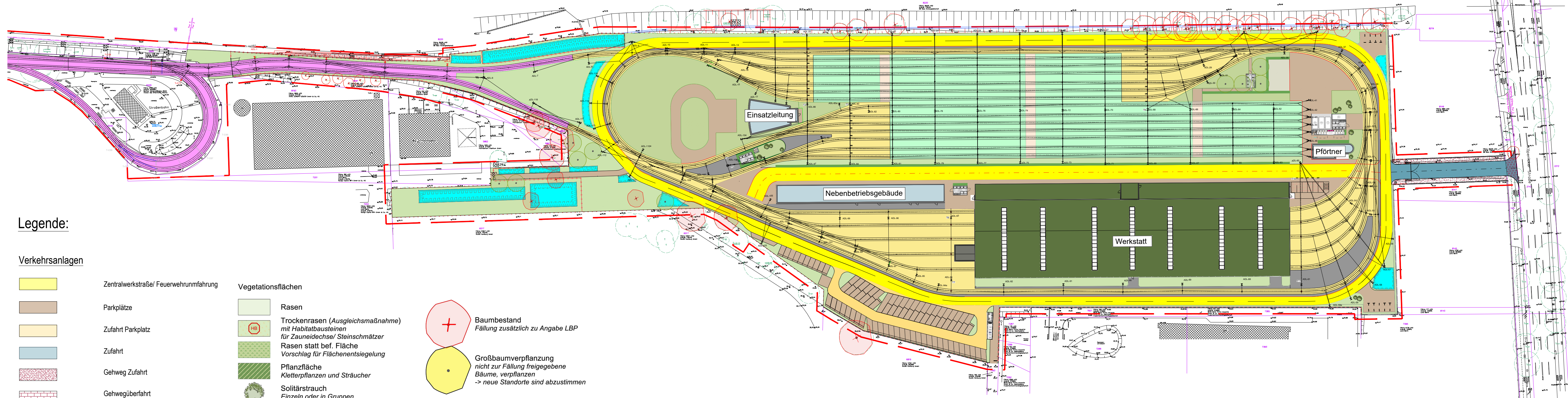
Anlage 1

Lagepläne



Anlage 1.1

Lageplan



Legende:

Verkehrsanlagen

- Zentralwerkstraße/ Feuerwehrumfahrung
- Parkplätze
- Zufahrt Parkplatz
- Zufahrt
- Gehweg Zufahrt
- Gehwegüberfahrt
- sonstige Flächen
- Planung anderer Gewerke
- Grundstücksgrenze
- Planfeststellungsgrenze
- Vermessung

Vegetationsflächen

- Rasen
- Trockenrasen (Ausgleichsmaßnahme) mit Habitatbausteinen für Zauneidechse/ Steinschmärtzer
- Rasen statt bef. Fläche Vorschlag für Flächenentsiegelung
- Pflanzfläche Kletterpflanzen und Sträucher
- Solitärstrauch Einzel oder in Gruppen
- Baumbestand erhalten
- Baumbestand Fällung gemäß Angabe LBP

- Baumbestand Fällung zusätzlich zu Angabe LBP
- Großbaumverpflanzung nicht zur Fällung freigegebene Bäume, verpflanzen -> neue Standorte sind abzustimmen
- Neupflanzung Laubbaum als Ersatzpflanzung für Fällung

Gleisanlagen

- Feste Fahrbahn mit Asphaltdeckung
- Feste Fahrbahn mit Grüneindeckung
- Rahmengleis mit Asphaltdeckung
- Werkstattgleise
- Feuerwehrquerung

- Entwässerung Rigolen
- Versickerungsmulden

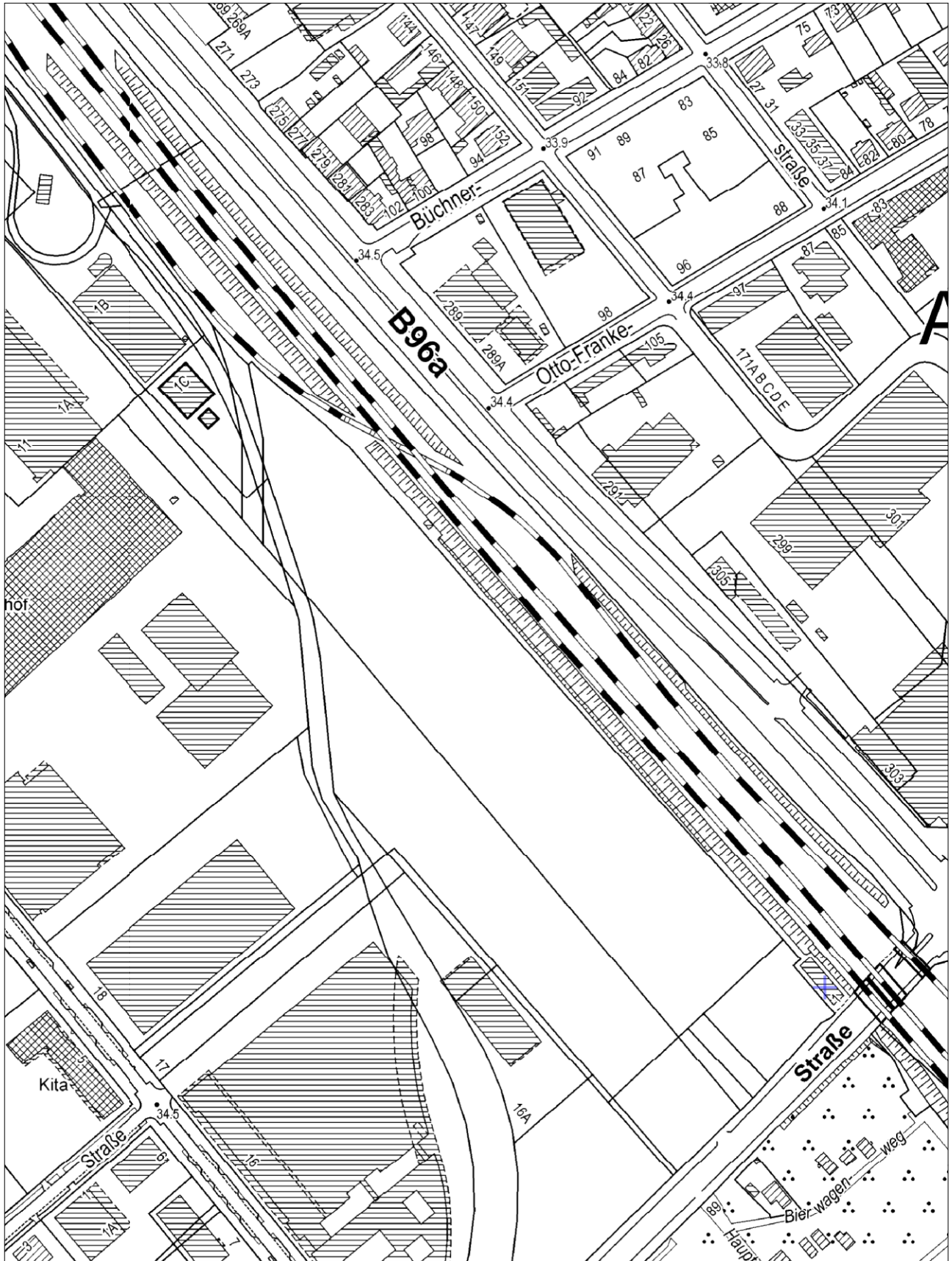
00	02.10.23	Erstauslieferung							
Index	Datum	Änderung	E. Plischke gezeichnet		J. Pradelt geprüft				
Betriebsleiter			Bauherr		Prüfingenieur				
Datum	Name	Datum	Name	Datum	Name				
Bauherr			Berliner Verkehrsbetriebe Anstalt des Öffentlichen Rechts Holzmarktstraße 15-17 10179 Berlin				Geprüft:		
Für die Richtigkeit der Planungsunterlagen verantwortlich:			Auftragnehmer		bearbeitet:		Datum:		
ARGE BVG Adlershof Vetschauer Straße 13 03048 Cottbus			IPROconsult		Name: E. Plischke		Datum: 02.10.2023		
Lageplan/ Skizze					gezeichnet:		Datum: 02.10.2023		
					Name: J. Pradelt		Datum: 02.10.2023		
± 0,00 = OKFFB EG = 36,00 m üNN									
QR-Code		HOAI - Leistungsphase 1 2 3 4 5							
		Projekt Neubau Betriebsbahnhof Adlershof							
Dateiname		Bauteil Koordinierter Lageplan							
BFADL_X_2_XXX_LP_XXX_XXX_201_00_P_AAI									
Maßstab		1:1.000							
Blattgröße		297x970							
		Zeichnungsnummer: Liegenschaft Gebäude Phase Gewerk Typ Lage Spezifizierung Lfd. Nr. Index Status Ersteller							
		BFADL_X_2_XXX_LP_XXX_XXX_201_00_P_AAI							
Weitergabe sowie Vervielfältigung dieses Dokuments, Verwertung und Mitteilung seines Inhalts sind verboten, soweit nicht ausdrücklich gestattet. Zuwiderhandlungen verpflichten zu Schadenersatz. Alle Rechte für den Fall der Patent-, Gebrauchsmuster- oder Geschmacksmustereintragung vorbehalten.									






































Anlage 1.2

Übersichtslageplan

Karte von Berlin 1:5000 (K5 SW-Ausgabe)



0 50 100

	Grenze Bundesland
	Grenze Bezirk
	Grenze Ortsteil
	Flurstücksgrenze
	Fahrbahnbegrenzung
	Fahrbahnbegrenzung überdeckt
	Topographische Linie
	Topographische Linie überdeckt
	Historische Anlage
	Tunnel
	Eisenbahn, S-/U-Bahn, oberirdisch
	Eisenbahn, S-/U-Bahn, unterirdisch
	Straßenbahn
	Seilbahn
	Fähre
	Wohngebäude
	Gebäude Wirtschaft
	Gebäude öffentliche Zwecke
	Hochhaus, Turm
	Überdachung, Carport
	Tiefgarage
	Fern-, Regionalbahnhof
	U-Bahnhof
	S-Bahnhof
	Kirche
	Kapelle
	Schornstein
	Bedeutendes Denkmal
	Springbrunnen
	Höhenpunkt
	Böschung
	Kleingartenanlage
	Spielplatz
	Friedhof
	Wald



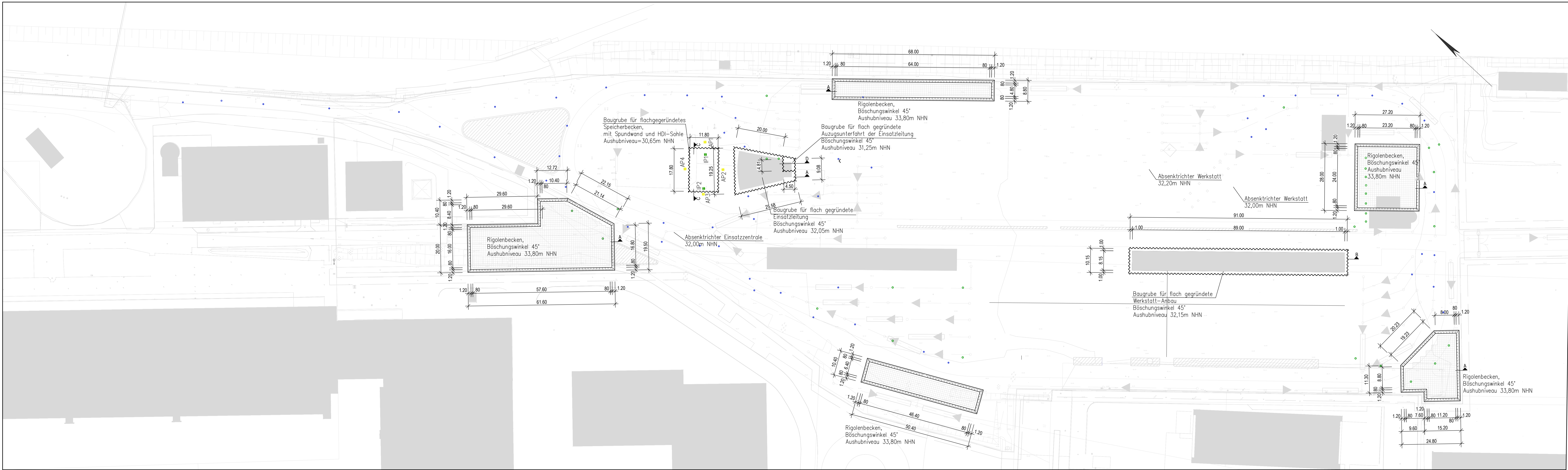
Anlage 2

Baugrubenpläne

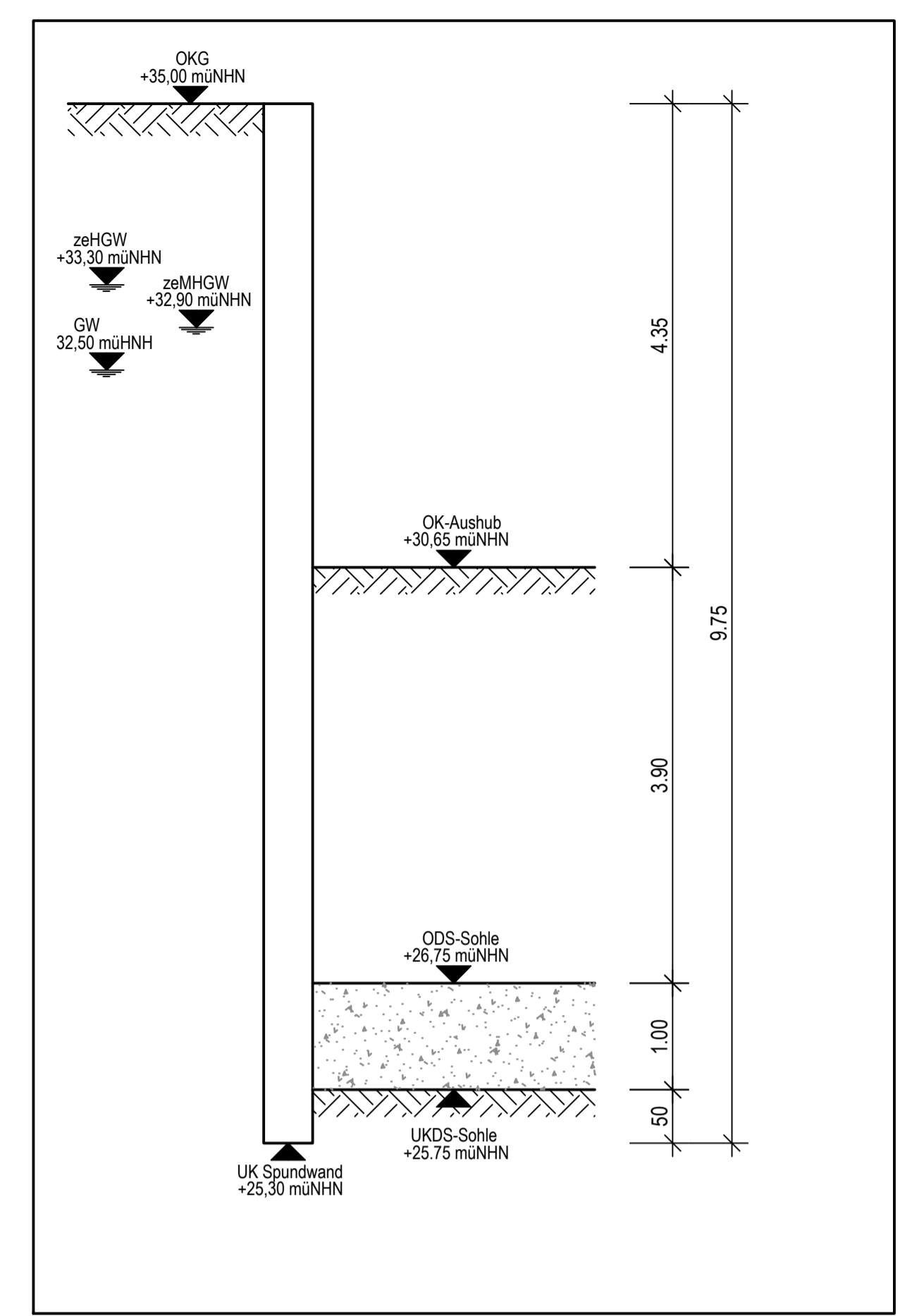


Anlage 2.1

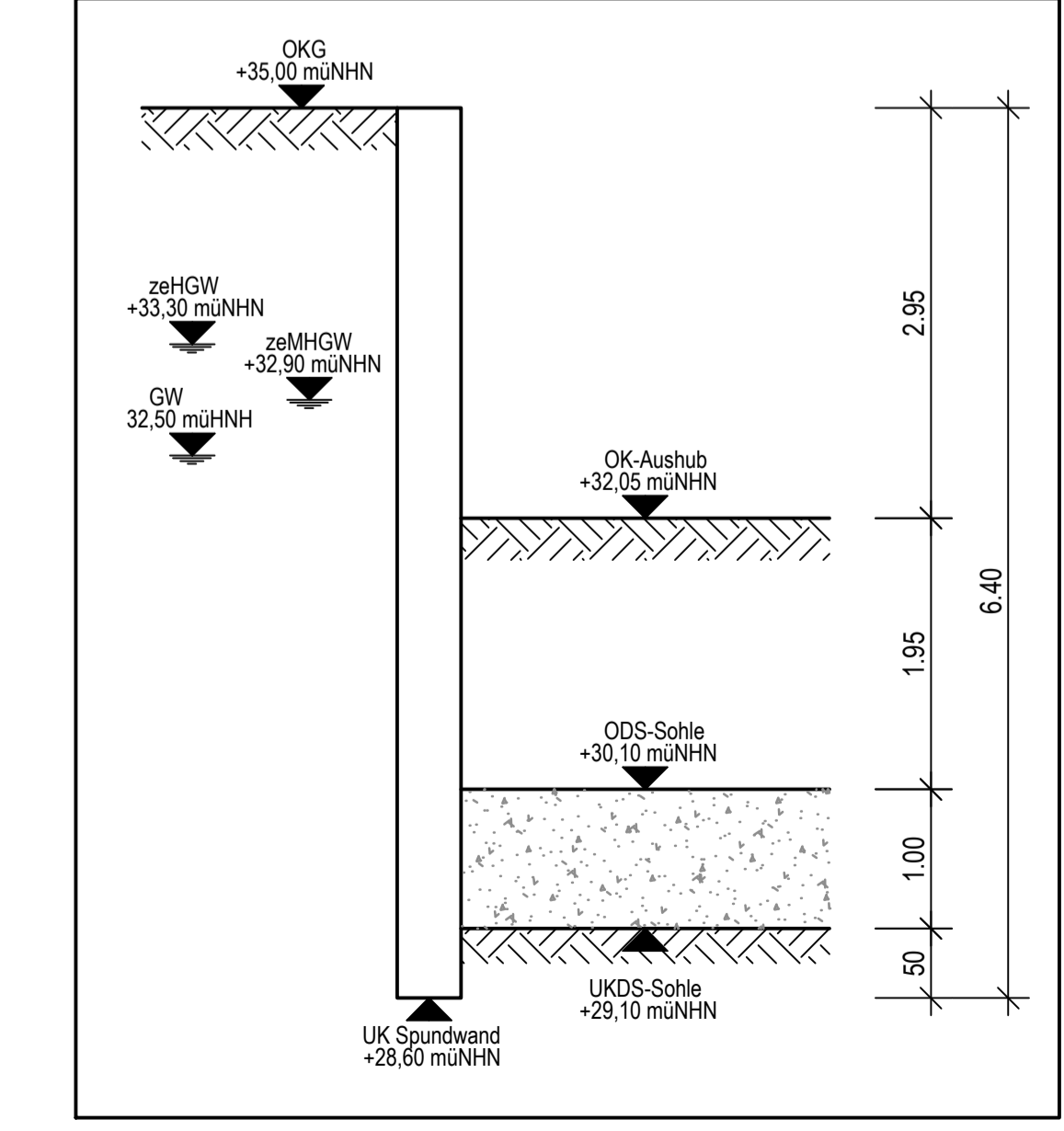
Baugrubenplan



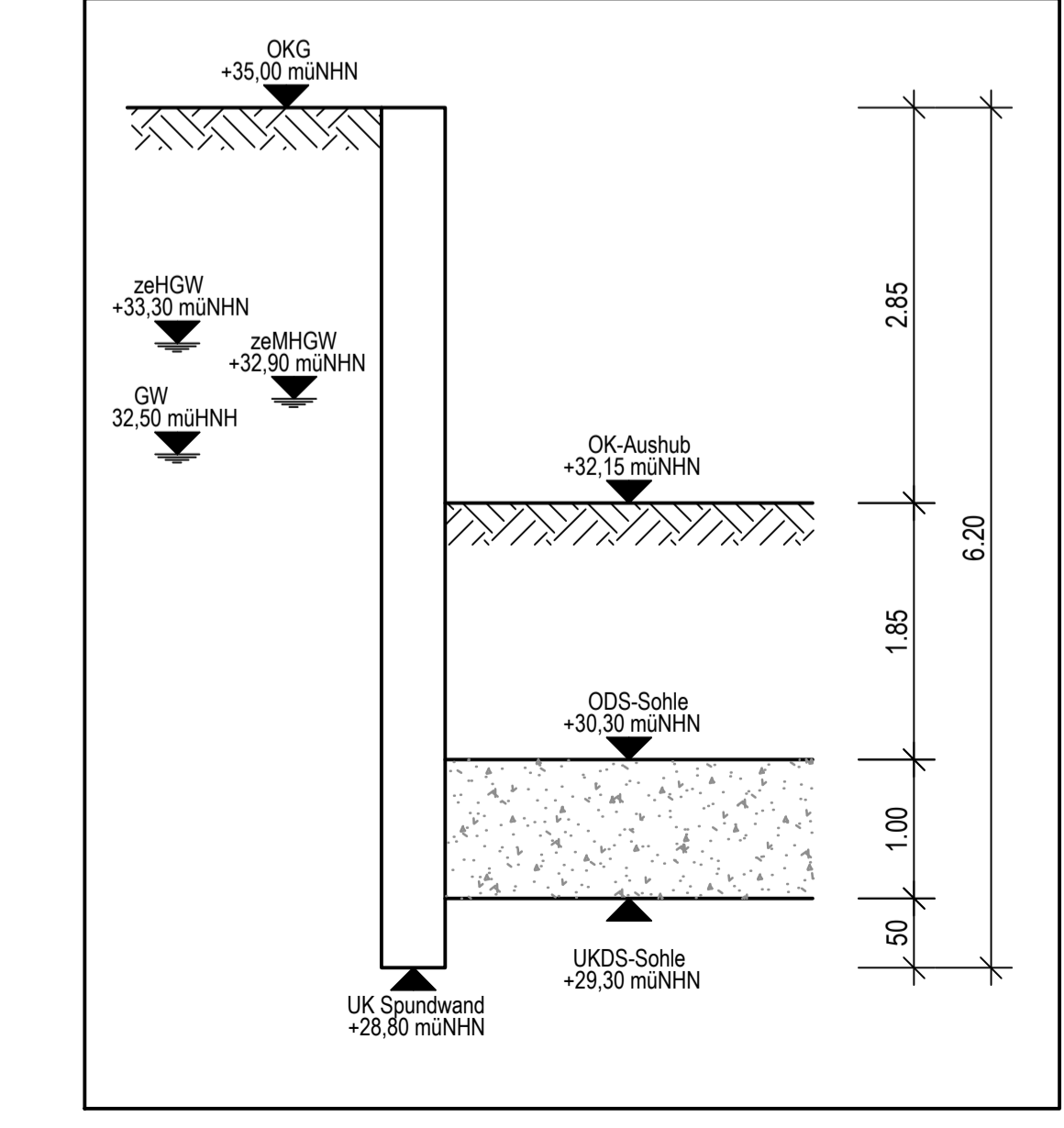
Prinzipsschnitt C-C
M 1:50



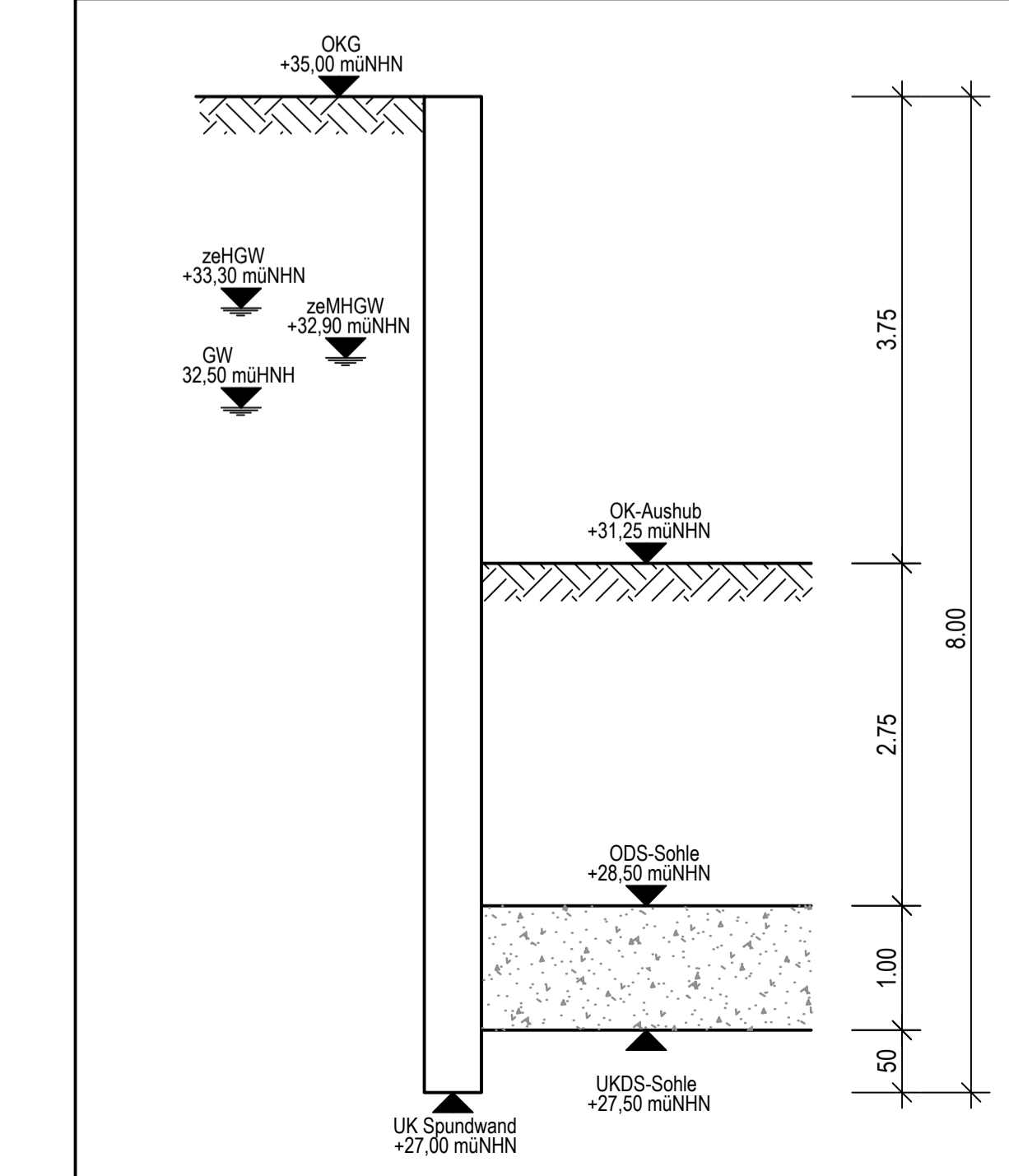
Prinzipsschnitt A-A
M 1:50



Prinzipsschnitt B-B
M 1:50



Prinzipsschnitt D-D
M 1:50



Legende

- Rohrfahrgründung Ø508mm Wanddicke 8mm
- Rohrfahrgründung Ø711mm Wanddicke 8mm
- Innenpegel
- Außenpegel

Wasserstände

	Höhe (Angaben in NHN)	Höhe (in Bezug auf ±0,00m)	Quelle/Kolonaden
zEHGW *	+33,30m ü. NHN		
zEMHGW**	+32,90m ü. NHN		
GW ***	+32,50m ü. NHN		

* zu erwartender höchster Grundwasserstand (wird angesetzt für den Standsicherheitsnachweis und die Planung der Abdichtungsmaßnahme)
 ** zu erwartender mittlerer höchster Grundwasserstand
 *** Grundwasserstand

Lagebezug: ETRS89, Lagestatus 489
 Höhenbezug: DHHN92, Höhenstatus 160

Baunull ±0.00 = ... m üNHN

Dt	15.02.24	12.02.24				
INSEK	DA/TUM	GEZS	GEPR	GEPR	PLANSTELLUNG	ANMERKUNGEN
01	15.02.24	JK	ABO	ABO	entfernen Rigolenbecken (Gleisschiefe)	
00	12.02.24	JK	ABO	ABO	Planerstellung	
00	12.02.24	GEPR	ABO	ABO	ANMERKUNGEN	

Planungsphase	Planersteller	Planart	Planinhalt	Ebene	Hd. Nummer	Index	Status
Freigabe	Plannummer						

2 GuD BGS 00 003 01 | V
 Baugrubenplanung

Bauherr: BERLINER VERKEHRSBETRIEBE
 Anstalt öffentlichen Rechts
 Trebbiner Straße 6
 10963 Berlin

Architekt

Alle Maße schriftl. prüfen	Plannummer	Index	Status
M 1:500 / 1:50	2 GuD BG GS 00 003	01	V
Datum	Gez.	JK	Planinhalt
12.02.24	---	ABO	Baugrubenplanung
12.02.24	Gepr.	ABO	

Plangröße: 1800x650

Projekphase	Stand
Baugrubenplanung	15.02.24
Projekt	Projektnummer
BFADL - Neubau Straßenbahnbetriebshof Adlershof	PS 18-16



Anlage 3

entfällt



Anlage 4

Baugrundgutachten



Anlage 4.1

Geotechnischer Bericht

Beratung
Entwurf
Planung
Bauüberwachung



**GuD Planungsgesellschaft
für Ingenieurbau mbH**



GuD Planungsgesellschaft mbH • Gutmuthsstraße. 24 • 12163 Berlin

BERATENDE INGENIEURE

Gutmuthsstraße 24• 12163 Berlin
Tel.: +49 (0)30 832148-0
Fax: +49 (0)30 832148-99
e-mail: berlin@gudplanung.de
www.gudplanung.de

Entwurf, Projektierung und Konstruktion im Ingenieurbau

Ingenieurbauwerke, Baugruben,
Tunnel- und Wasserbauten,
Hochbauten, Bestandssanierung,
Beweis- und Qualitätssicherung

GEOTECHNISCHER BERICHT HAUPTUNTERSUCHUNGEN

[Index 0]

PS 18/16

BAUVORHABEN: Straßenbahnbetriebshof – Adlershof
Köpenicker Straße 1
12489 Berlin

AUFTRAGGEBER: Berliner Verkehrsbetriebe (BVG) AöR
Holzmarktstraße 15-17
10119 Berlin

FACHPLANER: GuD Planungsgesellschaft für Ingenieurbau mbH
Gutmuthsstraße 24
12163 Berlin



PROJEKTLEITER: Dipl.-Ing. Oskar-H. Pekoll
MITARBEITER: Dipl.-Ing. Alexander Borns

Berlin, 23.05.2022 [Index 0]
Dieses Dokument umfasst 34 Seiten und 16 Anlagen

K:\PS18-16 ADLER\5 Gutachten_Bauteilkatalog\5.1 Intern\Baugrundgutachten\220523_Adlershof_Geot.-Bericht.docx
Handelsregister: Commerzbank AG
HRB 73 852 BIC: DRESDEFF100
Berlin-Charlottenburg IBAN: DE83 1008 0000 0400 7992 00
Geschäftsführender
Gesellschafter:
Dipl.-Ing. Oskar-H. Pekoll
Prokura:
Dipl.-Ing. Alexander Borns
Susanne Pekoll M.A.



- D-12163 **Berlin** • Gutmuthsstraße 24
Tel. +49 (0)30 832148-0 Fax +49 (0)30 832148-99
- D-20537 **Hamburg** • Wendenstraße 279
Tel. +49 (0)40 2482789-20 Fax +49 (0)40 2482789-29
- A-1090 **Wien** • Rulfgasse 9/25
Tel. +43 (0)1 319151919 Fax +43 (0)1 3191522

Seitennummerierung

Die Seitennummerierung erfolgt fortlaufend.

Nachträgliche Ergänzungen (Einschubseiten) werden durch Abtrennen mit einem Punkt hinter der Seitennummer fortlaufend nummeriert, z. B.: Seite 15.1, 15.2 usw. sind die Einschubseiten 1 und 2 hinter Seite 15.

Austauschseiten werden mit einem Buchstabenindex versehen (von a fortlaufend im Alphabet), z.B.: Seite 15a ersetzt Seite 15, Seite 15b ersetzt Seite 15a usw.

Mit der ersten Änderung bekommt das Dokument den Index A. Der aktuelle Index ist dem Deckblatt zu entnehmen.

Das Revisionsverzeichnis gibt zu jeder Änderung einen Überblick über die geänderten, neu ein- oder angefügten und ungültigen Seiten. Dabei erhält die erste Seite des Revisionsverzeichnisses des Index A die Nummerierung R-A.1. Die zweite Seite des Revisionsverzeichnisses des Index B hat die Nummerierung R-B.2 usw.

Mit jedem neuen Index wird ein Vorwort eingefügt, in welchem die Änderungen ergänzend zum Revisionsverzeichnis textlich beschrieben sind. Die erste Seite des Vorwortes zum Index A erhält die Nummerierung V-A.1. Die zweite Seite des Vorwortes zum Index B bekommt die Nummerierung V-B.2 usw.



Revisionsverzeichnis

Index	Seiten	Ersteller	Datum	Unterschrift Ersteller	Projektleiter	Datum	Unterschrift Projektleiter
	a) geänderte Seiten b) neu ein- oder angefügte Seiten c) ungültige Seiten						
0	Geotechnischer Bericht - Hauptuntersuchungen	Borns	23.05.2022	<i>A. Borns</i>	Pekoll	23.05.2022	<i>Oliver Pekoll</i>

Inhaltsverzeichnis

1	Veranlassung	1
2	Unterlagen	2
3	Beschreibung des Bauvorhabens	5
3.1	Grundstück.....	5
3.2	Geplante Bebauung	6
3.3	Geotechnische Kategorie	7
4	Geotechnische Erkundungen	8
5	Untersuchungsergebnisse	11
5.1	Regionalgeologische Überblick	11
5.2	Örtliche Besonderheiten.....	14
5.3	Schichtbeschreibung.....	15
5.3.1	Allgemeines	15
5.3.2	Schicht A – Anthropogene Auffüllung.....	16
5.3.3	Schicht B – Talsande.....	16
5.4	Ergebnisse der bodenmechanischen Laboruntersuchungen	17
5.4.1	Ergebnisse der Bestimmung der Kornverteilung DIN EN ISO 17892-4	17
5.4.2	Ergebnisse der Bestimmung der Korndichte DIN EN ISO 17892-3	17
5.4.3	Ergebnisse der Bestimmung der lockersten und dichtesten Lagerung DIN 18126	17
5.4.4	Ergebnisse der Bestimmung der Scherfestigkeit DIN EN ISO 17892-10... ..	18
5.4.5	Ergebnisse der Kompressionsversuche DIN EN ISO 17892-5.....	18
5.5	Homogenbereiche.....	18
5.5.1	Erdarbeiten ATV DIN 18300	18
5.5.2	Bohrarbeiten ATV DIN 18301; Schlitzwandarbeiten ATV DIN 18313 und Düsenstrahlarbeiten ATV DIN 18321.....	19
5.6	Bodenmechanische Kennwerte.....	20
6	Grundwasserverhältnisse	21
6.1	Hydrogeologie	21
6.2	Grundwasserspiegelhöhen.....	22
6.3	Durchlässigkeit der anstehenden Bodenschichten	23
6.4	Versickerungsfähigkeit	23

6.5	Grundwasserqualität	24
6.6	Betonaggressivität des Grundwasser	24
7	Gründung.....	25
7.1	Allgemeines	25
7.2	Gründungsempfehlung.....	25
7.3	Flachgründung	26
7.3.1	Plattengründung	26
7.3.2	Streifenfundamente.....	27
7.4	Auftriebssicherheit.....	27
8	Baugrubenherstellung und Erdarbeiten	29
8.1	Aushub.....	29
8.2	Wiederverfüllung	29
8.3	Böschungen	30
8.4	Baugrubenverbau.....	30
9	Angaben zur Bauausführung	32
9.1	Gründungssohle.....	32
9.2	Wasserhaltungsmaßnahmen während der Bauzeit	32
9.3	Arbeitsraumverfüllung	32
9.4	Bauwerksabdichtung.....	33
10	Ergänzende bautechnische Hinweise.....	34

Anlagenverzeichnis

Anlage 1: Voruntersuchungen

- Anlage 1.1:** Geologie und Grundwassergleichen, Auszug aus Grundwassergleichen 2017 (Umweltatlas), Geoportal Berlin, 1_GuD_BG_GW_EG_001_00_V; GuD Planungsgesellschaft für Ingenieurbau mbH, 15.11.2018
- Anlage 1.2:** Geologische Schnitte (Umweltatlas); Geoportal Berlin, PDF erstellt am 13.02.2019; Geologischer Schnitt Nord-Süd 32 (01.12.2010), Geologischer Schnitt Ost-West 27 (15.11.2016)
- Anlage 1.3:** Ingenieurgeologische Karte (Umweltatlas); Geoportal Berlin, PDF erstellt am 13.02.2019
- Anlage 1.4:** Geologische Bohrdaten; Geoportal Berlin, PDF erstellt am 26.10.2018
- Anlage 1.5:** Geländehöhen 2009 (Umweltatlas); Geoportal Berlin, PDF erstellt am 26.10.2018
- Anlage 1.6:** Zu erwartender höchster Grundwasserstand (zeHGW) (Umweltatlas); Geoportal Berlin, PDF erstellt am 13.02.2019
- Anlage 1.7:** Zu erwartender mittlerer höchster Grundwasserstand (zeMHGW) (Umweltatlas); Geoportal Berlin, PDF erstellt am 13.02.2019
- Anlage 1.8:** Wasserdurchlässigkeit Kf der Böden 2010 (Umweltatlas); Geoportal Berlin, PDF erstellt am 13.02.2019

Anlage 2: Erkundungskonzept

- Anlage 2.1:** Übersichtsplan – Aufschlussbohrungen

Anlage 3: Hauptuntersuchungen

- Anlage 3.1:** Dokumentation Bohrsondierungen, Vormann & Partner Bohrgesellschaft mbH & Co. KG, 03.11.21 bis 05.11.2021
- Anlage 3.2:** Dokumentation Rammkernbohrungen, Vormann & Partner Bohrgesellschaft mbH & Co. KG, 10.11.21 bis 17.11.2021
- Anlage 3.3:** Dokumentation Drucksondierungen, Vormann & Partner Bohrgesellschaft mbH & Co. KG, 15.11.21 bis 16.11.2021
- Anlage 3.4:** Dokumentation Grundwassermessstellen, Vormann & Partner Bohrgesellschaft mbH & Co. KG, 03.11.21 bis 10.11.2021
- Anlage 3.5:** Dokumentation Kernkisten, Vormann & Partner Bohrgesellschaft mbH & Co. KG, 17.12.2021
- Anlage 3.6:** Prüfberichte Betonaggressivität, Industrie- und Umweltlaboratorium Vorpommern GmbH, 30.12.2021
- Anlage 3.7:** Laborprüfbericht - Bodenmechanik, Baugrund Stralsund Ingenieurgesellschaft mbH, 07.04.2022

1 Veranlassung

Die GuD Planungsgesellschaft für Ingenieurbau mbH wurde durch den Bauherren

Berliner Verkehrsbetriebe (BVG) AöR

Holzmarktstraße 15-17

10119 Berlin

damit beauftragt, für den geplanten Straßenbahnbetriebshof des Grundstücks Köpenicker Straße 1 in 12489 Berlin-Adlershof einen geotechnischen Bericht zur Baugrundbeurteilung und Gründungsberatung zu erarbeiten.

Die Themen der Altlasten sowie der Kampfmittel- und Baufeldfreimachung werden bereits in einem gesonderten Bericht [U2.1] behandelt und werden hier nicht genauer dargestellt.

Die Ergebnisse der Voruntersuchungen zum geotechnischen Bericht werden anhand

2 Unterlagen

Für die Erarbeitung des geotechnischen Berichtes standen die nachfolgenden angegebenen Unterlagen zur Verfügung.

U1 Gesetze, Vorschriften, Richtlinien und Regelwerke

- [U1.1] DIN EN 1997-2:2010-10, Eurocode 7: Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik – Teil 2: Erkundung und Untersuchung des Baugrunds; Deutsche Fassung
- [U1.2] DIN 1054: Baugrund – Sicherheitsnachweise im Erd- und Grundbau – Ergänzende Regelungen zu DIN EN 1997-1. Dezember 2010
- [U1.3] DIN EN ISO 22475-1: Geotechnische Erkundung und Untersuchung – Probenentnahmeverfahren und Grundwassermessungen – Teil 1: Technische Grundlagen der Ausführung (ISO 22475-1:2006); Deutsche Fassung EN ISO 22475-1:2006. Januar 2007
- [U1.4] DIN 4030-2: Beurteilung betonangreifender Wässer, Böden und Gase – Teil 2: Entnahme und Analyse von Wasser- und Bodenproben. Juni 2008
- [U1.5] DIN EN ISO 22476-2: Geotechnische Erkundung und Untersuchung – Felduntersuchungen – Teil 2: Rammsondierungen (ISO 22476-2:2005 + Amd 1:2011); Deutsche Fassung EN ISO 22476-2:2005 + A1:2011. März 2012
- [U1.6] DIN EN ISO 17892-4: Geotechnische Erkundung und Untersuchung – Laborversuche an Bodenproben – Teil 4: Bestimmung der Korngrößenverteilung (ISO 17892-4:2016); Deutsche Fassung EN ISO 17892-4:2016. April 2017
- [U1.7] DIN 18137-3: Baugrund, Untersuchung von Bodenproben – Bestimmung der Scherfestigkeit – Teil 3: Direkter Scherversuch. September 2002
- [U1.8] DIN EN ISO 14688-1:2018-05, Geotechnische Erkundung und Untersuchung – Benennung, Beschreibung und Klassifizierung von Boden – Teil 1: Benennung und Beschreibung
- [U1.9] DIN EN ISO 14688-2: 2018-05, Geotechnische Erkundung und Untersuchung – Benennung, Beschreibung und Klassifikation von Boden – Teil 2: Grundlagen für Bodenklassifizierung
- [U1.10] DIN 18126:1996-11, Baugrund, Untersuchung von Bodenproben – Bestimmung der Dichte nichtbindiger Böden bei lockerster und dichtester Lagerung

- [U1.11] DIN 18196:2011-05, Erd- und Grundbau – Bodenklassifizierung für bautechnische Zwecke
- [U1.12] DIN 4020:2010-12; Geotechnische Untersuchungen für bautechnische Zwecke – Ergänzende Regelungen zu DIN EN 1997-2
- [U1.13] DIN 18300: VOB Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen – Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV) – Erdarbeiten. September 2019
- [U1.14] DIN 4124: Baugruben und Gräben – Böschungen, Verbau, Arbeitsraumbreiten. Januar 2012
- [U1.15] DIN 4084: Baugrund – Geländebruchberechnungen. Januar 2009
- [U1.16] DIN 4123: Ausschachtung, Gründungen und Unterfangungen im Bereich bestehender Gebäude. April 2013
- [U1.17] DIN 18533-1: Abdichtung von erdberührten Bauteilen – Teil 1: Anforderungen, Planungs- und Ausführungsgrundsätze. Juli 2017
- [U1.18] Empfehlungen des Arbeitskreises „Baugruben“. EAB 6. Auflage. Deutsche Gesellschaft für Geotechnik e. V., 2021
- [U1.19] Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Abfällen: Teil II: Technische Regeln für die Verwertung, 1.2 Bodenmaterial (TR Boden). 05.11.2004
- [U1.20] Merkblatt 2: Hinweise zur Entsorgung von gefährlichen Abfällen, die bei Baumaßnahmen im Land Berlin anfallen. Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umwelt. 02.2010
- [U1.21] Leitfaden zur Probenahme und Untersuchung von mineralischen Abfällen im Hoch- und Tiefbau (Runder Tisch Abfallbeprobung Brandenburg-Berlin. Senatsverwaltung für Umwelt, Verkehr und Klimaschutz. 27.11.2009

U2 Gutachten, Berichte und Stellungnahmen

- [U2.1] Ingenieurleistungen zur Baufeldvorbereitung in den Fachbereichen Altlasten, Entsorgung, Analytik, Kampfmittelräumung, Rückbau und Erdbau, Projekt: ehemaliger Kohlebahnhof Adlershof. Ingenieurbüro Döring GmbH, 18.09.2018
- [U2.2] Schreiben der Senatsverwaltung für Stadtentwicklung, Landesgrundwasserdienst vom 17.10.2006 (Zeichen V III E 322)

- [U2.3] Sonntag, A. 2005: Karte der an der Oberfläche anstehenden Bildungen mit Darstellung ausgewählter Geotope und geologischer Objekte – Landkreis Uckermark mit Beiheft, (4) – Kleinmachnow/Potsdam (Geoportal-Berlin)
- [U2.4] Limberg, A. & Sonntag A. (2013): Beiheft zur Geologischen Übersichtskarte 1 : 100 000, Berlin. – 30 S., Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umwelt, Berlin in Zusammenarb. m. d. Landesamt f. Bergbau, Geologie und Rohstoffe, Brandenburg und d. Landesvermessung und Geobasisdateninformation Brandenburg (Geoportal-Berlin)
- [U2.5] Limberg, A.; Thierbach, J. (2002): Hydrostratigrafie von Berlin - Korrelation mit dem Norddeutschen Gliederungsschema. - Brandenburgische Geowiss. Beitr., 9, 1/2, S. 65 - 68; Kleinmachnow (Geoportal-Berlin)
- [U2.6] Stadtplan (Übersichtskarte 1:50.000); Geoportal berlin (FIS-Broker); 29.11.2019

U3 Architektenplanung

- [U3.1] Lageplan der geplanten Bebauungen 1:500, 04.09.2018

Gemäß der Unterlage [U2.1] wurde eine aktuelle Auskunft aus dem Bodenbelastungskataster Berlin durch das Umweltamt des Bezirks Treptow-Köpenick am 09.02.2018 erteilt. Die Fläche des ehemaligen Kohlebahnhofs Adlershof wurde am 08.02.1993 unter der Nummer „7680+“ in das Bodenbelastungskataster Berlin aufgenommen, eine kleine Teilfläche im Nordwesten gehört zur Nummer „7782+“.

Das Untersuchungsgelände befindet sich gemäß den Auskünften im Geodatenportal-Berlin nicht in einem Wasserschutzgebiet.

3.2 Geplante Bebauung

Die BVG plant auf dem ca. 52.000 m² großen Grundstück die Errichtung eines modernen Straßenbahnbetriebshofes. Im Osten soll eine Abstellfläche für Schienenfahrzeuge entstehen. Gemäß derzeitigem Planungsstand ist eine Tiefgarage nicht vorgesehen. Im Westen ist ein Gebäude mit Lagerflächen und Werkstätten im Erdgeschoss und sozialen Einrichtungen sowie Verwaltungsbüros im Obergeschoss geplant. Nördlich der Abstellfläche befindet sich die Einsatzleitung mit der Weichensteuerung. Das Nebengebäude mit dem Gleichrichterwerk befindet sich nördlich der Werkstatthalle. Auf der Freifläche nördlich der Einsatzleitung und südlich der Abstellfläche sollen Wasserspeicher entstehen, die einen großen Teil des auf der Fläche anfallenden Regenwassers zurückhalten und langsam ableiten. Der Speicher soll auch als Löschteich und zur Reinigung der Straßenbahnen dienen. Ein Großteil der Restfläche wird befestigt bzw. sind darauf Gleistrassen vorgesehen.

Der Tabelle 3-1 sind die geplanten Bauwerksflächen sowie die zugehörigen Baugrubentiefen gemäß dem aktuellen Planungsstand aufgeführt (vgl. [U3.1]).

Tabelle 3-1: Angaben der Bauwerke

Bauwerke	Bauwerksfläche [m ²]	vorläufige Gründungsebene [m u. GOK]
Gebäude West	6.200	2,4
Gebäude Ost	14.600	1,5
Wasserspeicher	4.300	5,0

Nach aktuellem Kenntnisstand ist geplant die Erdwärme auf dem Grundstück für Heizung und Kühlung der Bauwerke bzw. der Räumlichkeiten zu nutzen. Erweiterte Untersuchungen hinsichtlich der thermischen Nutzung des Baugrundes werden jedoch gesondert beschrieben und durchgeführt.

3.3 Geotechnische Kategorie

Die Hallenbauwerke werden nach aktuellem Kenntnisstand flach gegründet. Der Aushub für die Hallenbauwerke erfolgt voraussichtlich im Schutze einer geböschten oder mittels Trägerbohlwand gesicherten konventionellen Baugrube ohne Wasserhaltung.

Der geplante Wasserspeicher ist auf Grund des Aushubniveaus und der Einbindung in das Grundwasser voraussichtlich ebenfalls im Schutze einer Trogbaugrube und einer Restwasserhaltung herzustellen. Auf Grund der Einbindung in das Grundwasser ist ggf. auch hier eine Auftriebssicherung durch Rückverankerungen erforderlich. Die Baugrubenwand wird unter Berücksichtigung des Aushubniveaus und der Abmessungen der geplanten Baugrube wahrscheinlich als Spundwand hergestellt. Die Dichtsohle als horizontale Baugrubenumschließung wird voraussichtlich als Düsenstrahlsohle konzipiert.

Genauere Planungslösungen werden im Zuge der Baugrubenplanung erarbeitet und sind im Zuge der Hauptuntersuchungen für den Geotechnischen Bericht zu berücksichtigen.

Gemäß dem aktuellen Planungsstand ist das Bauvorhaben aufgrund der oben genannten Spezialtiefbaumaßnahmen voraussichtlich der geotechnischen Kategorie 2 zuzuordnen.

4 Geotechnische Erkundungen

Um die Baugrundeigenschaften auf dem Grundstück gemäß den Vorgaben der geltenden Normen (u.a. DIN EN 1997-2) und unter Berücksichtigung der geplanten Bebauung festlegen sowie bewerten zu können, wurden ergänzend zu den durchgeführten Aufschlüssen gemäß [U2.1] und den Altaufschlüssen gemäß Geoportal-Berlin im Voraus der geplanten Baumaßnahmen geotechnische Erkundungen mit Hilfe der nachfolgend dargestellten Verfahren durchgeführt:

- **Direkte Aufschlüsse**

- Mittels Bohrungen; dabei wurden die Bohrverfahren in Abhängigkeit der Entnahmekategorie entsprechend DIN EN ISO 22475-1 für die erforderlichen Güteklassen der zu entnehmenden Bodenproben nach DIN EN 1997-2 bzw. DIN 4020 gewählt
- Die Ergebnisse sind nach DIN EN ISO 14688 protokolliert und nach DIN EN ISO 22475-1 bzw. DIN 4023 dargestellt worden

- **Indirekte Aufschlüsse**

- Mittels Drucksondierungen nach DIN EN ISO 22476-1; zur Beurteilung der Lagerungsdichte sind Drucksondierungen ergänzend zu den direkten Aufschlüssen durchgeführt worden, da die während der Drucksondierung durchfahrenen Bodenarten bekannt sein müssen

- **Laborversuche**

- An Bodenproben; zur Bestimmung charakteristischer Bodenkenngößen; Die Versuchsnormen der jeweiligen Versuche sind dem Abschnitt 5.4 zu entnehmen; die Verwendeten Bodenproben weisen die dem Untersuchungszweck entsprechende Güteklasse nach DIN EN 1997-2 bzw. DIN 4020 auf
- An Wasserproben; zur Bestimmung der Aggressivität des Grundwassers gegenüber Bauteilen nach DIN 4030

Vor Beginn der Aufschlussarbeiten müssen die Ansatzpunkte auf Kampfmittel und Leitungsfreiheit überprüft werden.

Chemische Bodenuntersuchungen sind abstimmungsgemäß nicht Bestandteil der hier aufgeführten Untersuchungen, da diese bereits im Rahmen der Untersuchungen gemäß [U2.1] durchgeführt werden.

Gemäß DIN 4020 sind Aufschlüsse in Boden und Fels als Stichprobe zu bewerten. Demnach lassen sie für zwischenliegende Bereiche nur Wahrscheinlichkeitsaussagen zu, so dass ein Baugrundrisiko verbleibt.

Die Lage der geplanten Aufschlüsse wurde unter Berücksichtigung der bereits durchgeführten Aufschlüsse sowie der Anforderungen der geltenden Normen (u.a. DIN EN 1997-2) festgelegt und ist der Anlage 2.1 zu entnehmen.

Gemäß der Unterlage [U2.1] sowie den Altaufschlussbohrungen war bis ca. 2,5 m unter GOK mit Auffüllungen zu rechnen. Um eine tragfähige Gründungsebene zu schaffen, ist geplant die Auffüllungen komplett auszuheben bzw. entsprechend auszutauschen. Für das vorläufige Mindestaushubniveau zur Herstellung einer tragfähigen Gründungsebene wird somit zunächst von einem Aushub 2,5 m u. GOK für den Regelbereich ausgegangen.

Abstellanlage und Werkstatthalle liegen innerhalb des Regelbereiches.

In Abhängigkeit der geplanten Aushubniveaus zur Herstellung der verschiedenen Bauwerke ergibt sich gemäß DIN EN 1997-2 das Aufschlussprogramm gemäß Tabelle 4-1.

Tabelle 4-1: Aufschlussprogramm

Aufschlussverfahren	Bohrung-Nr.	Bereich	Aushubniveau	Anzahl	Tiefe	Gesamt-meter
Kleinrammbohrung (BS)	BS 1 bis 5	Regelbereich	ca. 2,5 m u. GOK	8	8 m	64 m
Rammkernbohrung (RKB)	RKB 1 bis 3	Speicher	ca. 5,0 m u. GOK	3	15 m	45 m
Drucksondierung CPT	DS 1 bis 16	Regelbereich	ca. 2,5 m u. GOK	19	8 m	152 m
Drucksondierung CPT	DS 17 bis 19	Speicher	ca. 5,0 m u. GOK	3	15 m	45 m

Der Umfang der Laboruntersuchungen wurde gemäß DIN EN 1997-2 [U1.1] festgelegt. Es wurden nichtbindige anorganische Böden der Auffüllungen sowie der Talsande angetroffen, für welche bereits vergleichbare Erfahrungen vorliegen.

Der Abbildung 4-1 ist eine Übersicht zu den durchgeführten Laborversuchen an den jeweiligen Proben zu entnehmen.

5 Untersuchungsergebnisse

5.1 Regionalgeologische Überblick

Großräumig gesehen ist das Projektgebiet Teil der Jungmoränenlandschaft der Norddeutsch-Polnischen Senke.

Im Brandenburger Stadium drang der erste Eisvorstoß der Weichsel-Eiszeit bis ca. 30 km südlich von Berlin. In diesem Zuge wurden durch eine mächtige Gletschergrundmoräne Ablagerungen geschaffen, welche im Bereich des heutigen Berlins als Geschiebemergel oder -lehm angetroffen werden. Da sich das Eis etappenweise zurückzog, lagerten sich durch kleinere Vorstöße immer wieder weitere Endmoräne-Staffeln ab. Gleichzeitig flossen Schmelzwässer in dem breiten Berlin-Warschauer-Urstromtal ab, wodurch es zur Ablagerung mächtiger Sande kam. Das Urstromtal kerbte sich in die umgebenden Grundmoränenplatten ein. Somit wurde die für Berlin und Brandenburg typische Landschaftsform der Hochflächen und Niederungen geschaffen.

Das Projektgebiet befindet sich gemäß den Archivdaten aus dem Geoportal Berlin (vgl. Anlage 1.1 bis 1.4) im Warschau-Berliner-Urstromtal. Der Abbildung 5-1 ist die Geologisch-morphologische Gliederung von Brandenburg und Berlin zu entnehmen.

Die Geländeoberkante liegt gemäß Anlage 1.5 im Mittel bei ca. 35 m NHN.

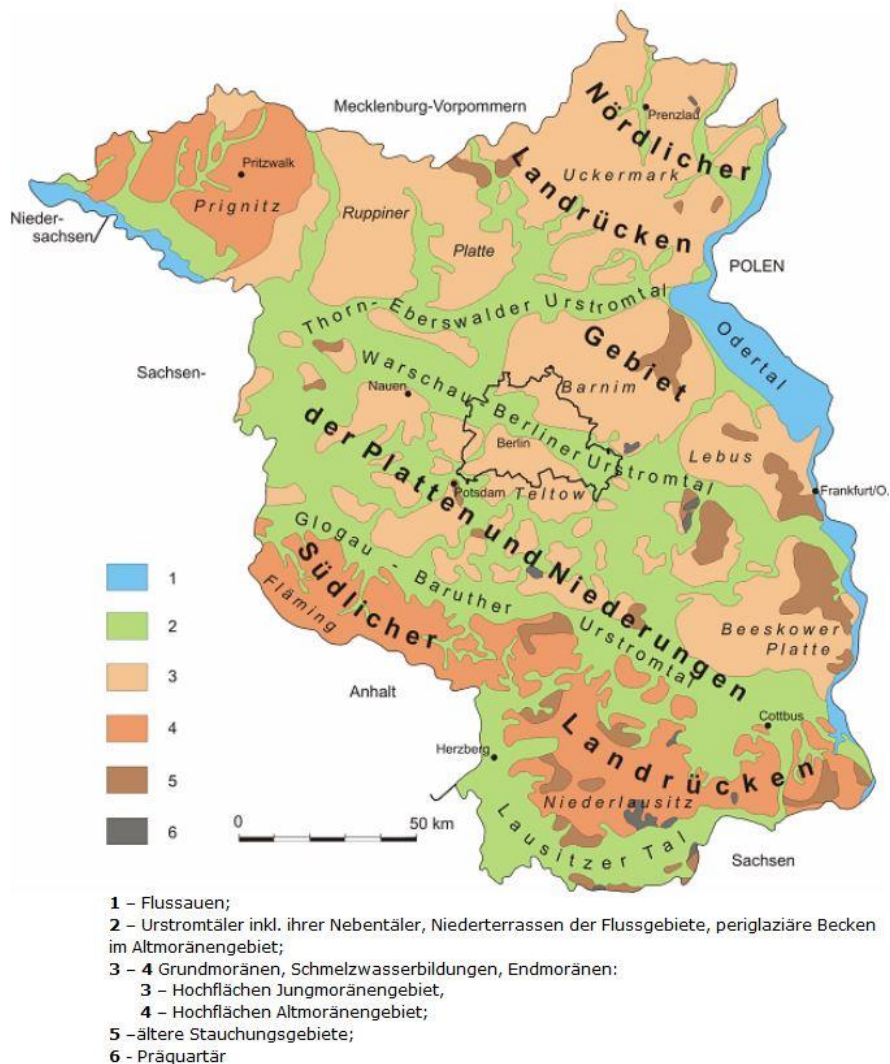
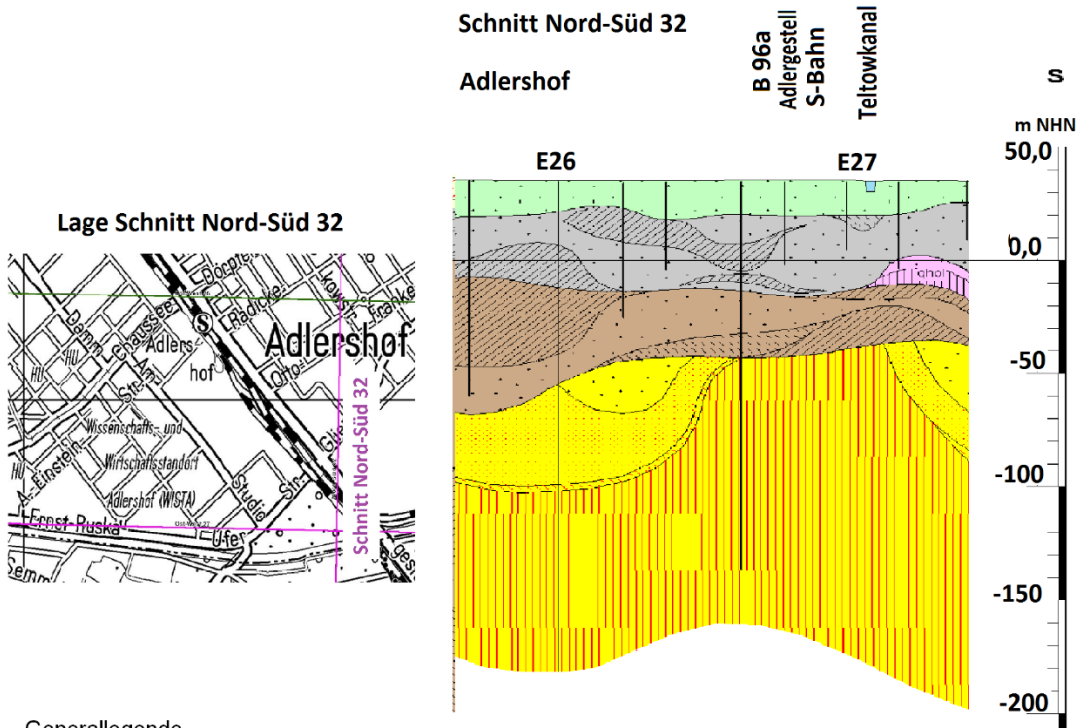


Abbildung 5-1: Geologisch-morphologische Gliederung von Brandenburg und Berlin [U2.3]

Der Abbildung 5-2 kann der Geologische Schichtenaufbau aus dem geologischen Schnitt (Nord-Süd 32 – siehe Anlage 1.2) in der Nähe des Grundstückes entnommen werden.

Gemäß den Archivdaten aus dem Geoportal Berlin (vgl. Anlage 1.1 bis 1.4) besteht der oberflächennahe Schichtenaufbau des Grundstückes bis zu einer Tiefe von maximal ca. 20 m unter der Geländeoberkante (GOK) aus quartären Ablagerungen von Talsanden der Weichsel-Kaltzeit mit teilweise kiesigen Bestandteilen. Gemäß der Geologischen Skizze (vgl. Anlage 1.1) können oberflächlich bereichsweise auch quartäre See- und Moorablagerungen aus Mudde, Torf und Schluffen aus dem holozän geringer Mächtigkeiten von unter zwei Metern vorkommen.



Generallegende

Quartär

Weichsel-Kaltzeit qw

Talsand, z.T. kiesig

Saale-Kaltzeit qs

Schmelzwassersand, z.T. kiesig

Geschiebemergel

Beckenschluff, -ton

Holstein-Warmzeit qhol

Sand, z.T. kiesig (fluviatil)

Ton, Mudde, Schluff

Elster-Kaltzeit qe

Schmelzwassersand, z.T. kiesig

Geschiebemergel

Beckenschluff, -ton

Tertiär

Miozän tmi

Quarzsand

Oberoligozän / Cottbuser Folge toICO

Feinsand mit Glimmer

Schluff, Ton

Mittelloligozän / Rupel-Folge toIR

Ton (Rupelton)

geologische Grenze

geologische Grenze unsicher

shl Scholle

Bohrung in Berlin / Brandenburg

Abbildung 5-2: Auszug geologischer Schnitt Nord-Süd 32 für Projektgebiet (vgl. Anlage 1.2)

Auf Grund der Ablagerungsgeschichte ist innerhalb der Talsande mit dem Vorhandensein von Steinen und regellos verteilten Blöcken zu rechnen. In den Abflussrinnen der Urstromtäler und deren Seitentälern (Spree, etc.) trifft man häufig organische Ablagerungen (Torf, Mudde, etc.) des Holozäns an.

Darunter sind gemäß den geologischen Schnitten (vgl. Anlage 1.2) Saale-kaltzeitliche und Elster-kaltzeitliche Ablagerungen von Schmelzwassersanden mit Geschiebemergelschichtungen und vereinzelt Beckenschluffbereichen bis in eine Tiefe von ca. 80 m unter GOK anzutreffen.

Im Liegenden finden sich ab 80 m unter GOK tertiäre Ablagerungen aus Quarzsanden des Miozäns, Feinsanden mit Glimmer, Schluffen und Tonen des Oberoligozäns und Tonen des Mitteloligozäns wieder.

5.2 Örtliche Besonderheiten

Das Untersuchungsgelände liegt nach Anlage 1.1 im Einflussbereich der Entnahmehäuser des Wasserwerkes Johannisthal, in welchem jedoch aktuell lediglich eine Wasserhaltung betrieben wird. Die Entfernung zu den Brunnengalerien beträgt gemäß Auskunft der Senatsverwaltung [U2.2] ca. 1350 m. Bei Wiederinbetriebnahme des Wasserwerkes Johannisthal ist ein Sunk und bei Stilllegung ein Anstieg des Grundwasserspiegels im Bereich des betrachteten Grundstückes möglich.

Das Untersuchungsgelände befindet sich weiterhin inmitten eines Gebietes, welches von den offenen Gewässern (Spree, Dahme, Teltowkanal, Britzer-Zweigkanal) wie eine Insel umschlossen wird (vgl. [U2.2]).

Das Grundstück befindet sich nicht in einem Wasserschutzgebiet.

Die Grundwasserstände sowie die Grundwasserfließrichtung stehen somit wahrscheinlich in hydraulischer Beziehung zum umliegenden Spree- / Kanal-Flusssystem mit seinen Schleusenanlagen und werden durch die Grundwasserentnahme des Wasserwerkes Johannisthal beeinflusst.

Gemäß [U2.1] sind im Nahbereich des Grundstückes vorwiegend Fließrichtungen in nordwestlicher bis nördlicher Richtung nachweisbar. Vereinzelt wurden auch südliche Fließrichtungen festgestellt, die ggf. auf eventuelle Hochwasser in den umgebenden Flüssen und Kanälen zurückzuführen sind. Auf Grund des geringen Grundwasser oberflächengefälles in dem Gebiet ist mit geringen Fließgeschwindigkeiten zu rechnen.

5.3 Schichtbeschreibung

5.3.1 Allgemeines

Die geologischen Bohrarchivdaten der Altaufschlüsse aus dem Geoportal-Berlin (siehe Anlage 1.4) bestätigen den grundsätzlichen oberflächennahen Schichtenaufbau auf dem Grundstück. Gemäß der Unterlage [U2.1] sowie den Altaufschlussbohrungen (siehe Anlage 1.4) ist auf dem Grundstück teilweise mit anthropogenen Auffüllungen bis ca. 2,5 m unter GOK zu rechnen. Unter den Auffüllungen liegen Fein- und Mittelsande. Innerhalb dieses Schichtpaketes wurden auch bereichsweise dünne Schichten von Mudden, Torfen und Schluffen erkundet, von deren nähere Beschreibung jedoch vorerst auf Grund der geringen Einflussnahme hinsichtlich der bodenmechanischen Baugrundeigenschaften abgesehen wird. Durch die Erkundungen im Zuge der Hauptuntersuchungen wurden keine Schichten Mudden, Torfe oder Schluffe erkundet (siehe Anlage 3).

Die vorliegenden Drucksondierungen geben Auskunft über die Lagerungsdichten, wobei der anstehende Baugrund im Zuge der Kampfmittelberäumungen auch teilweise nachträglich noch verdichtet wurde.

Auf Grundlage der Ergebnisse der Voruntersuchungen lässt sich der Baugrund auf dem Grundstück im voraussichtlich beeinflussten Tiefenbereich in folgende Bodenschichten gliedern:

- Schicht A Anthropogene Auffüllungen
- Schicht B Talsande

Gemäß DIN 4020 sind Aufschlüsse in Boden und Fels als Stichprobe zu bewerten. Demnach lassen sie für zwischenliegende Bereiche nur Wahrscheinlichkeitsaussagen zu, so dass ein Baugrundrisiko verbleibt.

5.3.2 Schicht A – Anthropogene Auffüllung

Gemäß den Bohrprofilen der durchgeführten Bohrungen wurden Auffüllungen bis ca. +31,78 m NHN angetroffen. Im Mittel ist davon auszugehen, dass die Auffüllungen bis ca. 2,5 m unter GOK anstehen.

Die erbohrten Auffüllungen sind überwiegend sandig ausgebildet und mit variierenden Bauschuttresten (Bauschutt, Ziegelbruch) sowie Kies- und Steinbeimengungen durchsetzt.

Die Dicke der Auffüllungen variiert stark. Im Zuge der parallel zu den Aufschlussbohrungen laufenden Kampfmittelsondierungen wurden die Auffüllungen teilweise beräumt, aufbereitet und unter kontrollierten Bedingungen wieder lagenweise eingebaut und verdichtet, sodass die Mächtigkeit der Auffüllungen infolge der Kampfmittelberäumungen allein durch die Bohrungen nicht eindeutig festgelegt werden kann.

Details Bezüglich des Räumungshorizontes und der Auffüllung sind den Dokumentationen der Kampfmittelberäumungen zu entnehmen. Es ist davon auszugehen, dass die Auffüllungen nach Abschluss der Kampfmittelberäumung in den betroffenen Bereichen in dichter Lagerung anstehen.

5.3.3 Schicht B – Talsande

Im Untersuchungsbereich liegen unter den Auffüllungen die Schmelzwassersande und Kiese aus der Weichseiszeit, die aus Sanden aller Kornfraktionen (fein, mittel, grob) gebildet sind. Im Mittel stehen die Talsande ab einer Tiefe von 2,5 m unter GOK an.

Die Talsande sind gemäß den Ergebnissen der Drucksondierungen (siehe Anlage 3.3) überwiegend mitteldicht gelagert, wobei auch hier dichtere Lagerungen infolge der nachträglichen Verdichtung im Zuge der Kampfmittelsondierungen bzw. -Beräumungen möglich sind bzw. bereits erkundet worden sind. Ab einer Tiefe von 8 m unter GOK ist mindestens von einer dichten Lagerung auszugehen.

5.4 Ergebnisse der bodenmechanischen Laboruntersuchungen

5.4.1 Ergebnisse der Bestimmung der Kornverteilung DIN EN ISO 17892-4

Gemäß dem Laborprüfbericht (siehe Anlage 3.7) sind vorwiegend enggestufte Mittelsande (SE) mit feinsandigen und grobsandigen Beimengungen festzustellen. In den Auffüllungen sind auch kiesige Bestandteile vorhanden.

Aus den Kornverteilungen ergeben sich Ungleichförmigkeitszahlen von 1,5 bis 2,8 und Krümmungszahlen von 0,8 bis 1,0.

5.4.2 Ergebnisse der Bestimmung der Korndichte DIN EN ISO 17892-3

Die Korndichten im Bereich der Auffüllungen liegen gemäß den zugehörigen Ergebnissen (siehe Anlage 3.7) bei ca. 2,48 g/cm³ bis 2,53 g/cm³.

Die Korndichten im Bereich der Talsande liegen demgemäß bei ca. 2,65 g/cm³.

5.4.3 Ergebnisse der Bestimmung der lockersten und dichtesten Lagerung DIN 18126

Zur Aufbereitung der Proben für weitergehende Laborversuche wurden die lockerste und die dichteste Lagerung des Probenmaterials bestimmt. Die Ergebnisse sind der Tabelle 5-1 zu entnehmen.

Tabelle 5-1: lockerste und dichteste Lagerung nach DIN 18126

Boden	lockerste Lagerung			dichteste Lagerung		
	min ρ_d [g/cm ³]	max n	max e	max ρ_d [g/cm ³]	min n	min e
Auffüllung	1,259	0,525	1,106	1,633	0,384	0,623
Talsande	1,291 bis 1,472	0,444 bis 0,513	0,8 bis 1,053	1,740 bis 1,835	0,308 bis 0,342	0,444 bis 0,520

Die Ergebnisprotokolle sind der Anlage 3.7 zu entnehmen.

5.4.4 Ergebnisse der Bestimmung der Scherfestigkeit DIN EN ISO 17892-10

Gemäß den Ergebnisprotokollen (siehe Anlage 3.7) ergeben sich für die Auffüllungen effektive Reibungswinkel von 32,4° und Kohäsionen von 0 kN/m².

Für die Talsande wurden effektive Reibungswinkel von 33,1° bis 34,6° bestimmt. Die Kohäsion für die Talsande ist 0 kN/m².

5.4.5 Ergebnisse der Kompressionsversuche DIN EN ISO 17892-5

Anhand der Ergebnisse der Kompressionsversuche ist ein Steifemodul für die Erstbelastung bei einer Referenzspannung von 100 kN/m² von 20 kN/m² bis 30 kN/m² abzuleiten (siehe Anlage 3.7).

5.5 Homogenbereiche

5.5.1 Erdarbeiten ATV DIN 18300

Tabelle 5-2: Erdarbeiten ATV DIN 18300 (2019)

Homogenbereiche	Anthropogene Auffüllung (ab Bohransatzpunkt bis max. 2,5 m u. Bohransatzpunkt)	Talsande (ab ca. 2,5 m u. Bohransatzpunkt bis ca. 15 m u. Bohransatzpunkt)
Bodenart	Anthropogene Auffüllung, enggestufte Mittelsande	enggestufte Mittelsande
Bodengruppe	A/SE	SE
Bodenklasse	Klasse 3	Klasse 3
Frostempfindlichkeit	F1	F1
Verdichtbarkeitsklasse	überwiegend [gut bis mittel]	überwiegend [gut bis mittel]
Orientierende Schadstoffanalyse	nicht erfolgt	nicht erfolgt

5.5.2 Bohrarbeiten ATV DIN 18301; Schlitzwandarbeiten ATV DIN 18313 und Düsenstrahlarbeiten ATV DIN 18321

Tabelle 5-3: Bohrarbeiten ATV DIN 18301 (2019), Schlitzwandarbeiten ATV DIN 18313 (2019), Düsenstrahlarbeiten ATV DIN 18321 (2019)

Homogenbereiche	Anthropogene Auffüllung (ab Bohransatzpunkt bis max. 2,5 m u. Bohransatzpunkt)	Talsande (ab ca. 2,5 m u. Bohransatzpunkt bis ca. 15 m u. Bohransatzpunkt)
Bodenart	Anthropogene Auffüllung, enggestufte Mittelsande	enggestufte Mittelsande
Bodengruppe	A/SE	SE
Bodenklasse	Klasse 3	Klasse 3
Frostempfindlichkeit	F1	F1
Lagerungsdichte	mitteldicht	mitteldicht bis dicht
Undrainede Scherfestigkeit	-	-

5.6 Bodenmechanische Kennwerte

Die anhand der direkten Scherversuche bestimmten Scherparameter werden aufgrund möglicher inhomogenen Zusammensetzungen des Baugrundes abgemindert.

Tabelle 5-4: Charakteristische Bodenkennwerte

Bodenschicht	Feuchtwichte [kN/m ³]	Wichte unter Auftrieb [kN/m ³]	Reibungswinkel [°]	Kohäsion [kN/m ²]	Steifemodul [MN/m ²]	
					E _{s,k}	E _{sw,k}
sandige Auffüllungen	17	9	31	0	-	-
Talsande locker gelagert	17,5	9,5	31	0	10 x √t	3 x E _{s,k}
mitteldicht gelagert	18,0	10,0	32,5	0	20 x √t	
dicht gelagert	18,5	10,5	35	0	30 x √t	

t – Tiefe ab Geländeoberkante (Ursprungsgelände)

E_s – Steifemodul für Erstbelastung

E_{sw} – Steifemodul für Wiederbelastung

Beim Nachweis der Sicherheit gegen Aufschwimmen, der Sicherheit gegen hydraulischen Grundbruch und der Sicherheit gegen Abheben sind die angegebenen Wichten

um 1,0 kN/m³ im Fall eines erdfeuchten Bodens

um 0,5 kN/m³ im Fall eines wassergesättigten oder unter Auftrieb stehenden Bodens

zu vermindern. Man erhält dann die unteren charakteristischen Werte der Wichte [U1.18].

In Anlehnung an EC8 – DIN EN 1998-1/NA ist das Projektgebiet keiner Erdbebenzone zuzuordnen.

6 Grundwasserverhältnisse

6.1 Hydrogeologie

Das betrachtete Grundstück liegt im Bereich des Warschau-Berliner Urstromtals (vgl. Abschnitt **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**). Die hydrostratigrafischen Einheiten sind in dem schematischen Hydrogeologischen Nord-Süd-Schnitt gemäß Abbildung 6-1 dargestellt. Gemäß Limberg & Thierbach [U2.5] werden in Berlin mehrere hydrostratigrafische Einheiten zu fünf übergeordneten, hydraulisch unterschiedlichen Grundwasserleitern zusammengefasst.

Der weichsel-kaltzeitliche bis holozäne Grundwasserleiter ist gemäß [U2.5] im Urstromtal großflächig ausgebildet und meist mit dem liegenden saale-kaltzeitlichen Grundwasserleiter, welcher den Hauptgrundwasserleiter in Berlin darstellt, kurzgeschlossen (vgl. Abbildung 6-1).

Hier im Bereich des Urstromtales ist mit ungespannten Grundwasserverhältnissen zu rechnen, sodass die Grundwasserdruckhöhe der Grundwasseroberfläche entspricht.

Auf eine Beschreibung der tieferliegenden Grundwasserleiter wird an dieser Stelle verzichtet, da deren Einflüsse für die geplanten Baumaßnahmen nur eine untergeordnete Rolle spielen. Besonderheiten für die geothermische Nutzung werden in ergänzenden Berichten erfasst.

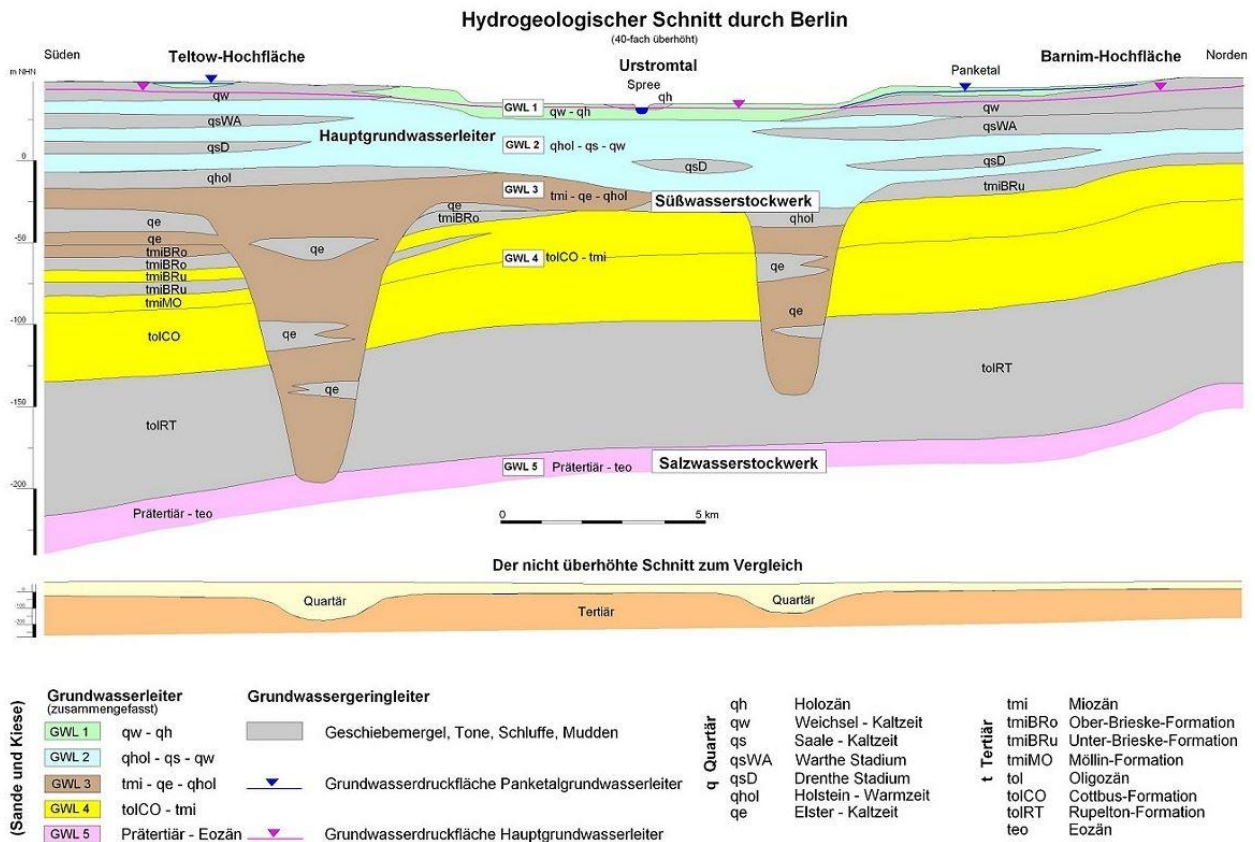


Abbildung 6-1: Hydrogeologischer Schnitt durch Berlin [U 2.4]

6.2 Grundwasserspiegelhöhen

Gemäß der Grundwassergleichen aus dem Jahr 2017 (siehe Anlage 1.1) liegt der beeinflusste Grundwasserstand (GW) auf dem Grundstück im Mittel bei ca. 32,50 m NHN und somit ca. 2,50 m unterhalb der gemittelten GOK von ca. 35,00 m NHN. Dieser Wert ist nach aktuellem Kenntnisstand bauzeitlich zu erwarten.

Der zu erwartende höchste Grundwasserstand (zeHGW) liegt auf dem Grundstück gemäß Anlage 1.6 bei im Mittel ca. 33,30 m NHN. Dieser Wert ist als Bemessungswasserstand für Bauwerksabdichtungen heranzuziehen.

Der zu erwartende mittlere höchste Grundwasserstand (zeMHGW) liegt auf dem Grundstück gemäß Anlage 1.7 bei im Mittel ca. 32,90 m NHN. Dieser Wert ist als Bemessungswert für Niederschlagswasserversickerungsanlagen heranzuziehen.

Vor und während der Baumaßnahmen sind die Grundwasserspiegel auf dem Grundstück zu überprüfen. Bei wesentlichen Abweichungen sind diese hinsichtlich der geplanten Baumaßnahmen durch den geotechnischen Sachverständigen zu bewerten.

6.3 Durchlässigkeit der anstehenden Bodenschichten

Erfahrungsgemäß ist für die mittelsandigen Ablagerungen der Talsande von durchlässigen bis stark durchlässigen Böden mit Durchlässigkeitsbeiwerten k_f von ca. 10^{-5} m/s bis ca. 10^{-3} m/s im gesättigten Zustand auszugehen.

Gemäß den Informationen des Geoportals Berlin sind im Bereich des Grundstückes Böden mit Durchlässigkeitsbeiwerten von über $3,5 \times 10^{-5}$ m/s und geringem Filtervermögen zu erwarten (vgl. Anlage 1.8).

Auf Grund der teilflächig bereits durchgeführten Bodenaustausch- und Bodenaufbereitungsmaßnahmen gemäß [U2.1] sowie der erwarteten lockeren Lagerung ist im Bereich der oberflächlich anstehenden anthropogenen Auffüllungen eher mit stark durchlässigen Böden mit Durchlässigkeitsbeiwerten k_f von bis zu 10^{-3} m/s zu rechnen. Im Mittel wird voraussichtlich ein Durchlässigkeitsbeiwert k_f von 10^{-4} m/s repräsentativ für die oberflächennahen Bodenschichten sein.

Anhand der Konverteilungskurven gemäß Anlage 3.7 lassen sich Durchlässigkeitsbeiwerte der Talsande von bis zu $k_f = 2 \times 10^{-4}$ m/s ableiten. Die Durchlässigkeit für die Dimensionierung der Wasserhaltungsanlage und Berechnung der Förderwassermengen ist vorab mit der Wasserbehörde des Senates abzustimmen. Erfahrungsgemäß sind hierfür Durchlässigkeitsbeiwerten von ca. $k_f = 1 \times 10^{-3}$ m/s an zu setzen.

6.4 Versickerungsfähigkeit

Entsprechend dem DWA-Regelwerk A 138 (Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser) kommen für die Versickerungsanlagen Lockergesteine in Frage, deren Durchlässigkeitsbeiwerte k_f im Bereich von 1×10^{-3} m/s und 1×10^{-6} m/s liegen.

Grundsätzlich kann die Versickerungsfähigkeit des Bodens anhand des Durchlässigkeitsbeiwertes k_f des Bodens beurteilt werden. Außerdem muss die wasseraufnehmende Schicht eine genügende Mächtigkeit und ein ausreichendes Schluckvermögen besitzen.

Hinsichtlich der Mächtigkeit der wasseraufnehmenden Schicht gibt es auf dem Grundstück keine Bedenken, da auf Grund des geologischen Schichtenaufbaus keine durchgehenden, oberflächennahen, stauenden Schichten zu erwarten sind.

Die oberflächennah anstehenden Böden mit mittleren Durchlässigkeitsbeiwerten k_f von ca. 10^{-4} m/s sind stofflich grundlegend hinreichend für die Versickerung von Regenwasser geeignet.

Eventuell geplante Regenwasserversickerungsanlagen sollten einen ausreichenden Abstand zu den erdberührten Bauteilen der Gebäude (Neubau und Bestand) aufweisen. Andernfalls muss ggf. eine höherwertige Abdichtung zur Ausführung kommen.

Die Versickerungsanlagen sind unter Berücksichtigung eines ausreichenden Abstandes zum zeHGW bzw. zu wasserstauenden Schichten zu planen.

6.5 Grundwasserqualität

Gemäß dem Bericht zur Baufeldvorbereitung [U2.1] ist auf dem Grundstück eine Grundwasser-
verunreinigung bekannt, die in der Vergangenheit noch nicht vollständig beseitigt werden konnte,
sodass davon auszugehen ist, dass im Falle einer Grundwasserabsenkung eine Grundwasser-
reinigung zur Ableitung des Förderwassers vorzusehen ist. Details diesbezüglich sind mit der
Umweltbehörde und der Wasserbehörde abzustimmen. Nähere Informationen zur Grundwasser-
qualität ist dem Bericht zur Baufeldvorbereitung zu entnehmen [U2.1].

6.6 Betonaggressivität des Grundwasser

Das Grundwasser ist gemäß den Ergebnissen der zugehörigen Untersuchungen (siehe Anlage
3.6) als nicht betonangreifend und sehr gering korrosiv einzustufen.

7 Gründung

7.1 Allgemeines

Die erkundeten Bodenschichten können hinsichtlich ihrer Tragfähigkeit wie folgt eingeschätzt werden.

- Schicht A – gut tragfähig, da aufbereitet
- Schicht B – gut tragfähig

Alle tragenden Bauteile müssen auf den gewachsenen Sanden bzw. auf kontrolliert verdichteten Auffüllungen in frostfreier Tiefe gegründet werden. Eventuell vorhandene tiefer reichende und schlecht verdichtbare Altauffüllungen sowie vorhandene organische Böden innerhalb des Gründungsgrundrisses sind auszutauschen und durch geeignetes Material (ausreichend verdichtetes -mind. 98 % Proctordichte - Bodenpolster oder Magerbeton) zu ersetzen. Ein Bodenpolster muss dabei unter Berücksichtigung der Lastausbreitung als Pyramidenstumpf mit seitlichem Überstand über dem Gründungsgrundriss ausgebildet werden. Bei einer engmaschigen Untersuchung können bei entsprechender Eignung gegebenenfalls sandige Auffüllungen auch im Untergrund verbleiben.

Notwendige erdstatische Berechnungen und Standsicherheitsnachweise der Gründungen bzw. des Verbaus können unter Ansatz der unter Abschnitt 5.6 angegebenen Bodenkennwerte durchgeführt werden.

Ohne rechnerischen Nachweis der Standsicherheit können gemäß DIN 4124 Baugrubenböschungen in den anstehenden Sanden unter 45° geböscht werden, sofern die dort genannten Randbedingungen eingehalten sind.

7.2 Gründungsempfehlung

Im vorliegenden Fall wird eine Flachgründung der bisher geplanten Gebäude mittels Einzel- oder Streifenfundamenten bzw. eine Plattengründung empfohlen.

7.3 Flachgründung

7.3.1 Plattengründung

Für die statischen Berechnungen der Plattengründungen kann ein Bettungsmodul bei der Dimensionierung nach dem Bettungsmodulverfahren von

$$k_s = 8,0 \text{ MN/m}^3$$

angesetzt werden.

Im Bereich der Plattenränder (Randbereich = 1,5-fache der Plattendicke) können die angegebenen Bettungsziffern k_s um den Faktor 2,0 erhöht werden.

Hinweis:

Der Bettungsmodul ist systemabhängig und kein Bodenkennwert. Er sollte nach Vorlage verbindlicher Planungsunterlagen bzw. statischer Dimensionierungen überprüft werden. Es ist sinnvoll die Ergebnisse nach den ersten Berechnungen mit dem geotechnischen Sachverständigen abzugleichen und ggf. die Bettungsziffern zu modifizieren.

Gründungsbauwerke sind grundsätzlich mindestens der Expositionsklasse XC 2 zuzuordnen.

7.3.2 Streifenfundamente

Ist in Teilbereichen eine Gründung über Streifenfundamente vorgesehen, können die in der Tabelle 7-1 aufgeführten Bemessungswerte $\sigma_{R,d}$ nach DIN 1054 Tabelle 6.1 für den Sohlwiderstand herangezogen werden, sofern die Voraussetzungen nach DIN 1054 dafür erfüllt sind.

Tabelle 7-1: Bemessungswerte des Sohlwiderstandes für Streifenfundamente auf nichtbindigem Boden auf der Grundlage einer ausreichenden Grundbruchsicherheit mit den Voraussetzungen nach DIN 1054 [U1.2] Tabelle A 6.3

Kleinste Einbindetiefe des Fundaments [m]	Fundamentbreite		
	0,5 m	0,7 m	1,0 m
	Bemessungswerte $\sigma_{R,d}$ des Sohlwiderstandes [kN/m ²]		
0,5	280	330	420
0,7	320	370	460
1,0	380	430	520

Zwischenwerte können gradlinig interpoliert werden.

Den o. a. Bemessungswerten $\sigma_{R,d}$ für den Sohlwiderstand sind seitens des Tragwerkplaners die Beanspruchungen gegenüberzustellen, die sich aus den Gesamtlasten unter Berücksichtigung der Teilsicherheitsbeiwerte gemäß DIN 1054:2010-12, Tabelle A 2.1 für STR und GEO-2 ergeben.

7.4 Auftriebssicherheit

Gemäß derzeitigem Planungsstand [U3] liegt das geplante Gründungsniveau der neu zu errichtenden Bauteile oberhalb dem höchsten zu erwartenden Grundwasserstand (zeHGW) von +33,30 m NHN. Daher ist der Nachweis der Auftriebssicherheit für den Bau- und Endzustand der neu zu errichtenden Bauteile nicht notwendig.

Sofern das Gründungsniveau unterhalb dem zeHGW bzw. dem Bemessungswasserstand (BW) von +33,30 m NHN, muss eine ausreichende Auftriebssicherheit des aufgehenden Bauteils für den Bau- und Endzustand nachgewiesen werden.

Falls in Teilbereichen die erforderliche Auftriebssicherung mittels der vorhandenen Bauwerkslasten nicht nachgewiesen werden kann (z. B. Unterkellerung, die weit über den aufgehenden Gebäudegrundriss auskragt), sind ggf. zusätzliche Sicherungsmaßnahmen (z. B. dauerhafte Rückverankerung, Erhöhung des Eigengewichtanteils des Bauwerks) vorzusehen.

8 Baugrubenherstellung und Erdarbeiten

8.1 Aushub

Entsprechend den aktuellen Vorgaben der Senatsverwaltung für Umwelt, Verkehr und Klimaschutz (SenUVK) ist das Aushubmaterial anhand von Haufwerken mit einem maximalen Volumen von 500 m³ zwischenzulagern. Je Haufwerk sind zwei repräsentative Mischproben zu erstellen und entsprechend den geltenden LAGA-Richtlinien zu beproben. Das ungünstigere Analyseergebnis wird zur Festlegung des Entsorgungsweges herangezogen. Organoleptisch auffällige Bodenbereiche (Geruch, Farbe etc.) sind getrennt zu lagern und zu beproben.

Alternativ können nach Rücksprache und Freigabe durch die zuständige Abfallbehörde im Vorfeld der Baumaßnahme sog. Rasterfeldbeprobungen anhand von Baggerschürfen durchgeführt werden.

Bei dieser Variante erhält man bereits vor Beginn der Baumaßnahme genaue Kenntnis über die Entsorgungsqualitäten der Auffüllung und somit auch entsprechende Sicherheiten hinsichtlich der Entsorgungskosten. Weiterhin kann das Auffüllungsmaterial ohne vorherige Zwischenlagerung und zeitintensive Beprobung aufgeladen und abgefahren werden.

Beim Bodenaushub fallen überwiegend die Bodenklassen 3 (sandige Auffüllung, Talsande) an. Wenn das Bodenmaterial wassergesättigt ist und mehr als 15 % bindige Anteile enthält, ist es der Klasse 2 zuzuordnen.

Alle Angaben zu den Bodenklassen beziehen sich auf die DIN 18300 (2010).

8.2 Wiederverfüllung

Die Auffüllungen wurden größtenteils bereits aufbereitet und wiederverfüllt, sodass dieses Material für eine Wiederverfüllung geeignet ist.

Die Talsande können bei getrenntem Aushub und Zwischenlagerung zur Wiederverfüllung im Arbeitsraumbereich verwendet werden. Hierbei ist jedoch zu berücksichtigen, dass sie sich aufgrund ihrer Gleichförmigkeit nur schwer verdichten lassen und erfahrungsgemäß ein maximaler Verdichtungsgrad von 98 % der einfachen Proctordichte erreicht werden kann.

Falls lokal Bodenaustauschmaßnahmen erforderlich werden, muss das für den Einbau vorgesehene Bodenmaterial aufgrund der Lage im Berliner Urstromtal und wegen des Einbaus im Grundwasserbereich gemäß den geltenden LAGA-Richtlinien einen Zuordnungswert Z 0 bzw. im Ausnahmefall - eine Genehmigung des zuständigen Umweltamtes vorausgesetzt – einen Zuordnungswert Z 1.1 aufweisen.

8.3 Böschungen

Für unverbaute Baugruben sind in Abhängigkeit der Baugrundverhältnisse entsprechend DIN 4124 [U1.14] die Böschungsneigungen einzuhalten.

Geringere Böschungswinkel sind vorzusehen, wenn eine ungünstige Gegebenheit oder ein ungünstiger Einfluss nach DIN 4124 [U1.14] Abs. 4.2.7 die Standsicherheit gefährdet.

Bei einer Aushubtiefe der Baugrube > 5 m ist der Nachweis der Gesamtstandsicherheit (Böschungsbruchberechnung) nach DIN 4084 [U1.15] zu führen. Weiterhin ist der Nachweis erforderlich, sobald eine der Bedingungen nach DIN 4124 [U1.14] Abs. 4.2.8 nicht erfüllt wird. Bei einer Baugrubentiefe > 3 m wird empfohlen, die Böschungshöhe durch die Anordnung von Bermen zu unterbrechen.

Die Böschungen sind gegen Erosion durch Oberflächenwasser zu schützen.

In den Bereichen, in denen die Böschung ausfließt, z. B. bei Zutritt von Tagwasser, ist sie entsprechend abzuflachen bzw. durch zusätzliche Maßnahmen (z. B. Verbau, Schwerkraftfilter) zu sichern.

8.4 Baugrubenverbau

Sofern zur Herstellung der Gebäude oder Anlagen verbaute Baugruben erforderlich werden, sind diese unter Berücksichtigung der in diesem Bericht beschriebenen Randbedingungen zu planen.

Die erforderliche Einbindetiefe der Verbauwände ergibt sich aus der Tiefenlage der Baugrubensohle und den statischen Erfordernissen. Für den Einsatz der Größe und der Verteilung des Erddruckes und Erdwiderstandes wird auf EAB (Empfehlungen des Arbeitskreises Baugruben) [U1.18] verwiesen. Im Allgemeinen kann der aktive Erddruck angesetzt werden. Im Bereich von baulichen Anlagen (Gebäude, Leitungen, Uferbauwerke etc.) ist ein erhöhter aktiver Erddruck

oder der Erdruhedruck anzusetzen. Der Nachweis der Gebrauchstauglichkeit ist für die benachbarten baulichen Anlagen zu führen.

Für die Bemessung des Baugrubenverbaus sind die im Kap. 5 beschriebenen Bodenschichten und die dort angegebenen charakteristischen bodenmechanischen Kennwerte, die hydrogeologische Situation gemäß Kap. 6 sowie die vorstehenden Ausführungen maßgebend.

9 Angaben zur Bauausführung

9.1 Gründungssohle

Die Herstellung der Gründungssohle ist durch geeignetes Gerät fachgerecht vorzunehmen. Die Gründungssohle ist nach Fertigstellung fachgerecht zu verdichten. Aufgelockerte bzw. aufgeweichte Bereiche sowie aufgefüllte und organische Böden sind auszutauschen und durch ausreichend tragfähiges Material zu ersetzen.

Vor aufbringen der Sauberkeitsschicht sollte die Baugrubensohle einen Verdichtungsgrad von mindestens $D_{Pr} \geq 98\%$ aufweisen.

Die Gründungssohle ist nach der Abnahme durch den geotechnischen Sachverständigen zeitnah mit Unterbeton zu versiegeln und/oder gegen Witterungseinflüsse (Frost/Niederschlag) zu schützen.

9.2 Wasserhaltungsmaßnahmen während der Bauzeit

Für die Herstellung des verdichteten Aushubplanums der Baugrubensohle ist ein Mindestabstand zum Grundwasser von 0,5 m erforderlich. Bei einer Aushubtiefe unterhalb +32,00 m NHN ist somit mit Wasserhaltungsmaßnahmen zu rechnen. Abhängig von der Einbindetiefe ins das Grundwasser ist bei geringer Einbindung eine offene oder geschlossene Wasserhaltung möglich. Bei tieferer Einbindung ab ca. 1,3 m im Grundwasser, ist es aus technischer und wirtschaftlicher Sicht sinnvoll eine Restwasserhaltung innerhalb eines geschlossenen Baugrubentrogges vorzusehen.

Tagwasserzutritt (Niederschlagwasser) ist bei der Bauausführung gesondert zu beachten.

9.3 Arbeitsraumverfüllung

Arbeitsraum ist mit geeignetem, gut verdichtbarem Material lagenweise zu verfüllen und zu verdichten. Die Verdichtung auf $D_{Pr} \geq 97\%$ muss nachgewiesen werden. Die Angaben der DIN 18300 zum Hinterfüllen und Überschütten sind zu beachten.

Der Nachweis der geforderten Verdichtungsgrade ist vorzugsweise durch Proctorversuche (Ausstechzylinderverfahren) zu erbringen. Ergänzend hierzu sind auch geeignete Vergleichsmessungen (z. B. mittels Leichter Fallplatte) zulässig.

Mögliche Vorgaben Dritter bezüglich der Verdichtung des Arbeitsraumes sind zu beachten. Gegebenenfalls sind zur Kontrolle der oberflächennahen Verdichtung Lastplattenversuche nach DIN 18134 sowie für die tieferen Bereiche Rammsondierungen durchzuführen.

In Bereichen mit Arbeitsraum sind die Wände des Untergeschosses auf den Verdichtungs-erddruck nach DIN 4085 zu bemessen.

Zum Verfüllen kann das in-situ gewonnene, nichtbindige Material unter Würdigung der abfalltechnischen Einstufung wiederverwendet werden.

In Bereichen ohne Arbeitsraum oder geringem Arbeitsraum kann die Verfüllung mittels Flüssigboden erfolgen.

9.4 Bauwerksabdichtung

Alle in den Baugrund einbindenden Bauteile sind gemäß DIN 18533 abzudichten. Sofern die Abdichtungsebene weniger als 50 cm oberhalb des zu erwartenden höchsten Grundwasserstand (zeHGW) von +31,6 m NHN liegt, sind Abdichtungsmaßnahmen gegen drückendes Wasser (Wassereinwirkungsklasse W2-E) nach Normreihen DIN 18533 oder eine WU-Betonkonstruktion auszuführen.

Es wird auf Grundlage der Kornverteilungen davon ausgegangen, dass der Durchlässigkeit der anstehenden Bodenschichten größer als $k_f = 10^{-4}$ m/s ist.

Gemäß DIN 18533-1 [U1.17] ist demnach die Wassereinwirkungsklasse W1.2-E zu berücksichtigen. Es ist jedoch oft empfehlenswert die Wassereinwirkungsklasse W2.1-E für eine höherwertige Abdichtung zu berücksichtigen.

Im Sockelbereich ist die Wassereinwirkungsklasse W4-E zu Grunde zu legen.

10 Ergänzende bautechnische Hinweise

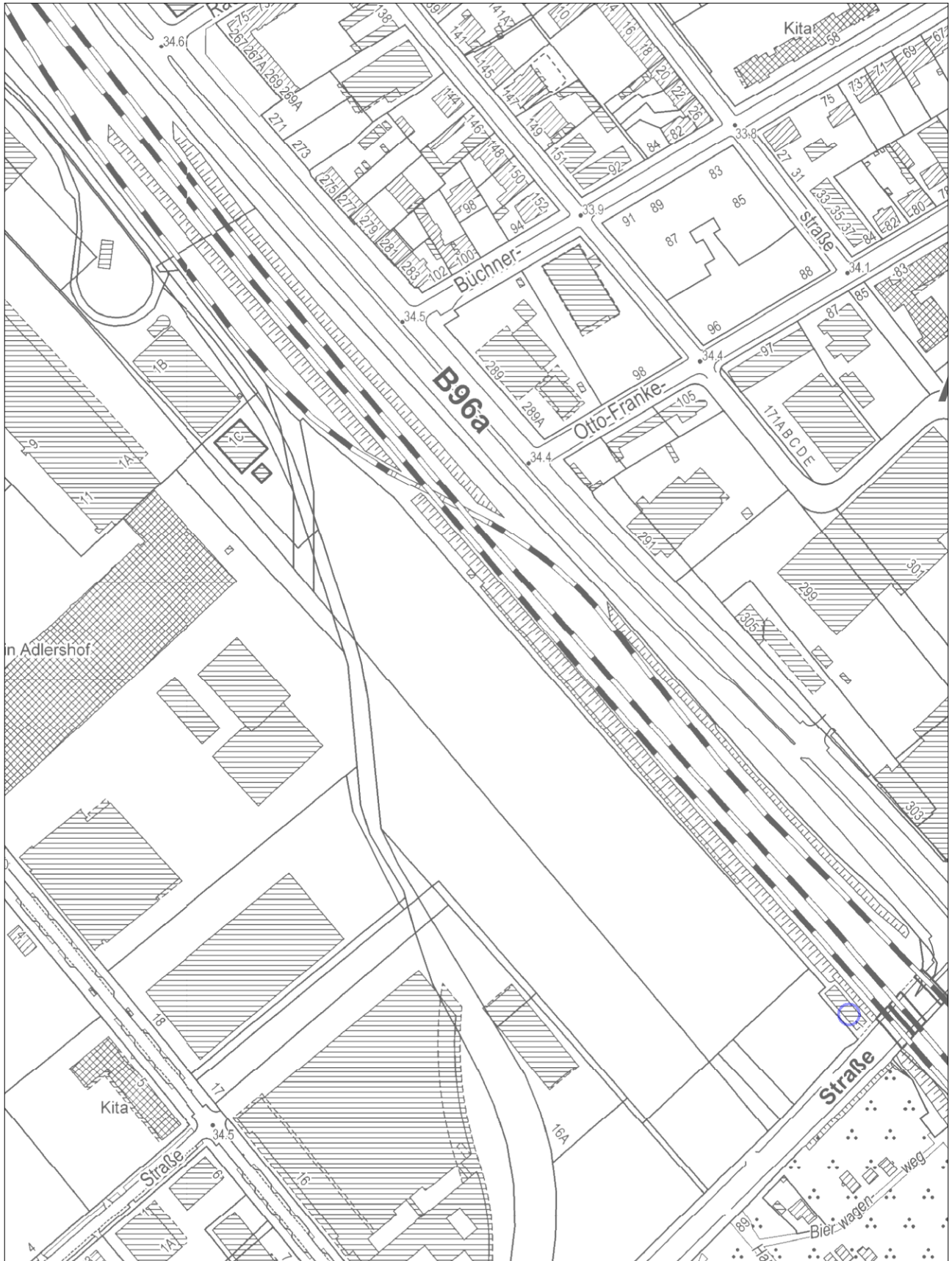
- Auf Grund der punktuellen Aufschlüsse besteht die Möglichkeit von abweichenden Baugrundsichtungen und abweichenden Baugrundeigenschaften, sodass immer ein gewisses Restrisiko verbleibt.
- Sofern im Zuge der Ausführung Abweichungen von den Grundlagen des vorliegenden geotechnischen Berichtes festzustellen sind, ist der Baugrundgutachter umgehend zu informieren.
- Bei signifikanten Planungsänderungen ist der Baugrundgutachter ebenfalls hinzu zu ziehen.
- Nach Festlegung des endgültigen Gründungsentwurfes ist zu überprüfen, ob gegebenenfalls weitere Detailerkundungen an konkreten Fundamentstandorten notwendig sind.
- Die Gründungssohlen sind nach DIN 1054, Abs. 7.1 (5) durch einen geotechnischen Sachverständigen abzunehmen.
- Der Schichtenaufbau im Untersuchungsgebiet ist grundsätzlich als geeignet für geothermische Nutzungen einzustufen, wobei hier aufgrund der großflächigen Grundwasserbelastungen im Umfeld nur geschlossene Systeme genehmigungsfähig sind.



Anlage 4.2

Archäologische Fundstellen und Bodendenkmale

Archäologische Fundstellen und Bodendenkmale (AISBer)



- **Pleistozän**
Fundstellen mit eiszeitlichen Tierknochenfunden ohne menschliche Artefakte
- **Vor- und Frühgeschichte (VFG)**
Fundstellen mit Funden und/oder Befunden vom Paläolithikum bis zur VWZ (ca. 10.000 v. Chr. bis Ende des 6. Jh.)
- **Mittelalter (MA)**
Fundstellen mit Funden und/oder Befunden vom 7.-15. Jh.
- **Mittelalter/Neuzeit (MA/NZ)**
Fundstellen mit Funden und/oder Befunden aus beiden Epochen oder ihrer Übergangszeit
- **Neuzeit**
Fundstellen mit Funden und/oder Befunden vom 16.-19. Jh.
- **20. Jahrhundert**
Fundstellen mit Funden und/oder Befunden des 20. Jh., meist aus der Zeit des Nationalsozialismus und der DDR
- **undatiert**
Fundstellen mit Funden und/oder Befunden unbekannter Datierung, meist verschollene Altfunde
- **eingetragenes Bodendenkmal**
Fundstellen, die als Bodendenkmal in die Denkmalliste des Landes eingetragen sind, Datierung meist MA/NZ
- **Pleistozän, VFG**
Fundstellen mit Funden und/oder Befunden aus beiden Epochen
- **VFG, MA/NZ, 20. Jh.**
Fundstellen mit Funden und/oder Befunden aus allen drei oder zwei dieser Epochen bzw. Perioden
- **MA/NZ, 20. Jh.**
Fundstellen mit Funden und/oder Befunden nur aus den jüngeren Abschnitten der Menschheitsgeschichte bzw. ohne Funde aus der VFG



Mittelalterliche Stadtmauer



Anlage 4.3

Bericht zur Baufeldvorbereitung

Ingenieurbüro Döring GmbH

Projekt: ehemaliger Kohlebahnhof Adlershof

Ingenieurleistungen zur Baufeldvorbereitung in den Fachbereichen
Altlasten, Entsorgung, Analytik, Kampfmittelräumung,
Rückbau und Erdbau



Auftraggeber: Berliner Verkehrsbetriebe (BVG) AöR
Holzmarktstraße 15-17
10119 Berlin

Auftragnehmer: Ingenieurbüro Döring GmbH
Pauline-Staegemann-Str. 3
10249 Berlin

Projektleitung: Dipl.-Ing. Alexander Döring

Projektbearbeitung: Daniel Futterer, Dipl.-Umweltwiss.
Holger Kiehl, Befähigungsscheininhaber § 20 SprengG

Ort/ Datum: Berlin, 18.09.2018



Qualitätsmanagement
Wir sind zertifiziert
Regelmäßige freiwillige
Überwachung nach ISO 9001:2008

Ingenieurbüro Döring GmbH
auline-Staegemann-Str. 3, 10249 Berlin
Tel.: 030 475 098 20 Fax.: 030 475 098 24
Mail: Doering.gmbH@t-online.de



Arbeitssicherheit SCC
Wir sind zertifiziert
Regelmäßige freiwillige
Überwachung

Inhaltsverzeichnis

1.	Anlass, Auftrag und Aufgabenstellung	6
2.	Verwendete Unterlagen und Berichte.....	7
3.	Standortbeschreibung.....	8
3.1	Lage und Umgebungsnutzung	8
3.2	Bodenbelastungskataster.....	9
3.3	Eigentumsverhältnisse, ehemalige Nutzungen und Bebauung.....	10
3.4	Kampfmittel, Gefahrenlage.....	11
3.5	In der Vergangenheit erfolgte Rückbaumaßnahmen.....	15
3.6	Geologie, Hydrogeologie.....	16
3.7	Leitungsbestand	17
3.8	Vegetation	17
3.9	Schutzgebiete.....	18
3.10	Geplanter Rückbau und zukünftige Bebauung.....	18
4.	Übersicht nachgewiesener Schadstoffgruppen.....	19
4.1	MKW	19
4.2	BTEX.....	19
4.3	PAK.....	20
4.4	EOX.....	20
4.5	Schwermetalle	20
5.	Vorliegende Untersuchungsergebnisse.....	20
5.1	Boden.....	20
5.2	Entsorgung	23
5.3	Grundwasser	25
5.4	Kontaminationsfläche KF 1005-004.....	26
5.5	Grundwasserbeschaffenheit der Umgebung.....	31
6.	Ergebnisse zusätzlicher Untersuchungen	35
6.1	Mehrkanalsondierung	36
6.2	Baggerschürfe	40
6.3	Fazit zur Zustands- und Defizitanalyse.....	41
7.	Konzept zur Baufeldvorbereitung	42
7.1	Baustelleneinrichtung.....	42
7.2	Freischnitt.....	45
7.3	Rückbau	45
7.4	Kampfmittelräumung.....	46
7.5	Schutzbereiche und –objekte / Artenschutz.....	49
7.6	Umgang mit kontaminiertem Boden und Grundwasser	50
7.7	Untersuchungsprogramm Analytik.....	50
7.8	Entsorgung	52
7.9	Projektbeteiligte, zuständige Behörden	53
8.	Bauwasserhaltung Tiefbau und Reinigung des Grundwassers	54

9.	Grobkostenschätzung	62
10.	Zusammenfassung und Ausblick	64

Anlagenverzeichnis

Anlage 1	Luftbild des ehemaligen Kohlebahnhofs Adlershof, Köpenicker Str. 1, 12489 Berlin vom März 2017 (DOP20RGB)
Anlage 2	Lageplan des ehemaligen Kohlebahnhofs Adlershof, Flurstücke zum Verkauf
Anlage 3	Auszug aus dem Bodenbelastungskataster mit der Fläche des ehemaligen Kohlebahnhofs Adlershof
Anlage 4	Lageplan des ehemaligen Kohlebahnhofs Adlershof von September 1994 (Quelle: envi sann GmbH)
Anlage 5	Übersichtsplan mit Ergebnissen zusätzlicher Untersuchungen (Gradiometrie, Baggerschürfe)
Anlage 6	Kanalbestandsplan IPE 1000872 der DB Netz AG
Anlage 7	Lage der Brunnen und Grundwassermessstellen im Bereich der KF 1005-004 vom 13.11.2017 (Quelle: PRO UMWELT)
Anlage 8	Kontaminations- und Bodensanierungsfläche, Lage GWM/Brunnen und Grundwassergleichen November 2017 (Quelle: DB Netz AG, Regionalbereich Ost)
Anlage 9	Grobkostenschätzung
Anlage 10	Prüfbericht terracon, Probenahmeprotokolle und Schichtenverzeichnis von vier Mischproben aus Baggerschürfen aus dem ehem. Kohlebahnhof Adlershof
Anlage 11	Erläuterung der Zuordnungswerte der TR LAGA
Anlage 12	Datenblatt des verwendeten Systems zur Mehrkanalsondierung MAGNETO® MXPDA
Anlage 13	Fotodokumentation

Abkürzungsverzeichnis

Abb.	Abbildung
Abs.	Absatz
AG	Auftraggeber
AGW	Arbeitsplatzgrenzwert (s. TRGS 900)
AH KMR	Arbeitshilfen Kampfmittelräumung des Bundes (http://www.arbeitshilfen-kampfmittelraeumung.de/)
ALVF	Altlastenverdachtsfläche
AN	Auftragnehmer
AOX	adsorbierbare organisch gebundene Halogene
AP	Adlershof Projekt GmbH
A+S-Plan	Arbeits- und Sicherheitsplan
BA	Bauabschnitt
BAM	Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung
BaP	Benzo(a)pyren (Einzelsubstanz der PAK)
BBodSchG	Bundes-Bodenschutzgesetz
BBodSchV	Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung
BE	Baustelleneinrichtung
BNatSchG	Bundesnaturschutzgesetz
BS	Baggerschurf
BTEX	Benzol, Toluol, Ethylbenzol, Xylol
BÜ	Bauüberwachung
BVG	Berliner Verkehrsbetriebe AöR
Cd	Cadmium
Cr	Chrom (gesamt)
Cu	Kupfer
DB AG	Deutsche Bahn Aktiengesellschaft
DEHP	Di(2-ethylhexyl)phthalat
DGUV	Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung
DOC	engl.: dissolved organic carbon (gelöster organisch gebundener Kohlenstoff)
EOX	Extrahierbare organisch gebundene Halogene
ETRS 89	Europäisches Terrestrisches Referenzsystem
Fa.	Firma
Fe	Eisen
FFH	Fauna-Flora-Habitat (Schutzgebiete gem. Richtlinie 92/43/EWG)
GefStoffV	Verordnung zum Schutz vor Gefahrstoffen (Gefahrstoffverordnung)
GFS	Geringfügigkeitsschwellenwert (vgl. Berliner Liste 2005)
Ggf.	gegebenenfalls
GOK	Geländeoberkante
GW	Grundwasser
GWL	Grundwasserleiter
GWM	Grundwassermessstelle
GWRA	Grundwasserreinigungsanlage
ha	Hektar
HCH	Hexachlorcyclohexan
IBD	Ingenieurbüro Döring GmbH
k _f -Wert	Durchlässigkeitsbeiwert, gesättigte hydraulische Leitungsfähigkeit, Filtrationskoeffizient
k.A.	keine Angabe
KMR	Kampfmittelräumung
KTI	Kriminaltechnisches Institut (LKA KTI 25) des Landes Berlin
KW	Kohlenwasserstoffe
LAGA	Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Abfall
LCKW	leichtflüchtige chlorierte Kohlenwasserstoffe
LHKW	leichtflüchtige halogenierte Kohlenwasserstoffe
LS	Ladestraße
M.-%	Masseprozent
MCB	Monochlorbenzol
M 20	Mitteilung Nr. 20 der LAGA
MKW	Mineralölkohlenwasserstoffe
n.n.	nicht nachweisbar

Nr.	Nummer
nT	Nanotesla
öBÜ	örtliche Bauüberwachung
o.Ä.	oder Ähnliches
o.g.	oben genannte
OCP	Organochlorpestizide
PAK (EPA)	Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (Analytikumfang gem. Liste der US-Environmental Protection Agency)
PCB	Polychlorierte Biphenyle
PN	Probenahme
PSM	Pflanzenschutzmittel
ROK	Rohroberkante
s.	siehe
SiGe-Plan	Sicherheits- und Gesundheitsschutzplan
SM	Schwermetalle
SPA	Vogelschutzgebiet gem. Richtlinie 2009/147/EG
SprengG	Gesetz über explosionsgefährliche Stoffe (Sprengstoffgesetz)
SSW	sanierungsbedürftiger Schadenswert (vgl. Berliner Liste 2005)
Tab.	Tabelle
TOC	engl.: total organic carbon (gesamter organisch gebundener Kohlenstoff)
TR	Technische Regeln
TRGS	Technische Regeln für Gefahrstoffe
TS	Trockensubstanz
u.Ä.	und Ähnliches
u.U.	unter Umständen
u.v.m.	und vieles mehr
VC	Vinylchlorid (Chlorethen)
vgl.	vergleiche
WGT	Westgruppe der Truppe (Gruppe der Sowjetischen Streitkräfte in Deutschland)
WHG	Wasserhaushaltsgesetz
Zn	Zink
Z-Wert	Zuordnungswert der LAGA
z.B.	zum Beispiel
z.T.	zum Teil
zzgl.	zuzüglich

1. Anlass, Auftrag und Aufgabenstellung

Die BVG beabsichtigt den Erwerb und nach Besitzübergang die Baufeldsanierung des Grundstückes Köpenicker Straße 1 in 12489 Berlin, Bezirk Treptow-Köpenick, auf einem Teilbereich des ehemaligen Kohlebahnhofes Adlershof (Übersichtsplan s. Anlage 1 & 2). Auf ca. 5 ha Fläche ist die Errichtung eines Straßenbahnbetriebshofes mit modernen Terminals mit langjähriger modularer Nutzung für Technik und Verwaltung geplant. Das Grundstück ist aufgrund seiner historischen Nutzung als Altlastenverdachtsfläche ausgewiesen und entsprechend im Bodenbelastungskataster von Berlin aufgeführt. Im Wesentlichen wurden Kontaminationen mit den Schadstoffgruppen MKW, BTEX, PAK und Schwermetallen nachgewiesen, auf die in den Kapiteln 4 und 5 näher eingegangen wird. Vor dem Bau des Straßenbahnbetriebshofes soll das Grundstück vollständig lastenfrei gestellt werden. Aufgrund des bestehenden Kampfmittelverdachts sind im Zuge der Rückbau- und Bodensanierungsarbeiten bauvorbereitend und ggf. baubegleitend (z.B. Bau Spundwände zur Bauwasserhaltung) Leistungen der Kampfmittelräumung auszuführen.

Der Baubeginn könnte nach Erwerb des Grundstücks vom aktuellen Eigentümer, der Adlershof Projekt GmbH, ca. 2023 erfolgen. 2022 könnten die Bauarbeiten vorbereitet werden.

Zur Ableitung der Möglichkeiten und Kosten einer Baufeldfreimachung des Grundstücks wurde die Ingenieurbüro Döring GmbH (IBD) am 09.01.2018 von der BVG mit Ingenieurleistungen in den Fachbereichen Altlasten, Entsorgung, Analytik, Kampfmittelräumung, Rückbau und Erdbau beauftragt. Die Bearbeitung gliederte sich hierbei in drei Positionen.

(I) Prüfung und Zusammenstellung der vorhandenen Unterlagen

Für die Erstellung des Berichtes wurden die durch den AG zur Verfügung gestellten Unterlagen ausgewertet und eine Sichtung der vorliegenden Unterlagen beim Landesarchiv Berlin, Bauaktenarchiv Landkreis Treptow-Köpenick, Umweltamt LK Treptow-Köpenick und der Eurovia Verkehrsbau Union GmbH vorgenommen. Des Weiteren wurden Informationen zum Grundstück bei der GuD Geotechnik und Dynamik Consult GmbH, Adlershof Projekt GmbH, Senatsverwaltung für Umwelt, Verkehr und Klimaschutz Berlin und der Deutsche Bahn AG eingeholt. Verschiedene Kartenportale wurden genutzt und historische Luftbilder in sehr hoher Auflösung beschafft und ausgewertet.

(II) Erstellung eines Untersuchungsprogrammes mit zur Räumung/Sanierung durchzuführender Maßnahmen

(III) Integriertes Konzept zur Baufeldvorbereitung

Eine Ortsbesichtigung der Liegenschaft wurde mehrmals durch Mitarbeiter des IBD durchgeführt. Eine computergestützte Mehrkanalsondierung von ca. 5.000 m² des Grundstücks wurde am 06.02.2018 durch zwei Mitarbeiter des IBD durchgeführt. Am 07.02.2018 wurden mit einem Kleinbagger an acht ausgewählten Stellen der Liegenschaft Baggerschürfe bis zum gewachsenen Boden durchgeführt, um die Mächtigkeit der Altbebauung und Belastung des Bodenmaterials mit Störkörpern zu ermitteln. Hierfür wurde eine Passivsonde (Fe-Sonde, Fa. SENSYS, Typ SBL 10) zur Wand- und Sohlensondierung in den Baggerschürfen verwendet. Die Ergebnisse der Untersuchungen sind in Kap. 6 dargestellt.

Zur weiteren Eingrenzung der Kostenrisiken für die Bauphase in den Bereichen Grundwasserkontamination und Abfallentsorgung wurde das Nachtragsangebot 1 vom 17.05.2018 beauftragt, dessen Ergebnisse in den Bericht eingearbeitet wurden. Bestandteil des Nachtragsangebotes war die Durchführung und Auswertung

von vier Probeschürfen zur Entnahme von vier Mischproben im Bereich des geplanten Werkstattgebäudes sowie die Risikobewertung durch Kontaminationen im Rahmen von Grundwasserabsenkungen im Bereich der zu diesem Zeitpunkt geplanten baulichen Anlagen Wasserspeicher, Werkstattgebäude und Tiefgarage.

2. Verwendete Unterlagen und Berichte

Für die Erstellung des Berichtes wurden folgende Unterlagen und Quellen verwendet:

- /1/ Bodenbelastungskataster Berlin, Katasternummer 7680+ (Aufnahmedatum 08.02.1993, Druckdatum 09.02.2018).
- /2/ PRO UMWELT, 2017: Sanierung Ladestraße Adlershof, Dokumentation der Sanierungsdurchführung. Stufe III Sanierungsdurchführung, Standort Nr. 1005.
- /3/ DB Netz AG NL Ost, Anlagenrückbau, Bodensanierung 2017: Grundwassermonitoring Adlershof Abschlussbericht 2016.
- /4/ envi sann GmbH, 2016: A 1903, Beräumung Köpenicker Str. 1, 12489 Berlin, Dokumentation Bodenaushub und –verfüllung, Projekt-Nr. 1445/01/15.
- /5/ Senatsverwaltung für Umwelt, Verkehr und Klimaschutz, Schreiben vom 16.02.2017: eventuelle Belastung mit Kampfmitteln, Grundstück Köpenicker Str. 1, 12489 Berlin, mit Kurzbericht und Anlage Luftbildauswertung (Mull und Partner Ingenieurgesellschaft mbH).
- /6/ C & E Consulting und Engineering GmbH, Niederlassung Berlin/Brandenburg, 2004/2005: Detailuntersuchung auf Teilflächen STO Schöneweide Güterbahnhof Adlershof, KF-004 Ladestraße I (ehem. Kesselumfüllstation), Standortnummer 1005.
- /7/ UWG Gesellschaft für Umwelt und Wirtschaftsgeologie mbH Berlin, 1990: Bericht über die Durchführung von Bodenprofiluntersuchungen zur Bewertung des Schadstoffpotentials im Sediment und Grundwasser im Bereich des Kohlenumschlagplatzes südlich des S-Bahnhofes Berlin Adlershof, Kesselumfüllbereich.
- /8/ Bezirksamt Treptow-Köpenick von Berlin, 2008: Bebauungsplan Nr. 9 – 41 im Bezirk Treptow-Köpenick, Ortsteil, Planungsinformation, frühzeitige Behördeninformation.
- /9/ envi sann GmbH, 1994: Gutachten zur Boden- und Grundwassersituation auf dem Grundstück Öffentliche Ladestraße Adlershof, Agastraße, 12489 Berlin.
- /10/ envi sann GmbH, 2017: A1903, Beräumung Teilfläche ehemaliger Kohlebahnhof, Grundwasseruntersuchung.
- /11/ BBI Geo- und Umwelttechnik Ingenieurgesellschaft mbH, 2008: DB-Gelände Adlershof, Berlin, Gutachten zur Orientierenden Schadstofferkundung. Im Auftrag der Solon AG.
- /12/ geoplan BERLIN, Ingenieurgesellschaft für Geo- und Bautechnik mbH, 1995: Detailerkundungsmaßnahmen (DE 1) Öffentliche Ladestraße Adlershof, Agastraße, 12489 Berlin, Fotodokumentation Altlastenverdachtsflächen.

- /13/ Bundes-Bodenschutzgesetz vom 17. März 1998 (BGBl. I S. 502), das zuletzt durch Artikel 3 Absatz 3 der Verordnung vom 27. September 2017 (BGBl. I S. 3465) geändert worden ist.
- /14/ Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung vom 12. Juli 1999 (BGBl. I S. 1554), die zuletzt durch Artikel 3 Absatz 4 der Verordnung vom 27. September 2017 (BGBl. I S. 3465) geändert worden ist.
- /15/ Mitteilungen der Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA) 20, Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Abfällen: Teil II: Technische Regeln für die Verwertung 1.2 Bodenmaterial (TR Boden), Stand 05.11.2004.
- /16/ Mitteilungen der Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA) 20, Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Abfällen: Teil II: Technische Regeln für die Verwertung, Stand Teil I: 06.11.2003, Stand Teile II und III: 06.11.1997.
- /17/ Fachinformationen des Landesumweltamtes Nr. 6, Altlastenbearbeitung im Land Brandenburg, Nationale und internationale Sachstandsrecherche – Mineralölkohlenwasserstoffe, Landesumweltamt Brandenburg, 2005.
- /18/ Untersuchung und Beurteilung des Wirkungspfades Boden-Grundwasser, Sickerwasserprognose, Handbuch Altlasten, Band 3, Teil 3, Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie, 2002.
- /19/ Bewertungskriterien für die Beurteilung von Grundwasserverunreinigungen in Berlin (Berliner Liste 2005), ABI Nr. 35 / 22.07.2005.
- /20/ Senatsverwaltung für Umwelt, Verkehr und Klimaschutz (April 2017): MERKBLATT Grundwasserbenutzungen bei Baumaßnahmen und Eigenwasserversorgungsanlagen im Land Berlin.
- /21/ Senatsverwaltung für Umwelt, Verkehr und Klimaschutz (Juni 2018): Qualifizierte umweltrechtliche Information nach dem Umweltinformationsgesetz (UIG) zu Grundwasserbelastungen im Umfeld des Grundstückes Köpenicker Straße 1 in Berlin Treptow-Köpenick.
- /22/ Verordnung zur Verhütung von Schäden durch Kampfmittel (Kampfmittelverordnung – KampfmittelV). Vom 17. Juli 2018. Gesetz- und Verordnungsblatt für Berlin, 74. Jahrgang, Nr. 19, 27. Juli 2018, Seite 495-496.

3. Standortbeschreibung

3.1 Lage und Umgebungsnutzung

Das ca. 5 ha große Untersuchungsgebiet liegt im Berliner Bezirk Treptow-Köpenick, OT Adlershof, Gemarkung Kanne, Flur 2. Es handelt sich um eine teilweise mit Gehölzen bestandene Industriebrache ohne oberirdische Gewässer. Es gliedert sich in mehrere Flurstücke auf, die größten sind die Flurstücke 7412 (ca. 3 ha) und 7822 (ca. 1,5 ha, vgl. Anlage 2). Die östliche Grenze bildet der Bahndamm mit der S-Bahn- und Fernverkehrsstraße, hinter dem das als „Adlergestell“ verlaufende Teilstück der B96a liegt, eine der zentralen Nord-Süd-Verbindungen Berlins. Nur wenige hundert Meter östlich des Untersuchungsgebiets, im der Glienicker Weg 125, hat der Pharmakonzern Berlin-Chemie AG seinen Firmensitz. Die südliche Grenze bildet die Köpenicker Straße, wobei von der Gesamtfläche ca. 51.604 m² der BVG zum Kauf angeboten werden (vgl. Anlage 2). Der südliche und südwestliche Bereich, die an die Köpenicker Straße angrenzen,

gehören nicht dazu und finden entsprechend bei den Planungen der BVG zur Errichtung des Straßenbahnbetriebshofes keine Berücksichtigung. Südlich der Köpenicker Str. 1 befindet sich die Kleingartenanlage Teltowkanal III, die sich bis zum Teltowkanal erstreckt. Im Norden und Westen der Freifläche liegt ein Wohn- und Gewerbegebiet. Das Gebiet ist sehr gut an das örtliche und überregionale Verkehrsnetz angeschlossen.

Eine Zuwegung auf das Grundstück besteht nur über firmeneigenes Gelände aus westlicher oder nördlicher Richtung oder im Süden über die Köpenicker Straße. Allerdings befand sich im südlichen Bereich Anfang 2018 eine Baustelle, weshalb diese Zufahrt für die Begehungen durch Mitarbeiter der IBD im Januar und Februar 2018 nicht genutzt werden konnte. Hier fanden Rückbauarbeiten und eine Entsorgung von belastetem Bodenmaterial und Bauschutt durch die Fa. Veolia im Auftrag der Adlershof Projekt GmbH statt. Ein 53 m langes und 7 m breites Teilstück innerhalb der Veolia-Baustelle wird der BVG zum Kauf angeboten (vgl. Anlage 2). Dieses Stück soll als spätere Baustraße und dauerhafte Zufahrt des Straßenbahnbetriebshofes der BVG hergerichtet werden.

3.2 Bodenbelastungskataster

Eine aktuelle Auskunft aus dem Bodenbelastungskataster Berlin wurde durch das Umweltamt des Bezirks Treptow-Köpenick am 09.02.2018 erteilt (s. /1/). Die Fläche des ehemaligen Kohlebahnhofs Adlershof wurde am 08.02.1993 unter der Nummer "7680+" in das Bodenbelastungskataster Berlin aufgenommen, eine kleine Teilfläche im Nordwesten gehört zur Nummer "7782+" (vgl. Anlage 2 & 3).

In der Fläche "7680+" sind die Flurstücke 7286, 7288, 7383, 7385, 7412, 7413, 7821, 7822, $\frac{106}{28}$ anteilig oder komplett enthalten. Exakt lässt sich dies anhand der zur Verfügung stehenden Unterlagen nicht sagen. Demnach liegt der größte Teil des geplanten Straßenbahnbetriebshofes der BVG in dieser Altlastenverdachtsfläche (vgl. Anlage 2 & 3).

Gemäß Bodenbelastungskataster weist die Fläche "7680+" eine Größe von 65.000 m² auf, Lage und Abgrenzung sind genau bekannt. Nach BBodSchG (s. /13/) wird die Kategorie als „schädliche Bodenveränderung“ bezeichnet. Nach BBodSchV (s. /14/) erfolgt die Nutzung als „Industrie- und Gewerbebestandort“. Als Ablagerung wird im Bodenbelastungskataster die Komponente Bauschutt, Abfallart Schotter genannt. Die Mächtigkeit ist mit 0,5 – 07 m angegeben. Aufgrund der Schreibweise 0,5 – 07 m stellt sich die Frage, ob die Angabe im BBK korrekterweise 0,5 – 0,7 m heißen müsste. Innerhalb dieser ALVF liegt im Nordbereich die Kontaminationsfläche "KF 1005-004" (vgl. Anlage 8), die weitestgehend saniert wurde (s. Kap. 5.4).

Die Fläche "7782+" ist viel größer als die Flurstücke, die von der APG der BVG zum Kauf angeboten werden (vgl. Anlage 2 & 3). Innerhalb der Fläche liegen anteilig oder komplett die Flurstücke 7202, 7203, 5868, $\frac{105}{11}$.

Für die zum Kauf angebotenen Flurstücke 5870 (424 m²) und 5866 (22 m²) besteht Anlage 3 zufolge kein Altlastenverdacht.

Eine Teilfläche mit der Bezeichnung "7680a" (s. Anlage 3) mit den Flurstücken 7395, 7396 und 7397 wurde vom Altlastenverdacht bzw. vom Verdacht auf schädliche Bodenveränderung befreit (s. /4/, /10/). Es handelt sich hierbei um das kleine Teilstück im Südwesten, an die Köpenicker Straße angrenzend.

3.3 Eigentumsverhältnisse, ehemalige Nutzungen und Bebauung

Die Fläche wurde von 1894 bis 1959 als Güter- und Rangierbahnhof Berlin-Adlershof genutzt. Eine Karte von 1922 sowie Luftbilder von 1928 und 1929 zeigen zwei Schienen, die von Norden kommend im mittleren und westlichen Teil in südlicher Richtung über die Liegenschaft führen. Im Südlichen und mittleren Bereich sind mehrere Schuppen und evtl. auch Tanklager zu erkennen. Ansonsten ist die Fläche unbebaut. Als Eigentümer ist die „Benzolvertrieb Berlin G.m.b.H.“, vormals Fritz Wagener genannt.

Von ca. 1950 bis 1990 gehörte das Gelände der Deutschen Reichsbahn. Ab ca. 1950 wurde das Gelände durch die Deutsche Reichsbahn und später auch bereichsweise durch die NVA als Kohlebahnhof bzw. Umschlagplatz für Kohle und Baustoffe genutzt. Hierfür wurden mehrere Ladestraßen (LS I-III) aus Beton errichtet. Diese sind auf einer Karte von 1974 zu erkennen. In einem Gutachten von Fa. envi sann GmbH (vgl. /9/) ist der Bereich wie folgt beschrieben: Bereich II umfasst den größten Teil des ca. 8 ha großen Geländes mit den Ladestraßen I-III sowie einem sogenannten Querbandwaagengleis. Die Flächen zwischen den i.d.R. doppelgleisig angelegten Schienenstrecken sind mit Beton versiegelt. Auf den Gleisen zwischen den LS I und II rangieren mit Kohle beladene, auf den restlichen Gleisen mit Beton beladene Waggons. Teilbereiche LS I und II werden offenbar als wilde Hausmüllkippen benutzt. Im nordwestlichen Zipfel werden die diversen Gleisstränge zusammengeführt. Die Fläche ist weitgehend unversiegelt. Teilbereiche sind mit Beton, Kopfsteinpflaster oder älteren Bitumendecken bedeckt.

In einer Fotodokumentation der geoplan GmbH zu den Altlastenverdachtsflächen von 1995 (s. /12/) ist der Zustand der Ladestraßen I und II im Oktober 1995 dargestellt (s. Abb. 1 und Abb. 2). Anlage 4 enthält einen Lageplan des ehemaligen Kohlebahnhofs Adlershof von September 1994 (Quelle: envi sann GmbH), der neben der schematischen Darstellung der Ladestraßen auch die Lage der durchgeführten Erkundungsbohrungen enthält. Aus den Anlagen 1 und 4 kann die genaue Lage der Kontaminationsfläche "KF 1005-004" am nördlichen Ende der LS I entnommen werden.



Abb. 1: Blick auf die Ladestraße I mit Verladekränen und Güterzügen des ehemaligen Kohlebahnhofs Adlershof vom 15.10.1995, Blick Richtung Süden (Quelle: /12/)



Abb. 2: Blick auf die Ladestraße II mit Förderanlage des ehemaligen Kohlebahnhofs Adlershof vom 04.10.1995, Blick Richtung Norden (Quelle: /12/)

Im nordwestlichen Teil der Ladestraße I befand sich bis ca. 1990 eine zwischenzeitlich komplett rückgebaute Kesselumfüllstation (Ladestraße I) der ehemaligen NVA und Sowjetarmee für Stoffe wie Benzin, Dieselkraftstoff, Mineralöladditive, Öle und Laugen (vorwiegend Magnesiumchlorid ($MgCl_2$)). Der Betrieb erfolgte ungenehmigt und unzureichend gesichert, der Boden war überwiegend unversiegelt (s. /6/). Hier soll sich nach Unterlagen der Magistratsverwaltung, Referat Geologie, 1975 eine Havarie (vermutlich Kesselwagenunfall) ereignet haben, über deren qualitativen und quantitativen Umfang keine Angaben mehr existieren (vgl. /2/, /7/). Auch im Bezirksamt Treptow, Abteilung Gesundheit und Umwelt, wurde die Havarie vermerkt, ohne dass über den Umfang etwas bekannt sei (vgl. /9/). Die Kontamination wurde räumlich auf einen Bereich eingegrenzt und wird unter der Nummer „Kontaminationsfläche KF 1005-004“ bzw. „Ladestraße I“ geführt und wurde damals durch die DB AG unter diesem Namen (KF 1005-004) registriert. Sie liegt im Bereich des DB-Standortes STO-Nr. 1005 (Berlin-Schöneweide) innerhalb der Kilometrierung km 10,2 bis km 11,2 der Strecke Berlin-Görlitz.

Eigentümer von ca. 1990 bis 2008 war die Holding AG (vgl. /6/), Nutzer die Deutsche Bahn Immobilien GmbH.

Von Ende 2008 bis 2014 war die Solarfirma Solon AG Eigentümer zweier Teilflächen, die sie von der DB-Immobilien GmbH erwarb (s. /11/). Sie errichtete ein kleines Solarfeld auf der Liegenschaft. Geplant war die Herstellung hocheffizienter Solarzellen (s. /8/). Da die Firma in 2014 jedoch Insolvenz anmeldete, übernahm die Fläche die Adlershof Projekt GmbH als Treuhänder des Landes Berlin.

3.4 Kampfmittel, Gefahrenlage

Das Schreiben der Senatsverwaltung für Umwelt, Verkehr und Klimaschutz Berlin mit Datum vom 16.02.2017 an die Adlershof Projekt GmbH mit Kurzbericht des Büros Mull und Partner Ingenieurgesellschaft mbH vom 06.02.2017 als Anlage enthält einen Bericht über die Luftbildauswertung der Fläche des ehemaligen Kohlebahnhofs Adlershof (vgl. /5/). Es wurden Luftbilder von 09.1943 bis 02.1945 ausgewertet und diverse Bombentrichter, Erdlöcher unbekannter Herkunft, Erdbunker und Flakstellungen erkannt (vgl. Abb. 3). Dies deutet auf das mögliche Vorhandensein von Kampfmitteln hin. Somit besteht für das gesamte Grundstück ein Kampfmittelverdacht.

In der Anlage zum Kurzgutachten sind die erkannten Strukturen lagegenau als Symbol dargestellt. Es ist zu beachten, dass bei Luftbildauswertungen aus der Zeit des zweiten Weltkrieges mit einer Lageungenauigkeit

von mind. 1-3 m zu rechnen ist. Die Luftbildauswertung der Mull und Partner Ingenieurgesellschaft mbH deckt sich mit der durch IBD durchgeführten Auswertung der vorhandenen, hochaufgelösten Luftbilder vom 04.10.1943 und 10.04.1945.

Der Verdacht auf Kampfmittel auf dem Grundstück ergibt sich durch folgende Verursacherszenarien:

1) Bodenkämpfe

Gemäß der vorliegenden Luftbildauswertung (/5/) wurden im Projektgebiet ca. 26 Erdlöcher unbekannter Herkunft, 4 Erdbunker im nördlichen und nordwestlichen Bereich des Grundstücks und zwei Flakstellungen im nordwestlichen Bereich ausgewiesen, die im Zusammenhang mit früheren Bodenkämpfen stehen können.

2) Luftangriffe

In der vorliegenden Luftbildauswertung (/5/) wurden zehn Bombenrichter auf dem Grundstück ermittelt. Ein Bombenrichter liegt ganz im Norden, die übrigen neun liegen zerstreut im mittleren und südlichen Bereich. Die oberirdischen Bauwerke, überwiegend Lagerhallen und Lagerschuppen, wurden bei Luftangriffen 1945 durch die Bombardierung stark beschädigt und ab 1950 zurückgebaut (vgl. /5/, /6/). Den vorhandenen Luftbildern von Oktober 1943, April 1945 und Mai 1953 zufolge erfolgte eine flächenhafte Bombardierung des Umfeldes. Insbesondere der Bereich zwischen Teltowkanal, Rudower Chaussee und Adlergestell (B96a) wurde flächig bombardiert.

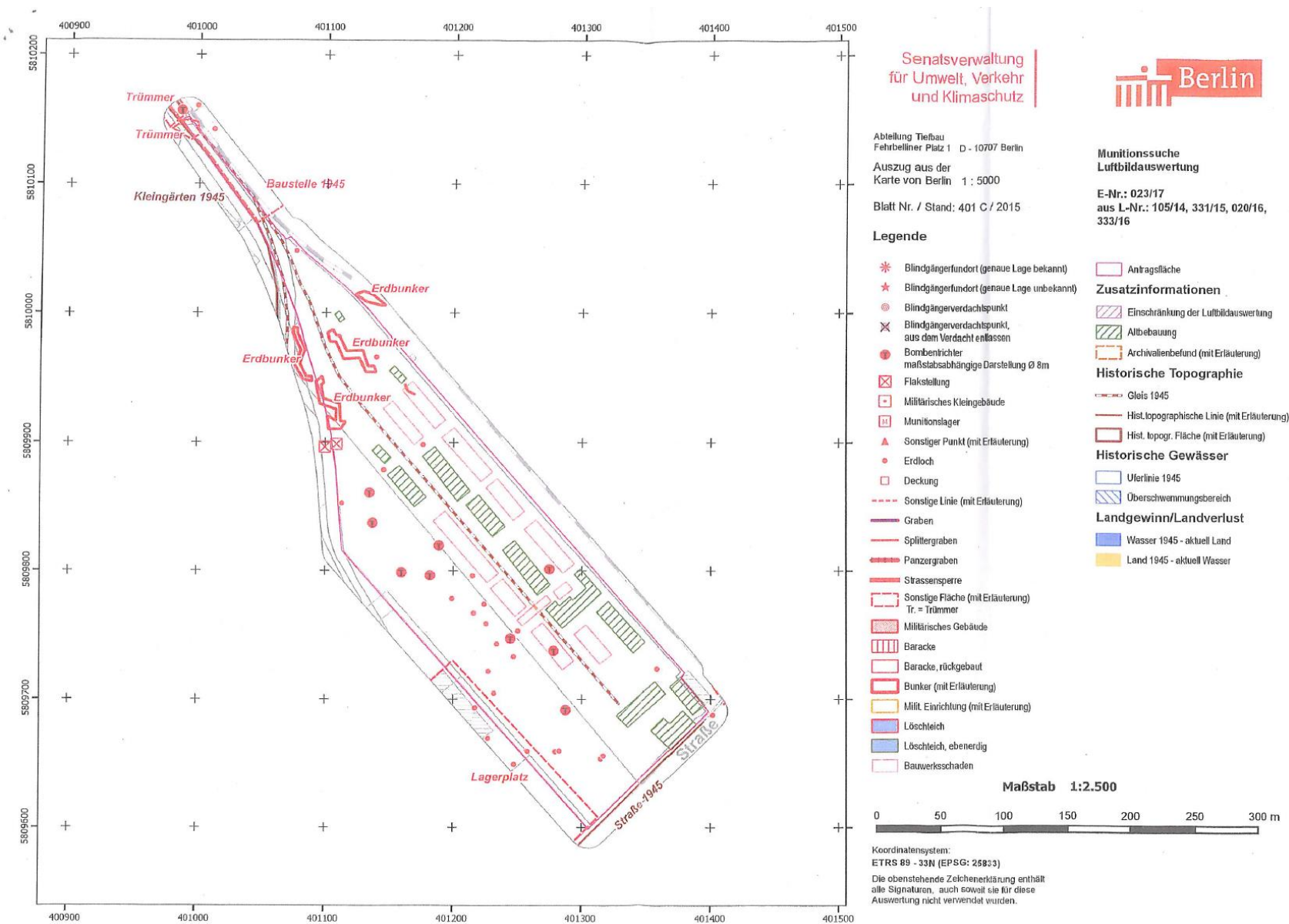


Abb. 3: Auswertung von Luftbildern von 1943-1945 zur Munitionssuche auf dem ehemaligen Kohlebahnhof Adlershof (Quelle: /5/)

3) Ablagerung von Kampfmitteln

In der Luftbildauswertung finden sich keine Anzeichen darauf, dass auf der Antragsfläche Kampfmittel abgelagert wurden. Dies kann jedoch in Kampfgebieten grundsätzlich nicht vollständig ausgeschlossen werden. Nach Kriegsende wurden häufig Kampfmittel in Vertiefungen (z.B. Bombentrichter, Erdlöcher, Deckungen, Splittergräben) abgelagert und vergraben. Auch Gewässer wurden zur Entsorgung von Waffen und Munition genutzt.

Rechtsgrundlage zur Abwehr von durch Kampfmitteln ausgehenden Gefahren ist in Berlin seit dem 27.07.2018 die Kampfmittelverordnung des Landes Berlin (KampfmittelV, s. /22/). Regelungen finden sich seither ebenfalls in der zugehörigen „Verwaltungsvorschrift zur Ermittlung und Bergung von Kampfmitteln im Land Berlin“. Vor diesem Datum wurde das Thema Kampfmittel im Merkblatt zur Ermittlung und Bergung von Kampfmitteln der SenUVK behandelt. Im Sinne der KampfmittelV sind nach § 1 Abs. 3 Kampfmittel gewahrsamslos gewordene Gegenstände militärischer Herkunft und Teile solcher Gegenstände, die

- a) Explosivstoffe oder Rückstände dieser Stoffe enthalten oder aus Explosivstoffen oder deren Rückständen bestehen, zum Beispiel Gewehrpatronen, Granaten, Bomben, Zünder, Minen, Spreng- und Zündmittel,
- b) Kampfstoffe, Nebelstoffe, Brandkampfstoffe, Reizstoffe oder Rückstände dieser Stoffe enthalten,
- c) Munition oder Teile von Munition sind und keine Explosivstoffe enthalten, beispielsweise nicht sprengfähige Zünder und Zündsysteme, Exerziermunition, Granaten- und Bombenkörper ohne Füllung, oder
- d) Kriegswaffen und wesentliche Teile von Kriegswaffen sind.

Zuständig für die Ermittlung und Bergung nicht-chemischer Kampfmittel in Berlin ist die Senatsverwaltung für Umwelt, Verkehr und Klimaschutz (SenUVK), Abteilung V Tiefbau: Objektmanagement Bereich Altlasten/Kampfmittel - Ermittlung und Bergung von Kampfmitteln, Fehrbelliner Platz 1, 10707 Berlin, als Ordnungsbehörde. Für die Ermittlung, Bergung und Beseitigung von abgelagerten chemischen Kampfmitteln sowie die Beseitigung von nicht-chemischen Kampfmitteln ist die Polizei zuständig.

Nach § 1 Abs. 3 Nr. 8 KampfmittelV Berlin bedeutet Kampfmittelfreiheit, dass Grundstücke bereits nach den anerkannten Regeln der Technik mit einem eine Kampfmittelbelastung ausschließenden Ergebnis vollständig sondiert wurden oder für diese Grundstücke ein ausreichender Beräumungsnachweis vorliegt.

Teilt die Eigentümerin oder der Eigentümer eines Grundstückes der Senatsverwaltung beabsichtigte Bodeneingriffe mit, ermittelt die Senatsverwaltung, ob es sich bei dem Grundstück um eine Kampfmittelverdachtsfläche handelt. Als Kampfmittelverdachtsfläche wird ein Grundstück dann bezeichnet, wenn sich nach den Erkenntnissen der Senatsverwaltung mindestens ein konkreter und nicht sondierter Anhaltspunkt für das mögliche Vorhandensein von Kampfmitteln ergeben hat (§ 1 Abs. 7 KampfmittelV).

Nach § 5 Abs. 3 KampfmittelV obliegt unter Beachtung der Verbote nach § 3 die ordnungsgemäße Bergung von Kampfmitteln der Eigentümerin oder dem Eigentümer oder der Inhaberin oder des Inhabers der tatsächlichen Gewalt über das Grundstück. Es gibt keine bauordnungsrechtliche Verpflichtung des Bauherrn, Kampfmittelfreiheit auf dem Grundstück zu schaffen. Der Verfügungsberechtigte des Grundstückes (Eigentümer, Besitzer, Bauherr u.a.) ist jedoch verpflichtet, im Rahmen des Ihm Zumutbaren und Möglichen, alles zu tun, um die von ggf. im Erdreich verbliebenen Kampfmitteln ausgehenden Risiken möglichst gering

zu halten. Die Erforschung und Beseitigung von Gefahren, die von Kampfmitteln ausgehen können, liegen in der Verantwortung des Verfügungsberechtigten des Grundstücks. Beim Erwerb der von der AP zum Verkauf angebotenen Flächen durch die BVG geht diese Verantwortung auf die BVG über.

Die Verfügungsberechtigten des Grundstücks müssen bei einem Verdacht auf möglicherweise vorhandene Kampfmittel handeln und erforderliche Maßnahmen veranlassen. Es ist Aufgabe der Verfügungsberechtigten des Grundstücks, Fachfirmen zu beauftragen, die dazu nach dem Sprengstoffgesetz berechtigt sind. Die Ordnungsbehörde wird von Amts wegen nur tätig, wenn sich im Ergebnis der Ermittlungen eine konkrete Gefahr ergeben hat. Eine konkrete Gefahr liegt erst vor, wenn Kampfmittel frei liegen oder frei gelegt werden. In diesen Fällen prüfen die Ordnungsbehörde und die Polizei, ob von den tatsächlichen Kampfmittelfunden eine konkrete Gefahr für das Auffinden weiterer Kampfmittel ausgeht.

3.5 In der Vergangenheit erfolgte Rückbaumaßnahmen

Die 1922 bzw. 1928/29 sichtbaren Gleisanlagen auf der Fläche sind auf einem Luftbild vom 04.10.1943 nicht zu erkennen. Dafür sind insgesamt ca. 23 Gebäude unterschiedlicher Größe sichtbar, die sich parallel zum Bahndamm in zwei bis drei Reihen anordnen. Es handelte sich um Lagerhallen und Lagerschuppen, die 1945 durch die Bombardierung stark beschädigt und ab 1950 zurückgebaut wurden (vgl. /5/, /6/). Das Luftbild vom 10.04.1945 zeigt insbesondere in der westlichen Hälfte der Liegenschaft mehrere große und einige kleine Bombentrichter. Im Luftbild vom 22.05.1953 sind von den ca. 23 Gebäuden nur noch ca. 7 vorhanden. Die Bombentrichter sind noch sichtbar, aber weniger deutlich, da überwachsen.

Ab 1950 erfolgte der Ausbau der Ladestraßen I, II und III und die Nutzung durch die Deutsche Reichsbahn.

Luftbilder vom Oktober 2000 und September 2005 zeigen die Fläche fast vollständig versiegelt. Es sind mehrere oberirdische Gebäude zu erkennen. Im Mai 2006 war die Fläche fast flächendeckend mit Betonpflastern versiegelt, der Rückbau im südlichen und mittleren Bereich erfolgte 2009.

In 2009 wurde die Fa. Eurovia Beton GmbH (aktuell: Eurovia Verkehrsbau Union GmbH) von der Solon AG mit Rückbau und Tiefenenttrümmerung bis in maximal 2,5 m u. GOK der gesamten Fläche, mit Ausnahme des nördlichen Bereiches, beauftragt (vgl. Anlage 5). Die Betonversiegelung wurde komplett rückgebaut und vor Ort in die Fraktion 0-45 mm gebrochen. Die Fraktion 0-5 mm wurde entsorgt, die Fraktion 6-45 mm als Beton-RC flächig im mittleren Bereich ausgebracht. Die Solon AG plante auf der Liegenschaft die Errichtung von drei Hallen (vgl. /8/), zu denen es jedoch nie kam. In einem Luftbild von Dezember 2009 sind die Versiegelungen bereits entfernt, heller Sandboden liegt an der Oberfläche, mehrere Haufwerke sind noch nicht entsorgt bzw. ausgebracht, Container und Baustelleneinrichtung sind noch vorhanden. Die meisten Arbeiten waren im Dezember jedoch offenbar bereits abgeschlossen. Eine komplette Tiefenenttrümmerung erfolgte nicht. Oberirdische Gebäude sind mit Ausnahme der Trafostation (zwei Gebäude) im südöstlichen Teil nicht zu erkennen.

Der Aufbau der Solaranlage und der Schotterstraße als Zufahrt von Süden (Köpenicker Straße) von Fa. Solon AG erfolgte zwischen Januar und September 2010, der Teilrückbau der Solaranlage zwischen März 2015 und Juni 2016. Dies belegen Luftaufnahmen aus Google Earth. Die von Süden kommende

Schotterstraße ist aktuell noch auf einem Teilstück vorhanden. Die Fläche liegt derzeit brach und ist größtenteils der Sukzession überlassen. Die oberirdischen Anlagen wurden zum größten Teil zurückgebaut.

3.6 Geologie, Hydrogeologie

Das Gebiet liegt im Bereich des weichselkaltzeitlich gebildeten Berliner Urstromtals. Es besteht vorwiegend aus glazifluvialen Ablagerungen (Sande und Kiese), die Mächtigkeiten bis ca. 50 m erreichen. Diese anstehenden Sedimente bilden den oberen unbedeckten bzw. ungeschützten Grundwasserleiter (vgl. /9/). Er ist aufgrund seiner geologischen Position als ungeschützt gegenüber flächenhaft eindringenden Schadstoffen anzusehen. Aufgrund erosiver Prozesse sind die Grundmoränenhorizonte (Geschiebemergel) weitestgehend erodiert und nur noch in Resten bzw. Geröllsohlen vorhanden (vgl. /6/).

Im Geoportal Berlin wird die Bodenart als „Mittelsand, Feinsand, mittel lehmiger Sand im Ober- und Unterboden, die eckig-kantige Steine (überwiegend mittlerer Anteil) enthalten“ angegeben.

Schichtenprofile der Sondierungsbohrungen (z.B. /9/) bestätigen dies, abgesehen von den Auffüllungsbereichen. Vereinzelt sind ab ca. 4,0 m u. GOK max. 0,05 m mächtige Kohlebänder zwischengelagert. Die anthropogenen Auffüllungen mit Mächtigkeiten bis 2,2 m bestehen i.d.R. aus Feinsand z.T. mit Beimengungen von Bauschutt und Schotter (vgl. /6/).

Die Durchlässigkeit des Bodens (k_f -Wert, Durchlässigkeitsbeiwert) liegt bei Feinsand bei vollständiger Wassersättigung im Bereich von 10^{-4} bis 10^{-5} m/s.

Der Grundwasserflurabstand weist saisonale Schwankungen auf und beträgt im Bereich des Grundstücks verschiedenen Untersuchungen zufolge 2,20 – 3,33 m (vgl. /2/, /3/, /6/, /9/, /10/). Die große Spannweite ergibt sich aus dem langen Zeitraum, in dem die Messungen durchgeführt wurden und der unterschiedlichen Auffüllungsmächtigkeit bzw. Geländehöhe. Der Grundwasserspiegel variiert weniger stark und lag zwischen 1994 und 2017 zwischen 32,06 m NN und 32,47 m NN (s. Tab. 1).

Für die geplante KMR hat der GW-Flurabstand, da er tiefer als die Räumtiefe liegt, keine besondere Relevanz, für die Tiefbauarbeiten zum Bau des Straßenbahnbetriebshofes ist er jedoch sehr bedeutend. Einen Überblick über die im Untersuchungszeitraum ermittelten GW-Flurabstände und GW-Spiegelhöhen gibt Tab. 1.

Tab. 1: Ermittelte Grundwasserflurabstände und GW-Spiegelhöhen im Bereich des Kohlebahnhofs Adlershof

Grundwasserflurabstand (m u. GOK)	Datum der Messung	Bemerkung	Verweis/Quelle
2,39 - 3,20	1994	GW-Spiegel im Bereich 32,30 m NN	/9/
2,41 - 3,05	08.06.2004	GW-Spiegel im Bereich 32,40 - 32,38 m NN	/6/
2,36 - 3,33	31.10.2007 - 28.04.2016	GW-Spiegel im Bereich 32,06 - 32,46 m NN	/3/
2,79	28.04.2016	GW-Spiegel im Bereich 32,43 m NN	/3/
2,20 - 2,80	23.01.2017	Fläche 7680a, GW-Spiegel im Bereich 32,45 - 32,47 m NN	/10/
2,50	2017	-	/2/

Die großräumige Hauptfließrichtung des Grundwassers ist Nordwest. Messungen im Gelände wiesen auch eine Fließbewegung des Grundwassers in nördliche (s. /8/), nordnordwestliche (s. /6/) sowie nordöstliche (s. /10/) Richtung nach. Im Mai 2009 wurde auch eine südsüdöstliche und im Mai 2010 eine südwestliche Fließrichtung festgestellt (vgl. /3/). Die Fließrichtung in nordöstliche Richtung stand allerdings im

Zusammenhang mit der gleichzeitig stattfindenden GW-Absenkung und GW-haltung während der Sanierung der Kontaminationsfläche "KF 1005-004".

Fließgeschwindigkeit und Fließgefälle sind im Bereich des Gebietes gering.

Den Vorfluter bildet die ca. 2.700 m nördlich verlaufende Spree. Der südlich verlaufende Teltowkanal ist von der Einfahrt auf das Grundstück an der Köpenicker Straße Luftlinie ca. 300 m entfernt.

3.7 Leitungsbestand

Durch die BVG wurde Ende 2017 eine Leitungsabfrage bei dem Leitungsauskunftsportal infrest – Infrastruktur eStrasse GmbH durchgeführt, diese blieb jedoch bislang ohne Ergebnis. Eine Abfrage bei den Berliner Wasserbetrieben zeigte, dass diese keine Leitungen auf dem Grundstück betreiben.

Von der BVG wurde ein Kanalbestandsplan der DB Netz AG, IPE 1000872, Stand 01/18 übergeben. Demzufolge verlaufen fünf Regenwasser-Gefälleleitungen parallel zum Bahndamm in Richtung Köpenicker Straße. Es handelt sich um Steinzeug- oder Betonleitungen mit den Nennweiten DN 150, DN 300 bzw. DN 500 unterschiedlicher Länge. Eine Leitung enthält keine Angaben. Sie alle münden in einer parallel zur Köpenicker Straße verlaufenden Steinzeugleitung DN 500 (s. Anlage 6). Die Leitungen werden künftig nicht mehr benötigt und sollen daher alle zurückgebaut werden. Das Vorgehen ist mit dem zuständigen Leitungsträger zu klären, ebenso die Kosten dieses Rückbaus. Insgesamt haben die Leitungen eine Länge von ca. 945 m (vgl. Anlage 6).

Des Weiteren sollen Leitungen in der nördlichen Zufahrt („Flaschenhals“) vorhanden sein. Dies wurde der IBD über die BVG mitgeteilt. Zu Art, Länge und Nutzen der Leitungen ist aktuell nichts bekannt.

Gemäß Auskunft der BVG wird geprüft, den zukünftigen Rücklauf aus der geplanten Erschließung des ehemaligen Geländes der Berlin Chemie mit Fernwärme über eine Niedertemperaturleitung im Straßenbahnbetriebshof zu nutzen.

3.8 Vegetation

Bei der Begehung des gesamten Geländes zeigte sich, dass nur entlang des Bahndamms sowie im nördlichen und insbesondere im nordwestlichen Bereich ein älterer Baumbestand vorhanden ist. Hier wachsen u.a. ältere Eichen, Weiden, Kiefern und Robinien.

Durch die im Jahr 2009 durch Fa. Eurovia Beton GmbH im Auftrag der Solon AG erfolgte Tiefenentrümmerung im südlichen und mittleren Bereich des Grundstücks (vgl. Anlage 5 und Kap. 3.5) weisen alle Pflanzen auf dieser Fläche ein Maximalalter von neun Jahren auf, da durch die Bauarbeiten die gesamte Vegetation im bebauten Gebiet entfernt wurde. Eine Ausnahme bilden einige Bäume in den Randbereichen, z.B. am Bahndamm, die 2009 speziell geschützt wurden und daher erhalten blieben. Auf den Flächen der Tiefenentrümmerung findet seit 2009 eine sekundäre Sukzession statt. Angesiedelt haben sich typische Pionierpflanzen wie Kiefer, Robinie, Weißdorn, Birke sowie eine Kraut- und Grasflurvegetation.

In den Daten des Geoportals Berlin wird die Vegetation auf dem Grundstück als Gehölzaufwuchs und -pflanzungen mit Saumgesellschaften (10 %), Zierrasen (5 %) sowie ruderalen Hochstaudenfluren („Goldrutenvegetation“) (5 %) (geringversiegelte Gewerbe- und Industrieflächen) beschrieben.

Einen Überblick über die Vegetation vermittelt Anlage 1 und die Fotodokumentation in Anlage 13.

3.9 Schutzgebiete

Die Projektfläche befindet sich außerhalb von Natur- und Landschaftsschutzgebieten sowie Natura 2000-Schutzgebieten (FFH, SPA) oder Trinkwasserschutzgebieten. Das nächstgelegene Wasserwerk Berlin-Johannisthal liegt ca. 3.600 m entfernt in nordwestlicher Richtung.

Gemäß Daten des Geoportals Berlin befinden sich auf dem Gebiet keine Schutzgebiete und -objekte nach Naturschutzrecht. Geschützte Biotope liegen auf der Fläche nicht vor. Die Fläche wird als Biototyp 12311, Gewerbe und Dienstleistungsflächen, geführt.

3.10 Geplanter Rückbau und zukünftige Bebauung

Die BVG plant nach dem Erwerb der zum Verkauf stehenden 51.604 m² auf 48.928 m² des Grundstücks die Errichtung eines modernen Straßenbahnbetriebshofes. Im Osten soll eine Schienen- und Fahrzeughalle (Abstellhalle) mit automatisiertem Parken entstehen, im Westen ein Gebäude mit Lager und Werkstätten im Erdgeschoss und sozialen Einrichtungen und Verwaltung im Obergeschoss. Ein Gleichrichterwerk soll in die Schleife der Abstellanlage, die Weichensteuerung in den Bürobereich der Werkstatt integriert werden. Auf der Freifläche nördlich der Schienen- und Fahrzeughalle soll ein Wasserspeicher entstehen, der einen großen Teil des auf der Fläche anfallenden Regenwassers zurückhält und langsam versickert. Der Speicher soll auch als Löschteich und zur Reinigung der Straßenbahnen dienen. Ein Großteil der Restfläche wird befestigt. Weitere Elektro- oder Wasserspeicher sind denkbar. Parkplätze sollen im südöstlichen Bereich entstehen. Noch ist offen, ob nur oberirdische Parkplätze entstehen, oder ob im südöstlichen Bereich ein unterirdisches Parkhaus gebaut wird. Als Ausgleichsmaßnahme zur Versiegelung vorhandener Freiflächen sollen alle Dachflächen begrünt werden (Lage der Gebäude s. Abb. 8).

Die Böschung am Bahndamm und der nördliche/nordwestliche Bereich, der einen älteren Gehölzbestand aufweist, sollen nicht bebaut, sondern erhalten werden. Speziell im nordwestlichen Bereich ist von Seiten der BVG geplant, diesen ca. 2021/2022 als Zauneidechsenbiotop herzurichten. Erhalten werden sollen, zumindest bis 2020 bzw. 2021, die Grundwassermessstellen im Bereich der "KF 1005-004". Sollte der Bebauungsplan 2021 rechtskräftig sein, soll 2022 mit bauvorbereitenden Arbeiten begonnen werden. Der Baubeginn ist aktuell frühestens für 2023 geplant.

Aufgrund der Luftbilddauswertung (vgl. Abb. 3, Kap. 3.4, /5/) besteht ein genereller Kampfmittelverdacht.

Aufgrund der Nutzungshistorie wird bei zukünftigen Baumaßnahmen stellenweise Bodenaushub anfallen, der nicht wiederverwertet werden kann, sondern einer Entsorgung zuzuführen ist. Als Tiefe der Baugruben gibt die BVG ca. 1,5 m u. GOK für die Schienen- und Fahrzeughalle und mind. 2,4 m u. GOK für die Werkhalle (u.a. Verwaltung und Werkstatt) an, wobei die Fundamentkonstruktionen schon eingerechnet sind. Der geplante Wasserspeicher innerhalb der großen Schleife (Wendebereich Straßenbahnen) wird bis ca. 5,0 m u. GOK reichen. Beim Bau der Tiefgarage im südöstlichen Bereich der zukünftigen Gewerbebebauung wird eine Tiefe von ca. 9,0 m u. GOK erreicht. Wobei diese Variante bereits verworfen wurde und damit auch kein Bestandteil der Kostenschätzung mehr ist. Die Tiefenangaben entsprechen dem aktuellen Planungsstand. Eine Erhöhung der Planungstiefe kann entsprechend zu Veränderungen der

Baugrubentiefe führen. Der im Untersuchungsgebiet ermittelte geringste GW-Flurabstand beträgt im Bereich des Grundstücks 2,20 m (vgl. Tab. 1).

Die Konzepte zur Kampfmittelräumung, dem Rückbau und der Entsorgung sind im Konzept zur Baufeldvorbereitung des Grundstücks beschrieben (Kap. 7).

Maßnahmen der Bauwasserhaltung und ggf. notwendigen Wasserreinigung des Grundwassers werden in Kap. 8 betrachtet.

4. Übersicht nachgewiesener Schadstoffgruppen

Aufgrund der früheren Grundstücksnutzung als Güter- und Rangierbahnhof (1894-1959), Umschlagplatz für Kohle und Baustoffe sowie Kraftstoffe, Laugen, Mineralöladitive und Öle (1959-ca. 1990) und den Betrieb einer Umfüllstation ohne ausreichende Schutzmaßnahmen gegen Eintritt von Flüssigkeiten in den Untergrund (vgl. Kap. 3.3), wurden als Leitkontaminanten Mineralöle (MKW), polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) und Benzine (BTEX) nachgewiesen. Erhöhte Gehalte an Schwermetallen wurden ebenfalls nachgewiesen. Diese können auffüllungsbedingt, z.B. aufgrund von Bauschuttanteilen, auf dem Standort vorhanden sein.

Die stofflichen Eigenschaften der genannten Schadstoffgruppen werden nachfolgend kurz zusammengefasst.

4.1 MKW

Mineralölkohlenwasserstoffe bestehen aus einer Gruppe verschiedener organischer Substanzen aus Kohlenstoff- und Wasserstoffatomen mit unterschiedlichen Kettenlängen. In dieser Stoffgruppe werden Erdöl, Erdgas und Kohle sowie flüssige Destillationsprodukte aus der Raffination von Rohölen (Diesel, Getriebeöl, Heizöl u.v.m.) zusammengefasst.

Je nach Bodenmilieu (z.B. gut durchlüftete Bodenverhältnisse) und chemischer Zusammensetzung/Kettenlänge können MKW im Boden mikrobiologisch gut bis mäßig abgebaut werden.

Die Mobilität von MKW hängt zudem stark von der Kettenlänge der Substanzen ab. Mit zunehmender Kettenlänge nehmen die Wasserlöslichkeit und die Flüchtigkeit ab. Die Ausbreitung im Boden erfolgt generell als Ölphase. Wird das Grundwasser erreicht und ist der Druck der Ölphase groß genug, können MKW in das Grundwasser eindringen. Aufgrund ihrer geringen Dichte reichern sie sich jedoch in der Regel im Kapillarsaum (Bodenzone oberhalb des Grundwasserspiegels) als ‚aufschwimmende Phase‘ an (vgl. /18/).

4.2 BTEX

Benzine bestehen aus komplexen Gemischen von flüchtigen Kohlenwasserstoffen mit kurzen Kettenlängen zwischen ca. C₅ und C₁₂. Bei den Aromaten dominieren vorwiegend Toluole, Xylole und Ethylbenzole (C₈-Aromaten), Propyl-, Methylethyl- und Trimethylbenzole und höher alkylierte Benzole (vgl. /17/). Standardmäßig werden BTEX (Benzol, Toluol, Ethylbenzol, Xylol) zur Erfassung von Benzinen analysiert.

Generell sind BTEX im Boden mäßig abbaubar, sehr mobil und können sich aufgrund ihrer relativ hohen Flüchtigkeit in der Bodenluft weiträumig verteilen. Liegen BTEX in Phase vor, begünstigt ihre nur geringe Anhaftung/Adsorption an Bodenpartikel eine Verlagerung in tiefere Bodenschichten. Aufgrund der relativ guten Wasserlöslichkeit können BTEX mit dem Grundwasser transportiert werden, reichern sich jedoch wegen ihrer geringen Dichte als ‚aufschwimmende Phase‘ auf dem Grundwasser an (vgl. /18/).

4.3 PAK

Teerhaltige Produkte und Verbrennungsrückstände enthalten polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK). PAK sind aus mehreren „kondensierten“ Benzolringen aufgebaute Verbindungen. Als Leitsubstanz für die Bewertung von PAK-Belastungen wird häufig Benzo(a)pyren (BaP), welches nachgewiesenermaßen als krebserzeugend eingestuft wird, herangezogen. PAK sind im Boden meist wasserunlöslich, wenig flüchtig und lipophil.

4.4 EOX

Extrahierbare organisch gebundene Halogene (EOX - „X“ für Halogenverbindung) stellen einen chemisch-analytisch bestimmten Summenparameter dar. Mit diesem Summenparameter werden die mittels eines Kohlenwasserstoffes (z.B. Pentan, Hexan, Heptan) aus Wasser extrahierbaren Halogenverbindungen erfasst. Dies sind hauptsächlich die lipophilen, bioakkumulierbaren leicht- und schwerflüchtigen organischen Halogenverbindungen. Er erfasst organisch unpolare Organohalogenverbindungen, z.B. PCB, TCBT, Chlorparaffine.

4.5 Schwermetalle

Schwermetalle können nicht mikrobiologisch abgebaut werden und sind im Boden meist sehr persistent. Aufgrund ihrer relativ hohen Sorptionsfähigkeit an die Bodenmatrix sind Schwermetalle, je nach pH-Milieu, generell im Boden wenig mobil.

5. Vorliegende Untersuchungsergebnisse

5.1 Boden

ALVF 7680+

In diesem Kapitel werden die Untersuchungsergebnisse im Boden des Grundstücks außerhalb der Kontaminations-/Sanierungsfläche vor dem Hintergrund der Größe der schädlichen Bodenveränderung betrachtet. Ergebnisse der weitestgehend sanierten Kontaminationsfläche "KF 1005-004" sind in Kap. 5.4 dargestellt. Des Weiteren werden in Kap. 5 die Fläche "7680a" und die Baustelle GuD/Veolia gesondert betrachtet. Die Lage der Flächen (nicht maßstäblich) innerhalb der ALVF "7680+" ist in Abb. 4 dargestellt.

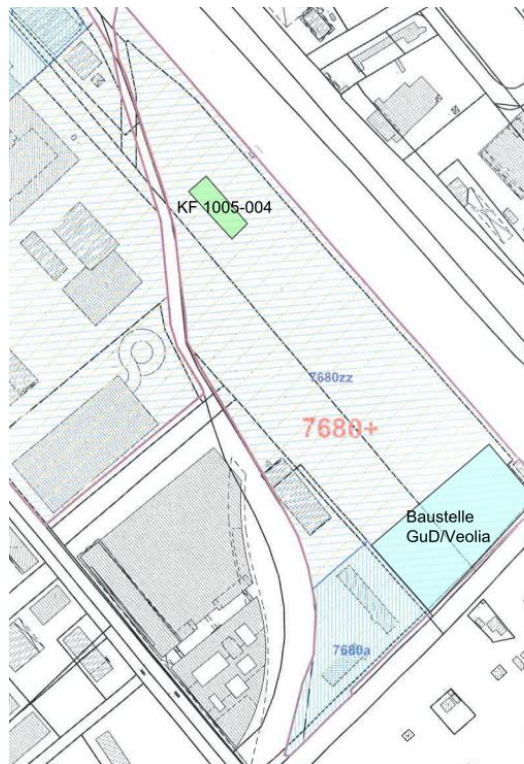


Abb. 4: Lage der betrachteten Teilflächen innerhalb der ALVF "7680+"
(Quelle: Bodenbelastungskataster Berlin, verändert)

Gemäß § 4 BBodSchG (s. /13/) muss der Verursacher der Altlast und dessen Gesamtrechtsnachfolger (Grundstückseigentümer und der Inhaber der tatsächlichen Gewalt über ein Grundstück) den Boden und Altlasten sowie durch schädliche Bodenveränderungen oder Altlasten verursachte Verunreinigungen von Gewässern so sanieren, dass dauerhaft keine Gefahren, erheblichen Nachteile oder erheblichen Belästigungen für den Einzelnen oder die Allgemeinheit entstehen. Grundsätzlich stehen hierfür bei Belastungen durch Schadstoffe verschiedene Dekontaminations- und Sicherungsmaßnahmen zur Verfügung, die eine Ausbreitung der Schadstoffe langfristig verhindern. Soweit dies nicht möglich oder unzumutbar ist, sind sonstige Schutz- und Beschränkungsmaßnahmen durchzuführen. Die bei der Sanierung von Gewässern zu erfüllenden Anforderungen bestimmen sich nach dem Wasserrecht. Vorschriften über die Erfüllung der sich aus § 4 BBodSchG ergebenden boden- und altlastenbezogenen Pflichten sind in der BBodSchV (s. /14/) enthalten. Die BBodSchV unterscheidet dabei die Wirkungspfade Boden-Mensch, Boden-Nutzpflanze und Boden-Grundwasser, wobei für jeden Wirkungspfad Vorsorge-, Prüf- und Maßnahmewerte definiert sind. Die Berliner Liste (s. /19/) konkretisiert die materiellen Anforderungen an die Sanierung von bereits eingetretenen Gewässerschäden gem. § 4 Abs. 4 Satz 3 BBodSchG.

Wirkungspfad Boden-Mensch

Für den Wirkungspfad Boden-Mensch (ebenso für Boden-Nutzpflanze) sind in Anhang 1, Tabelle 1, BBodSchV, Beprobungstiefen definiert, die einzuhalten sind, um die Wirkungspfade in Anbetracht der geplanten Nutzung (z.B. Industrie- und Gewerbegrundstück) beurteilen zu können. Für den Wirkungspfad Boden-Mensch ist i.d.R. die Bodenschicht 0-10 cm u. GOK zu beprobieren. Da solche Ergebnisse nach den der IBD vorliegenden Daten nicht vorliegen, ist eine Betrachtung dieses Wirkungspfades auch nicht zulässig.

Wirkungspfad Boden-Nutzpflanze

Nach aktuellem Kenntnisstand sind keine zukünftigen Nutzgärten auf der Fläche ausgewiesen bzw. geplant, daher entfällt die Betrachtung des Wirkungspfades Boden-Nutzpflanze.

Im Fall des ehemaligen Kohlebahnhofs muss in Anbetracht der durch die BVG geplanten Nutzungen und der vorliegenden Untersuchungsergebnisse nur der Wirkungspfad Boden-Grundwasser näher betrachtet werden.

Wirkungspfad Boden-Grundwasser

Die Abschätzung einer möglichen Grundwassergefährdung hängt vor allem von der Mobilität der Schadstoffe, des Grundwasserflurabstandes und der Schutzfunktion des Bodens ab. Bei sandigen, durchlässigen Böden, wie auf der Liegenschaft vorhanden, ist generell von einem geringen Schadstoffrückhaltevermögen des Bodens auszugehen. Da der Flurabstand des Grundwassers mit ca. 2,20 – 3,33 m (vgl. Kap. 3.6) als eher gering anzusehen ist, kann von einem relativ schnellen Schadstofftransfer mit dem Regenwasser in das Grundwasser ausgegangen werden.

Zur Gefährdungsabschätzung bzw. Beurteilung des Schadstoffinventars können die in Tabelle 2 der Berliner Liste (s. /19/) aufgeführten Feststoffgehalte herangezogen werden. Die Tabelle weist für verschiedene Flurabstände Beurteilungswerte Boden mit Schutzziel Grundwasser (in mg/kg TS) auf. Bei Überschreitung kann im Einzelfall eine hinreichende Wahrscheinlichkeit für den Eintritt von Grundwasserschäden in der jeweiligen räumlich-geologischen Situation von Berlin begründet werden.

Für die Beurteilung der Eluatgehalte sind gemäß Berliner Liste (s. /19/) die Prüfwerte der BBodSchV, Anhang 2 Nr. 3 heranzuziehen.

Bezüglich des Bodens liegen für Flächen außerhalb der Kontaminationsfläche "KF 1005-004" (vgl. Kap. 5.4) nur sehr wenige verwendbare Daten vor. Fast alle Gutachten beschränken sich in ihren Untersuchungen auf die Fläche der Kontamination "KF 1005-004", in der sich 1975 eine Havarie ereignet haben soll (s. Kap. 3.3 und 5.4).

Die Untersuchungen von Fa. envi sann GmbH aus dem Jahr 1994 (s. /9/) waren sehr umfangreich (u.a. 37 Rammkernsondierungen und 10 Bodenluftuntersuchungen), fanden aber ebenso wie die orientierende Schadstoffuntersuchung von Boden und Grundwasser durch die Fa. BBI Geo- und Umwelttechnik in 2008 (s. /11/) vor den umfangreichen Rückbauarbeiten im Jahr 2009 auf dem Grundstück statt, in dessen Zuge durch Fa. Eurovia Beton GmbH neben dem Rückbau des Betonpflasters und der Tiefenenttrümmerung auch Boden entsorgt wurde (s. Kap. 3.5 und Anlage 5). Zur Beurteilung der aktuellen Schadstoffgehalte im Boden können sie daher nicht verwendet werden, weshalb auf die Gutachten verwiesen wird, die Untersuchungsergebnisse in diesem Bericht aber nicht ausführlich dargestellt werden.

Aktuelle Daten liegen durch Untersuchungen von IBD vor. Im westlichen Bereich der geplanten Werkhalle (vgl. Abb. 8) wurden durch IBD am 01.06.2018 vier Baggerschürfe von GOK bis zum gewachsenen Boden durchgeführt. Aus der Auffüllungsschicht wurde jeweils eine Mischprobe entnommen (vgl. Anlage 10 und Kap. 6.2). Die Analytik erfolgte gemäß TR LAGA Boden einschl. BTEX, da der Zweck der Analytik insbesondere die Einstufung nach LAGA zwecks potentieller Entsorgungskosten war. Die Ergebnisse zeigen für alle vier Mischproben für die Feststoffgehalte beim Flurabstand < 5 m (ungesättigte Bodenzone) keine Überschreitung der Beurteilungswerte Boden der Berliner Liste (s. /19/). Die Eluatgehalte der Schwermetalle

wiesen für die vier Mischproben keine Überschreitung der Prüfwerte der BBodSchV für den Wirkungspfad Boden-Grundwasser auf.

Teilfläche 7680a

Eine Teilfläche mit der Bezeichnung "7680a" der größeren ALFV "7680+" wurde vom Altlastenverdacht befreit (vgl. Abb. 4, Anlage 3 und Kap. 3.2). Da eine Ansiedlung mit Gewerbe vorgesehen war, wurde im Auftrag der Adlershof Projekt GmbH diese Fläche zwischen Oktober 2015 und Juli 2016 vollständig beräumt und tiefenenttrümmert. Belasteter Auffüllungsboden wurde ausgehoben, Aushub und Aushubsohlen beprobt, unbelasteter Auffüllungsboden wiedereingebaut, belastetes Aushubmaterial entsorgt und bei Bedarf sauberes Bodenmaterial (Z 0) angeliefert und eingebaut. Bauüberwachung und Dokumentation erfolgten durch die Fa. envi sann GmbH (s. /4/, /10/).

Vorgehensweise und Ergebnis der vollständigen Beräumung und Tiefenenttrümmerung werden näher betrachtet, da für die Fläche "7680+", auf der der Straßenbahnbetriebshof der BVG geplant ist, ein ähnliches Ergebnis zu erwarten ist (s. Kap. 5.2). Aufgrund ähnlicher Nutzung der Fläche "7680a" ist von einer Übertragbarkeit der Ergebnisse auszugehen. Hierdurch können Entsorgungsmengen und hierfür aufzuwendende Kosten für die Fläche, welche die BVG erwerben möchte, genauer beziffert werden. Eine Ausnahme bildet hierbei die Kontaminationsfläche "KF 1005-004", die sich aufgrund der Lage der Kesselumfüllstation nur im Nordwesten der Fläche "7680+" befindet (vgl. Anlage 8 und Kap. 5.4).

Eine Bodenkontamination liegt auf dieser Teilfläche nicht mehr vor.

Baustelle GuD/Veolia

Neben der Teilfläche "7680a" ist auch die Fläche im südlichen Bereich des Grundstücks für das Konzept zur Baufeldvorbereitung und die weiteren Planungen von Seiten der BVG von Interesse, da von einer Übertragbarkeit der Ergebnisse von dieser Fläche auf die unmittelbar nördlich angrenzende Fläche auszugehen ist. Ungefähr zwischen Herbst 2017 und Frühjahr 2018 fanden auf der Fläche (vgl. Abb. 4) durch die Fa. Veolia (öBÜ durch Fa. GuD Consult GmbH) Rückbau- und Bodensanierungsarbeiten statt. Nach mündlicher Mitteilung der Fa. GuD Consult GmbH war die Auffüllung ca. 1,0 m mächtig. Erhöhte PAK-Gehalte waren nachweisbar. Der Abschlussbericht der GuD sollte in diesen Bericht integriert werden, lag jedoch nicht vor. Nach mündl. Mitteilung der Fa. GuD vom 12.09.2018 fehlten zur Fertigstellung noch die Bescheinigung über die Kampfmittelfreigabe und mehrere Entsorgungsnachweise.

Eine Bodenkontamination liegt auf dieser Teilfläche nicht mehr vor. Nach mündlicher Mitteilung des Umweltamtes Treptow-Köpenick, Hr. Ranft, vom Mai 2018 soll noch im Jahr 2018 die Sanierungsfläche (Baustelle GuD/Veolia) aufgrund des Bodenaustauschs vom Altlastenverdacht bzw. vom Verdacht auf schädliche Bodenveränderung befreit werden.

5.2 Entsorgung

ALVF 7680+

Im Ergebnis der im Auftrag der Solon AG durchgeführten orientierenden Schadstoffuntersuchung im Boden durch die BBI 2008 (s. /11/) wurden die mittels Sondierbohrungen untersuchten Flächen überwiegend aufgrund ihrer Schadstoffbelastung in die Zuordnungsklassen Z 1 bis Z 2 gemäß LAGA eingestuft. Vereinzelt wurden Konzentrationen > Z 2 nach LAGA ermittelt. Die Untersuchungen fanden zeitlich vor den

umfangreichen Rückbauarbeiten auf dem Großteil der Flächen des Grundstücks 2009 statt. In 2009 wurde die Fa. Eurovia Beton GmbH von der Fa. Solon mit Rückbau und Tiefenenttrümmerung bis in maximal 2,5 m u. GOK der gesamten Fläche, mit Ausnahme des nördlichen Bereiches, beauftragt (vgl. Anlage 5). Die Versiegelung aus Betonpflaster wurde komplett rückgebaut und vor Ort in die Fraktion 0-45 mm gebrochen. Die Fraktion 0-5 mm wurde entsorgt, die Fraktion 6-45 mm als Beton-RC flächig im mittleren Bereich des Grundstücks oberflächlich aufgebracht. Details darüber, welche Menge Boden bei der Baumaßnahme entsorgt wurde und ob auch Boden angeliefert wurde, liegen IBD nicht vor. Nach Aussage von Fa. Eurovia Verkehrsbau Union GmbH (mündliche Mitteilung, Februar 2018) wurde nur Bodenmaterial > Z 2 nach LAGA entsorgt. Meist beruhte die Zuordnung zur Klasse > Z 2 auf einer Überschreitung des Grenzwertes für TOC gemäß LAGA.

Aktuelle Daten liegen durch die im Bereich der geplanten Werkhalle (vgl. Abb. 8) durch IBD am 01.06.2018 entnommenen Bodenproben vor. Aus der Auffüllungsschicht wurde jeweils eine Mischprobe entnommen (vgl. Anlage 10 und Kap. 6.2). Die Analytik erfolgte nach LAGA Boden (unspezifischer Verdacht) plus BTEX als zusätzlichem Parameter aufgrund der historischen Nutzung der Fläche. Die Mischprobe aus BS 9 (im Prüfbericht des Labors als „KA-BS-1-1“ bezeichnet, s. Anlage 10) ist aufgrund der Konzentrationen von PAK (im Feststoff) von 5,93 mg/kg und Chrom (im Eluat) von 30 µg/l gemäß LAGA Boden als Z 2 einzustufen.

Die Mischprobe aus BS 10 ist wegen der Konzentration von Kupfer (im Eluat) von 22 µg/l als Z 1.2 gemäß LAGA Boden einzustufen.

Die Mischproben aus BS 11 und BS 12 zeigten keine erhöhten Konzentrationen und werden als Z 0 eingestuft.

Die Konzentrationen an BTEX (im Feststoff) lagen bei allen vier Mischproben im Bereich Z 0 und bei den BS 10-12 sogar unterhalb der Bestimmungsgrenze.

Es wird angenommen, dass diese stichprobenartig erfolgten Untersuchungsergebnisse (Bereich LAGA Z 0 – Z 2) auch für die nicht untersuchten Auffüllungen der ALVF "7680+" Bestand haben. Anders zu bewerten ist der Bereich der „KF 1005-004“ (s. Kap. 5.4) und die insbesondere in diesem Bereich liegenden Feststoffe aus der Altbebauung (Schotter, Schlackesteine, Beton etc.).

Teilfläche 7680a

Vor Beginn der Arbeiten wurde die gesamte Fläche 7680a in jeweils 500 m² große Rasterfelder eingeteilt. Die Auffüllung wurde bei drei Rasterfeldern als Z 0, bei zwei Rasterfeldern als Z 1, bei fünf Rasterfeldern als Z 2 und bei zwei Rasterfeldern als > Z 2 eingestuft. Die Sohle des gewachsenen Bodens war sauber und wurde bei zwei Rasterfeldern in Z 1 und sonst stets als Z 0 gemäß TR LAGA eingestuft (vgl. /4/).

Böden mit einer Einstufung > Z 1.1 gemäß TR LAGA wurden entsorgt. Eine Ausnahme bildete Bodenmaterial, das nur aufgrund eines erhöhten organischen Anteils (TOC) in Z 1.2 oder Z 2 eingestuft wurde. Im Falle vom Parameter TOC erfolgte erst bei > Z 2 eine Entsorgung.

Nach Abschluss der Analytik zeigte sich folgendes Bild (s. /15/): 2.825,5 t erhielten Zuordnungswerte gemäß LAGA Boden bis einschließlich Z 1.2 (32,9 % der analysierten Gesamtmenge), 4.485,92 t Bodenmaterial wurden dem Zuordnungswert Z 2 eingestuft (52,2 %) und 1.275,54 t wurden in > Z 2 und damit als gefährlicher Abfall eingestuft (14,9 %). Insgesamt wurden 8.586,96 t Bodenmaterial beprobt und analysiert.

Maßgebliche Parameter für die Einstufung in die Klassen Z 2 oder > Z 2 nach LAGA waren PAK (EPA) und BaP. Seltener wurden die Grenzwerte von TOC, Cadmium, Kupfer, Zink, EOX oder Sulfat (im Eluat) überschritten.

Baustelle GuD/Veolia

Der Abschlussbericht von Fa. GuD Consult GmbH war bei Abgabe dieses Berichts noch nicht fertiggestellt. Nach mündlicher Mitteilung der Fa. GuD vom Januar 2018 wurde das Aushubmaterial nach Auflage vom AG bei einer Zuordnung nach LAGA > Z 1.1 entsorgt. Insbesondere wegen PAK wurde auch Material in die Klasse > Z 2 eingestuft. Zwei Straßen wurden zurückgebaut. Eine Betonstraße, die wahrscheinlich noch aus der Zeit der Nutzung als Kohlebahnhof stammte, und eine Schotterstraße, die wahrscheinlich die Solon AG anlegen ließ. Der Bereich des Bahndamms wurde auch aufgrund der unterirdisch verlaufenden Gasleitung von der Altlastensanierung ausgespart.

5.3 Grundwasser

ALVF 7680+

Grundwasseruntersuchungen fanden in der Vergangenheit insbesondere auf oder in unmittelbarer Umgebung der Kontaminationsfläche "KF 1005-004" statt, die in Kap. 5.4 betrachtet wird.

Untersuchungen außerhalb dieser Fläche fanden durch Fa. envi sann GmbH 1994 statt (s. /9/). Neben der im Jahr 1994 nachgewiesenen eng begrenzten Verunreinigung (in Bezug auf MKW und aromatische KW (AKW)) im Bereich der Kontaminationsfläche, wurde eine flächenhafte Grundwasserverunreinigung (Eingreifwertüberschreitungen) vor allem bei Phenolen (an 4 GWM) und mit Nitrat und Nitrit (an 7 GWM) festgestellt. Im Fazit wurde in dem Bericht festgehalten, dass über eine Sanierung der flächenhaften GW-Kontamination mit Phenol, Nitrat und Nitrit nach Kenntnis über mögliche großräumige Verunreinigungen des Grundwassers mit diesen Substanzen diskutiert werden sollte.

Weitere Grundwasserdaten für die Fläche liegen nicht vor bzw. werden für die übrigen Flächen im Folgenden betrachtet.

Teilfläche 7680a

Durch Fa. envi sann GmbH wurde zur Gesamtbefreiung des Grundstücks vom Altlastenverdacht gemäß Anforderung des Umweltamtes des Bezirks Treptow-Köpenick auf der Teilfläche 7680a das Grundwasser untersucht (vgl. /3/, /10/). In die GW-Untersuchung wurden auch die angrenzenden Flurstücke 7412 und 7822 einbezogen. Der Auftrag der Adlershof Projekt GmbH sah die Errichtung und Beprobung von drei GW-Messstellen, die Analytik der GW-Proben und die Auswertung vor. Im Parameterumfang waren die wesentlichen Parameter der Berliner Liste: Schwermetalle zzgl. Arsen, MKW, BTEX, LHKW, PAK, Sulfat, Cyanide gesamt und Cyanide leicht freisetzbar.

Die Schichtenverzeichnisse aus den drei Bohrungen zur Anlage der GW-Messstellen wiesen Auffüllungen bis in eine Tiefe von 1,20 – 1,80 m u. GOK nach. Die Auffüllung bestand bei GWM 1 aus Mittelsand mit 5 % Ziegelbruch und 3 % Betonbruch, dicht gelagert, feucht, dunkelgraubraun. Unterhalb der Auffüllung war Mittelsand ohne Bauschuttanteile, mitteldicht gelagert, vorhanden. Bei GWM 2 war der Bereich der Auffüllung bezüglich der Farbe sehr heterogen. Fünf verschiedene Schichten wurden unterschieden, alle ohne Bauschutt sowie Beton. An GWM 3 betrug die Mächtigkeit der Auffüllung 1,70 m, wobei der Bereich 0

– 0,4 m u. GOK aus Kies mit einem Anteil von 60 % Betonbruch und 10 % Ziegelbruch bestand. Er war trocken und dicht gelagert. Unterhalb der Kiesschicht reichte von 0,4 – 1,7 m u. GOK eine Auffüllung aus Mittelsand mit einem Anteil an Ziegel- und Betonbruch von je < 5 %, mitteldicht gelagert (vgl. /10/).

Im Ergebnis wurde festgestellt, dass der GW-Flurabstand 2,20 - 2,80 m betrug, die GW-Fließrichtung war in Richtung Nordosten gerichtet. Dies steht im Widerspruch zu den in verschiedenen anderen Berichten genannten GW-Fließrichtungen Nordwest bzw. Nord (vgl. Kap. 3.6). Es wird jedoch darauf hingewiesen, dass die Anfang 2017 ermittelte GW-Fließrichtung von der parallel stattfindenden Quellherdsanierung der Kontaminationsfläche "KF 1005-004" im Nordwesten des Grundstücks durchgeführten GW-Haltungsmaßnahmen beeinflusst wird. Die Messwerte zeigen, dass von den beiden untersuchten Grundstücken keine Gefährdung des Grundwassers auf dem Wirkungspfad Boden-Grundwasser zu besorgen ist. Lediglich an einer GW-Messstelle kam es zu einer geringfügigen Überschreitung des Geringfügigkeitsschwellenwertes der Berliner Liste für den Parameter Zink.

Baustelle GuD/Veolia

Nach den der IBD vorliegenden Informationen zur Altlastensanierung auf dieser Fläche fanden dort ausschließlich Rückbauarbeiten und ein Austausch kontaminierten Bodenmaterials gegen Z 0-Boden statt. Untersuchungen des Grundwassers fanden nicht statt.

5.4 Kontaminationsfläche KF 1005-004

Im nordwestlichen Teil der Ladestraße I (vgl. Anlage 8) befand sich bis ca. 1990 eine zwischenzeitlich komplett rückgebaute Kesselumfüllstation der ehemaligen NVA und Sowjetarmee für Stoffe wie Benzin, Dieselkraftstoff, Mineralöladditive, Öle und Laugen. Der Betrieb erfolgte ungenehmigt, der Boden war überwiegend unversiegelt und damit unzureichend gesichert. Hier soll sich 1975 eine Havarie (vermutlich Kesselwagenunfall) ereignet haben (vgl. Kap. 3.2). Es wurden bei verschiedenen Untersuchungen nach 1975 bis 2018 Belastungen des Bodens und oberflächennah anstehenden Grundwassers (Flurabstand ca. 2,50 m, vgl. Kap. 3.6) insbesondere mit MKW, BTEX und PAK festgestellt. Im Grundwasseranstrom wurden keine Kontaminationen festgestellt, so dass ein Fremdverschulden ausgeschlossen wurde. Als Schadensursache kommen die Havarie von 1975 sowie Handhabungsverluste beim Umgang mit umweltgefährdenden Stoffen (v.a. Benzin- und Dieselkraftstoff) über einen längeren Zeitraum in Frage.

Im Kaufvertrag vom 08.10.2008 verpflichtete sich die DB AG, aufgrund der rechtlichen Nachfolge als Verursacher der Kontamination anzusehen, gegenüber dem Käufer der Fläche, die aus der Grundwasserverunreinigung resultierenden Maßnahmen im Areal der "KF 1005-004" durchzuführen und zu finanzieren. Bereits vor 2008 führte die DB AG ein regelmäßiges Grundwassermonitoring durch. Auf Grundlage der 2012 erarbeiteten Machbarkeitsstudie wurde in 2017 im Auftrag der Deutschen Bahn Netz AG eine Schadstoffsanierungsmaßnahme in Kombination mit Bodenaustausch, Grundwassersicherung, -reinigung und -monitoring durchgeführt. Das wesentliche Sanierungsziel bestand im Aushub eines dreidimensional definierten Bodenkörpers. Weitere Sanierungszielwerte für Boden oder das zu reinigende Grundwasser wurden damals ausdrücklich nicht benannt.

Seit 2007 findet im Bereich der Kontamination ein Monitoring in Form einer halbjährlichen Grundwasserprobenahme in ausgewählten GWM statt. Sechs Förderbrunnen wurden errichtet und insgesamt 10 Grundwassermessstellen untersucht, teilweise auch hierfür neu errichtet (vgl. Anlage 7).

Mit der Sanierung wurde die Fa. EGGERS Umwelttechnik GmbH beauftragt, mit der örtlichen Bauüberwachung die PRO UMWELT (/2/). Die Fläche der Kontamination wird mit 850 m² angegeben (/2/), im Quellbereich von 15 x 25 m wurde im Rahmen der Sanierung in 2017 auf eine Tiefe von ca. 4,0 m Boden ausgehoben, entsorgt und gegen Z 0-Material ausgetauscht (vgl. Anlage 8). Der Aushubbereich war insgesamt jedoch kleiner als die Fläche der Kontamination. Am 8.5.2017 wurde die Verfüllung der Baugrube abgeschlossen.

Boden

Im Bereich der "KF 1005-004" überstiegen bei allen ausgewerteten Untersuchungen die Konzentrationen an MKW, BTEX und PAK die Beurteilungswerte Boden der Berliner Liste (s. Tab. 2), mit denen die Gefährdung des Grundwassers über der Wirkungspfad Boden-Grundwasser beschrieben werden kann. Unabhängig davon, ob die Grenzwerte für den Flurabstand < 5 m oder die strengeren Grenzwerte für die gesättigte Bodenzone herangezogen werden. Eine Überschreitung der Grenzwerte für Schwermetalle oder Arsen, sofern die Ergebnisse der IBD vorliegen bzw. eine Untersuchung stattfand, wurde nicht festgestellt (s. Tab. 2).

Tab. 2: Maximal im Boden ermittelte Konzentrationen im Bereich der Kontaminationsfläche "KF 1005-004"

Gutachten	Untersuchungsjahr	Proben-Nr.	Entnahmetiefe (m)	Auffüllung oder geologische Schicht	Ergebnisse der Analytik (mg/kg)										
					MKW	BTEX	PAK	As	Pb	Cd	Cr ges	Cu	Ni	Hg	Zn
/7/	1990	k.A.	k.A.	k.A.	1.118,00	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.
/9/	1994	RKS 30/94	k.A.	k.A.	1.900,00	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.
/6/	2004	RKS 1/04 RKS 2/04 RKS 3/04	bis 2,5 m	Auffüllung	910,00	144,67	119,60	alle "unauffällig" gemäß /6/							
/2/	2017	HW 1-6	Haufwerk	Auffüllung / Sand	1.034,00 (nur C ₁₀ -C ₂₂)	k.A.	203 (davon BaP 11,6)	3,66	25,20	< 0,4	< 5	15,30	< 8	< 0,1	38,80
Berliner Liste (2005), Beurteilungswerte Boden (mg/kg)															
gesättigte Bodenzone					200	2	6	20-40	80-200	0,8-3	60-200	40-120	30-140	0,2-2	120-400
Flurabstand < 5 m (ungesättigte Bodenzone)					400	4	12	80	400	6	400	240	280	4	800

k.A. = keine Angabe, da Daten nicht vorliegend oder Parameter nicht untersucht

Zur Beweissicherung wurden nach erfolgtem Aushub und Abnahme der Baugrube durch die Behörde drei Proben aus der Sohle und sechs Proben aus den Wänden der Baugrube entnommen. Die Entnahme der Mischproben (bestehend aus jeweils mind. 18 Einzelproben) fand am 17.03.2017 statt. Bei zwei der neun Mischproben (SP1 und WP2) wurden deutlich erhöhte Konzentrationen bei KW (SP1) bzw. KW und BTEX (WP2) festgestellt, die ebenfalls die Beurteilungswerte Boden der Berliner Liste deutlich übersteigen (s. Tab. 3). Die in Tab. 2, zeitlich vor der Sanierung, noch vorhandene Belastung mit PAK wurde nach erfolgter Sanierung nicht mehr festgestellt. Für die Parameter MKW und BTEX verbleiben Feststoffkonzentrationen im Boden, die eine nennenswerte Größenordnung aufweisen und zu einer räumlich eng begrenzten Beaufschlagung des Grundwassers führen, sobald sie über den Sickerwasserpfad die gesättigte Bodenzone erreichen.

Tab. 3: Untersuchungsdaten der Sohl- und Wandproben aus der Baugrube der Kontaminationsfläche "KF 1005-004", Probenahme am 17.03.2017 (Quelle: PRO UMWELT, 2017, s. /2/)

Bereich	Sohle			Wand					
Probenbezeichnung	SP1	SP2	SP3	WP1	WP2	WP3	WP4	WP5	WP6
Parameter	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
Summe BTEX	u.B.	u.B.	u.B.	5,65	581	3,7	u.B.	u.B.	u.B.
Kohlenwasserstoffe (C₁₀-C₂₂)	3.046	100	< 100	< 100	1.236	< 100	< 100	< 100	< 100
Kohlenwasserstoffe (C₁₀-C₄₀)	3.195	123	< 100	< 100	1.350	< 100	< 100	< 100	< 100
Summe PAK	2,47	u.B.	u.B.	0,25	14,4	u.B.	u.B.	u.B.	0,27

u.B. = unter Bestimmungsgrenze

In der Bodenluft wurde im Jahr 2004 ein maximaler BTEX-Gehalt von 478,4 mg/m³ (Messstelle BL 3/04) ermittelt (s. /6/). Nach dem Jahr 2004 wurde nach der IBD vorliegenden Daten keine Analytik der Bodenluft mehr vorgenommen.

Entsorgung

Das Gesamtaushubvolumen kontaminierten Bodenmaterials beläuft sich gemäß Abschlussbericht der DB AG (/2/) auf ca. 2.051 m³. Der Boden zeigte organoleptische Auffälligkeiten (deutlicher Benzol- und Kohlenwasserstoffgeruch, dunkle Färbung). Neben 1.744 t Boden des Zuordnungswertes Z 2 gemäß TR LAGA Boden (s. /15/) und 1.837 t Boden > Z 2 wurden noch 143 t Schotter, 77 t Schlackesteine und 34 t Beton entsorgt. Der Beton wurde als Z 1.2 gemäß LAGA M20 (s. /16/) entsorgt, die Schlackesteine als Z 2, der Schotter als > Z 2 (gefährlicher Abfall). Zwei Haufwerke Boden wurden wegen einer Überschreitung der Grenzwerte von PAK (EPA) und BaP als > Z 2 entsorgt (vgl. Tab. 2), ein Haufwerk wurde wegen eines erhöhten Kohlenwasserstoffgehaltes (C₁₀-C₂₂) als > Z 2 eingestuft.

Im Haufwerk „Schotter“ lag die Konzentration von EOX mit max. 26,8 mg/kg, PAK (EPA) mit max. 975 mg/kg und BaP mit max. 58,2 mg/kg im Bereich > Z 2 gemäß LAGA. Im Haufwerk „Schlackesteine“ wurden MKW im Bereich Z 2 und PAK (EPA) im Bereich Z 1.2 gemäß LAGA Bauschutt M20 festgestellt. Kupfer und Zink im Feststoff lagen deutlich über dem Grenzwert für Z 0. Ein Grenzwert für Z 1 oder Z 2 existiert jedoch nicht. Im Eluat waren alle SM dann im Bereich von Z 0.

Zum Schutz des Untergrunds wurden die Bereitstellungsflächen aus Asphalt für die Haufwerke mit überlappender PE-Folie ausgelegt. Insgesamt wurde im Bereich der KF "1005-004" 2.006 m³ bzw. 3.239 t Z 0-Material verfüllt.

Grundwasser

Im Gutachten der UWG von 1990 (/7/) traten im Grundwasser des unmittelbaren Kesselabfüllbereiches ("KF 1005-004") erhöhte Gehalte an Cu und Zn sowie partiell bei Cd und Cr auf, welche die sanierungsbedürftigen Schadenswerte (SSW) der Berliner Liste (s. /19/) überstiegen. Bei einer Überschreitung der SSW muss einzelfallbezogen geprüft werden, ob ein Eingreifen erforderlich und verhältnismäßig ist. In besonderen Einzelfällen können auch Konzentrationen unterhalb dem SSW Gefahrenabwehrmaßnahmen begründen. Die SSW sind demnach nicht als verbindliche Eingreifwerte zu verstehen. Im Jahr 1990 waren auch die Parameter Ammonium, Nitrit und Chlorid erhöht.

Bei der Detailuntersuchung 2004/2005 (s. /6/) überstiegen die max. Konzentrationen im Grundwasser an BTEX 5.383 µg/l (SSW = 100 µg/l), MKW 1.000 µg/l (SSW = 500 µg/l) und PAK (ohne Naphthalin) 11,735 µg/l (SSW = 1 µg/l) die SSW der Berliner Liste deutlich. Schwermetalle hingegen lagen in den Jahren 2004/2005 meist unterhalb der Bestimmungsgrenze (vgl. /6/). Auch in 2017 wurden keine erhöhten Konzentrationen an SM festgestellt (vgl. /2/).

Über den gesamten Untersuchungszeitraum ist ein homogenes räumliches Belastungsbild erkennbar. Die Belastung des Grundwassers kann für MKW, BTEX und PAK (EPA) als räumlich abgegrenzt betrachtet werden. Im Schadenszentrum überschreiten die Grundwasserbelastungen die SSW zum Teil deutlich. Dies gilt vor allem für die leichtflüchtigen BTEX (SSW = 100 µg/l) und Naphthalin (SSW = 5 µg/l). Die PAK₁₅-Belastungen schwankten über den Zeitraum um den SSW (Grenzwert = 1 µg/l) mit abnehmender Tendenz. Die MKW-Konzentrationen sind im gesamten Monitoring-Zeitraum untergeordnet. Seit 2012 wurde der SSW für Kohlenwasserstoffe von 500 µg/l nur im Ausnahmefall überschritten (s. /3/).

Zwischen dem 12.12.2016 und dem 30.06.2017 wurde das Grundwasser durch Fa. EGGERS Umwelttechnik saniert. Bei einer Betriebsdauer von 144 Tagen wurden 15.596 m³ Grundwasser gefördert, gereinigt und reinfiltriert. Die Reinigung erfolgte über ein Vorlagebecken (Sedimentation grober Schwebstoffe), einen Schnellfilter (mit Quarzfiltersand/-kies zur Abfiltration des Eisens), ein Rückspülbecken (Absetzphase) sowie drei Aktivkohlefilter (Adsorption im Wasser gelöster Schadstoffe). Maximal wurden während der Bau-Wasserhaltung 48 m³/h aus den Brunnen mittels mehrerer Pumpen gefördert, um den Aushub bis zur maximalen Aushubsohle (4,50 m u. GOK) im Trockenverfahren durchführen zu können. Die theoretische Entfrachtung wird mit 3.225 g BTEX und 51 g PAK angegeben. Die Nachlaufphase betrug 99 Tage und wurde am 30.06.2017 abgebrochen, da keine effiziente und effektive Schadstoffentfrachtung mehr möglich war. Die BTEX-Konzentrationen hatten bereits signifikant abgenommen.

Nach erfolgter Sanierung wurden maximal folgende Konzentrationen im Grundwasser festgestellt (s. Tab. 4): BTEX = 1.300 µg/l, PAK₁₆ = 176 µg/l, PAK₁₅ = 19 µg/l. Während der GW-Reinigung wurden im Zu- und insbesondere im Ablauf der Reinigungsanlage erheblich geringere Konzentrationen ermittelt. Allerdings zeigt sich nach Abschluss der Sanierung ein so genannter Rebound-Effekt im Grundwasser, d.h. die Schadstoffkonzentrationen stiegen wieder an. Ursächlich sind die im Untergrund verbliebenen sedimentären Restbelastungen (s. /2/). Die BTEX- und PAK₁₆-Konzentrationen überstiegen im August und Dezember 2017 den SSW der Berliner Liste (Grenzwert BTEX= 100 µg/l, Grenzwert PAK = 1 µg/l, vgl. /19/) sehr deutlich. Die BTEX-Konzentrationen nahmen von Dezember 2017 zu Mai 2018 deutlich ab, die PAK-Konzentrationen hingegen stiegen leicht an (vgl. Tab. 4).

Tab. 4: Ergebnisse Grundwassermonitoring Bereich Kontaminationsfläche "KF 1005-004", Nachsorge-monitoring, Darstellung von 3 der 10 Messstellen mit den höchsten Konzentrationen (Quelle: Prüfbericht GLU mbH vom 14.8.2017, Prüfberichte DB Engineering & Consulting GmbH vom 9.1.2018 & 1.6.2018)

Parameter	Einheit	Datum der PN	GWM 1/17	GWM 2/04	BR 1/17
BTEX	µg/l	03.08.2017	569	k.S.	keine PN erfolgt
PAK ₁₆	µg/l		31,300	0,240	
PAK ₁₅	µg/l		19,000	0,210	
Naphthalin	µg/l		12,300	0,030	
KW-Index	mg/l		< 0,1	< 0,1	
BTEX	µg/l	14.12.2017	170	200	1.300

Parameter	Einheit	Datum der PN	GWM 1/17	GWM 2/04	BR 1/17
PAK ₁₆	µg/l		21,500	2,590	48,100
PAK ₁₅	µg/l		15,400	0,190	1,100
Naphthalin	µg/l		8,100	2,400	47,000
KW-Index	mg/l		< 0,1	< 0,1	< 0,1
BTEX	µg/l	22.05.2018	30	11	k.S.
PAK ₁₆	µg/l		21,100	0,672	52,400
PAK ₁₅	µg/l		12,000	0,132	1,400
Naphthalin	µg/l		9,100	0,540	51,000
KW-Index	mg/l		< 0,1	< 0,1	< 0,1

k.S. = keine Summenbildung, alle Einzelwerte unterhalb Bestimmungsgrenze

Am 26.07.2018 wurde IBD vom Umweltamt des LK Treptow-Köpenick ein Prüfbericht mit Ergebnissen einer Nachsorgeuntersuchung für den Parameter BTEX an vier ausgewählten Messstellen der Sanierungsfläche übergeben. Die Probenahme erfolgte am 20.06.2018. Hintergrund der Beauftragung war der ungewöhnlich starke Rückgang der BTEX-Konzentrationen von Dezember 2017 zu Mai 2018 (vgl. Tab. 4). In der Tat zeigten die ermittelten BTEX-Konzentrationen im Juni 2018 einen starken Anstieg, auf ein Niveau, welches mit den Messungen von August und Dezember 2017 vergleichbar ist. Die Konzentrationen von BTEX variierten zwischen minimal 46,62 µg/l (Messstelle Br 6/17) und 1.359 µg/l (GWM 1/17). An Messstelle Br 1/17 wurde eine Konzentration von 185,7 µg/l ermittelt. Dies belegt, dass nicht immer dieselbe Messstelle die höchsten Konzentrationen aufweist, was auf den Transport der Schadstoffe über das Grundwasser hindeutet.

Neben den erhöhten PAK- und BTEX-Konzentrationen wurden über den Untersuchungszeitraum auch erhöhte Konzentrationen von Ammonium im Grundwasser nachgewiesen. Im Maximum wurden ca. 7 mg/l festgestellt. Im Ablauf der GW-Reinigungsanlage wurden max. 0,93 mg/l nachgewiesen. Die Ursache für die teilweise erhöhten Konzentrationen ist unbekannt.

Fazit nach erfolgter Boden-Quellherdsanierung

Die Ergebnisse der Grundwasseruntersuchungen zeigen, dass eine Ausbreitung der Schadstoffe über den Wirkungspfad Boden-Grundwasser stattgefunden hat. Die Schadstoffe erreichten über den Sickerwasserpfad die gesättigte Bodenzone und führten zu einer räumlich eng begrenzten Beaufschlagung des Grundwassers. Das Gefährdungspotenzial wird insgesamt als gering eingestuft. Das noch vorhandene Schadstoffreservoir ist immobil (vgl. /2/). Die Schadstofffahne ist durch Bodenrückhalteprozesse, mikrobiellen Abbau und des sehr geringen Fließgeschehens relativ ortstabil.

Aufgrund eines biochemischen Abbaus ist die sukzessive Verringerung der Grundwasserbelastung mittel- bis langfristig absehbar. Die Gegebenheiten begünstigen den stationären Zustand, eine bedeutende laterale Ausbreitung ist nicht absehbar. Gefährdungen anderer Schutzgüter – außer dem Schutzgut Grundwasser, das als nachteilig beeinträchtigt einzustufen ist – lassen sich bei unveränderten Standortgegebenheiten nicht ableiten.

Seit Abschluss der Boden-Quellherdsanierung in 2017 kann der Sanierungsbereich nach Einschätzung des Gutachterbüros PRO UMWELT ohne wesentliche Einschränkung gewerblich genutzt werden (s. /2/).

Randbelastungen von Boden und Grundwasser sind jedoch weiterhin, auch nach Erreichen des geometrischen Sanierungsziels, in relevanten Konzentrationen (insbesondere BTEX, PAK, KW) vorhanden (vgl. Tab. 3 & Tab. 4). Die vollständige Kontaminationsfreiheit des Grundwassers kann jedoch auch langfristig nicht erreicht werden. Somit ist eine olfaktorische Beeinträchtigung nicht auszuschließen. Für das im Falle von Bauarbeiten im Sanierungsbereich gehobene Wasser werden Reinigungsmaßnahmen erforderlich werden (s. Kap. 8). Ggf. ist Boden zu entsorgen und mit erhöhten Anforderungen an den Arbeitsschutz zu rechnen.

Sanierungsziel und Verantwortlichkeit der Sanierung der Kontaminationsfläche "KF 1005-004" stellen sich gemäß schriftlicher Mitteilung des Umwelt- und Naturschutzamtes des LK Treptow-Köpenick von Juni 2018 aktuell wie folgt dar: Auf Grundlage der bereits freigegebenen Genehmigungs- und Ausführungsplanung wurde in 2016 ein öffentlich-rechtlicher Vertrag zwischen dem Bezirksamt, vertreten durch das Umwelt- und Naturschutzamt des LK Treptow-Köpenick, Fachbereich Umweltschutz, und der Deutschen Bahn geschlossen. Wie bereits im Vorfeld festgelegt, gilt dabei als Sanierungsziel, wenn die Schadensquelle, also der kartierte Bodenhorizont zwischen 2 – 4 m u. GOK, mittels Bodenaustausch beseitigt und das dreijährige Monitoring gemäß der Sanierungsplanung beendet wurde. Damit ist die Sanierungsverpflichtung der DB AG aus diesem Vertrag erfüllt. Nach Bestätigung des erreichten Sanierungsziels wird der Bezirk keine weitergehenden Überwachungs- und/oder Sanierungsmaßnahmen von der DB AG oder einem etwaigen Rechtsnachfolger (z.B. Käufer) im Hinblick auf den Vertragsgegenstand (Bodenaushub) verlangen, es sein denn, es wird nachgewiesen, dass die Boden- oder Grundwasserverunreinigungen nach Abschluss des Vertrages entstanden sind und die Voraussetzungen des § 4 BBodSchG erfüllen. Unberührt bleibt jedoch das Recht des Bezirks, Maßnahmen im Sinne von § 10 BBodSchG zur Gefahrenabwehr zu treffen, soweit andere als durch diesen Vertrag geregelte Kontamination betroffen sind und soweit dies rechtlich zwingend erforderlich ist. Bei einer geplanten Wohnnutzung würde jedoch durch das Umwelt- und Naturschutzamt des Bezirks Treptow-Köpenick eine Neubewertung der Altlastensituation erfolgen.

5.5 Grundwasserbeschaffenheit der Umgebung

Bei der Senatsverwaltung für Umwelt, Verkehr und Klimaschutz wurde eine gebührenpflichtige so genannte „qualifizierte umweltrechtliche Information nach dem Umweltinformationsgesetz (UIG)“ eingeholt, um der Frage nachzugehen, inwiefern Kontaminationen des Grundwassers aus der unmittelbaren Umgebung des ehemaligen Kohlebahnhofs Adlershof zu einer Beeinflussung der Qualität des Grundwassers bei der Bau-Wasserhaltung zum Bau der drei Bereiche (vgl. Abb. 8 und Kap. 8) führen können. Nähere Angaben zu Eintragsquellen (Grundstücke) und Verursachern sind aus Gründen des Datenschutzes in der Stellungnahme des SenUVK (Stand 25.06.2018, /21/) nicht aufgeführt. Die bekannten umliegenden Grundwasserschäden sind entsprechend der Himmelsrichtung zum Grundstück Köpenicker Straße 1 verortet.

In der östlichen Umgebung des Grundstückes befinden sich mehrere Altlastenflächen, auf denen Boden- und Grundwasserverunreinigungen u.a. durch PAK, BTEX, LCKW, Monochlorbenzol (MCB), Arsen, Phtalate und Pflanzenschutzmittel (OCP, DDA) nachgewiesen wurden. Je nach Fördermenge und Zeitraum einer beabsichtigten Grundwasserabsenkung ist ggfs. eine Verfrachtung von Schadstoffen mit dem Grundwasser möglich.

Tab. 5 enthält die Stammdaten von vier GWM, die im Folgenden näher betrachtet werden sollen. Diese liegen zwischen der Otto-Franke-Straße und dem Glienicker Weg wenige Meter östlich der Arndtstraße.

Tab. 5: Stammdaten ausgewählter Grundwassermessstellen östlich des Grundstücks Köpenicker Straße 1

Name	Rechtswert ETRS 89	Hochwert ETRS 89	GOK aktuell	ROK- GOK	Filterober- kante	Filterunter- kante	Filter- länge	Endteufe (Ausbau)
			m NN	m	m u. GOK	m	m	m u. GOK
B 28-1	3.401.609,43	5.809.950,18	34,735	0,925	8,30	13,30	5,00	14,3
B 28-2	3.401.610,54	5.809.951,96	34,749	0,933	22,00	27,00	5,00	28,0
OFS 1 OP	3.401.401,49	5.810.138,14	34,230	-0,187	1,50	6,50	5,00	6,5
OFS 1 UP	3.401.401,42	5.810.139,43	34,271	-0,123	14,30	19,30	5,00	19,3

Die zuletzt gemessenen Schadstoffgehalte dieser vier GWM sind in den nachfolgenden Tabellen (Tab. 6, Tab. 7) dargestellt.

Die Konzentrationen an BTEX überstiegen in dem Betrachtungszeitraum bei den GWM B 28-1 und OFS 1 UP zumeist den SSW der Berliner Liste (2005) von 100 µg/l.

Die Konzentrationen an Arsen überstiegen nur am 14.05.2009 bei der GWM B 28-2 den GFS der Berliner Liste (2005) von 10 µg/l. Der SSW wurde bei Arsen im Untersuchungszeitraum bei diesen GWM nicht überschritten.

Tab. 6: Ermittelte Konzentrationen in µg/l der GWM B 28-1 und B 28-2 zwischen den Jahren 2002 und 2017

B 28-1	BTEX	LCKW	MCB	Arsen	HCH- Verbindung	DDA	OCP
19.11.2002	565,60	5,70	210,00		0,93	22,50	23,43
14.05.2007	610,00		245,00	3,60		9,15	9,15
22.05.2008	293,70		228,00	6,80		3,91	3,91
14.05.2009	196,00	n.b.	211,00	7,70	0,90	6,39	7,29
19.05.2010	103,60		158,00				
13.05.2011	165,25		258,00				
14.05.2012	122,00		234,00				
16.05.2013	86,90		141,00				
29.07.2014	107,50		171,00				
18.05.2015	110,00		190,00				
19.07.2016	165,00	-	310,00	-	0,01	3,88	3,89
31.05.2017	111,00		230,00				
B 28-2	BTEX	LCKW	MCB	Arsen	HCH- Verbindung	DDA	OCP
19.11.2002	4,40	n.b.	n.b.		n.b.	0,12	0,12
14.11.2005	n.b.		n.b.	n.b.	0,00	0,54	0,54
14.05.2007	n.b.		1,70	8,70			
14.05.2009	n.b.	n.b.	n.b.	23,00	n.b.	n.b.	
14.05.2012	n.b.		n.b.				
16.05.2013	n.b.		n.b.				
29.07.2014	n.b.		n.b.				
18.05.2015	n.b.		n.b.				

Tab. 7: Ermittelte Konzentrationen in µg/l der GWM OFS 1 OP und OFS 1 UP zwischen den Jahren 2005 und 2016 bzw. 2017

GWM OFS 1 OP	BTEX	LCKW	VC	MCB	DDA	OCP
23.11.2005	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.		
29.05.2006	8,19			n.b.		
10.05.2007	n.b.			n.b.		
21.05.2008	n.b.			n.b.		
07.05.2009	n.b.	13,40	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.
12.05.2010	n.b.			n.b.		
17.05.2011	n.b.			n.b.		
22.05.2012	n.b.			n.b.		
22.05.2013	n.b.			n.b.		
07.08.2014	n.b.			n.b.		
20.05.2015	3,10			n.b.		
07.07.2016	n.b.	-	-	n.b.	-	-
GWM OFS 1 UP	BTEX	LCKW	VC	MCB	DDA	OCP
23.11.2005	665,00	8,00	8,00	295,00		
29.05.2006	322,50			345,00		
10.05.2007	148,00	12,00		290,00		
21.05.2008	238,00			278,00		
07.05.2009	48,00	8,16	5,22	183,00	10,10	10,10
12.05.2010	68,50			200,00		
16.05.2011	22,55			276,00		
22.05.2012	31,85			203,50		
22.05.2013	24,20			198,00		
07.08.2014	16,80			196,00		
20.05.2015	16,00			160,00		
07.07.2016	7,40	-	-	315,00	-	-
01.06.2017	102,00			172,00		
18.10.2017	108,00			206,00		

Bei der GWM OFS 1 UP überschritten die Konzentrationen von Vinylchlorid den SSW der Berliner Liste (2005) von 2,5 µg/l in 2005 und 2009.

Weiterhin wurden im Bereich Ecke Otto-Franke-Straße / Ecke Adlergestell in den Jahren 2016 und 2017 im oberflächennahen GWL Gehalte von Phthalaten (DEHP) von max. 950 µg/l und MKW von max. 409 µg/l nachgewiesen. Die max. ermittelten Konzentrationen von MKW liegen zwischen dem GFS und dem SSW der Berliner Liste (2005). Eine Phthalatphase schwimmt in diesem Bereich zudem auf dem Grundwasser auf.

In südwestlicher Umgebung des Grundstücks befand sich die Katasterfläche der ehemaligen Staatsreserve, die im Zeitraum 1945 bis 1975 als Großtanklager und von 1975 bis 1991 als Materiallager genutzt wurde. Die Fläche liegt ungefähr zwischen Ernst-Ruska-Ufer im Süden, Straße Am Studio im Osten und parallel südlich der Wilhelm-Ostwald-Straße (s. Abb. 5). Der mittlerweile sanierte Teilbereich des Grundstücks Köpenicker Straße 1 (Bodenbelastungskataster Fläche "7760a") gehört nicht dazu. Aufgrund der hohen Schadstoffbelastungen an BTEX, MKW und PAK im Boden und Grundwasser musste die Altlast als Gefahrenabwehrmaßnahme zwischen 1997-2002 saniert werden. Es wurden u.a. etwa 13.000 t kontaminierter Boden ausgetauscht und ca. 550.000 m³ belastetes GW gefördert, in einer GWRA aufbereitet

und teilweise über Infiltrationssysteme, mit dem Ziel einer verbesserten Durchspülung des Untergrundes und der Aktivierung des mikrobiologischen Abbaus im GWL, wieder eingeleitet. Insgesamt wurden etwa 90 % der Grundstücksfläche der ehemaligen Staatsreserve quellensaniert.



Abb. 5: Sanierungsfläche ehemalige Staatsreserve (rot umrandet) südwestlich des Grundstücks Köpenicker Straße 1 in Berlin Adlershof; blau dargestellt sind beprobte GWM (Quelle: /21/)

Für die Bewertung der noch vorhandenen Restschäden im Boden und GW ergeben sich zwei getrennt zu betrachtende Bereiche:

1. Die gewerbliche genutzte Hauptfläche der ehemaligen Staatsreserve (Fläche nördlich Ernst-Ruska-Ufer/Köpenicker Straße)

Der größte Teil der Fläche der ehemaligen Staatsreserve wird gewerblich nachgenutzt. Das Nachsorgemonitoring endete im Jahr 2008. Alle GWM wurden im Anschluss daran zurückgebaut. Die Grundwasseranalysen ergaben nur noch Spuren an BTEX ($< 20 \mu\text{g/l}$), Tendenz abnehmend. PAK und MKW traten nicht mehr auf. Die Schadstoffbelastungen lagen demnach für PAK, MKW und BTEX deutlich unter den SSW der Berliner Liste (2005).

2. Abschnitt der ehemaligen Staatsreserve im Bereich Ernst-Ruska-Ufer

Im Bereich der Straßenführung Ernst-Ruska-Ufer/Köpenicker Straße konnte ein kleiner Teil des Kontaminationskörpers von der Sanierungsmaßnahme nicht erfasst werden. Dieser Bereich umfasst eine Fläche von ca. 1.750 m² (50 x 35 m) und befindet sich direkt an der Böschung und unterhalb der Straße. Nördlich des Ernst-Ruska-Ufer verblieb in diesem Teilabschnitt die zur Stabilisierung der Böschung im Rahmen der Bodensanierung installierte Spundwand im Boden.

Die Restbelastungen in Boden und GW werden mit den in Abb. 5 dargestellten GWM langfristig über das Ökologische Großprojekt Berlin (ÖGP) GW-Monitoring überwacht. Die GW-Strömungsrichtung ist auf den südlich liegenden Teltowkanal gerichtet. Die Gefahrenbeurteilung orientiert sich am Ausbreitungsverhalten und der Konzentrationsentwicklung der BTEX-Aromaten in Richtung Teltowkanal.

Im Anstrom (GWM TBr. 17 OP, vgl. Abb. 5) wurden zwischen 2015 und 2018 nur geringe BTEX-Gehalte (< 10 µg/l) und PAK-Gehalte (< 1 µg/l) nachgewiesen.

Innerhalb des Restschadens werden kontinuierlich BTEX-Belastungen zwischen 8.404,5 µg/l und 19.992,8 µg/l (GWM TBr. 18 OP) und zwischen 3.852 µg/l und 8.003 µg/l (GWM TBr. 46 OP) gemessen. Die Benzolgehalte sind dabei von untergeordneter Bedeutung (< 1 %). Die PAK-Gehalte bewegen sich in der Messstelle Tbr. 18 OP zwischen 277,5 µg/l und 399,5 µg/l sowie in der TBr. 46 OP zwischen 428,9 µg/l und 984,1 µg/l.

In der abstromig gelegenen Messstelle TBr. 49 schwanken die BTEX-Gehalte zwischen 1,6 µg/l und 35,3 µg/l und die PAK-Gehalte zwischen 0,4 µg/l und 10,79 µg/l.

Die SenUVK weist in ihrer Stellungnahme (/21/) darauf hin, dass bei allen eventuell geplanten Grundwasserhaltungsmaßnahmen, unabhängig der Beteiligung des zuständigen Umweltamts, eine Vorabbeurteilung des Referates II C der Senatsverwaltung für Umwelt, Verkehr und Klimaschutz erforderlich ist. Eine konkrete und belastbare Aussage zu möglichen Beeinflussungen geplanter Baumaßnahmen durch bekannte umliegende Schadenssituationen im Grundwasser kann jedoch erst nach einer abschließenden Planung und Berechnung der tatsächlichen Absenkrichter getroffen werden.

6. Ergebnisse zusätzlicher Untersuchungen

Um ein integriertes Konzept für Rückbau, Entsorgung, Kampfmittelräumung, Medientrennung und analytische Untersuchungen zu erstellen, wurden zusätzlich zu den vorliegenden Untersuchungsergebnissen (s. Kap. 5) weitere Untersuchungen auf dem Grundstück vorgenommen. Durch Mitarbeiter der IBD wurden im Auftrag der BVG an zwei aufeinander folgenden Tagen eine probeweise computergestützte Mehrkanalsondierung (Geomagnetische Vermessung) von ca. 5.000 m² des Grundstücks und acht Baggerschurfe ausgeführt. Im Juni wurden nochmals vier Baggerschurfe im Bereich der geplanten Werkstatt ausgeführt und Mischproben entnommen. Der Freischnitt erfolgte nur soweit zur Durchführung dieser Untersuchungen zwingend erforderlich.

6.1 Mehrkanalsondierung

Freischnitt

Für die computergestützte Sondierung am 06.02.2018 wurden auf dem Grundstück des ehemaligen Kohlebahnhofs durch IBD in geringem Umfang Freischnittarbeiten durchgeführt. Einige Gebüsche wurden gestutzt und junge Bäume entfernt.

Gradiometermessung

Die Flächen wurden so ausgewählt, dass für alle Bereiche von Süden nach Norden ein Messergebnis vorliegt, einschließlich der befestigten Flächen (Beton-RC, Schotter) und des schmalen Flurstücks im Nordwesten („Flaschenhals“). Insgesamt wurde eine Fläche von 5.334 m² sondiert (vgl. Anlage 5).

Zur geomagnetischen Vermessung der Flächen wurden fünf Gradiometer FGM 650 der Fa. SENSYS Sensorik & Systemtechnologie GmbH verwendet. Das Messprinzip der Gradiometer beruht auf Differenzbildung. Dabei wird das Erdmagnetfeld und Störungen desselben, die durch eisenhaltige Objekte mit remanentem und/oder induziertem Magnetismus erzeugt werden, gemessen. Die Störungen des Erdmagnetfeldes, durch remanente und induzierte Anteile von Magnetismus in Objekten erzeugt, bilden eine Abschwächung oder Verstärkung des Erdmagnetfeldes. Die Sensoren stehen vertikal übereinander und durch Differenzbildung zwischen den Werten des oberen und unteren Sensors werden nur die messbaren örtlichen Störungen abgebildet. Die gemessene physikalische Größe ist der Vertikalgradient der magnetischen Flussdichte T_z in Nanotesla (nT).

Die zu untersuchende Fläche wurde mit fünf Gradiometersensoren, die in einem Abstand von 25 cm an einem aus Karbonrahmen bestehenden Geräteträger installiert sind, linienweise abgefahren. Die Sondierbreite betrug demnach 1,0 m (s. Abb. 6).



Abb. 6: Zur Mehrkanalsondierung verwendetes Gradiometersystem (FGM 650 der Fa. SENSYS)

Der längswerte Punktabstand richtet sich nach der gefahrenen Geschwindigkeit. Somit beträgt die maximal zulässige Fahrgeschwindigkeit 4 m/s, um mit einer Abtaste von 20 Hz den effektivsten Punktabstand von 20 cm nicht zu überschreiten. Die genaue Position des mittleren Sensors wird mit Hilfe des DGPS-Loggers ermittelt. Die Positionierung der einzelnen Gradiometer erfolgt zeitgleich zur Messung. Die Positionen werden anhand des vorgegebenen Offsets zur GPS-Antenne verrechnet, welche sich in Position des mittleren Gradiometers befindet. Zur Überprüfung der Gradiometersensoren wurde ein Repeattest durchgeführt. Das bedeutet eine Spur von ca. 50 m wurde in gegenläufigen Richtungen befahren, um die Offset-Einstellungen, GPS-Positionierung und die Sondenfunktionen zu überprüfen.

Auswertung DGPS

Die Positionierung der Messdaten erfolgte im Koordinatensystem WGS 84. Die Korrekturdaten erfolgten mittels SAPOS Positionierungsdienst. Die Messungen erfolgten zu 99,9 % im RTK Modus, die Positionierungsgenauigkeit liegt somit bei ca. ± 5 cm absolut. Um Transformationsfehler während der Bearbeitung der Daten zu vermeiden, wurden die Messdaten in der UTM Zone 33 Ellipsoid WGS 84 abgebildet. Eine Transformation der Ergebnisse in das Ursprungssystem kann jederzeit erfolgen.

Auswertung Gradiometrie

In dem Programm der Fa. SENSYS, Magneto 2.04-17 lassen sich die Daten als Anomalienplot darstellen. Anlage 12 enthält das Datenblatt des verwendeten Systems MAGNETO® MXPDA. Die einzelnen Anomalien müssen in dem verwendeten Programm manuell gepickt werden. Mit dem in Magneto verwendeten Modellierungsalgorithmus werden Aussagen über Lage, Größe, Tiefe, Gewicht, Inklination, Deklination und magnetischen Moment getroffen. Dabei steht der Wert des magnetischen Momentes unmittelbar im Zusammenhang mit der magnetischen Feldstärke des Störers. Hier wiederum lassen sich Rückschlüsse auf die mögliche Objektgröße unter Berücksichtigung der Körpergeometrie, Magnetisierbarkeit und der vorhandenen permanenten Magnetisierung ziehen. Demzufolge kann das magnetische Moment zur Abschätzung und Klassifizierung der Objektgrößen herangezogen werden. Eine Fehlinterpretation ist dennoch nicht ausgeschlossen, da die Magnetisierbarkeit (Suszeptibilität) stark vom Material abhängig ist und keine Aussage über die permanente Magnetisierung und Körperform von Objekten im Vorfeld der Messungen getroffen werden können. Daher werden für den Modellierungsalgorithmus empirische Annahmen getroffen, die dem Suchziel am nächsten kommen und eine breite Masse von unterschiedlichsten Objektgrößen abdecken. Anomalien, die keinen zweiten magnetischen Pol aufweisen, sind dann in der Objektliste unter Bemerkung als Monopol gekennzeichnet. Diese Signaturen treten im Allgemeinen bei senkrecht im Boden stehenden Objekten auf. Eine Modellierung im Programm Magneto ist hier nicht vorgesehen, die Modellergebnisse wurden daher mit Nullwerten ausgewiesen.

Bereiche mit eingeschränkter Auswertbarkeit sind unter anderem solche Bereiche, in denen eine Anhäufung vieler Anomalien auf engstem Raum vorliegt oder Bereiche, die durch angrenzende Bauwerke magnetisch gestört werden. Hier findet eine Überlagerung mehrerer Signale statt, ein Trennen dieser Signale ist nicht ohne Verluste möglich. In diesen Bereichen können nur teilweise deutlich erkennbare Signale analysiert werden.

Abb. 7 zeigt die von Magneto generierte Farbkarte vom ehemaligen Kohlebahnhof Adlershof bei 100 nT. Der Verlauf von Südost nach Nordwest folgt dem Bahndamm, zu dem parallel sondiert wurde. In Anlage 5 ist die Farbkarte vor die Flurstücke im Hintergrund projiziert.

Anhand der in Magneto generierten Farbkarten unterschiedlicher magnetischer Flussdichten (32 nT, 100 nT, 300 nT, 1000 nT) der untersuchten 5.334 m² Fläche wird ersichtlich, dass eine hohe Störkörperbelastung vorliegt. Der Untergrund war großflächig durch Schotter, RC-Beton, Betonstraßen oder Kies befestigt. Aus anderen Gutachten (z.B. /2/, /4/) ist bekannt, dass der Boden bis in eine Tiefe von ca. 1,2 – 1,8 m u. GOK aus Auffüllungen besteht, die einen geringen Anteil Bauschutt und Beton beinhalten. An mehreren Stellen, z.B. den Betonfundamenten der 2014 insolvent gegangenen Fa. Solon AG oder Beleuchtungsmasten aus Zeiten des Kohlebahnhofes sind Kabel vorhanden, die zu magnetischen Störungen führen. Eine Einzelpunktauswertung der Farbkarte ist aufgrund der hohen Dichte nicht zielführend. Im südlichen Baufeld wurden großflächig Bereiche mit einem stark positiven Signal (in nT) ermittelt, die auf feste Massen hinweisen (Beton, Bauschutt, Schotter). Insgesamt zeigt die Auswertung, dass viele Bereiche von Auffüllungen geprägt sind.

Name: Farbkarte0001
Kennung: 3
Maßstab: 1:1500
Feldbreite: 345.00 m
Spurlänge: 382.60 m
Spurabstand: 0.20 m
Punktabstand: 0.20 m
Fläche: 5334.48 qm
Minimum: -9991.46 nT
Maximum: 10000.00 nT

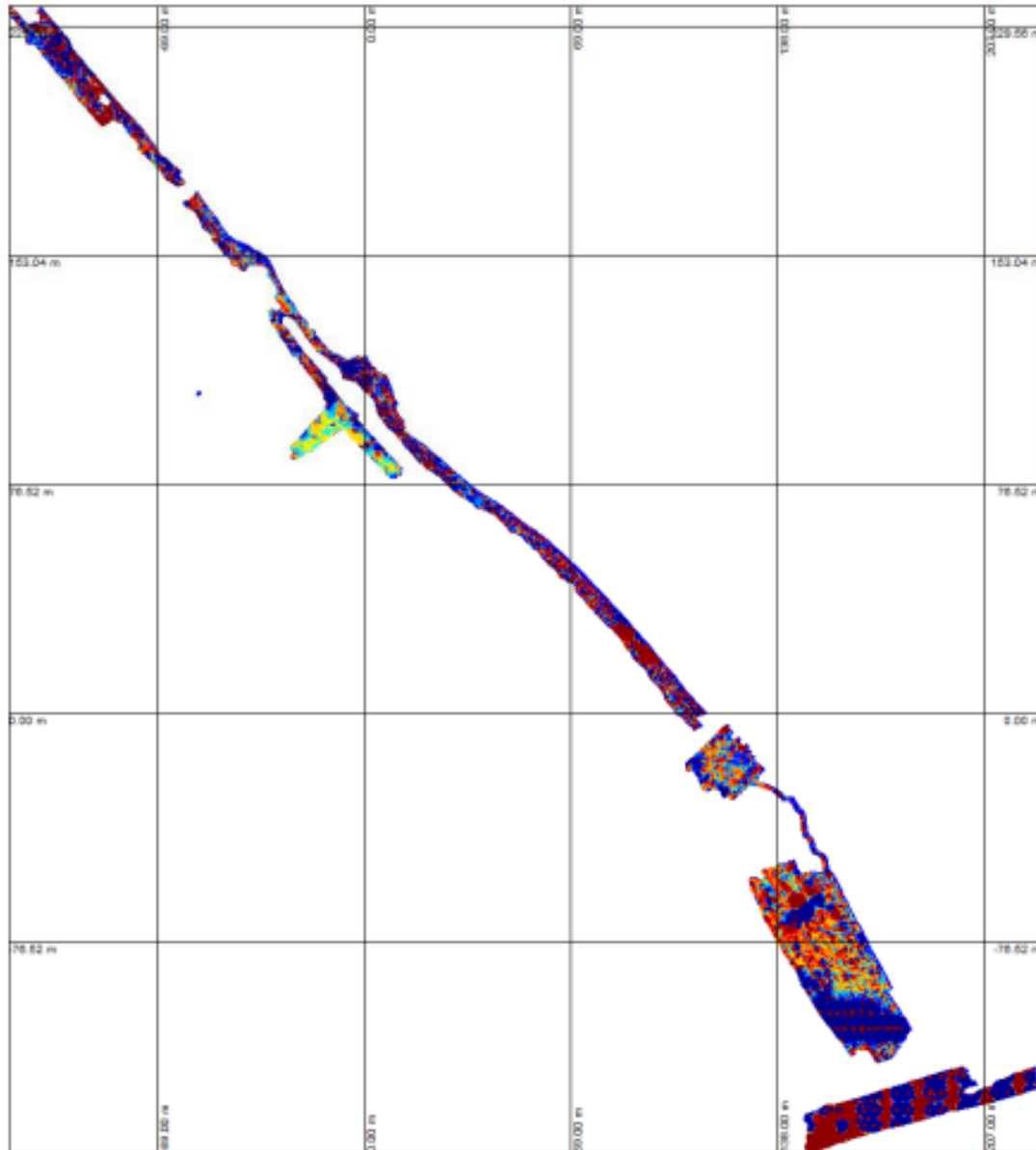


Abb. 7: Farbkarte der untersuchten Fläche des ehemaligen Kohlebahnhofs Adlershof in Magneto 2.04-17 generiert bei ± 100 nT

6.2 Baggerschürfe

Es wurden an ausgewählten, repräsentativen Stellen auf der Fläche des ehemaligen Kohlebahnhofs verteilt am 07.02.2018 acht Baggerschürfe bis zum gewachsenen Boden, max. bis ca. 2,20 m u. GOK mittels Kleinbagger durchgeführt (vgl. Anlage 5). Durch die Schürfe konnte der Untergrund stichpunktartig untersucht und die Störkörperbelastung ermittelt werden. In jedem Schurf wurden mit einer Passivsonde (Fa. SENSYS, Typ SBL 10) die Sohle und die Randbereiche freigemessen. Starke Anomalien, die auf große Störkörper hindeuten, wurden mittels Bagger oder Spaten freigelegt. Eine Fotodokumentation der Schürfe enthält Anlage 13.

Insgesamt zeigten die Baggerschürfe, dass die Beton-RC-Schicht im mittleren und nördlichen Bereich eine Dicke von ca. 0,3 m aufweist, die Schotterfläche (Straße) im Süden von ca. 0,4 m. Beide Flächen waren oberflächlich verdichtet. Die Betonfundamente sind im Nordwesten ca. 0,8 m mächtig, im Süden weisen die Betonfundamente der ehemaligen Solaranlage eine Mächtigkeit von 0,8 – 1,2 m auf. Ein Schurf im Osten (BS 4) in der Nähe des Bahndammes wies in 1,0 m u. GOK einen alten Kabelschacht auf und in 2,1 m u. GOK bewehrten Beton. Ein anderer Schurf (BS 8) im Südwesten wies in einer Tiefe von 1,80 m eine alte von Ost nach West verlaufende Metallleitung (Durchmesser ca. 0,15 m) auf. Bei der Mehrheit der Schürfe waren einzelne gebrannte Ziegelsteine und Metallteile vorhanden. Die Störkörperdichte war nicht sehr hoch, sorgte jedoch dafür, dass meist Signale auf der Sonde empfangen wurden. Die Sohlen waren meist sauber, die Randbereiche zeigten meist mehrere Anomalien. Insgesamt wurde eine unvollständige Tiefenenttrümmerung festgestellt, was auch die Farbkarten aus der Mehrkanalsondierung (s. Kap. 6.1) belegen.

Bei einem Schurf im östlichen Bereich (BS 5) wurde ab einer Tiefe von ca. 1,80 m u. GOK Grundwasser festgestellt. Die Sohle des Schurfes füllte sich zügig mit Wasser. Der Grundwasserflurabstand war am BS 5 ca. 0,6 m geringer als in den vorliegenden Gutachten beschrieben (vgl. Kap. 3.6).

Der Bauschutt- und Eisenanteil im Aushub sowie die Sondierung der Sohlen und Randbereiche der Schürfe mit einer Fe-Sonde zeigten, dass eine punktuelle bodeneingreifende KMR der Fläche aufgrund der Störkörperdichte nicht zielführend ist.

Zur Entnahme von Mischproben wurden am 01.06.2018 nochmals vier Baggerschürfe, diesmal im Bereich der geplanten Werkhalle (Südwesten) durch Mitarbeiter des IBD durchgeführt (BS 9-12, vgl. Anlage 5). Es wurde stets bis zum gewachsenen Boden ausgehoben, max. bis 2,20 m u. GOK. Der Grundwasserhorizont wurde nicht angeschnitten. Bei BS 9 wurden drei Stück Metallschrott gefunden, in 1,30 m u. GOK wurde ein Bewehrungseisen angetroffen (s. Fotodoku Anlage 13). Bei den BS 10-12 wurde kein Schrott gefunden. Der Anteil an Fremdbestandteilen wie Beton und Bauschutt war bei den BS 9-12 eher gering. Der Oberboden (Schicht von 0 bis ca. 0,3 m u. GOK) war stets feinsandig, stark durchwurzelt und wies einen Anteil von ca. 5 % Kies auf. Ein Schichtenverzeichnis wurde für jeden BS erstellt und aus dem Bereich der Auffüllung – bestehend aus Mittelsand mit einem Anteil zwischen 2 und 15 % mineralischen Fremdbestandteilen (Bauschutt, Beton) – eine Mischprobe entnommen. Die Mischprobe wurde jeweils aus 18 Einzelproben (Haufwerksbeprobung mit Schaufel) gebildet und im Eimer durchmischt. Die Ergebnisse der Analytik sind in Kap. 5.2 erläutert.

6.3 Fazit zur Zustands- und Defizitanalyse

Das Grundstück, welches der BVG von der APG angeboten wird (vgl. Anlage 2) und zukünftig als Straßenbahnbetriebshof mit modernen Terminals genutzt werden soll, befindet sich fast vollständig auf der ALVF "7680+" und mit geringen Anteilen auf der ALVF "7782+". Ein sehr geringer Flächenanteil liegt außerhalb der beiden ALVF (vgl. Kap. 3.2). Da nur ein sehr kleiner Flächenanteil auf der ALVF "7782+" liegt, wird diese im vorliegenden Bericht nicht näher erläutert (s. auch Kap. 3.2). Der Eintrag in die ALVF "7680+" erfolgte 1993 aufgrund der Ablagerung der Komponente Bauschutt und der Abfallart Schotter (s. /1/). Reste von diesem Gleisschotter sowie alte Versiegelungen mit Schlackesteinen und Betonpflaster sowie zeitlich betrachtet neuere Versiegelungen mit Kies und Beton-RC sind auf dem Grundstück noch vorhanden und im Zuge der Baufeldfreimachung teilweise als gefährlicher Abfall zu entsorgen (s. Kap. 5.4 und Kap 7.8).

Die Defizite in Bezug auf die Neubebauung der Grundstücksfläche sind in folgende Themen und Bereiche gliederbar:

- Genereller Kampfmittelverdacht aufgrund Luftbildauswertung (s. Kap. 3.4)
- Altbebauung, Versiegelungen, unvollständige Tiefenenttrümmerung → Rückbau, Entsorgung eines Teiles des Materials als gefährlicher Abfall gemäß LAGA (Kap. 5.4 und Kap 7.8)
- Kontaminationen des Bodens insbesondere im Bereich der "KF 1005-004" (vgl. Kap. 5.4)
- Kontaminationen des Grundwassers im Bereich und im Umfeld der "KF 1005-004" (vgl. Kap. 5.4)
- Kontaminationen des Grundwassers in der Umgebung des Grundstücks (vgl. Kap. 5.5)

Durch die von Seiten der BVG geplante Nutzung auf dem Grundstück, die zur Gründung der Gebäude auch Tiefbauarbeiten bis unterhalb der wasserungesättigten Bodenzone erfordern, sind alle Themen im weiteren Verlauf bedeutend.

Da für das gesamte Grundstück ein Kampfmittelverdacht besteht, dürfen Bodeneingriffe, z.B. aufgrund einer Grundstücksneubebauung, erst nach Vorliegen einer Bescheinigung über die Kampfmittelfreiheit erfolgen oder die Bauarbeiten mit Bodeneingriff müssen durch eine Person oder Firma mit entsprechender Qualifikation begleitet werden. Es ist Aufgabe der Verfügungsberechtigten des Grundstücks, Fachfirmen zu beauftragen, die dazu nach dem Sprengstoffgesetz berechtigt sind. Die ordnungsgemäße Bergung der Kampfmittel zur Herstellung der Kampfmittelfreiheit obliegt der Eigentümerin/dem Eigentümer des Grundstücks oder der Inhaberin/dem Inhaber der tatsächlichen Gewalt über das Grundstück (§ 5 Abs. 3 KampfmittelV Berlin). Anstelle einer baubegleitenden Kampfmittelräumung kann das Grundstück auch vor den Tiefbauarbeiten der BVG durch eine Fachfirma komplett beräumt und eine Bescheinigung über die Kampfmittelfreiheit ausgestellt werden (vgl. Kap. 7.4).

Die bei den Rückbau- und Kampfmittelräumarbeiten entstehenden gefährlichen und nicht gefährlichen Abfälle und Abbruchmassen sind gemäß KrWG zu verwerten bzw. zu entsorgen (vgl. Kap. 7.8).

Die Kontaminationsfläche "KF 1005-004", ausführlich beschrieben in Kap. 5.4, ist trotz erfolgter Boden-Quellherdsanierung stärker mit Schadstoffen belastet als der Rest des Grundstücks. Bezüglich der Sanierungsverantwortung ist die sich aus dem Vertrag zwischen dem Bezirksamt Treptow-Köpenick und der DB AG ergebende Sanierungsverpflichtung nach Ablauf des Nachsorgemonitorings als erfüllt anzusehen (vgl. Kap. 5.4). Nach Bestätigung des erreichten Sanierungsziels – Austausch des kontaminierten Bodens einschl. Monitoring – wird der Bezirk gemäß einer gegenüber IBD erfolgten schriftlichen Mitteilung keine

weitergehenden Überwachungs- und/oder Sanierungsmaßnahmen von der DB AG oder einem etwaigen Rechtsnachfolger (z.B. der BVG als Käufer des Grundstücks) im Hinblick auf den Vertragsgegenstand (Bodenaushub) verlangen. Es sein denn, es wird nachgewiesen, dass die Boden- oder Grundwasserverunreinigungen nach Abschluss des Vertrages entstanden sind und die Voraussetzungen des § 4 BBodSchG erfüllen. Bei einer geplanten Wohnnutzung würde jedoch durch das Umwelt- und Naturschutzamt des Bezirks Treptow-Köpenick eine Neubewertung der Altlastensituation erfolgen.

Beim Erwerb des Grundstücks durch die BVG ist die BVG diesen Erkenntnissen zufolge erst einmal gesetzlich nicht dazu verpflichtet, Maßnahmen zur Beseitigung der Restkontamination zu ergreifen. Die noch verbliebenen Kontaminationen in Boden (v.a. BTEX, MKW) und Grundwasser (BTEX, PAK) erfordern jedoch bei Tiefbauarbeiten in diesem Gebiet besondere Maßnahmen. Eine Entsorgung von belastetem Bodenmaterial, eine Reinigung des Grundwassers und erhöhte Anforderungen an den Arbeitsschutz sind in Bauablauf und Kostenschätzung einzukalkulieren.

Die Kontamination des Grundwassers insbesondere in der östlichen und südwestlichen Umgebung des Grundstücks (vgl. Kap. 5.5), könnten bei Tiefbauarbeiten dann problematisch werden, wenn die Grundwasserhaltung und die Größe des Absenktrichters dazu führen, dass die Kontaminationen der Umgebung angezogen werden. Erste Überlegungen und Berechnungen hierzu sind in Kap. 8 dargestellt. Eine konkrete und belastbare Aussage zu möglichen Beeinflussungen geplanter Baumaßnahmen durch bekannte umliegende Schadenssituationen im Grundwasser kann jedoch erst nach einer abschließenden Planung und Berechnung der tatsächlichen Absenktrichter getroffen werden. Aufgrund der Grundwasserkontaminationen empfiehlt sich eine möglichst grundwasserschonende Bauweise.

7. Konzept zur Baufeldvorbereitung

7.1 Baustelleneinrichtung

Für die Rückbau- und Kampfmittelräumarbeiten ist zu Beginn an geeigneter Stelle eine Baustelleneinrichtung aufzubauen. Der Auftragnehmer hat hierfür alle zur Ausführung der Leistung notwendigen Geräte, Werkzeuge, Materialien und Einrichtungen sowie Anlagen zur Unterbringung aller Arbeitnehmer, die Medienversorgung und die Herstellung der Arbeitsfähigkeit aller Arbeitnehmer (Ausrüstung und Arbeitsbekleidung, sanitäre Einrichtungen) bereitzustellen. Bei der Einrichtung der Baustelle ist davon auszugehen, dass vor Ort keine aktiven Wasser- und Stromanschlüsse vorhanden sind.

Für die Grundwasserreinigungsanlage (GWRA) zur Behandlung des geförderten Wassers bei der Bauwasserhaltung ist an geeigneter Stelle eine tragfähige, ebene Fläche herzustellen.

Der Auftraggeber besitzt vor Ort keine nutzbaren Räumlichkeiten. Er übernimmt keine Haftung für die Ausrüstungsgegenstände des AN – bei Bedarf sind vom AN zusätzliche Sicherungen an Büro-, Aufenthalts- und Lagerräumen anzubringen.

Sämtliche Anlagen zur Räumstelleneinrichtung sind nach Abschluss der Arbeiten vollständig zurückzubauen. Die Flächen sind zu reinigen, der Untergrund ist entsprechend des Vorzustandes wiederherzustellen.

Schwarz-Weiß-Anlage

Aufgrund des Altlastenverdachts auf dem gesamten Grundstück (s. Kap. 3.2) und dem Vorhandensein gefährlicher Abfälle (z.B. Asbestplatten, Dachpappe) sollte der AN eine ausreichend groß bemessene Schwarz-Weiß-Anlage gemäß TRGS 524/DGUV Regel 101-004 und integrierten Arbeits- und Sicherheitsplan vorsehen. Diese sollte folgende Funktionseinheiten enthalten:

- Weißbereich zum Ablegen, Aufbewahren und späterem Wiederanlegen der Straßenkleidung, Aufbewahrung Erste- Hilfe-Koffer,
- Schwarzbereich zum An- und Ablegen für kontaminierte Arbeitskleidung und Schutzausrüstung,
- Stiefelwaschanlage,
- Sanitäreinrichtungen mindestens mit Mobiltoilette, Waschgelegenheit und Auffangeinrichtung für Abwässer.

Atemschutz und Schutzkleidung ist vom AN vorzuhalten, sowohl für das Personal als auch für AG, Behörden und die öBÜ.

Baustellensicherung und Bewachung

Das Grundstück ist nicht eingezäunt. Durch den AN ist für die gesamte Dauer der Maßnahme die Sicherung der Baustelle sicherzustellen. Die Baustellensicherung und Bewachung sollte auch außerhalb der Arbeitszeiten sowie an Wochenenden und Feiertagen erfolgen. Innerhalb der Arbeitszeit des AN ist der Zugang/Zufahrt zum Baufeld zu kontrollieren. Fremde sowie Personen, die nicht auf den übergebenen Personallisten des AG/AN stehen, sind vom Baufeld zu verweisen.

Außerhalb der Arbeitszeit ist die eingesetzte Technik innerhalb der Baustelleneinrichtungsfläche auf einem zentralen Baugerätesammelplatz gegen Diebstahl und Beschädigungen zu sichern. Die Überwachung des Platzes hat mittels zu installierender, funkgesteuerter Überwachungskameras mit Aufzeichnung zu erfolgen. Für seine Überwachungseinrichtungen (Kameras, Aufzeichnungsgeräte) hat der AN die notwendigen Einrichtungen und Versorgungsmedien selbst herzustellen.

Bereitstellungslager Kampfmittel

Ein Aussortieren von Kampfmittelteilen und selbständige Entsorgung durch den AN darf nicht erfolgen. Vom AN dürfen Kampfmittel zur Identifizierung zunächst nur freigelegt werden. Durch Befähigungsscheininhaber nach § 20 SprengG ist über den weiteren Umgang mit den gefundenen Kampfmitteln zu entscheiden. Wenn Zweifel an der Transportfähigkeit bestehen ist die Entscheidung des Kriminaltechnisches Institut (LKA KTI 25) einzuholen, ggf. erfolgt eine Sprengung vor Ort durch die selbige. Es ist dem AN verboten, Munition oder Munitionsteile zu vernichten, zu delaborieren und zu entschärfen.

Alle gefundenen Kampfmittelteile sind dem Kriminaltechnisches Institut des Landes Berlin zu übergeben. Die Entscheidung, ob diese mit Explosivstoffen behaftet sind, obliegt ausschließlich dem KTI des Landes Berlin.

Das Tageslager ist durch den AN im Bereich der BE einzurichten, vorzuhalten und zu sichern (einzäunen). Es dürfen nur diebstahlsichere Aufbewahrungsbehälter mit Bauartzulassung gem. BAM verwendet werden. Kampfmittel sind nach Kaliber und Herkunft getrennt und gegen Verrutschen gesichert, aufzubewahren. Für den Betrieb des Tageslagers ist eine Betriebsanweisung zu erstellen, in der u.a. die Aufbewahrungsmenge, die Zutrittsberechtigungen und andere sicherheitsrelevante Bestimmungen in Abstimmung mit dem AG festgelegt werden.

Jeglicher allgemeiner und ziviler Schrott kann im Schrottcontainer gesammelt und nach Prüfung und Freigabe durch die Fachbauleitung des AG vom AN entsorgt werden.

Baustellenverkehr

Der Baustellenverkehr kann über die südliche Zufahrt von der Köpenicker Straße aus erfolgen (vgl. Kap. 3.1). Durch den AN ist eine Beweissicherungsmaßnahme (Zustandserfassung) vor Beginn der Arbeiten und nach Abschluss zu erstellen (Fotodokumentation). Es erfolgt bei Baubeginn eine Einweisung durch die öBÜ. Inwiefern eine Baustraße zu errichten und nach erfolgter Maßnahme rückgebaut werden muss, ist noch abzustimmen. Im Falle des Rückbaus ist die Fläche wieder in ihren Urzustand zurückzuführen.

Medientrennung

Die aktuell vorhandenen Leitungspläne erscheinen unvollständig (vgl. Kap. 3.7). Vor bodeneingreifenden Maßnahmen sind durch den AN Schachterlaubnisscheine und Genehmigungen vom Eigentümer der Liegenschaft, von den für den Einzugsbereich verantwortlichen Medienträgern Strom, Telekom, Gas, Wasser und Abwasser etc. und von weiteren Ämtern und Behörden durch den AN einzuholen.

Es ist zu prüfen, ob eine körperliche Trennung der möglicherweise vorhandenen Versorgungs- und Entsorgungsleitungen durch den AG erfolgen kann.

Bauablauf

Zur Durchführung der Arbeiten auf dem Grundstück wurde durch IBD eine Bauzeit von 125 AT veranschlagt. Arbeiten zur Bauwasserhaltung und Grundwasserreinigung, die nach erster Annahme ca. 1 Jahr andauern werden, und zeitlich nach Kampfmittelräumung und Rückbau stattfinden, sind hier noch nicht berücksichtigt. Notwendige Freischnitt- und Baumfällarbeiten sollen schon vor der Baustelleneinrichtung durchgeführt werden. Veränderungen der Länge der Bauzeit hängen insbesondere vom gewählten Personal- und Geräteeinsatz (Anzahl Räumtrupps) des AN ab. Der Bauablauf kann wie folgt gestaltet werden:

1. Baustelleneinrichtung mit der für die Baumaßnahmen notwendigen Personal-, Material- und Bürocontainer sowie Schwarz-Weiß-Anlage, Herstellen der Stell- und Lagerplätze, Herstellen der Zugänglichkeit, Einrichtung Anlagen des Wachschatz und Baumaschinensammelplatz, Einrichtung Bereitstellungslager Kampfmittel
2. Begehung und Freigabe der Abbruchgebäude und Flächen durch den Befähigungsscheininhaber n. § 20 SprengG
3. Beräumung der Flächen von nicht schadstoffhaltigen Bauteilen
4. Beräumung und Demontage der Asbestmaterialien gem. den Regelungen der TRGS 519 mit Bereitstellung und Entsorgung des Materials
5. Beräumung weiterer oberirdischer Abfälle
6. Rückbau oberirdischer Bauteile (ggf. unter Aufsicht Befähigungsscheininhaber n. § 20 SprengG) und der Flächenversiegelungen unter Trennung und Sortierung der verschiedenen Abbruchmaterialien und Entsorgung
7. Tiefenenttrümmerung, Trümmermengenbeseitigung inkl. Entsorgung
8. Entsorgung der Flächenversiegelung
9. Kampfmittelräumung als Volumenräumung nach Stand der Technik mit Sondierung und punktuell bodeneingreifender Räumung der Sohlen

10. Entsorgung Aushubmaterial entsprechend Analytik und Vorgaben AG
11. Herstellung Zielsohle, Verfüllung, Verdichtung, Geländeprofilierung und Herstellung Planum
12. Räumen der Räumstelle

Die Reihenfolge der Bearbeitung obliegt dem AN. Der Ablauf der Arbeiten ist durch den AN in einem objektbezogenen Bauzeitenplan rechtzeitig vor Beginn der Arbeiten darzustellen und durch die Fachbauleitung freizugeben.

Im Rahmen der naturschutzfachlichen Begleitung bzw. von Anordnungen der Unteren Naturschutzbehörde kann es beim Auffinden von Nistplätzen, Quartieren und sonstigen naturschutzfachlich relevanten Vorkommnissen zu Baustopps/Verzögerungen oder Änderungen im Bauablauf kommen.

7.2 Freischnitt

Vor Durchführung der Kampfmittelräumung ist auf den bewachsenen Bereichen die Vegetation zu entfernen. Aufgrund der Möglichkeit des Vorhandenseins von geschützten Arten ist eine Freigabe bzw. artenschutzrechtliche Begleitung notwendig. Die Abstimmung mit dem Naturschutzamt sollte rechtzeitig erfolgen, damit noch ausreichend Zeit bleibt, um Maßnahmen zum Abfang/Umsiedeln einzelner besonders geschützter Tierarten u.Ä., sofern zulässig, zu ergreifen.

Im mittleren und südlichen Bereich wird für den Freischnitt voraussichtlich eine Fällgenehmigung des AG ausreichen, da die Vegetation ausschließlich aus Grasfluren und jungen Gehölzen (Stammumfang < 60 cm) besteht (s. Anlage 1 und Kap. 3.8).

Möglicherweise sind in den Randbereichen Bäume mit einem Stammumfang > 60 cm zu fällen. Baumfällungen sollten erst nach Abstimmung mit Eigentümer und Umwelt- und Naturschutzamt des Bezirks Treptow-Köpenick erfolgen.

Die Arbeiten des Freischnitts können vorbereitend durch eine Fachfirma und zeitlich vor der KMR erfolgen. Es ist zu beachten, dass der Freischnitt außerhalb eines Waldes i.d.R. nur außerhalb der Vegetationsperiode im Zeitraum Oktober bis Februar erfolgen darf (s. § 39 (5) BNatSchG). Der Freischnitt kann jedoch auch durch die Kampfmittelräumfirma oder über den Auftrag der KMR-Firma im Unterauftrag durchgeführt werden. In der nächsten Winterperiode sollten die Gehölze, die in jedem Fall entfernt werden müssen, rückgeschnitten werden.

Aufgrund des bestehenden Kampfmittelverdachts sollten die Wurzelstöcke bzw. Baumstubben durch die Kampfmittelräumfirma im Zuge der Volumenräumung gerodet werden.

7.3 Rückbau

Auf dem Grundstück sind an oberirdischen Anlagen nach derzeitigem Kenntnisstand nur Beleuchtungsmasten abzurechen. An diesen und weiteren Stellen sind unterirdisch alte Leitungen und Kanäle zurückzubauen. Im Norden ist eine Betonstraße zu entfernen. Mehrere Bereiche des Grundstücks sind mit Beton-RC, Schotter, Kies oder Schlackesteinen befestigt. Die Schichten weisen gemäß den von IBD durchgeführten Baggerschürfen (s. Kap. 6.2) eine Dicke von ca. 0,3-0,4 m auf. Die Untersuchung fand allerdings stichpunktartig statt. Es wurde nicht für alle Materialien eine Ermittlung der Schichtdicke vorgenommen. Die Beton-RC-Schicht und die Schotterstraße waren oberflächlich stark verdichtet.

Das Nachsorge-Monitoring an der sanierten Kontaminationsfläche "KF 1005-004" soll noch bis ca. 2021 fortgeführt werden, die im Monitoring beprobten Grundwassermessstellen sind daher voraussichtlich noch mindestens bis 2021 erhalten. Die Probenahme erfolgt i.d.R. halbjährlich stets im Frühjahr und im Herbst. Die Auswirkungen auf die zu erfolgenden Maßnahmen von Rückbau und Neubau hängen davon ab, ob zu dem Zeitpunkt die GWM komplett, teilweise oder nicht mehr erhalten werden müssen. Wenn mit den Bauarbeiten 2022 oder 2023 begonnen wird, können die GWM und Brunnen wahrscheinlich entfernt werden, da das Monitoring abgeschlossen ist. Informationen über den Stand und die Ergebnisse des Nachsorge-Monitorings können z.B. beim Umwelt- und Naturschutzamt des Bezirks Treptow-Köpenick abgefragt werden.

Der Abbruch von baulichen Anlagen, die Flächenentsiegelung und die Tiefenentrümmerung darf nur unter Aufsicht eines Befähigungsscheininhabers § 20 SprengG erfolgen.

Beim Rückbau von Fundamenten u.Ä. hat seitens des AN eine organoleptische Kontrolle zu erfolgen. Bei Kontaminationsverdacht ist durch die vom AG bestimmte abfalltechnische Begleitung eine entsprechende Analytik zu veranlassen.

Vor dem Rückbau sollte bei Kleingebäuden und unterirdischen Bauten geprüft werden, inwiefern diese erhalten und als Biotop für geschützte Arten hergerichtet werden können, wie beispielsweise das verfallene Kleingebäude am Bahndamm, östlich der "KF 1005-004".

7.4 Kampfmittelräumung

Für das gesamte Grundstück besteht ein Kampfmittelverdacht, der durch eine Auswertung historischer Luftbilder aus der Zeit des zweiten Weltkriegs gestützt wird. Es wurden Bombentrichter, Erdlöcher unbekannter Herkunft, Erdbunker und Flakstellungen erkannt (s. Kap. 3.4 und Abb. 3). Wenngleich bei den Rückbau- und Tiefenentrümmerungsmaßnahmen im südlichen und mittleren Bereich der Fläche im Jahr 2009 durch Fa. Eurovia Beton GmbH eine baubegleitende Kampfmittelräumung erfolgte, ist nicht sichergestellt, dass diese Fläche frei von Kampfmitteln ist. Die Tiefenentrümmerung reichte bis max. 2,5 m u. GOK. Bombenblindgänger können bei sandigen Bodenverhältnissen, wie sie auf dem Gebiet vorliegen, mehrere Meter tief in den Erdboden eindringen. Im nördlichen, nordwestlichen Bereich und direkt am Bahndamm fand keine Tiefenentrümmerung und Kampfmittelräumung statt.

Die Senatsverwaltung für Umwelt, Verkehr und Klimaschutz Berlin verweist in einem Schreiben vom 16.02.2017 (s. /5/) darauf, dass der Eigentümer der Fläche, aktuell ist das die Adlershof Projekt GmbH, für die Erforschung und Beseitigung von Gefahren, die von Kampfmitteln ausgehen können, verantwortlich ist. Diese Verantwortung geht auf die BVG über, sobald sie Eigentümer der Fläche ist. Insbesondere bei Eingriffen in den Boden des Grundstücks durch Baumaßnahmen, Erdarbeiten etc. können akute Gefahrensituationen auftreten.

Auch bei der Baustelle der GuD/Veolia im Süden des Grundstücks erfolgte Ende 2017/Anfang 2018 die Kampfmittelräumung gemäß mündlicher Mitteilung der Fa. GuD Consult GmbH vom 12.09.2018 baubegleitend zum Bodenaushub. Unberäumt blieb ein 3 m breiter Streifen zu beiden Seiten der unterirdisch verlaufenden Gasleitung. Kampfmittel wurden nicht gefunden. Eine Freigabebescheinigung über das Grundstück liegt noch nicht vor, soll aber noch erstellt werden.

Grundsätzlich ist auf der gesamten Fläche durch die starke Bombardierung aus der Luft 1945 und den Flakstellungen zur Zeit des zweiten Weltkrieges in unterschiedlicher Tiefe mit Kampfmitteln zu rechnen. Von Bombenblindgängern, die speziell bei dem Vorhandensein von Sandboden mehrere Meter tief in den Boden eindringen, geht die größte Gefahr aus.

Die Kampfmittelräumung hat entsprechend den Regeln der Arbeitshilfen Kampfmittelräumung des Bundes (AH KMR) und unter Einhaltung der im Land Berlin geltenden technischen Regeln zur Kampfmittelräumung zu erfolgen (vgl. Kap. 3.4).

Durch den AN sind arbeitstäglich alle Fund- und Beräumungsergebnisse zu dokumentieren. Die Dokumentation der Kampfmittelräumarbeiten erfolgt mittels der Software KMR PAS. In den Freigabebescheinigungen über Kampfmittel des AN muss ein Lageplan mit den entsprechenden Eckkoordinaten vorhanden sein. Nach dem Abschluss der Arbeiten ist ein Abschlussbericht zu erstellen.

Im Bereich gemäß Leitungsplänen vorhandener sowie vermuteter Leitungen sind die entsprechenden Flächen vor dem Einsatz von Baggern mit Kabelsuchgeräten abzusuchen und die entsprechenden Stellen vorzuschachten. Die Bagger sind bei der Kampfmittelräumung gemäß DGUV Information 201-027 zu sichern.

Nach Abschluss der Räumarbeiten ist durch die Kampfmittelräumfirma ein Freigabeprotokoll gem. den Anforderungen des Kriminaltechnischen Institutes von Berlin (LKA KTI 25) anzufertigen. Die Räumstelle ist vor Beginn der KMR beim Landesamt für Arbeitsschutz, Gesundheitsschutz und technische Sicherheit Berlin (LAGetSi) und dem LKA KTI 25 anzumelden.

Die BVG als potenzieller neuer Eigentümer des Grundstücks beabsichtigt aufgrund des Kampfmittelverdachts auf der gesamten Fläche des künftigen Straßenbahnbetriebshofes (ca. 48.928 m²) eine Kampfmittelräumung bauvorbereitend, ggf. zusätzlich baubegleitend durchführen lassen.

Sämtliche Bombenrichter und Vermutungspunkte aus der Luftbilddauswertung (s. Abb. 3) können in Abhängigkeit von den Standortbedingungen über eine Oberflächen- oder Bohrlochsondierung untersucht und bei einer Anomalie eine gezielte Räumung durchgeführt werden. Auf diese Weise können Bombenblindgänger oder -zerscheller gemäß AH KMR A-9.4.5 geortet und geräumt werden. Hierfür wäre eine Räumkolonne bestehend aus einem Feuerwerker, zwei Sondierern und einem Kettenbagger geeigneter Größe (z.B. 11 t Einsatzgewicht mit Sicherung gemäß DGUV Information 201-027) ausreichend. Insgesamt wäre die Bearbeitung der Fläche auf diese Weise kostengünstiger als eine umfassende Volumenräumung. Sie setzt aber voraus, dass die Bereiche außerhalb der Bombenrichter und Vermutungspunkte mit Sondentechnik freigemessen werden können. Dies wird jedoch nach der Auswertung der Gradiometrie (s. Kap. 6.1) und der Baggerschürfe (s. Kap. 6.2) nicht möglich sein. Die Störkörperbelastung ist zu hoch, um eine punktuelle Räumung auf der gesamten Fläche zielführend durchführen zu können.

Daher wird als andere potenzielle Variante der KMR der flächendeckende lagenweise Abtrag von Boden und sonstigen Stoffen (Volumenräumung/Separation) gemäß AH KMR A-9.4.7 empfohlen. Die Volumenräumung hat den Vorteil, dass man durch dieses Räumkonzept eine uneingeschränkte Kampfmittelfreigabe auch bei hoher Störkörperbelastung erreichen kann.

Grundsätzlich werden zwei Räumziele unterschieden (vgl. AH KMR A-9.4.7). Beide können bei der Volumenräumung erreicht werden.

1. Die **uneingeschränkte Nachnutzung** der Fläche wird durch Räumung der Kampfmittel nach dem Stand der Technik und ohne Tiefenbegrenzung hergestellt.

2. Die **eingeschränkte Nachnutzung** der Fläche wird durch Räumung der Kampfmittel nach dem Stand der Technik mit Tiefenbegrenzung und/oder Vorgaben hinsichtlich der zu erreichenden Qualität (z.B. Begrenzung des Räumziels auf Störkörper oberhalb eines bestimmten Kalibers) hergestellt.

Bei der Volumenräumung wird i.d.R. folgende Verfahrensweise angewendet: Der mit Kampfmitteln belastete Boden wird unter Einhaltung der DIN 4124 schichtenweise (Schichtdicke z.B. 30 cm) gelöst. Die Schichtsohlen werden auf große Störkörper sondiert und von diesen geräumt. Der Aushub wird seitlich auf einer kampfmittelfreien Fläche bearbeitet. Dies kann in Abhängigkeit von der Handhabungsfähigkeit der Kampfmittel durch Umsetzen des Bodens mittels Spaten, durch Ausstreuen des Bodens mittels Bagger oder durch mechanische Separation oder Siebung, ggf. unter Einsatz aktiver und/oder passiver Sonden, erfolgen. Die für die Bearbeitung der Aushubmassen genutzte Fläche wird nach deren Abräumung erneut sondiert und von noch verbliebenen Kampfmitteln geräumt. Abschließend werden die Aushubsohle sowie die Böschungswände mittels aktiver und/oder passiver Sonden sondiert und geräumt, bis die geforderte Qualität erreicht ist.

Eine mechanische Separation des kampfmittelbelasteten Bodens ist möglich. Bei entsprechender Kampfmittelart und Anzahl der Störkörper kann die Bergung unter Beachtung der allgemeingültigen Verfahrensgrundsätze durch eine vollständige Umsetzung des Bodens mittels mechanischer Separation unter Einsatz von Magnetabscheidern (Permanentmagnet) und bei Vorhandensein von Nichteisenmetallen zusätzlich unter Einsatz von Wirbelstromabscheidern erfolgen. Werden Separationsanlagen eingesetzt, ist der Räumefolg am Auslass der Anlage kontinuierlich visuell zu überprüfen. Geophysikalische Verfahren können hilfsweise eingesetzt werden (s. AH KMR A-9.4.7).

Um die gesamte Fläche des zukünftigen Straßenbahnbetriebshofs uneingeschränkt nutzen zu können, muss der Boden bis zur sondierfähigen Sohle abgetragen werden. Es ist davon auszugehen, dass die Störkörperbelastung mit der Tiefe (rasch) abnimmt.

In der Grobkostenschätzung der IBD wurde daher folgende Flächenverteilung für die Kampfmittel-Volumenräumung vorgesehen:

Auf allen Flächen, die nicht durch Gebäude bebaut werden (ca. 21.928 m²), sondern u.a. als Zufahrten (Gleise oder Straße), wird eine Volumenräumung bis max. 0,4 m u. GOK mit anschließender vollflächiger Sondierung und punktueller Räumung der Störkörper der Sohle als ausreichend erachtet. Die Räumung der Störkörper der Sohle erfolgt dann, je nach Störkörperbelastung, über die Belastungskategorie A bis E, bei tieferliegenden Störkörpern über die Position "Bergung von Einzelpunkten".

Auf den Flächen der Abstellhalle mit automatisiertem Parken und dem Teil der Werkstatt, der keine Gründung bis in ca. 2,4 m u. GOK benötigt (insgesamt ca. 16.500 m²), wird eine Volumenräumung bis max. 0,8 m u. GOK mit anschließender Sondierung der Sohle als ausreichend erachtet.

Auf der Fläche des künftigen Gebäudes mit Werkstatt, Lager, sozialen Einrichtungen und Verwaltung sowie des Wasserspeichers (insgesamt ca. 10.500 m²), wird eine Volumenräumung bis max. 1,25 m u. GOK mit anschließender Sondierung der Sohle als ausreichend erachtet. Sofern die Sohle in ca. 1,25 m u. GOK keine Störkörper mehr aufweist, kann der Bereich uneingeschränkt nach Stand der Technik freigegeben

werden. Bei allen im zeitlichen Verlauf später, nach der Kampfmittel-Volumenräumung, stattfindenden Bauarbeiten ist dann auch keine baubegleitende Kampfmittelräumung mehr vorzusehen. Die Volumenräumung muss nur so tief erfolgen, bis eine sondierfähige Sohle vorliegt, aus der alle Kampfmittel entfernt werden können.

Sollten 1,25 m u. GOK an einzelnen Stellen nicht ausreichen, wurde als 4. Position der Volumenräumung die Räumung unter 1,25 m u. GOK bis zum Vorliegen einer sondierfähigen Sohle mit einer Kubatur von 800 m³ in die Grobkostenschätzung aufgenommen. Denkbar ist, dass diese Position gezogen werden muss, um tiefliegende Bombenblindgänger, Leitungen oder Vergrabungen zu entfernen.

Alle Flächengrößen wurden den übergebenen Planunterlagen der BVG entnommen bzw. aus der dwg-Datei errechnet.

Da der Grundwasserflurabstand auf dem Grundstück bei ca. 2,20 – 3,33 m liegt (ca. 32,06-32,47 m NN, vgl. Kap. 3.6), sind bei der Kampfmittelräumung keine Maßnahmen der Wasserhaltung oder –reinigung vorzusehen. Eine Sondierung der Sohle kann auch in einer Tiefe erfolgen, die im Grund- oder Schichtenwasserbereich liegt.

Bereits kampfmittelfrei sollte auf dem Grundstück der Bereich der ehemaligen Kontamination "KF 1005-004" sein. Hier wurde im Zuge der in 2017 durchgeführten Boden-Quellherdsanierung bis in eine Tiefe von ca. 4,0 m u. GOK Boden ausgehoben und die Grube mit Z 0 Sand aufgefüllt (s. Kap. 5.4 und /2/). Aufgrund der geringen Flächengröße von insgesamt ca. 375 m² führt ein Verzicht einer Volumenräumung auf der Fläche jedoch zu keiner nennenswerten Reduktion der Kosten. Zu beachten ist, dass, je nach Zeitraum der Durchführung der KMR, auf der Fläche und in der unmittelbaren Umgebung, die vorhandenen GWM entweder zu erhalten oder rückzubauen sind.

7.5 Schutzbereiche und –objekte / Artenschutz

Das Grundstück befindet sich außerhalb von Schutzgebiete und -objekte nach Naturschutzrecht. Geschützte Biotope liegen auf der Fläche nicht vor (s. auch Kap. 3.9).

Unbekannt ist, ob auf der Fläche geschützte Tier- oder Pflanzenarten vorkommen. Nach Aussage der BVG, Fr. Dr. Wolf, befinden sich Zauneidechsen (*Lacerta agilis*) auf dem Grundstück. Die Zauneidechsen sind nach Anhang IV der FFH-Richtlinie und nach BNatSchG streng geschützt. In der Roten Liste der Bundesrepublik Deutschland steht die Zauneidechse in der Vorwarnliste (V). Es werden aktuell von Seiten der BVG verschiedene Möglichkeiten wie z.B. Abfang und Umsiedeln evaluiert. Am wahrscheinlichsten nach derzeitigem Planungsstand ist das Umsiedeln der Zauneidechsen in ein extra hierfür vor Baubeginn hergerichtete Biotop im Nord- und Nordwestteil des Grundstücks.

In jedem Fall sollte vor Rückbau- und Kampfmittelräummaßnahmen eine artenschutztechnische Erstdokumentation erfolgen. Erfahrungsgemäß können auf Liegenschaften dieser Art Zauneidechsen, Fledermäuse, Boden- und/oder Baumhöhlenbrüter vorkommen, die einen besonderen Schutzstatus nach BNatSchG und/oder europäischen Schutz (FFH, SPA) aufweisen können. Sollte dies der Fall sein, sollte der weitere Ablauf der Arbeiten rechtzeitig mit der zuständigen Behörde, dem Fachbereich Naturschutz des Umwelt- und Naturschutzamtes Treptow-Köpenick (s. Kap. 7.9), abgestimmt werden.

Im nordwestlichen Bereich des Grundstücks befinden sich ca. 19 Grundwassermess-/entnahmestellen und 6 Förderbrunnen. Diese liegen alle auf oder im unmittelbaren Umfeld um die sanierte Kontaminationsfläche "KF 1005-004" (vgl. Anlage 8). Wahrscheinlich können diese im Zuge der Baufeldfreimachung und Kampfmittelräumung zurückgebaut werden.

Sollten Gebäude und/oder Keller rückgebaut werden, sind diese vor Beginn der Arbeiten in Begleitung des AN durch die beauftragte ökologische Baubegleitung zu begehen (Überprüfung auf Nist- und Schlafplätze) und für die anschließenden Arbeiten freizugeben. Möglicherweise kann ein solches Gebäude als Ausgleichs- und Ersatzmaßnahme auch als Biotop für bedrohte Tierarten (z.B. Fledermäuse) hergerichtet werden.

7.6 Umgang mit kontaminiertem Boden und Grundwasser

Das Grundstück des ehemaligen Kohlebahnofs Adlershof ist unter der Bezeichnung "7680+" in das Bodenbelastungskataster Berlin (BBK) eingetragen (s. Kap. 3.2, Anlage 3, /1/). Aufgrund der früheren Nutzung des Grundstücks ist grundsätzlich von lokalen Kontaminationen des Bodens bzw. des Grundwassers auszugehen.

Durch die auf dem Grundstück in der Vergangenheit (z.B. 2009 durch Fa. Eurovia Beton GmbH im südlichen und mittleren Bereich, 2016 durch Fa. envi sann GmbH auf Teilfläche "7680a", 2017/2018 im südlichen Bereich durch Fa. Veolia) erfolgten Rückbau- und Tiefenentrümmerungsmaßnahmen (s. Kap. 3.5 und 5) und das Vorliegen der Entsorgungsanalytik sind die Gegebenheiten auf dem Grundstück relativ genau bekannt. Es ist davon auszugehen, dass die Ergebnisse (s. Kap. 5 und 6) auf die Restflächen übertragbar sind. Da mehrere Ergebnisse zudem recht aktuell sind, ist in der Zwischenzeit von keiner nennenswerten Reduktion der Schadstoffe durch den nachweislich stattfindenden biochemischen Abbau auszugehen.

Von den höchsten Schadstoffkonzentrationen ist in der unmittelbaren Umgebung des Sanierungsbereiches der Kontaminationsfläche "KF 1005-004" sowie im gesamten nördlichen/nordwestlichen Bereich auszugehen. In diesem Bereich stand die Kesselumfüllanlage und es erfolgte nach den der IBD zur Verfügung stehenden Informationen in dem Bereich (Ausnahme der Quellherd der Kontamination) noch kein Bodenaustausch. Aufgrund der Restbelastungen an BTEX, MKW und PAK im Boden und Grundwasser wird im Bereich der "KF 1005-004" auch langfristig noch im Falle von Tiefbauarbeiten Bodenmaterial > Z 2 gemäß LAGA auftreten und für das gehobene Wasser Reinigungsmaßnahmen (z.B. Betrieb einer Grundwasserreinigungsanlage mit Aktivkohle) erforderlich werden. Erhöhte Anforderungen an den Arbeitsschutz bestehen (vgl. /2/).

Werden bei den Rückbau- und Kampfmittelräumarbeiten organoleptische Auffälligkeiten festgestellt, sind stets AG/öBÜ durch den AN zu informieren. Ein Arbeits- und Sicherheitsplan (A+S-Plan) ist separat zu erarbeiten. Ist nach Baustellenverordnung die Erstellung eines SiGe-Plans durch den AG erforderlich, stellt der Arbeits- und Sicherheitsplan einen besonderen Bestandteil des SiGe-Plans dar.

7.7 Untersuchungsprogramm Analytik

Auf eine Bestandsaufnahme mit Erstanalysekonzept für das Grundstück kann aufgrund der zahlreichen vorangegangenen Untersuchungen (s. Kap. 2 und 6) verzichtet werden. Die wesentlichen Erkenntnisse sind in diesem Bericht zusammengefasst.

Der Fokus der Analytik wird auf der technischen Untersuchung und Abfalldeklaration liegen. Die Untersuchungsparameter (Ort, Umfang, Genauigkeit, Verfahren etc.) sollten in Abstimmung mit dem AG erfolgen. Das Untersuchungsprogramm zur Analytik sollte vor Beginn der Maßnahme noch mit dem Umwelt- und Naturschutzamt, Fachbereich Boden und Altlasten, abgestimmt werden.

In nachfolgender Tab. 8 sind die Angebotspreise von vier Laboren aus der Umgebung des ehemaligen Kohlebahnhofs zusammengefasst. Ein fünftes Labor wurde angefragt, gab jedoch kein Angebot ab. Die Preise verstehen sich als Einzelpreise netto je Stück, wobei ein Labor (GLU mbH) bei einer größeren Probenanzahl einen Rabatt auf den EP gewähren würde. Inwiefern die anderen Labore hierzu bereit sind, muss bei Bedarf geprüft werden. Die Gesamtpreise für die Probenahme variieren zwischen 73,00 und 175,00 Euro, die Analytik der Feststoffe zwischen 479,00 und 685,00 Euro. In der Gesamtsumme bewegt sich der EP zwischen 808,00 und 990,00 Euro.

Es ist zu beachten, dass nicht alle aufgeführten Analyseparameter auch für die Entsorgung des Materials analysiert werden müssen. Auch wurde der Preis für die Probenahme und die Analytik von Grundwasserproben abgefragt.

Die Positionen zur Untersuchung Abfalldeklaration gemäß Grobkostenschätzung (Pos. 1.3) enthalten:

An- und Abfahrt Probenahmeteam, Durchführen der Probenahme mit Auf-/Abbau sowie Vorhalten der erforderlichen Geräte (inkl. Personal), z.B. Probengefäße, Probenstecher, Probenahmespeer, Schneckenbohrer etc., Entnahme von Einzel-, Misch- oder Sammelproben, Konservierung, Kennzeichnung, Verpackung, Transport der Laborproben, Erstellung eines Probenahmeprotokolles nach Anhang C LAGA PN 98 sowie Analytik gemäß LAGA TR Boden (s. /15/) oder LAGA M20 Bauschutt (s. /16/) mit BTEX als zusätzlichem Parameter sowie die Analytik auf die Parameter Zinn, Antimon, Thallium (Einzelparame-ter) und Cyanide (gesamt) im Feststoff (als Gesamtpaket). Die EP liegen gem. den Angeboten aus Tab. 8 zwischen 236,00 und 308,00 Euro. Auf das günstigste Angebot wurden 25 % Mehrkosten (Regiekosten und allgemeine Preissteigerung) einberechnet (vgl. Anlage 9).

Tab. 8: Angebotspreise von vier Laboren für Probenahme und Analytik im ehemaligen Kohlebahnhof Adlershof

Position	Bezeichnung	Menge	ME	Einzelpreise Labore (in Euro netto)			
				GLU	terracon	GBA	AZBA
1	Probenahme und Transport						
1.1	An- und Abfahrt zur Probenahme	1	Stück	30,00	90,00	50,00	20,00
1.2	Probenahme aus Haufwerken (2 Mischproben aus je mind. 18 Einzelproben je HW à 500 m ³)	1	Stück	15,00	30,00	35,00	40,00
1.3	Probenahme Grundwasser aus vorhandenen Grundwassermessstellen	1	Stück	25,00	45,00	75,00	60,00
1.4	PN-Protokoll nach PN 98	1	Stück	3,00	10,00	0,00	5,00
Zwischensumme Probenahme und Transport				73,00	175,00	160,00	125,00
2	Analytik Feststoff/Originalsubstanz						
2.1	LAGA Bauschutt im Feststoff und Eluat, Parameter gemäß Tab. II 1.4.-1 (LAGA M20 1997)	1	Stück	150,00	150,00	160,00	190,00

Position	Bezeichnung	Menge	ME	Einzelpreise Labore (in Euro netto)			
				GLU	terracon	GBA	AZBA
2.2	LAGA Boden im Feststoff und Eluat, Parameter gemäß Tab. II 1.2-1 (TR Boden 2004)	1	Stück	150,00	120,00	140,00	160,00
2.3	Analytik auf Parameter nach DepV, Parameter nach Anhang 3, Tab. 2, DK I (Gesamtpaket)	1	Stück	260,00	130,00	140,00	210,00
2.4	Analytik auf Parameter Zinn, Antimon, Thallium (Einzelparameter) und Cyanide (gesamt) im Feststoff (Gesamtpaket)	1	Stück	25,00	25,00	50,00	40,00
2.5	MKW	1	Stück	22,00	16,00	20,00	30,00
2.6	BTEX	1	Stück	13,00	18,00	18,00	20,00
2.7	PAK (EPA)	1	Stück	25,00	20,00	25,00	35,00
Zwischensumme Analytik Feststoffe				645,00	479,00	553,00	685,00
3	Analytik Flüssigkeiten						
3.1	MKW	1	Stück	22,00	16,00	20,00	30,00
3.2	BTEX	1	Stück	13,00	18,00	18,00	20,00
3.3	PAK (EPA)	1	Stück	25,00	20,00	25,00	35,00
3.4	Anorganische Stoffe gemäß Tabelle 1 der Berliner Liste (2005) als Gesamtpaket	1	Stück	70,00	100,00	70,00	95,00
Zwischensumme Analytik Flüssigkeiten				130,00	154,00	133,00	180,00
Gesamtsumme				848,00	808,00	846,00	990,00

7.8 Entsorgung

Es wurden bei der Begehung durch IBD als gefährliche Abfälle lose auf der Oberfläche liegende Asbestzementplatten und eine Teerpappe/Dachpappe festgestellt. Des Weiteren wurden in geringer Menge Altreifen sowie Haus-, Sperrmüll und Grünschnitt auf dem Gelände verteilt, festgestellt.

Es ist davon auszugehen, dass im Zuge von KMR und Rückbau auch Bauschutt > Z 2, Altholz AIV, Gleisschotter sowie kontaminierter Boden > Z 2 zu entsorgen ist (vgl. Kap. 5.2). Die Beseitigung der Bodenbelastung wird durch Baumaßnahmen (Bodenaushub) bedingt und ist technisch beherrschbar, bei großflächigen Baumaßnahmen jedoch kostenintensiv.

Für die Entsorgung gefährlicher Abfälle kommt i.d.R. das System ZEDAL der Abfallmanagement Datenverarbeitungs-AG Recklinghausen als elektronisches Nachweisverfahren zum Einsatz.

Beim Umgang mit asbesthaltigen Bauabfällen sind entsprechende Arbeitsschutzmaßnahmen gemäß den Vorschriften der Gefahrstoffverordnung (GefStoffV) und deren technische Regeln (insbesondere TRGS 519 Asbest – Abbruch-, Sanierungs- und Instandhaltungsarbeiten) einzuhalten und entsprechend qualifiziertes Personal einzusetzen. Gleiches gilt für den Umgang mit PAK-haltigen Bauabfällen (TRGS 551 Teer und andere Pyrolyseprodukte aus org. Material).

Schadstoffbelastetes Grundwasser soll über eine GWRA so effektiv gereinigt werden, dass es in ein oberirdisches Gewässer eingeleitet werden kann. Nähere Ausführungen hierzu s. Kap. 8.

7.9 Projektbeteiligte, zuständige Behörden

Projektbeteiligte sind, sofern schon bekannt, der nachfolgenden Tab. 9 zu entnehmen. Die zuständige Behörde wird das Bezirksamt Treptow-Köpenick, FB Umwelt- und Naturschutz, Neue Krugallee 4, 12435 Berlin, sein.

Tab. 9: Projektbeteiligte bei der Baufeldfreimachung des ehemaligen Kohlebahnhofs Adlershof

Angaben zum AG			
Firma/Körperschaft/AöR	Berliner Verkehrsbetriebe (BVG) AöR		
Straße	Holzmarktstraße	Hausnummer	15-17
PLZ	10179	Ort	Berlin
Ansprechpartner	Frau Dr. Wolf		
Tel.	(030) 256 23975		
Fax	(030) 256 49256		
E-Mail	beate.wolf@bvg.de		
Angaben zum AN Kampfmittelräumung und Rückbau			
Firma/Körperschaft	NN		
Straße		Hausnummer	
PLZ		Ort	
Ansprechpartner			
Tel.			
Fax			
E-Mail			
Angaben zum AN örtliche Bauüberwachung			
Firma/Körperschaft	NN		
Straße		Hausnummer	
PLZ		Ort	
Ansprechpartner			
Tel.			
Fax			
E-Mail			
Umwelt- und Naturschutzamt, Abteilung Boden und Altlasten			
Körperschaft	Umweltamt Bezirksamt Treptow-Köpenick		
Straße	Neue Krugallee	Hausnummer	4
PLZ	12435	Ort	Berlin
Ansprechpartner	Herr Ranft		
Tel.	(030) 90297-5940		
Fax	(030) 90297-5858		
E-Mail	thomas.ranft@ba-tk.berlin.de		
Umwelt- und Naturschutzamt, Abteilung Naturschutz			
Körperschaft	Umweltamt Bezirksamt Treptow-Köpenick		
Straße	Neue Krugallee	Hausnummer	4
PLZ	12435	Ort	Berlin

Ansprechpartner	Frau Protze		
Tel.	(030) 90297-5902		
Fax	(030) 90297-5858		
E-Mail	birgit.protze@ba-tk.berlin.de		

8. Bauwasserhaltung Tiefbau und Reinigung des Grundwassers

Zur Errichtung der Fundamente von mindestens zwei Gebäuden, welche beim gegenwärtigen Planungsstand von der BVG geplant werden, namentlich Wasserspeicher und Werkhalle (vgl. Kap. 3.10), werden Wasserhaltungen bei den Tiefbauarbeiten auf dem Grundstück notwendig. Wenngleich der Bau der Tiefgarage im südöstlichen Bereich des Grundstücks in der Zeitspanne zwischen Beginn und Abschluss dieses Berichts verworfen wurde, wird dieser in diesem Kapitel berücksichtigt, in der Grobkostenschätzung (Anlage 9) jedoch nicht betrachtet.

Ein entscheidendes Kriterium beim Umfang der zu planenden Maßnahmen ist die Aushubtiefe des Bodenmaterials. Als Tiefe der Baugruben sind inkl. Fundamentkonstruktionen ca. 2,4 m für die Werkhalle, ca. 5,0 m für den geplanten Wasserspeicher innerhalb der großen Schleife (Wendebereich Straßenbahnen) und ca. 9,0 m für die Tiefgarage geplant. Der im Untersuchungsgebiet ermittelte höchste GW-Flurabstand beträgt im Bereich des Grundstücks 2,20 m u. GOK (vgl. Tab. 1).

Von Unterkante Oberboden (Schichtdicke ca. 0,2 – 0,3 m) bis ca. 2,2 m u. GOK wird das anfallende Material überwiegend aus Auffüllungen bestehen, die teilweise schon 2009 tiefenenttrümmert wurden (vgl. Kap. 3.5 und Anlage 5). Die Auffüllungsschicht wird für die Gründung als nicht tragfähig eingeschätzt. Unterhalb der Auffüllung stehen Mittel- und Feinsande an, die eine gute Tragfähigkeit aufweisen sollten. Alle tragenden Bauteile müssen auf anstehenden tragfähigen Böden unterhalb der Auffüllungen (oder auf tragfähigen Auffüllungen, sofern vorhanden) in frostfreier Tiefe gegründet werden.

Locker gelagerte sandige Auffüllungen weisen in gewissem Umfang ein Sackungspotenzial auf. Unkontrollierte Kornumlagerungen im Untergrund können bei dauerhaften dynamischen Lasten oder während der Nutzungsphase im Umfeld, z.B. durch Baumaßnahmen, auftreten. Im Extremfall sind theoretisch auch lokale Sackungen möglich. Zur Lastabtragung und Reduzierung von Setzungen können Tiefgründungen, zum Beispiel über Pfähle, zum Tragen kommen.

Erfolgt bei den Bauarbeiten der BVG auf dem Grundstück eine Pfahlgründung oder Errichtung von Spundwänden zur Wasserhaltung, wird zur Feststellung der Kampfmittelbelastung zusätzlich eine Bohrlochsondierung erforderlich. Die Nettokosten hierfür betragen ca. 60 Euro pro Pfahl bzw. ca. 12 Euro je laufendem Meter. In der Grobkostenschätzung wurde diese Kosten in Position 2.6.50 und 2.6.60 berücksichtigt (vgl. Anlage 9).

Beim gegenwärtigen Planungsstand der BVG ist der IBD unbekannt, ob Flachgründungen (z.B. Einzel- und Streifenfundamente, Plattengründung) oder Tiefgründungen (z.B. Bohrpfähle, Fertigrammpfähle, Ortbetonrammpfähle) durchgeführt werden sollen. Ein Baugrundgutachten mit Gründungsempfehlung liegt der IBD über das Grundstück nicht vor. Nach einer mündlichen Mitteilung der GuD Geotechnik und Dynamik Consult GmbH vom April 2018 wurde auf der südlich gelegenen Baustelle (Fa. Veolia, s. Kap. 5) kein Baugrundgutachten durchgeführt. Die Arbeiten dort waren rein altlastenbezogen.

Bezüglich Wasserhaltung und Gründung können drei Bereiche voneinander abgegrenzt werden (s. Abb. 8), wobei der Bau der Tiefgarage mittlerweile verworfen wurde:

- (I) Wasserspeicher im Bereich der Kontaminationsfläche "KF 1005-004"
 - (II) Werkhalle/Schienen- und Fahrzeughalle
 - (III) Tiefgarage
- (I) Der geplante Wasserspeicher soll sich im Bereich der mittlerweile sanierten Kontamination "KF 1005-004" befinden. Wie in Kap. 5.4 ausführlich dargestellt, fand in 2016/2017 im Quellbereich von 15 x 25 m (375 m²) der insgesamt 850 m² großen Kontaminationsfläche bis in eine Tiefe von ca. 4,0 m ein Bodenaustausch statt. Das Grundwasser wurde gereinigt. Bei den Arbeiten zum Bau des Wasserspeichers ist jedoch im Randbereich der Sanierungsfläche (Bodenmaterial) und im Grundwasser mit erhöhten Schadstoffkonzentrationen (v.a. BTEX, MKW, PAK) zu rechnen (vgl. /2/). Der Wasserspeicher ist mit einer elliptischen Form und einer Grundfläche von ca. 1.726 m² geplant. Die Tiefe der Baugrube wird ca. 5,0 m betragen. Durch Anlage weiterer Speicherbecken könnte sich die Grundfläche auf bis zu 4.300 m² erhöhen.
- (II) Auch die Arbeiten zum Bau/Gründung der Werkhalle (im Südwesten) finden im Einflussbereich des Grundwassers statt. Einschließlich Fundamente beträgt die Baugrubentiefe bei der Werkhalle ca. 2,4 m bei einer Grundfläche von ca. 6.200 m². Insgesamt wird die Werkstatt eine Grundfläche von ca. 8.100 m² einnehmen, ein Teil des Gebäudes muss jedoch nicht so tief gegründet werden.
- (III) Die BVG prüfte auf dem Grundstück im südöstlichen Bereich den Bau einer mehrgeschossigen Tiefgarage. Diese würde sich in der Nähe des Bahndammes befinden. Die Tiefe der Baugrube würde ca. 9,00 m u. GOK betragen. Die Grundfläche der kreisförmigen Tiefgarage (Durchmesser = 19,60 m, mit Vertikalförderer) beträgt ca. 302 m². Sollte die Tiefgarage auf dem Grundstück errichtet werden, müssen umfangreiche Maßnahmen zur Grundwasserabsenkung, Wasserhaltung und ggf. auch GW-Reinigung erfolgen. Um den Aushub im Trockenverfahren durchführen zu können, müsste das GW auf ca. 9,50 m u. GOK abgesenkt werden. Mehrere Förderbrunnen, aus denen das Grundwasser herausgepumpt wird, müssten errichtet werden. Durch die Absenkung des Grundwassers strömt Grundwasser dem Absenktrichter aus der Umgebung zu. Sollte dieses GW kontaminiert sein, z.B. aufgrund der langjährigen oberirdischen Grundstücksnutzung im Bereich der Berlin-Chemie AG (Gliener Weg 125) oder der ehemaligen VEB Bärensiegel-Fabrik (Adlergestell 327-331/Gliener Weg 185), muss vor der Rückführung des Grundwassers eine Reinigung erfolgen. Dem SenUVK bekannte Schadstoffbelastungen des Grundwassers aus der Umgebung des Grundstücks Köpenicker Straße 1 sind in Kap. 5.5 dargestellt.

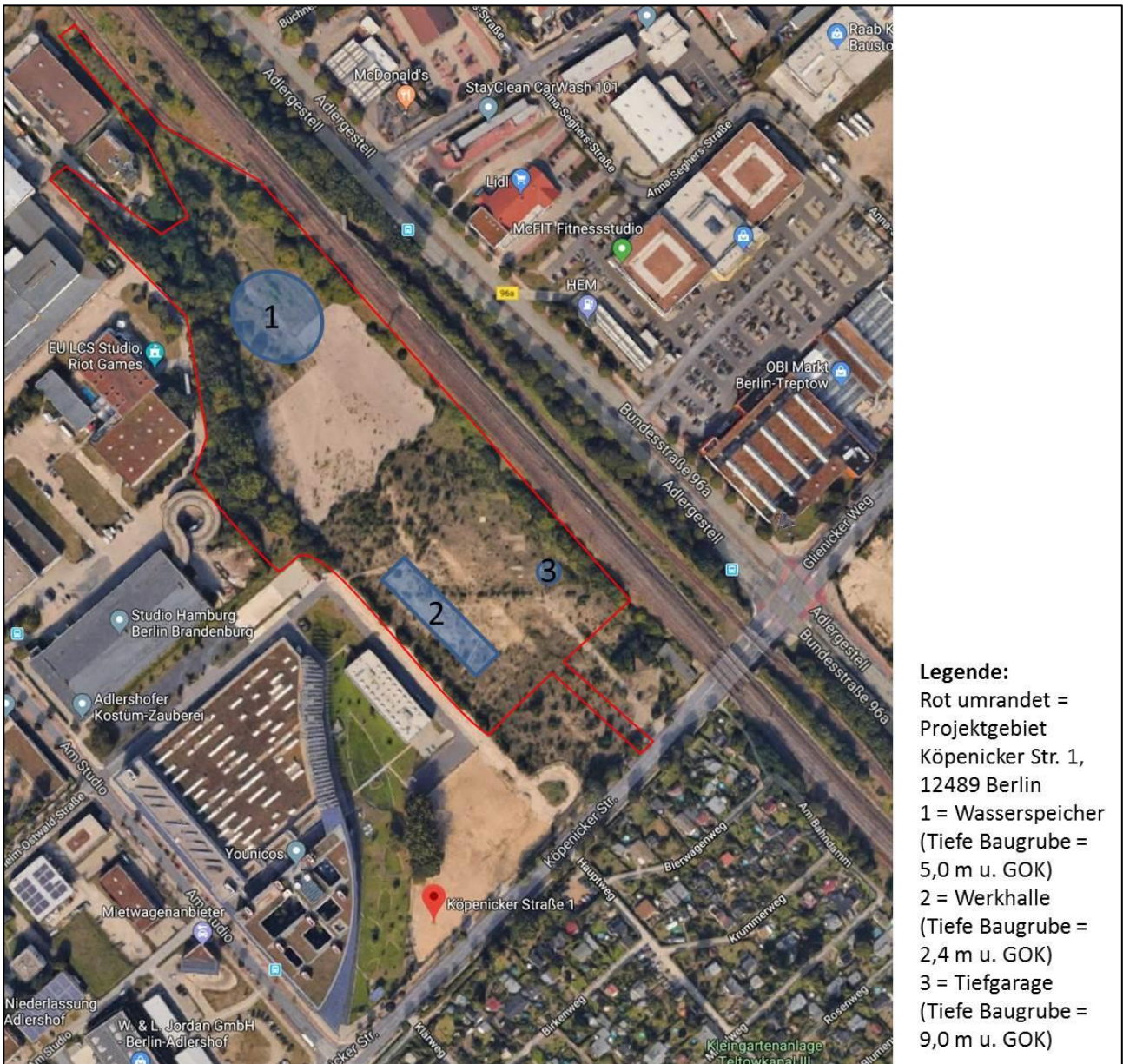


Abb. 8: Ungefähre Lage und Ausdehnung der drei Bereiche mit tiefen Baugruben und Bau-Wasserhaltung

Die Grundwasserfließrichtung auf dem Grundstück erfolgt den meisten Gutachten zufolge in nordwestlicher Richtung (s. Kap. 3.6). Im Anstrombereich des Grundwassers zur "KF 1005-004" wurden keine Kontaminationen festgestellt. Gemäß Abschlussbericht der DB Netz AG zur Grundwasseruntersuchung 2016 (s. /3/) sind akute Gefährdungen von Schutzgütern nicht zu vermuten. Das Gefährdungspotential wird insgesamt als gering eingestuft. Über den gesamten Untersuchungszeitraum von 2007 bis 2016 war ein homogenes räumliches Belastungsbild zu beobachten. Das noch vorhandene Schadstoffreservoir ist immobil. Eine liegenschaftsübergreifende Beeinträchtigung des Grundwassers aufgrund der Kontaminationsfläche "KF 1005-004" erfolgt nicht (vgl. /3/). Nach und nach werden sich die Konzentrationen durch den biochemischen Abbau der Schadstoffe verringern (s. auch Kap. 5.4).

Nach Abschluss der Sanierung wurde nach Auskunft des Umweltamtes Treptow-Köpenick vom Mai 2018 jedoch ein Rebound-Effekt für einige Schadstoffe wie z.B. BTEX beobachtet. Ein Anstieg der Konzentrationen nach Abschluss einer Sanierung mit GW-Haltung und –Reinigung ist nicht ungewöhnlich, die Höhe des Anstieges jedoch schon. Die BTEX-Konzentrationen nahmen von August zu Dezember 2017

deutlich zu, zu Mai 2018 jedoch wieder deutlich ab, bevor bei der Nachsorgeuntersuchung Ende Juni wieder vergleichbare BTEX-Konzentrationen gemessen wurden wie in August und Dezember 2017. Die PAK-Konzentrationen hingegen stiegen in diesem Zeitraum leicht an (vgl. Tab. 4, Kap. 5.4).

Im Bereich westlich des Grundstücks gibt es nach Aussage des Umweltamtes Treptow-Köpenick vom Mai 2018 eine Hintergrundbelastung im Grundwasser mit Ammonium und AOX, deren Herkunft noch ungeklärt ist. Unter Umständen muss entnommenes Grundwasser als Schmutzwasser entsorgt oder mit einer Reinigungsvorstufe vor der Entsorgung als Regenwasser versehen werden.

Gemäß SenUVK muss jeder Bauplanung, bei der ein Eingriff in den Untergrund erforderlich ist, eine Auskunft über den Untergrundaufbau sowie die Grundwassersituation zugrunde liegen. Diese Auskunft ist beim Landesgrundwasserdienst / Landesgeologie (Arbeitsgruppe II B 3 bei der Senatsverwaltung für Umwelt, Verkehr und Klimaschutz) zu beantragen. Sofern erkannt wird, dass auf Grund der geplanten Tiefe der Baugrube ein Eingriff in das Grundwasser erforderlich wird, ist entweder eine Grundwasserabsenkung oder eine Gründung in einer weitestgehend wasserundurchlässigen Trogbaugrube (Wand/Sohle-Methode) zu planen. Dabei ist davon auszugehen, dass für alle Maßnahmen im Innenstadtbereich, bei denen die Errichtung von mehr als einem Tiefgeschoss vorgesehen ist, generell eine Troglösung erforderlich wird. Nur so ist von vornherein zu vermeiden, dass in einem weiten Umkreis Grundwasserstandsänderungen hervorgerufen werden, die möglicherweise zu Schäden an benachbarter Altbausubstanz oder der Vegetation und zu Verschleppungen von Altlasten führen können.

Das Entnehmen, Zutagefördern, Zutageleiten bzw. Ableiten von Grundwasser sowie das Einleiten und ggf. das Einbringen von Stoffen in das Grundwasser stellt nach den Bestimmungen des § 9 Abs. 1 WHG jeweils eine Benutzung dar, für die nach § 8 WHG eine wasserbehördliche Erlaubnis erforderlich ist. Diese gewährt die widerrufliche Befugnis, das Grundwasser zu einem bestimmten Zweck in einer nach Art und Maß bestimmten Weise zu nutzen (§ 10 WHG). Hiervon ausgenommen sind Grundwasserentnahmen für den Haushalt oder in geringen Mengen zu einem vorübergehenden Zweck (bis zu 6.000 m³/Jahr), vgl. § 46 Abs. 1 WHG (s. /20/).

Der Leistungsbereich der Wasserhaltungsarbeiten ist in den Allgemeinen Technischen Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV DIN 18305 – "Wasserhaltungsarbeiten") aufgeführt. Die ATV DIN 18305 gilt jedoch nicht

- für im Zusammenhang mit der Herstellung von Wasserhaltungsanlagen auszuführenden Erdarbeiten (s. ATV DIN 18300 – "Erdarbeiten") und Bohrarbeiten (s. ATV DIN 18301 – "Bohrarbeiten"),
- für den Ausbau von Bohrungen zu Brunnen (s. ATV DIN 18302 – "Brunnenbauarbeiten").

Bei der Wasserhaltung unterscheidet man zwischen der offenen Wasserhaltung und der geschlossenen Wasserhaltung bzw. Grundwasserabsenkung, die je nach Art und Lage der Baumaßnahme ausgeführt werden können. Vorrangig ist nach Möglichkeit aus ökologischen und wasserwirtschaftlichen Gründen das Verfahren anzuwenden, das unter Berücksichtigung des Absenkzieles die Auswirkungen der Wasserhaltung minimiert. Die Absenktiefen sind so gering wie möglich zu halten, um die Auswirkungen der Wasserhaltungen zu minimieren. Die Grundwasserabsenkungen sollten zur Vermeidung von Schwebstoffen im geförderten Grundwasser vor den Aushubarbeiten beginnen.

Bei der offenen Wasserhaltung wird Grundwasser, das einer Baugrube durch die Sohle, aus den Böschungen oder durch undichte Baubehelfsmaßnahmen zufließt, über offene Gräben, Rinnen, Leitungen o.Ä. dem Pumpensumpf (tiefster Punkt der Baugrube) zugeleitet und von dort aus abgepumpt. Während des Baugrubenaushubs müssen die Gräben und der Pumpensumpf der jeweiligen Aushubtiefe folgend ständig tiefer gelegt werden. Aushub und Wasserhaltung beeinflussen sich gegenseitig, daher ist es günstig, wenn beide Arbeiten durch eine Firma ausgeführt werden. Die offene Wasserhaltung ist das technisch einfachste Verfahren. Da sich i.d.R. Schwebstoffbelastungen des Grundwassers durch Erosion nicht vermeiden lassen, ist eine ausreichend dimensionierte Sedimentationsanlage für die Behandlung des geförderten Grundwassers vorzusehen. Offene Wasserhaltungen werden üblicherweise bei Durchlässigkeitsbeiwerten von $k_f < 10^{-6}$ m/s oder $k_f > 10^{-2}$ m/s angewendet.

Bei der geschlossenen Wasserhaltung wird das Grundwasser mittels Brunnen, Drainagen o.Ä. auf ein Niveau unterhalb der Baugrubensohle (festgelegtes Absenkziel) abgesenkt und in geschlossenen Rohrleitungen abgeleitet. Das geförderte Grundwasser tritt nicht zutage, Erosionserscheinungen und Schwebstoffbelastungen treten i.d.R. nicht auf. Bei der Wasserhaltung zur Errichtung von Bauwerken, die im Bereich des Grundwassers erbaut werden, wird durch geeignete technische Maßnahmen ein Gefälle zwischen dem ungestörten, außerhalb der Baugrube, und dem abgesenkten, innerhalb der Baugrube liegenden Grundwasserhorizont, erzeugt.

Bei den vorherrschenden Bodenverhältnissen auf dem Grundstück (vorwiegend Fein- und Mittelsande) und der sich hieraus ergebenden Durchlässigkeit des Bodens (vgl. Kap. 3.6) können als Entwässerungsmethoden die Schwerkraftentwässerung ($k_f = 10^{-2} - 10^{-5}$ m/s) und die Vakuumentwässerung ($k_f = 10^{-5} - 10^{-7}$ m/s) zur Anwendung kommen.

Bei der Schwerkraftentwässerung strömt das Wasser infolge der Schwerkraft in Richtung der Entnahmestelle. Folgende Formen der Schwerkraftentwässerung werden unterschieden:

- offene Wasserhaltung
- vertikale Brunnen mit Saugpumpen (Saughöhe < 6 m) oder Tauchpumpen (jede Tiefe erreichbar)
- horizontale Brunnen

Brunnen mit Saugpumpe werden auch als Flachbrunnen und Brunnen mit Tauchmotorpumpen als Tiefbrunnen bezeichnet. Saugpumpen stehen oberhalb des Wasserspiegels und saugen das Wasser an. Die Saughöhe beträgt theoretisch max. etwa 10 m, in der Praxis meist 5 bis 8 m. Tauchpumpen tauchen in das Wasser ein und drücken es hoch. Alle Pumpen müssen trockenlaufsicher und schmutzunempfindlich sein.

Bei der Vakuumentwässerung wird zur Verstärkung des Zustroms zum Entnahmebrunnen ein Unterdruck erzeugt, der das Wasser ansaugt, was vor allem bei gering durchlässigen Böden (z.B. Feinsand, Schluff) wirtschaftlich ist. Bei Flachbrunnen kann das Wasser mit einer Vakuumpumpe angesaugt und abgepumpt werden, bei Tiefbrunnen erfolgt das Ansaugen des Wassers mit einer Vakuumpumpe, die Hebung aber durch eine separate Tauchpumpe.

Da die Grundwasserabsenkung eines Einzelbrunnens für größere Absenkungsmaßnahmen i.d.R. nicht ausreicht, wird die Wasserhaltung bei größeren Baugruben mit einer Mehrbrunnenanlage realisiert. Die

Mehrbrunnenanlage kann, je nach geometrischer Form der Baugrube, rechteckig, ringförmig oder auf andere Weise angeordnet werden.

Meist umschließen die Brunnen die Baugrube. Liegen Brunnen innerhalb der Gründungsfläche, müssen die Bohrlöcher nach Abschluss der Wasserhaltung wasserdicht geschlossen werden und dicht an die Isolierung des Bauwerks anbinden. Nach Herstellen der Brunnen, Verlegen der Rohrleitung und Installation der Pumpen beginnt die Grundwasserabsenkung. Der Aushub der Baugrube erfolgt im Trockenen.

Die erforderliche Absenkung ergibt sich für eine Baugrube in freiem Grundwasser aus der Baugrubentiefe und einem Zuschlag von mindestens 0,5 m. Als Absenkziel wurde für jede Baugrube mit einem Zuschlag von 0,5 m gerechnet, d.h. für die Werkhalle mit 2,9 m u. GOK, für den Wasserspeicher mit 5,5 m u. GOK und für die Tiefgarage mit 9,5 m u. GOK. Aufgrund der Mächtigkeit des Grundwasserleiters von ca. 50 m (vgl. Kap. 3.6) werden die anzulegenden Brunnen als unvollkommene Brunnen geplant, die nicht die gesamte Dicke der wasserführenden Schicht erfassen. Im Gegensatz dazu reichen vollkommene Brunnen bis zur wasserstauenden Schicht unter dem Grundwasserleiter. Die bei der Wasserhaltung zur Erreichung des Absenkzieles erforderliche Entnahmemenge bei unvollkommenen Brunnen liegt hierbei erfahrungsgemäß 10-30 % über der von vollkommenen Brunnen. Die Anzahl der Brunnen wird für den Bau der drei Gebäude mit Wasserhaltung auf ca. 26 geschätzt. Je nach Förderleistung der Pumpen kann die Zahl auch reduziert werden. Sie dient aktuell zur Abschätzung der aufzuwendenden Kosten. Im Bereich der Kontaminations- bzw. Sanierungsfläche "KF 1005-004" sind bereits sechs Förderbrunnen vorhanden (s. Anlage 7 und 8). In diesem Bereich ist jedoch der Wasserspeicher geplant, sodass diese Brunnen vermutlich nicht für eine Grundwasserabsenkung zum Bau des Wasserspeichers verwendet werden können. Brunnen innerhalb der Baugrube sind für den Bauablauf hinderlich und daher zu vermeiden.

In Abhängigkeit der Grundwasserabsenkung (in m) und dem Durchlässigkeitsbeiwert (im m/s) kann die Reichweite bei Einzelbrunnen und Mehrbrunnenanlagen ermittelt werden. Für die geplanten Baugruben auf dem Grundstück des ehemaligen Kohlebahnhofes Adlershof (s. Abb. 8) wurden die Reichweiten anhand der Bodenart (Feinsand/Mittelsand) aus der Literatur entnommen und sind aufgrund eines noch nicht vor Ort ermittelten Durchlässigkeitsbeiwertes mit Unsicherheiten behaftet. In den weiteren Planungsschritten sollte mit Pumpversuchen an den Standorten der künftigen Gebäude der jeweilige Durchlässigkeitsbeiwert ermittelt sowie Grundwasserproben entnommen werden. Über ein Strömungsmodell, in das die Daten des Pumpversuches und der durchgeführten Berechnungen zu Entnahmemengen eingespeist werden, kann berechnet werden, inwiefern Kontaminationen aus der Umgebung durch die Absenkung des Grundwassers bei den Tiefbauarbeiten auf dem Grundstück angesaugt werden.

Bei geplanten Fördervolumina zwischen 100.000 m³ und 10 Mio. m³ ist die zusätzliche Durchführung einer „Allgemeinen Vorprüfung des Einzelfalls nach § 3 UVPG“ (UVP-Vorprüfung) durchzuführen. Die überschlägig berechneten Entnahmeraten im Kohlebahnhof liegen bei einer kontinuierlichen Entnahmerate von 80 m³/h und einer Dauer von 1 Jahr insgesamt bei ca. 700.000 m³ für die Werkhalle und den Wasserspeicher. Für den Bau der Tiefgarage wurden überschlägig 170 m³/h und demnach ca. 1.489.200 m³ im Jahr berechnet (s. Tab. 10). Der Verlauf der Absenkung sollte durch Messen der Grundwasserstände und der geförderten Wassermengen (z.B. über Messwehre oder Messblenden) überwacht werden.

Tab. 10: Angaben zu den geplanten baulichen Anlagen und der Sanierungsfläche KF 1005-004

Bezeichnung	Durchmesser (m)	Grundfläche (m ²)	Tiefe Baugrube (m)	Volumen (m ³)	Reichweite (m)	Entnahmerate (m ³ /h)
Sanierungsfläche KF-004	-	375,00	4,50	2.051,00	unbekannt	48
Werkhalle/Werkstatt	-	6.200,00	2,40	14.880,00	10	20
Wasserspeicher	-	4.300,00	5,00	21.500,00	50	60
Tiefgarage	19,60	301,70	9,00	2.714,00	110	170

Dichte Baugruben können durch den Einbau von Verbauwänden (z.B. Spundwände, Schmaldichtwände) und ggf. durch den Einbau von Sohlabdichtungen (z.B. HDI-Injektionen, Unterwasserbeton) oder durch Einbinden der Verbauwände in gering durchlässige Bodenschichten hergestellt werden. Die Baugrube ist durch die offene oder geschlossene Wasserhaltung trocken zu halten. Für das Grundstück des ehemaligen Kohlebahnofs ist die geschlossene Wasserhaltung eindeutig der offenen Wasserhaltung vorzuziehen. Bei einem Einbau von Verbauwänden sollten planungsseitig unbedingt die technischen Möglichkeiten und Abstände zum Bahndamm (zwecks Standsicherheit, Erschütterungen etc.) mit dem Eisenbahnbundesamt abgestimmt werden.

Für Grundwasserentnahmen sind, sofern sie nicht im Zusammenhang mit Grundwasser- oder Bodenverunreinigungen stehen, auf der Grundlage des § 13a Berliner Wassergesetz (BWG) ein Entnahmeentgelt zu entrichten. Das Land Berlin erhebt für das Entnehmen, Zutagefördern, Zutageleiten oder Ableiten von Grundwasser von dem Benutzer ein Entgelt in Höhe von 0,31 Euro je m³, wobei 6.000 m³ jährlich entgeltfrei sind.

Zur Ableitung des geförderten Grundwassers, ggf. nach erfolgter Grundwasserreinigung, stehen in Berlin i.d.R. folgende Möglichkeiten zur Verfügung:

- Einleitung in den Schmutzwasserkanal (S-Kanal) der Berliner Wasserbetriebe
- Einleitung in den Mischwasserkanal (M-Kanal) der Berliner Wasserbetriebe
- Einleitung in den Regenwasserkanal (R-Kanal) der Berliner Wasserbetriebe
- Einleitung in einen sonstigen Kanal (anderer Betreiber als Berliner Wasserbetriebe)
- Einleitung in ein Oberflächengewässer
- Einleitung in den Untergrund

Die Ableitung von Förderwasser erfolgt meist in geschlossenen Rohrsystemen, die als Druck- oder Freispiegelleitungen ausgebildet werden. Je nach Beschaffenheit des Förderwassers ist es vor Einleitung in ein Gewässer vorzubehandeln. Hierfür sind die Auflagen und Bedingungen zur Einleitung des Bauwassers entsprechend des dafür maßgebenden wasserrechtlichen Bescheides zu beachten.

Die geplante Ableitung des geförderten Grundwassers in die öffentliche Kanalisation ist mit den Berliner Wasserbetrieben (BWB) abzustimmen.

Für die Einleitung von Grundwasser in Regenwasserkanäle aus Grundwasserabsenkungen bzw. Grundwasserbenutzungen im Rahmen von Baumaßnahmen erheben die Berliner Wasserbetriebe ab dem 01.06.2018 ein Einleitungsentgelt in Höhe von 0,67 EUR je m³ zzgl. 19 % Umsatzsteuer.

Grundwasser, das in die Schmutz- und Mischwasserkanalisation eingeleitet wird, durchläuft den Prozess der Abwasserreinigung, bevor es in den natürlichen Wasserkreislauf zurückfließt. Daher wird hier von den Berliner Wasserbetrieben der Schmutzwassertarif – aktuell 2,21 EUR je m³ – in Rechnung gestellt.

Die Einleitung des geförderten Grundwassers in ein oberirdisches Gewässer 1. Ordnung (Bundeswasserstraße) ist neben der Wasserbehörde gleichzeitig beim Wasser- und Schifffahrtsamt (WSA) Berlin zu beantragen (vgl. /20/). Es wird davon ausgegangen, dass das Grundwasser nach der Reinigung in den Teltowkanal, Bundeswasserstraße der Wasserstraßenklasse IV mit Einschränkungen eingeleitet werden kann. Dies würde aufgrund der hohen prognostizierten Entnahmemenge, verglichen mit der Einleitung in die Kanalisation, eine erhebliche Kostenersparnis bedeuten.

Bei der Einleitung geförderten Wassers in ein oberirdisches Gewässer sollte stets eine Sedimentationsanlage eingesetzt werden. Gefördertes Grundwasser kann auch versickert werden. Bei der Wiederversickerung sind insbesondere Vorgaben zur Reichweitenbegrenzung, der Beeinflussung zwischen Versickerung und Absenkstelle sowie die gegenseitige Beeinflussung mehrerer gleichzeitig betriebener Wasserhaltungsmaßnahmen zu berücksichtigen.

Gemäß dem Merkblatt des SenUVK (s. /20/) ist das Grundwasser mit Beginn der Grundwasserabsenkung durch ein für Grundwasserbeprobungen und –analytik akkreditiertes Labor grundsätzlich auf folgende Parameter untersuchen zu lassen:

Färbung, Temperatur, pH-Wert, Leitfähigkeit, Ammonium, leicht freisetzbare Cyanide, DOC, Blei, Cadmium, Chrom gesamt, Kupfer, Nickel, Quecksilber, Zink, Arsen, LCKW mit VC (Einzelparameter), Eisen, PAK (nach EPA), BTEX, AOX, Nitrat, Sulfat, Chlorid, MKW, absetzbare Stoffe und abfiltrierbare Stoffe.

Neben der Feststellung der Grundwasserqualität dient die Analytik zur Entscheidung der Ableitungsart des geförderten Grundwassers. Die Senatsverwaltung prüft die physikalische, chemische und mikrobiologische Zusammensetzung des Wassers und entscheidet, in welchen Kanal (Schmutz-, Misch- oder Regenwasserkanalisation) eingeleitet werden darf. Bei einem konkreten Altlastenverdacht werden diese spezifischen, zusätzlichen Parameter in die Analytik mit einbezogen.

Zur Ableitung geförderten Wassers in ein Gewässer bzw. die Kanalisation dürfen die in Tab. 11 aufgelisteten Konzentrationen nicht überschritten werden. Zur Reinigung des Wassers kann eine GWRA mit Kies- und Wasseraktivkohlefiltern eingesetzt werden. Die Größe der Anlage richtet sich nach dem Durchsatz in m³/h.

Erfahrungsgemäß können sich noch Änderungen in den einzuhaltenden Grenzwerten durch die Genehmigung der zuständigen Behörde ergeben.

Tab. 11: Einleitgrenzwerte zur Ableitung geförderten Grundwassers (s. /20/)

Parameter	Einheit	Einleitung in die R-Kanalisation oder in ein Oberflächengewässer	unmittelbare Einleitung in das Grundwasser
pH-Wert	-	6,5 - 8,5	6,5 - 8,5
Leitfähigkeit	µS/cm	1.800	1800
Ammonium	mg/l	5,0	0,5
leicht freisetzb. Cyanid	µg/l	10,0	5,0
DOC	mg/l	10,0	10,0

Parameter	Einheit	Einleitung in die R-Kanalisation oder in ein Oberflächengewässer	unmittelbare Einleitung in das Grundwasser
Blei	µg/l	20,0	10,0
Cadmium	µg/l	5	0,5
Chrom gesamt	µg/l	50	10
Kupfer	µg/l	20	14
Nickel	µg/l	50	14
Quecksilber	µg/l	1	0,2
Zink	µg/l	500	58
Arsen	µg/l	20	10
Σ LCKW	µg/l	10	5
Vinylchlorid	µg/l	5,0	0,5
Eisen	mg/l	2,0	2,0
PAK (nach EPA)	µg/l	20	1
BTEX	µg/l	10	10
AOX	µg/l	25	25
Nitrat	mg/l	50	50
Sulfat	mg/l	400	240
Chlorid	mg/l	250	250
MKW	mg/l	1,0	0,1
Absetzbare Stoffe	ml/l	0,3	0,3
Abfiltrierbare Stoffe	mg/l	30	30

9. Grobkostenschätzung

Aufgrund der recht geringen Planungstiefe wurde eine Grobkostenschätzung durchgeführt. Für Unvorhergesehenes wurde ein Sicherheitszuschlag von 20 % auf die Nettosumme veranschlagt. Dieser kann nach der Ausführungsplanung auf 10 % gemäß Anweisung Bau (ABau) und DIN 276 gesenkt werden, ist bis dahin aber noch im Budget zu berücksichtigen.

Die Kostenschätzung beträgt nach aktuellem Stand (ohne Bau der Tiefgarage) inkl. 20 % Sicherheitszuschlag netto ca. 6.132.856 Euro. Für die Ausführung der Kampfmittelräumung, Rückbau, Entsorgung und Beseitigung der Altlasten sind netto ca. 2.951.515 Euro aufzuwenden, die Differenz von ca. 3.181.340 Euro netto stellen Sowieso-Kosten dar. Die kostenintensivste Position ist die Entsorgung der Abfälle (Pos. 1.2, Tab. 12), wobei mehrere Einzelpositionen der Position 1.2 den Sowieso-Kosten zuzurechnen sind.

Für den Bau der Tiefgarage werden ca. 2,055 Mio. Euro netto veranschlagt, zzgl. 411.000 Euro Sicherheitszuschlag. In der Grobkostenschätzung sind diese Kosten nicht enthalten. Eine Übersicht über die Positionen und Kosten enthält Tab. 12, Einzelheiten sind der Anlage 9 zu entnehmen.

Tab. 12: Grobkostenschätzung zu Altlastenbeseitigung, Kampfmittelräumung und Grundwasserhaltung/-reinigung auf dem ehemaligen Kohlebahnhof Adlershof in der Kurzfassung

OZ	Kurztext	Kostenprognose			
		Menge	Einh.	EP	GP
1.	Altlasten				
1. 1.	Rückbau				130.035,00 €
1. 2.	Entsorgung/Verwertung				2.571.608,00 €
1. 3.	Untersuchung Abfalldeklaration				105.475,00 €
1. 4.	Lieferung und Einbau von Z0-Material				19.000,00 €
1. 5.	Entsorgungsdokumentation				4.800,00 €
	Zwischensumme Altlasten			Netto:	2.830.918,00 €
				19% MwSt	537.874,42 €
				Brutto	3.368.792,42 €
2.	Kampfmittelräumung				
2. 1.	Räumstelleneinrichtung				196.000,00 €
2. 2.	Besondere Baustelleneinrichtung für Arbeiten in kontaminierten Bereichen				13.780,00 €
2. 3.	Vorbereitung der Räumfläche				26.543,60 €
2. 4.	Volumenräumung/Flächenabtrag				383.267,00 €
2. 5.	Sohlsondierung und -räumung				68.112,80 €
2. 6.	Sonstige Maßnahmen KMR				171.360,00 €
2. 7.	Dokumentation der KMR				2.200,00 €
2. 8.	Vermessung				5.138,31 €
	Zwischensumme Kampfmittelräumung			Netto:	866.401,71 €
				19% MwSt	164.616,32 €
				Brutto	1.031.018,03 €
3.	Grundwasser - BVG Bauausführung und kontaminationsbedingte Kosten				
3. 1.	Herstellen Verbau für Tiefbau mit Bauwasserhaltung				466.620,00 €
3. 2.	Bauwasserhaltung Tiefbau				447.968,00 €
3. 3.	Reinigung des Wassers aus der Bauwasserhaltung vor Ableitung				373.060,69 €
3. 4.	Herstellen eines Oberflächenfeinplanums mit Verdichtung				125.744,96 €
	Zwischensumme Grundwasser			Netto:	1.413.393,65 €
				19% MwSt	268.544,79 €
				Brutto	1.681.938,44 €
<p>Hinweise blau</p> <p>Sicherheitszuschlag 20 % für Unvorhergesehenes auf die Kosten auf Grund der bisherigen Planungstiefe. Kann nach der Ausführungsplanung auf 10% gemäß A Bau und DIN 276 gesenkt werden.</p>					
Gesamtkosten Baufeldvorbereitung		Netto	Brutto		
Summe Kosten		5.110.713,36 €	6.081.748,90 €		
20% Unvorhersehbares		1.022.142,67 €	1.216.349,78 €		
Gesamtkosten		6.132.856,03 €	7.298.098,68 €		
davon					
Sowiesokosten		2.651.117,56 €	3.154.829,90 €		
20% Unvorhersehbares		530.223,51 €	630.965,98 €		
Summe Sowiesokosten		3.181.341,07 €	3.785.795,88 €		
KMR und Beseitigung schädlicher Bodenverunreinigungen		2.459.595,80 €	2.926.919,00 €		
20% Unvorhersehbares		491.919,16 €	585.383,80 €		
Summe KMR und schädliche Bodenverunreinigungen		2.951.514,96 €	3.512.302,80 €		

10. Zusammenfassung und Ausblick

Gegenstand der Planung ist eine ca. 6,5 ha große Industriebrache im Berliner Bezirk Treptow-Köpenick, OT Adlershof, Gemarkung Kanne, Flur 2. Die Fläche wurde von 1894 bis 1959 als Güter- und Rangierbahnhof Berlin-Adlershof genutzt. Eigentümer waren Fritz Wagener und die Benzolvertrieb Berlin G.m.b.H. Von ca. 1950 bis 1990 gehörte das Gelände der Deutschen Reichsbahn. Das Gelände wurde erst durch die Deutsche Reichsbahn und später auch bereichsweise durch die NVA als Kohlebahnhof bzw. Umschlagplatz für Kohle und Baustoffe genutzt. Hierfür wurden mehrere Ladestraßen aus Beton angelegt. Etwa von 1990 bis 2008 war die Holding AG Flächeneigentümer, Nutzer die Deutsche Bahn Immobilien GmbH. Von Ende 2008 bis 2014 war die Solarfirma Solon AG Eigentümer zweier Teilflächen, die sie von der DB-Immobilien GmbH erwarb. Sie errichtete ein kleines Solarfeld auf der Liegenschaft. Da die Firma im Jahr 2014 jedoch Insolvenz anmeldete, übernahm die Fläche die Adlershof Projekt GmbH, ein Entwicklungsträger als Treuhänder des Landes Berlin. Die BVG beabsichtigt den Erwerb von ca. 51.604 m² Fläche von der Adlershof Projekt GmbH und nach Besitzübergang die Baufeldsanierung zur Errichtung eines Straßenbahnbetriebshofes mit modernen Terminals mit langjähriger modularer Nutzung für Technik und Verwaltung.

Im nordwestlichen Teil der Ladestraße I befand sich bis ca. 1990 eine zwischenzeitlich komplett rückgebaute Kesselumfüllstation der ehemaligen NVA und Sowjetarmee für Stoffe wie Benzin, Dieselkraftstoff, Mineralöladditive, Öle und Laugen (vorwiegend Magnesiumchlorid). Der Betrieb erfolgte ungenehmigt und unzureichend gesichert, der Boden war überwiegend unversiegelt. Hier soll sich nach Unterlagen der Magistratsverwaltung, Referat Geologie, 1975 eine Havarie (Tankerunfall) ereignet haben, über deren qualitativen und quantitativen Umfang keine Angaben mehr existieren. In Untersuchungen wurde festgestellt, dass die Kontamination mit den Stoffen BTEX, MKW und PAK räumlich deutlich auf einen Bereich eingrenzbar ist. Sie wird unter der Nummer „Kontaminationsfläche KF 1005-004“ bzw. „Ladestraße I“ geführt. Im Jahr 2017 erfolgte nach ausführlichen mehrjährigen Planungen und Untersuchungen sowie einer Machbarkeitsstudie im Auftrag der Deutschen Bahn Netz AG eine Schadstoffsanierungsmaßnahme (Boden-Quellherdsanierung), im Zuge dessen der Boden ausgetauscht und das Grundwasser gereinigt wurde. Das seit 2007 alle sechs Monate durchgeführte GW-Monitoring soll bis ca. 2021 fortgeführt werden. Seit Abschluss der Sanierung in 2017 kann der Sanierungsbereich nach Einschätzung des Gutachterbüros PRO UMWELT ohne wesentliche Einschränkung gewerblich genutzt werden. Im Grundwasser und im Bereich der Kontaminationsfläche ist jedoch trotz der Maßnahme auch langfristig noch mit erhöhten Schadstoffkonzentrationen zu rechnen, da die Kohlenwasserstoffe nur langsam abgebaut werden und die Fahne auf dem Grundwasser ortsstabil ist.

Bedingt durch die historische Nutzung des Geländes und den baulichen Altlasten (Bauschutt, Schotter) befindet sich der größte Teil des Grundstücks seit 1993 als Altlastenverdachtsfläche "7680+" im Bodenbelastungskataster Berlin wieder. Bei zukünftigen Baumaßnahmen wird stellenweise Bodenaushub anfallen, der nicht wiederverwertet werden kann, sondern einer Entsorgung zuzuführen ist. Zur Baufeldfreimachung muss die in Resten noch vorhandene Altbebauung bzw. Versiegelung aus der Zeit des Kohlebahnhofes rückgebaut werden. Auch die in der jüngeren Vergangenheit angelegte Schotterstraße im Süden, die Beton-RC-Fläche im mittleren und nördlichen Bereich und die Fundamente der Solaranlagen müssen entfernt werden. Es ist davon auszugehen, dass verschiedene Abfälle (z.B. Schotter, Bodenmaterial) als gefährlicher Abfall gemäß LAGA zu entsorgen sind.

In einer umfangreichen Maßnahme wurde im Jahr 2009 durch die Fa. Eurovia Beton GmbH im Auftrag der Solon AG die Betonversiegelung einschließlich einer Tiefenenttrümmerung bis in maximal 2,5 m u. GOK auf einer großen Fläche des Grundstücks entfernt. Der Beton wurde vor Ort gebrochen und die Fraktion 6-45 mm als RC-Schicht im Gelände ausgebracht. Ausgespart von der Maßnahme wurde der gesamte nördliche und nordwestliche Bereich, in dem sich auch die Kontaminationsfläche "KF 1005-004" befindet. Daher sind in diesem Bereich noch heute die alten Betonstraßen, Gleisschotter und Reste einer Altbebauung zu finden.

Der Untergrund besteht natürlicherweise vorwiegend aus glazifluviatilen Ablagerungen (Sande und Kiese), die Mächtigkeiten bis ca. 50 m erreichen. Durch die mehrfache Bebauung und Tiefenenttrümmerung der Fläche ist in den oberen Bodenschichten (bis ca. 2,5 m u. GOK) mit Auffüllungen zu rechnen. Im Februar und Juni 2018 durchgeführte Baggerschürfe zeigten, dass sich noch Reste alter Leitungen, Beton, Bauschutt und in geringem Umfang Metallschrott im Boden befinden. Der Grundwasserflurabstand beträgt im Bereich des Grundstücks ca. 2,20-3,33 m, der Grundwasserspiegel liegt bei 32,06-32,47 m NN. Die großräumige Hauptfließrichtung des Grundwassers ist Nordwest. Fließgeschwindigkeit und -gefälle sind gering.

Das Gebiet wurde im zweiten Weltkrieg massiv bombardiert. Luftbilder zwischen 1943 und 1953 zeigen diverse Bombentrichter, Erdlöcher unbekannter Herkunft, Erdunker und Flakstellungen, sodass für das gesamte Grundstück ein Kampfmittelverdacht gilt. Grundsätzlich ist auf der gesamten Fläche durch die starke Bombardierung aus der Luft 1945 und den Flakstellungen zur Zeit des zweiten Weltkrieges in unterschiedlicher Tiefe mit Kampfmitteln zu rechnen. Eine im Februar 2018 durchgeführte Gradiometermessung von 5.334 m² Fläche zeigte, dass der Untergrund viele Anomalien aufweist. Dies deutet auf Auffüllungen und eine unzureichende Tiefenenttrümmerung der Fläche hin. Der Bauschutt- und Eisenanteil im Aushub sowie die Sondierung der Sohlen und Randbereiche der Schürfe mit einer Fe-Sonde zeigten, dass eine punktuelle bodeneingreifende Kampfmittlräumung der Fläche aufgrund der hohen Störkörperdichte nicht zielführend ist.

Als Verfahren der KMR wird ein Abtrag von Boden und sonstigen Stoffen (Volumenräumung/Separation) bis zur notwendigen Tiefe (gemäß A-9.4.7 der Arbeitshilfen Kampfmittlräumung) empfohlen. Hierfür wird das Bodenmaterial lagenweise abgetragen, auf Störkörper durchsucht, seitlich abgelegt und nach Freigabe wieder lagenweise unverdichtet eingebaut. Je nach Räumziel ist somit eine Separierung der Fremdstoffe einschließlich der Kampfmittel möglich und eine uneingeschränkte (Räumung nach Stand der Technik) oder eingeschränkte (bis zu einer definierten Tiefe) Kampfmittelfreigabe möglich. Ziel der Kampfmittlräumung auf dem ehemaligen Kohlebahnhof ist die uneingeschränkte Freigabe der gesamten Fläche. Aufgrund der örtlichen Gegebenheiten und der Nachnutzung sind zum Erreichen dieses Ziels unterschiedliche Räumtiefen nötig.

Wenngleich Tiefbau, Gründung, Bauwasserhaltung und Grundwasserreinigung erst nach der Baufeldfreimachung einschl. Herstellung der Kampfmittelfreiheit notwendig werden, finden sich die aufzuwendenden Kosten und textlichen Ausführungen in diesem Bericht wieder.

Zur Bauwasserhaltung im Bereich des Werkstattgebäudes, des Wasserspeichers (bzw. ggf. weiterer Speicherbecken) und der Tiefgarage, deren Bau jedoch wieder verworfen wurde, sind Bohrlochsondierungen zur Pfahlgründung und zum Bau der Spundwände geplant.

Als Tiefe der Baugruben sind inkl. Fundamentkonstruktionen ca. 2,4 m für die Werkstatt, ca. 5,0 m für den Wasserspeicher und ca. 9,0 m für die Tiefgarage geplant. Die Aushubvolumen liegen für die Werkstatt bei ca. 15.000 m³, für den Wasserspeicher bei ca. 21.500 m³ und für die Tiefgarage bei ca. 2.700 m³. Für jedes Gebäude wurden in Abhängigkeit der Baugrubentiefe unterschiedliche Reichweiten der Grundwasser-Absenktrichter und Entnahmeraten zur Trockenlegung der Baugruben berechnet (vgl. Kap. 8).

Die überschlägig berechneten Entnahmeraten im Kohlebahnhof liegen bei einer kontinuierlichen Entnahmerate von 80 m³/h und einer Dauer von 1 Jahr – es wurde eine Bauzeit für Werkhalle, Wasserspeicher und ggf. Tiefgarage von 1 Jahr angenommen – insgesamt bei ca. 700.000 m³ für die Werkhalle und den Wasserspeicher. Für den Bau der Tiefgarage wurden überschlägig 170 m³/h und demnach ca. 1.489.200 m³ im Jahr berechnet. Bei geplanten Fördervolumina zwischen 100.000 m³ und 10 Mio. m³ ist die zusätzliche Durchführung einer „Allgemeinen Vorprüfung des Einzelfalls nach § 3 UVPG“ (UVP-Vorprüfung) durchzuführen.

Die überschlägig ermittelten Reichweiten und Entnahmeraten müssen durch weitere hydrogeologische Messungen und Berechnungen (u.a. Durchlässigkeitsbeiwert des Bodens) verifiziert werden. Dies ist auch vor dem Hintergrund bedeutend, dass sich in der unmittelbaren Umgebung des Grundstücks – insbesondere in östlicher und südwestlicher Richtung – teils hohe Schadstoffbelastungen mit BTEX, MKW, PAK, LCKW, Monochlorbenzol, Arsen, Phthalaten und Pestiziden im Grundwasser befinden. Die Phthalate schwimmen auf dem Grundwasser östlich des Grundstücks auf. Daten wurden bei der Senatsverwaltung für Umwelt, Verkehr und Klimaschutz in einer qualifizierten umweltrechtlichen Information nach dem Umweltinformationsgesetz eingeholt und Ende Juni 2018 übergeben. Insbesondere die Konzentrationen an BTEX überstiegen östlich und südwestlich des Grundstücks den Schadenswert der Berliner Liste (2005). Eine Auswertung ist Kap. 5.5 zu entnehmen. Je nach Fördermenge und Zeitraum einer beabsichtigten Grundwasserabsenkung ist ggfs. eine Verfrachtung von Schadstoffen mit dem Grundwasser möglich.

Aufgrund der weiterhin vorhandenen Restbelastung mit BTEX, MKW und PAK in Boden bzw. Grundwasser im Bereich der "KF 1005-004" ist beim Bau der baulichen Anlagen, die im Grundwassereinflussbereich stattfinden und daher einer Bauwasserhaltung bedürfen, von dem Betrieb einer Grundwasserreinigungsanlage auszugehen.

Insgesamt empfiehlt sich aufgrund der Nutzungshistorie des Grundstücks sowie der Schadstoffbelastungen in der unmittelbaren Umgebung eine grundwasserschonende Neubebauung des Grundstücks. Konkretere Aussagen können erst bei einer Konkretisierung der Planung (Entwurfs-, Genehmigungsplanung) erfolgen.



Anlage 4.4

Dokumentation zur Erkundungsbohrung und zu in situ-Messungen

Dokumentation **zur Erkundungsbohrung und zu in situ-Messungen** **für eine geplante geothermische Nutzung des Untergrundes** **mittels Erdwärmesonden**

BAUVORHABEN:

Betriebshof der BVG
Köpenicker Straße
12489 Berlin (Adlershof)

AUFTRAGGEBER:

GuD Planungsgesellschaft für Ingenieurbau mbH
Wilhelm-Kabus-Straße 9
10829 Berlin

AUFTRAGNEHMER:

HSW Ingenieurbüro
Gesellschaft für Energie und Umwelt mbH

Gerhart-Hauptmann-Straße 19, 18055 Rostock
Telefon: 0381 25 28 98 10
E-Mail: info@hsw-rostock.de

BEARBEITER:

Dipl.-Ing. Jens-Uwe Kühl
Dipl.-Ing. Björn Oldorf

HSW-PROJEKTNUMMER:

2019/11/166

ERSTELLT:

03.01.2020, Revision vom 15.01.2020

www.response-test.de



DIN EN ISO/IEC 17025:2005

u.a. Durchführung und Auswertung von Geothermal Response Tests

Inhaltsverzeichnis

1	Anlass.....	2
2	Wasserrechtliche Erlaubnis/behördliche Zustimmung.....	2
3	Kampfmittelfreimessung	3
4	Herstellung der Test-Erdwärmesonde.....	3
4.1	Allgemeines.....	3
4.2	Bohrausführung, Geologie und Herstellung der Test-EWS.....	3
4.3	Thermophysikalische Bewertung der erbohrten geologischen Schichten	4
5	Allgemeines zum Geothermal Response Test (GRT)	5
6	Temperatur-Profilmessung, GRT-Durchführung und -Auswertung	6
6.1	Messung der ungestörten Untergrundtemperatur.....	6
6.2	Übersicht zur GRT-Durchführung	8
6.3	Umwälzphase	9
6.4	Wärmeeinspeisung.....	9
6.5	Auswertung	10
6.6	Ergebnisse der GRT-Auswertung	12
6.7	Fehlerabschätzung	12
6.8	schrittweise Auswertung der GRT-Messungen	13
6.9	Temperatur-Profilmessung nach dem GRT	13
7	Zusammenfassung und Ergebnisinterpretation	15

Abbildungsverzeichnis:

Abbildung 1:	ungefährer Standort des Bohrpunktes (Quelle: GeoPortal Berlin, DOP20RGB).	4
Abbildung 2:	Temperatur-Teufen-Verlauf der Temperaturmessung	7
Abbildung 3:	Tiefenbezogener Temperaturgradient ($\Delta T/\Delta z$).....	7
Abbildung 4:	prinzipieller Aufbau der GRT-Messung (Quelle: H.S.W. GmbH)	8
Abbildung 5:	Umwälzphase, Messung der Fluidtemperatur vor GRT-Beginn	9
Abbildung 6:	Temperaturverläufe und Heizleistung während der Wärmeeinspeisung	10
Abbildung 7:	Verlauf der Fluidtemperatur in der stationären Betriebsphase	11
Abbildung 8:	mittlere Fluidtemperatur und „fitting curve“	11
Abbildung 9:	Abweichung der Messwerte von der „fitting curve“	12
Abbildung 10:	Schrittweise Auswertung (konventionelle Methode).....	13
Abbildung 11:	Temperatur-Tiefen-Profile vor und nach dem GRT sowie Bohrprofil	14

Anlagenverzeichnis:

Anlage 1:	Wasserbehördliche Erlaubnis vom 27.08.2019
Anlage 2.1:	Protokoll über die Räumung kampfmittelbelasteter Flächen
Anlage 2.2:	Übersichtskarte zum Protokoll über die Räumung kampfmittelbelasteter Flächen
Anlage 3:	Dokumentation des Bohrbetriebes GEOTHERMICS GmbH
Anlage 4:	Bohrprofil der Erkundungsbohrung nach geophysikalischer Bohrlochmessung

1 Anlass

Am Standort Köpenicker Straße 1 in 12489 Berlin (Adlershof) ist eine Umnutzung des ehemaligen Kohlebahnhofs zu einem Betriebshof der Berliner Verkehrsbetriebe (BVG) vorgesehen.

Für die Neubaumaßnahme soll ein modernes und umweltfreundliches Energieversorgungskonzept, welches u.a. auf den Einsatz energieeffizienter Technologien und regenerativer Energien basiert, umgesetzt werden. Maßgeblicher Bestandteil des gegenwärtig avisierten Versorgungskonzeptes ist die Nutzung oberflächennaher Geothermie zur winterlichen Heizwärmeversorgung und sommerlichen Gebäudekühlung.

Die Grundlagenmittlung zur Nutzung der oberflächennahen Geothermie mit der Prüfung der Machbarkeit und der Ausweisung möglicher Bedarfsdeckungsanteile erfolgte im März 2019 (Bericht der H.S.W. GmbH vom 27.03.2019). Als geothermisches Quellensystem wurden Erdwärmesonden mit einer genehmigungsrechtlich vorgegebenen Maximaltiefe von 80 m favorisiert.

Aufgrund des Vorhabenumfanges ist eine Vorerkundung des Standortgeologie sowie der Nachweis der thermophysikalischen Eigenschaften des Untergrundes zur aufbauenden bzw. begleitenden Planung erforderlich und wird auch im Rahmen des wasserrechtlichen Erlaubnisverfahrens bei Erdwärmeanlagen mit mehr als 30 kW Heiz-/Kühlleistung behördlich beauftragt.

Die H.S.W. GmbH wurde durch die GuD Planungsgesellschaft für Ingenieurbau mbH u.a. mit nachfolgenden Leistungen beauftragt, die im vorliegenden Bericht dokumentiert sind:

- Antragstellung der nachfolgend aufgeführten Vorerkundungsmaßnahmen bei der Wasserbehörde der Senatsverwaltung für Umwelt, Verkehr und Klimaschutz.
- Voruntersuchungen zur Kampfmittelfreiheit am Erkundungsstandort.
- Durchführung einer Erkundungsbohrung bis zu einer Tiefe von 80 m zur Aufnahme der standortspezifischen geologischen Schichten und Feststellung möglicher geologischer bzw. bohrtechnischer Risiken.
- Geophysikalische Bohrlochmessung im offenen Bohrloch.
- Ausbau der Bohrung mit einer Test-Erdwärmesonde (PE-RC, Doppel-U, Durchmesser 32 mm, SDR 11), welche nachträglich als nutzbare Produktionssonde zur Verfügung steht.
- Temperatur-Tiefen-Messungen in der Test-Erdwärmesonde zum Nachweis der ungestörten Untergrundtemperatur und ggf. zur Ableitung grundwasserdynamischer Einflüsse.
- Durchführung eines Geothermal Response Tests (GRT) zur Ermittlung der effektiven Wärmeleitfähigkeit der anstehenden geologischen Schichten am Messstandort und des thermischen Bohrlochwiderstandes der Test-Erdwärmesonde.
- Sicherung der Test-Erdwärmesonde.

2 Wasserrechtliche Erlaubnis/behördliche Zustimmung

Die Installation und der Betrieb von Erdwärmeanlagen für eine geothermische Nutzung des Untergrundes unterliegen nach dem Wasserrecht (§ 8 des Wasserhaushaltsgesetzes) grundsätzlich der Erlaubnispflicht. Daher war vor dem geplanten Vorhaben die zuständige Wasserbehörde der Senatsverwaltung für Umwelt, Verkehr und Klimaschutz zu beteiligen.

Die Vorerkundungsmaßnahmen wurden durch die H.S.W. GmbH beantragt (Posteingangsdatum: 19.06.2019). Der Bescheidentwurf ging am 02.08.2019, die wasserbehördliche Erlaubnis mit dem Aktenzeichen II D 301 - 6793/07.07-00369 am 30.08.2019 bei der H.S.W. GmbH postalisch ein. Die Erlaubnis ist dem Bericht als Anlage 1 beigefügt.

Die Beantragung der wasserrechtlichen Erlaubnis für die Gesamtmaßnahme ist im Zuge der Genehmigungsplanung durch den Bauherrn zu veranlassen.

3 Kampfmittelfreimessung

Aufgrund der Einstufung des Bauareals als Kampfmittelverdachtsfläche war eine Freimessung des Bohrpunktes durch einen zugelassenen Kampfmittelräumdienst erforderlich. Die HM Kampfmittelbergung GmbH hat die entsprechenden Arbeiten am 08.11.2019 vorgenommen und dokumentiert (siehe auch Anlage 2).

4 Herstellung der Test-Erdwärmesonde

4.1 Allgemeines

Bei der Planung von mittelgroßen bis großen Anlagen zur Nutzung von Erdwärme sollte die entsprechende Erkundung, Untersuchung und Beschreibung des Untergrundes Bestandteil der Vorplanung sein, um ggf. vorhandene Baugrundrisiken (bohrtechnische und geologische Risiken, ggf. aber auch Altlasten) zu erkennen und in den fortführenden Planungen zu berücksichtigen. Das durch den Bauherrn zu vertretende Baugrundrisiko kann durch einen punktuellen Bohraufschluss zwar nicht ausgeschlossen, aber deutlich minimiert werden.

4.2 Bohrausführung, Geologie und Herstellung der Test-EWS

Die Erkundungsbohrung sowie die Herstellung der Test-Erdwärmesonde erfolgten durch das von der H.S.W. GmbH beauftragte Fachbohrunternehmen GEOTHERMICS Mainka Erdwärme & Brunnenbau GmbH.

Die formelle Bohranzeige erfolgte durch den Bohrbetrieb per E-Mail und Fax am 19.11.2019 (zuletzt aktualisiert am 21.11.2019).

Die im Spülbohrverfahren hergestellte Bohrung wurde im Zeitraum vom 02.12. bis zum 03.12.2019 durchgeführt (Standort gemäß Abbildung 1). Die Bohrendtiefe betrug 80 m bei einem Bohrdurchmesser von 160 mm. Bis zu einer Tiefe von 8 m wurde die Bohrung verrohrt ausgeführt (Durchmesser der Schutzverrohrung 178 mm).

Die mittels direktem Spülbohrverfahren erbohrten geologischen Schichten wurden durch den Bohreräteführer angesprochen und dokumentiert. Des Weiteren erfolgte eine geophysikalische Bohrlochmessung im offenen Bohrloch durch die Bohrlochmessung Storkow GmbH, auf dessen Basis das Bohrprofil verifiziert bzw. teilweise korrigiert wurde.

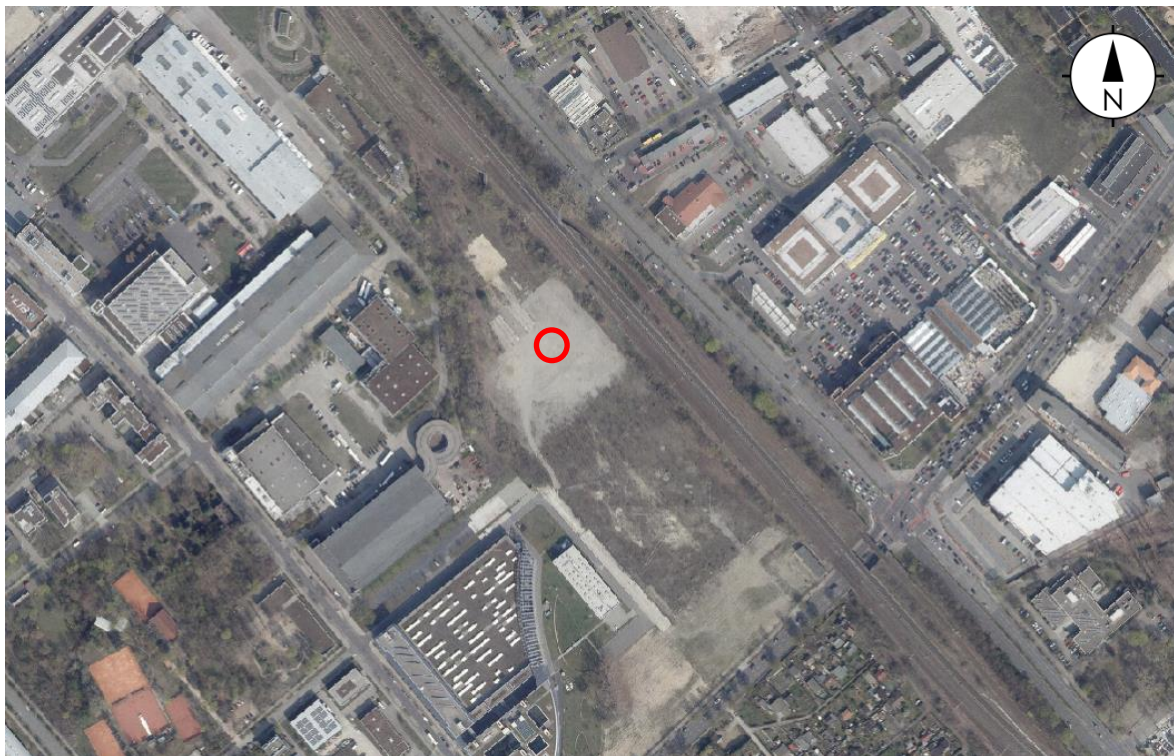


Abbildung 1: ungefährer Standort des Bohrpunktes (Quelle: GeoPortal Berlin, DOP20RGB)

Die Standortgeologie wird unter einer ca. 5 m mächtigen Auffüllung vorherrschend von Fein- und Mittelsanden dominiert, die lokal eine schluffige aber auch eine grobsandige und kiesige Fazies aufwiesen. Mit nur geringen Mächtigkeiten wurden Geschiebemergel (8 m bis 9 m unter GOK) und Schluff (zwischen 24,0 m und 25,2 m sowie zwischen 62,5 m bis 62,8 m unter GOK) nachgewiesen. Der geologische Schichtenaufbau ist ebenfalls der Anlage 4 zu entnehmen.

Insgesamt stellte sich die angetroffene Geologie als gut bohrbar dar. Im Zuge der Bohrung kam es zu keinen Problemen.

Der Ausbau der Bohrung erfolgte am 03.12.2019 mit einer werksgefertigten Doppel-U-Erdwärmesonde (Material: PE100-RC, Typ: GEROtherm, Hersteller: HakaGerodur) bei einem Einzrohrdurchmesser von 32 x 3 mm (Außendurchmesser x Wandstärke). Die dokumentierte Einbautiefe der Erdwärmesonde beträgt 78,5 m. Zur Verfüllung des Bohrlochringraumes wurde das thermisch verbesserte Produkt Calidutherm Öko des Herstellers Terra Calidus GmbH verwendet. Die Dokumentation des Bohrunternehmens zu den erfolgten Arbeiten ist als Anlage 3 beigefügt.

4.3 Thermophysikalische Bewertung der erbohrten geologischen Schichten

Die prozentualen Anteile der erbohrten Substrate stellen sich bis zur Erschließungstiefe der Erdwärmesonde dem Anteil nach zunehmend wie folgt dar:

- ca. 1 % Geschiebemergel
- ca. 2 % Schluff
- ca. 97 % Fein- bis Mittelsand; teils schluffig, teils grobsandig bzw. kiesig

Die geologischen Einheiten können aufgrund der gesteinsphysikalischen Eigenschaften sowie variierender Wassergehalte erhebliche Unterschiede in der Wärmeleitfähigkeit aufweisen. Des Weiteren können regionale Unterschiede der scheinbaren bzw. effektiven Wärmeleitfähigkeit infolge eines zusätzlich lateralen Wärmetransportes durch das Grundwasser auftreten. Der Grundwasserstand wurde aufgrund des verwendeten Spülbohrverfahrens nicht dokumentiert. Gemäß der geologischen Vorrecherche liegt der freie Grundwasserspiegel bei ca. 2 bis 3 m unter GOK.

In der VDI-Richtlinie 4640 sowie in der Datenbank der Geosoftware Earth Energy Designer werden für die einzelnen Substrate entsprechende Wärmeleitfähigkeiten und volumenbezogene spezifische Wärmekapazitäten beispielhaft angegeben, u.a. für:

	Wärmeleitfähigkeit	spezifische Wärmekapazität
- Kies (wassergesättigt)	1,6 - 2,5 W/(m·K)	2,2 - 2,6 MJ/(m ³ ·K)
- Schluff (wassergesättigt)	1,1 - 3,1 W/(m·K)	2,0 - 2,8 MJ/(m ³ ·K)
- Geschiebelehm/-mergel	1,1 - 2,9 W/(m·K)	1,5 - 2,5 MJ/(m ³ ·K)
- Sand (wassergesättigt)	2,0 - 3,0 W/(m·K)	2,2 - 2,8 MJ/(m ³ ·K)

Je nach Anteil, Zusammensetzung und Wassergehalt der Schichten kann die Wärmeleitfähigkeit bzw. die spezifische Wärmekapazität variieren.

5 Allgemeines zum Geothermal Response Test (GRT)

Für die Planung und Leistungsberechnung - insbesondere von mittleren bis großen Anlagen zur Nutzung der oberflächennahen Geothermie - sind möglichst exakte Kenntnisse über die thermophysikalischen Eigenschaften des Untergrundes erforderlich. Im Allgemeinen kann nach Durchführung eines GRT auf Sicherheitszuschläge der konventionellen Bemessung nach Literaturwerten verzichtet werden. Zudem ermöglicht der Geothermal Response Test eine Absicherung der in der Vorplanung angesetzten Rechenwerte. Mittels GRT ist eine in-situ-Bestimmung entscheidender Parameter zur optimalen Bemessung der Erdwärmeanlage möglich.

Der Vorteil eines GRT im Vergleich zu Laboruntersuchungen an Bodenproben ist, dass die Messung bei quasi ungestörten Untergrundverhältnissen über die gesamte Erdwärmesondenlänge durchgeführt wird und thermische Einflüsse der Bohrlochverfüllung, die technische Qualität der Erdwärmesonde bzw. des Sondereinbaus sowie eine ggf. vorhandene Grundwasserströmung mit in die Messung eingehen. Die Test-Erdwärmesonde steht nach Beendigung des GRT für eine uneingeschränkte Nachnutzung zur Verfügung.

Im Zuge der Auswertung des Geothermal Response Tests werden die Parameter

- **ungestörte Erdreichtemperatur T_u**
- **lokale effektive Wärmeleitfähigkeit λ_{eff} und**
- **ausbauspezifischer thermischer Bohrlochwiderstand R_b bestimmt.**

Die **ungestörte Untergrundtemperatur** hat entscheidenden Einfluss auf das Potential bzw. die Betriebscharakteristik der geothermischen Gesamtanlage. Sie definiert im Rahmen der Erdwärmesondensimulation den Ausgangswert für betriebsrelevante und i.d.R. wasserrechtlich definierte zulässige Temperaturveränderungen.

Die **Wärmeleitfähigkeit** [$W/(m \cdot K)$] beschreibt das Wärmetransportvermögen mittels Wärmeleitung (Konduktion) im Untergrund. Sie wird im Wesentlichen vom anstehenden Gestein und dessen Wassersättigung bestimmt. Kann sich Grundwasser frei bewegen oder sind wasserführende Klüfte vorhanden, so ist zusätzlich ein lateraler Wärmetransport gegeben. Die „effektive“ Wärmeleitfähigkeit berücksichtigt sowohl den konduktiven als auch den lateralen Wärmetransport.

Der **thermische Bohrlochwiderstand** [$K/(W/m)$] ist ein Maß für die Temperaturdifferenz, die infolge des Wärmestroms vom Gebirge zum Wärmeträgerfluid in der Sonde bzw. umgekehrt entsteht. Der thermische Bohrlochwiderstand setzt sich üblicherweise aus den thermischen Materialwiderständen des Verfüllmaterials und des Rohrmaterials sowie aus dem thermischen Übergangswiderstand von den Sondenrohren zum zirkulierenden Wärmeträgerfluid zusammen. Weiteren Einfluss auf den Bohrlochwiderstand haben die Sondentiefe, die Eigenschaften des verwendeten Wärmeträgerfluids sowie der Sole-Volumenstrom in den Wärmeübertragerrohren. Der thermische Bohrlochwiderstand R_b verhält sich umgekehrt proportional zur Wärmeleitfähigkeit, d.h. je höher die Wärmeleitfähigkeit der Bohrlochinstallation (Verfüllung, Sondenmaterial), desto kleiner ist der Wärmewiderstand. Der mittels Geothermal Response Test gemessene thermische Bohrlochwiderstand R_b beschreibt somit die thermische Qualität der Installation einer Erdwärmesonde.

6 Temperatur-Profilmessung, GRT-Durchführung und -Auswertung

6.1 Messung der ungestörten Untergrundtemperatur

Zur Bestimmung der mittleren ungestörten Gebirgstemperatur wurde am 10.12.2019 - nach einer Stand-/Ruhezeit der Erdwärmesonde von 7 Tagen - in der Test-Erdwärmesonde eine meterweise Temperatur-Profilmessung mit einem werkskalibrierten (kabelgebundenen) Temperaturlichtlot (Hydrotechnik GmbH, Typ 110) durchgeführt. Die Einführung des Lichtlotes in die Sonde war bis zu einer Tiefe von 78,5 m möglich.

Im Ergebnis der dokumentierten Temperatur-Profilmessung stellte sich ein Temperatur-Teufenverlauf gemäß der Abbildung 2 dar. Den tiefenbezogenen Gradienten des gesamten Profils (Auflösung: alle 5 m) zeigt Abbildung 3 (jeweils Seite 7).

Von der Erdoberfläche bis ca. 20 m unter Gelände ist der Temperaturverlauf allgemein durch saisonale Umwelteinflüsse („Solarspeicherzone“, hier: Wirkung klimatischer Randbedingungen, Strahlung, Niederschlag aber auch ggf. auch Grundwasserschwankungen) gekennzeichnet. Im Zuge der Messung ist von 7 m bis 37 m unter GOK eine Absenkung der Untergrundtemperatur nachgewiesen worden. Dieser Wärmestrom von der Erdoberfläche zur Tiefe hin ist häufig in zentralstädtischen Lagen mit langjähriger Besiedlung und hohem Anteil versiegelter Flächen zu beobachten. Zudem ist vermutlich auch die Klimaveränderung mit einer langjährigen Erhöhung der Lufttemperatur mitverantwortlich für diesen Temperaturverlauf. Der Tiefenbereich bis 37 m ist somit ebenfalls der „Solarspeicherzone“ mit anthropogenen/klimatischen Einflüssen zuzuordnen.

Von 37 m bis zur Messtiefe in 68 m ist keine signifikante Änderung der Temperatur mit eindeutigen Tendenzen ersichtlich. Dies kennzeichnet den „Geosolaren Bereich“ mit nahezu konstanter Untergrundtemperatur bzw. nur geringen Temperaturveränderungen. Die Untergrundtemperatur liegt hier zwischen 11,4 und 11,6 °C.

Eine Zunahme der Gebirgstemperatur (Terrestrische Zone) ist von 68 m bis zur Messendtiefe nur im geringen Maße bis auf maximal 11,9 °C ersichtlich und wird erst in größerem Tiefenbereich mit einem deutlicheren Anstieg erwartet.

Aus der durchgeführten Temperaturmessung von 0 bis 78,5 m Tiefe wurde eine momentane mittlere Gebirgstemperatur von 11,8 °C rechnerisch ermittelt.

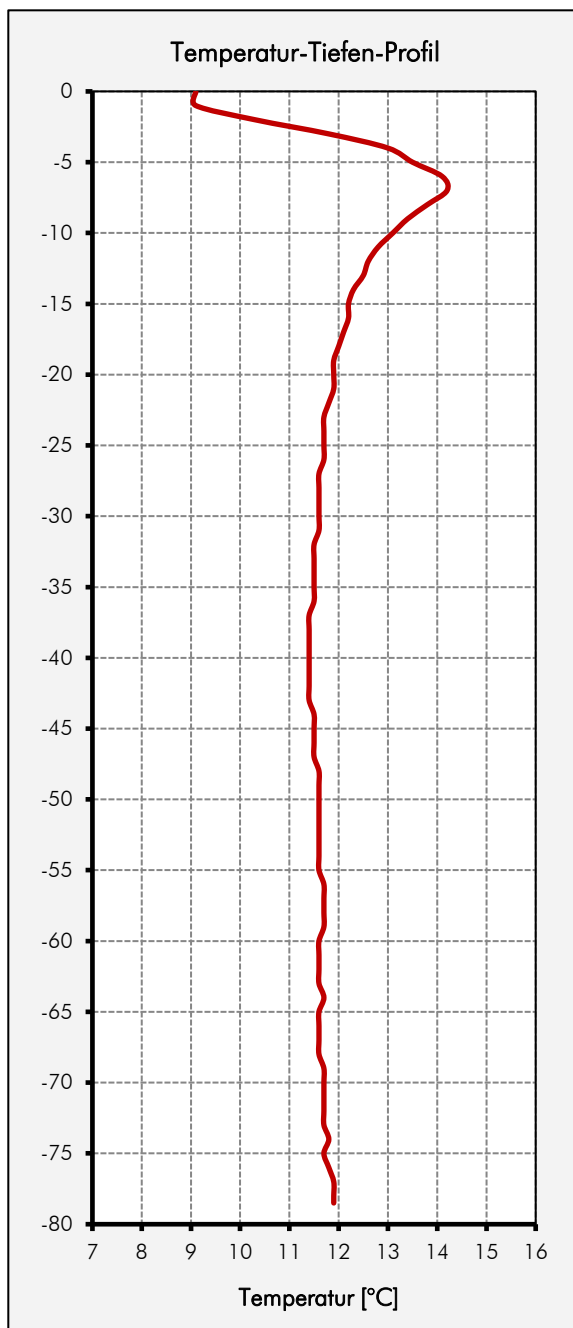


Abbildung 2: Temperatur-Tiefen-Verlauf der Temperaturmessung

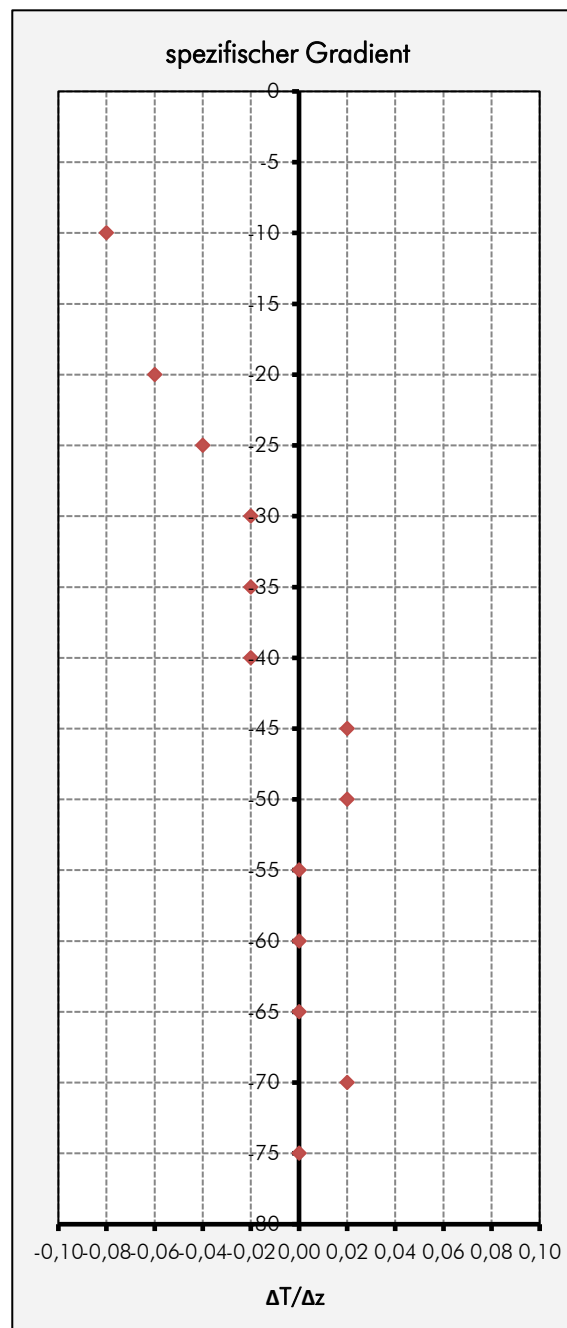


Abbildung 3: Tiefenbezogener Temperaturgradient ($\Delta T/\Delta z$)

6.2 Übersicht zur GRT-Durchführung

Eine Übersicht der Sonden- und Bohrlochparameter der Test-Erdwärmesonde sowie zur Testausführung und -ausrüstung gibt nachfolgende Tabelle:

Dokumentierte Tiefe der Bohrung/der Erdwärmesonde/Tiefe der Temperaturmessung	80 m / 78,5 m / 78,5 m
Bohrdurchmesser/Schutzrohr	ca. 160 mm / 178 mm (bis 8 m unter GOK)
Erdwärmesonde Typ /Rohrdurchmesser	Doppel-U, PE 100 RC / 32 x 3 mm
Bohrlochverfüllung Typ/Hersteller	Calidutherm Öko / Terra Calidus GmbH

Fertigstellung der EWS/Beginn des GRT/Stand-Ruhezeit der Bohrung	03.12.2019 / 13.12.2019 / 10 Tage
Wärmeeinspeisung/Volumenstrom	Ø 4,1 kW (entspricht ca. 52 W/m) / Ø 1,2 m ³ /h
Gesamtdauer der Messung bis Abschaltung/ausgewerteter Messzeitraum	ca. 72 Stunden / ca. 72 Stunden
Testausrüstung	mobiles GRT-Gerät / Baujahr 2017
verwendete Messtechnik	Temperaturfühler: PT100 Durchflussmessung: IDM

Bei der Durchführung des GRT kam ein mobiles GRT-Gerät mit spezieller speicher-programmierbarer Steuerung (SPS) zum Einsatz. Die Temperaturmessung [°C] erfolgte während der gesamten Testzeit am Vor- und Rücklauf der Sonde (bodengleich). Des Weiteren wurden mit einer Taktung von 60 Sekunden jeweils Datum und Uhrzeit, Lufttemperatur [°C], Volumenstrom [m³/h] sowie die injizierte Wärmemenge [kWh] geloggt.

Den prinzipiellen Testaufbau zeigt nachfolgende Abbildung 4:

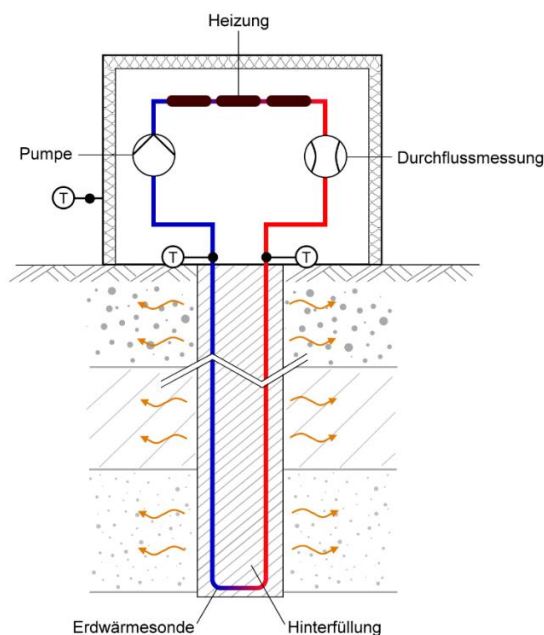


Abbildung 4: prinzipieller Aufbau der GRT-Messung (Quelle: H.S.W. GmbH)

6.3 Umwälzphase

In der Test-Erdwärmesonde fand vor Beginn der Temperatureinspeisung eine Phase der ausschließlichen Umwälzung des Fluids von ca. 75 Minuten statt. Die Fluid-Temperaturen wurden bei dieser Umwälzphase im Vor- und Rücklauf der Sonde an der GRT Test-Einheit mit durchschnittlich 11,5 °C aufgezeichnet (Abbildung 5). Dies bestätigt weitestgehend die mittlere Untergrundtemperatur aus der Messung des Temperatur-Profils (11,8 °C, siehe Seite 7).

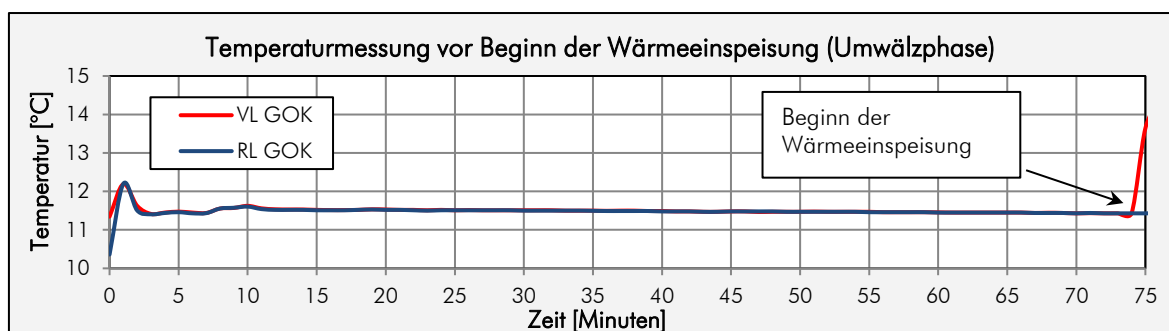


Abbildung 5: Umwälzphase, Messung der Fluidtemperatur vor GRT-Beginn

6.4 Wärmeeinspeisung

Der Geothermal Response Test begann mit der Wärmeeinspeisung in den Untergrund am 13.12.2019 um 16:03 Uhr und somit 10 Tage nach der Fertigstellung der Test-Erdwärmesonde.

Die Abbildung 6 (Seite 10) zeigt den Temperaturverlauf während der Wärmeeinspeisung sowie die eingebrachte thermische Leistung über den gesamten Messzeitraum. Die Temperaturganglinien (Vorlauf- und Rücklaufemperatur) erreichten sehr schnell einen einheitlich parallelen Verlauf (ΔT_i). Die injizierte thermische Leistung wurde während der gesamten Wärmeeinspeisung auf durchschnittlich 4,1 kW geregelt.

Die Abschaltung der Wärmeeinspeisung erfolgte durch einen Abbruch der Stromversorgung am 16.12.2019 um 15:38 Uhr. Die Messdauer betrug somit ca. 72 Stunden. Für die Auswertung wurde der gesamte Messzeitraum herangezogen.

Zur Mindest-Messdauer eines Geothermal Response Tests werden Empfehlungen von 48 bzw. 50 h gegeben [u.a. Sanner, B. (2001)]. Die Verlängerung der Messdauer im Vergleich zu den Empfehlungen kann den Einfluss von äußeren Störfaktoren statistisch minimieren und somit die Genauigkeit der Messergebnisse erhöhen.

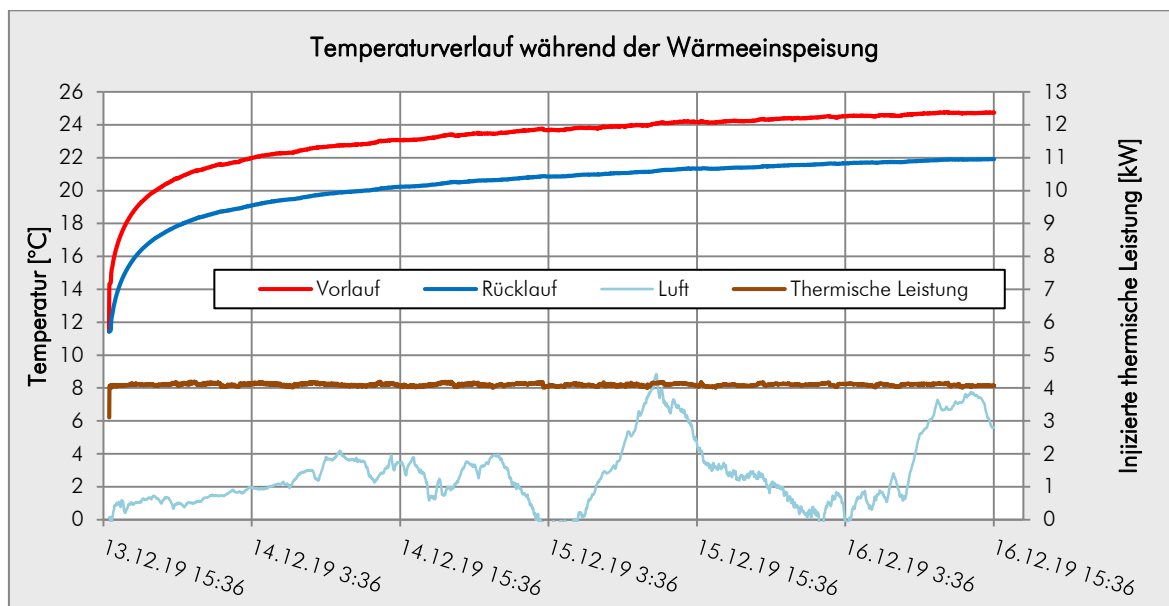


Abbildung 6: Temperaturverläufe und Heizleistung während der Wärmeeinspeisung

6.5 Auswertung

Die **konventionelle Auswertung** eines GRT erfolgt nach der Kelvin'schen Linienquellentheorie [u.a. Hellström, G. (1991 - 1994), Gehlin, S. (1996 - 2000)]:

$$Gf. 1 \quad T_f = \frac{\dot{Q}}{4 \cdot \pi \cdot \lambda \cdot H} \cdot \ln(t) + \left[\frac{\dot{Q}}{H} \left(\frac{1}{4 \cdot \pi \cdot \lambda} \cdot \left[\ln \left(\frac{4 \cdot \alpha}{r_0^2} \right) - \gamma \right] + R_b \right) + T_s \right]$$

mit:

T_f	mittlere Fluidtemperatur	[°C],	\dot{Q}	Heizleistung	[W]
λ	Wärmeleitfähigkeit des Untergrundes	[W/(m·K)],	H	Tiefe der Erdwärmesonde	[m]
t	Zeit	[h],	α	Temperaturleitfähigkeit	[m ² /s]
r_0	Bohrlochradius	[m],	γ	Euler'sche Zahl	
R_b	thermischer Bohrlochwiderstand	[K/(W/m)],	T_s	Temp. des ungestörten Untergrundes	[°C]

Grundlage der Auswertung des GRT ist der mittlere Fluid-Temperatur-Verlauf in der Erdwärmesonde während des Tests. Im Ergebnis einer Auftragung der Messwerte der während eines GRT aufgezeichneten mittleren Fluidtemperatur auf eine logarithmische Zeitachse kann die effektive Wärmeleitfähigkeit des Untergrundes aus der Steigung der sich ergebenden Geraden ermittelt werden. Nach Bestimmung der effektiven Wärmeleitfähigkeit wird der thermische Widerstand zwischen Fluid und Bohrlochwand (thermischer Bohrlochwiderstand) berechnet.

Der Verlauf der Fluidtemperatur in der stationären Betriebsphase stellt sich beim Logarithmieren der Zeitwerte für den durchgeführten Test gemäß Abbildung 7 (Seite 11) dar.

Das ermittelte Bestimmtheitsmaß R^2 (im Diagramm links oben) gibt den linearen Zusammenhang zwischen der Messreihe und der Regressionsgeraden an. Demzufolge können 100 % der Streuung der Ordinatenwerte (Y) durch lineare Abhängigkeit der Abszissenwerte (X) beschrieben werden.

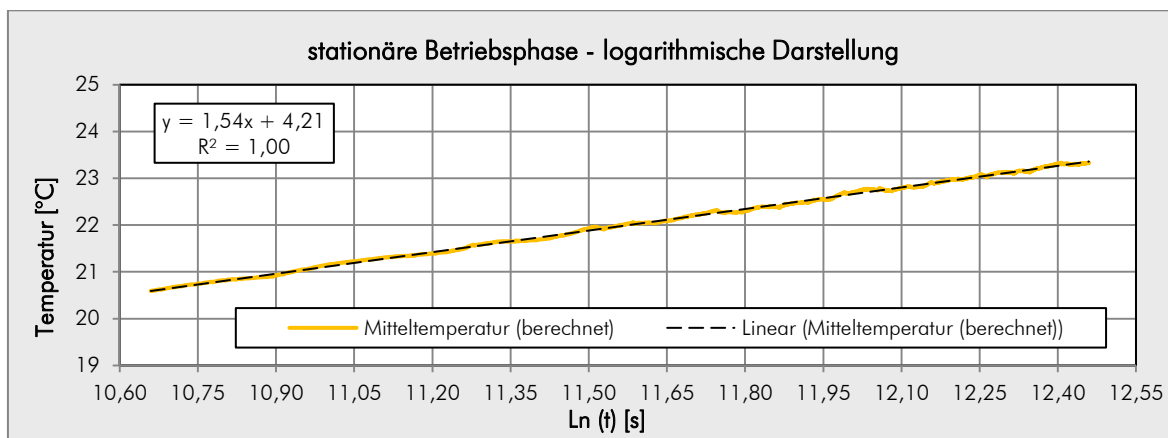


Abbildung 7: Verlauf der Fluidtemperatur in der stationären Betriebsphase

Für die **Auswertung der Kurvenanpassung nach „objective function“** werden der gemessene und der sich gemäß funktionalem Zusammenhang [u.a. Hellström, G. (1991 - 1994), Gehlin, S. (1996 - 2000)] ergebende mittlere Fluid-Temperatur-Verlauf für die gesamte Messdauer gegenübergestellt (Abbildung 8).

Die mathematischen Parameter der „fitting curve“ werden durch Kurvenanpassung als „best fit“ gemäß der „objective function“ ermittelt. Dabei gilt als Kriterium der Anpassung: Summe der Abweichungsquadrate $\rightarrow 0$.

Bei der Auswertung der gesamten Messkurve über Kurvenanpassung nach „objective function“ ist zu berücksichtigen, dass die Eigenschaften der Sonde/Sondeninstallation mit in das Gesamt-Ergebnis einbezogen werden.

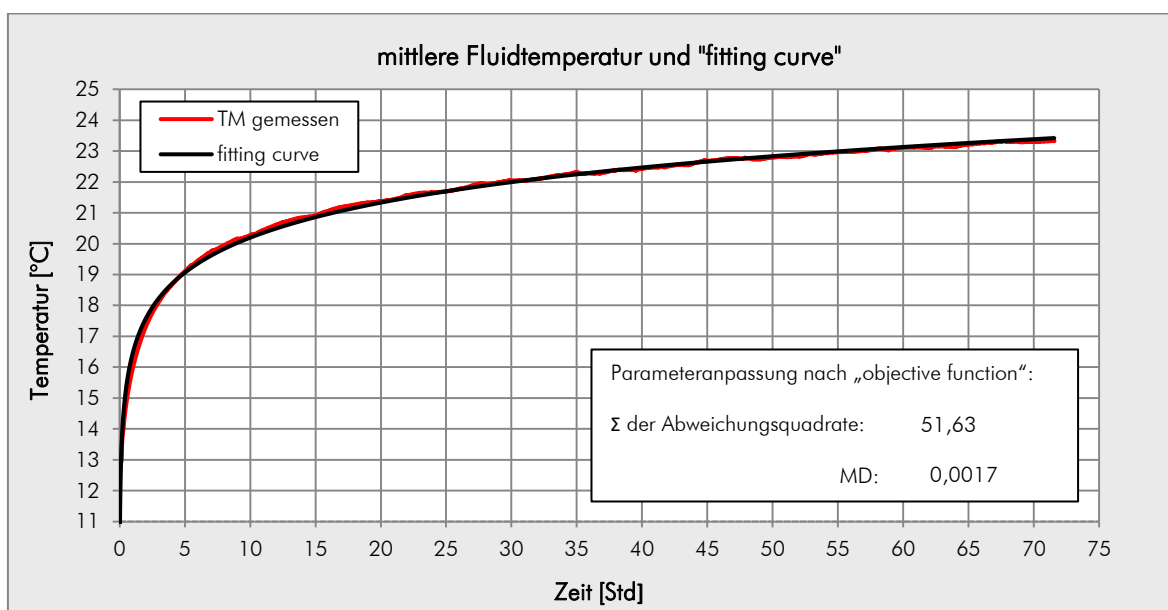


Abbildung 8: mittlere Fluidtemperatur und „fitting curve“

Die Abweichung der gemessenen Fluidtemperaturen von der „fitting curve“ wird in der Abbildung 9 (Seite 12) dargestellt. Insgesamt lässt sich eine sehr gute Übereinstimmung des Messverlaufes mit den theoretischen Ansätzen (geringe Abweichung) konstatieren.

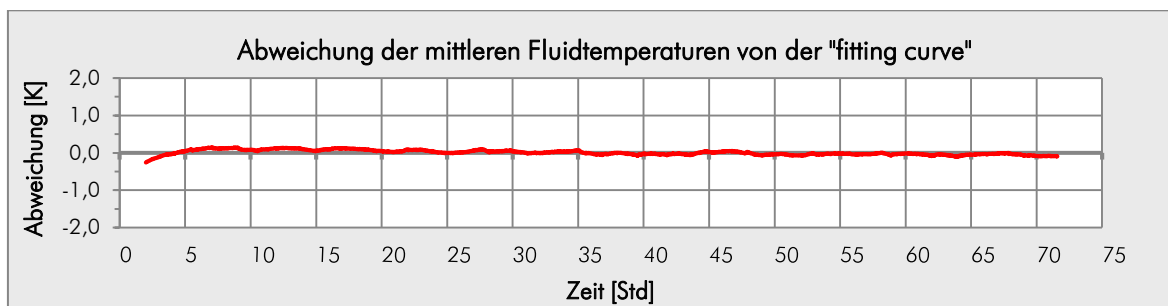


Abbildung 9: Abweichung der Messwerte von der „fitting curve“

6.6 Ergebnisse der GRT-Auswertung

Maßgeblichen Einfluss auf das Ergebnis des durchgeführten Tests haben u.a. nachfolgend berücksichtigte Parameter:

- Bohrlochdurchmesser (gemittelt inkl. Verrohrung): ca. 162,0 mm
- Einbautiefe der Erdwärmesonde: ca. 78,5 m
- mittlere Erdreichtemperatur vor Messbeginn: ca. 11,8 °C
- durchschnittlich injizierte thermische Leistung: ca. 4,1 kW
- gemittelte spezifische Wärmekapazität des Erdreichs: ca. 2,5 MJ/(m³·K)
 (mittlerer Erwartungswert gemäß VDI-Richtlinie 4640 für die angetroffenen Substrate).

Im Ergebnis der Auswertung des Geothermal Response Tests wurden für die beschriebenen Verfahren und unter Berücksichtigung der vorgenannten Eingangsdaten nachfolgende thermophysikalische Parameter für den Test-Standort bzw. für die Test-Erdwärmesonde ermittelt:

Auswertemethodik	effektive Wärmeleitfähigkeit λ_{eff}	thermischer Bohrlochwiderstand R_b
konventionell (Auswertung der stationären Betriebsphase)	2,77 W/(m·K)	0,084 K/(W/m)
„objective function“ (Auswertung des gesamten Temperaturanstiegs)	2,60 W/(m·K)	0,077 K/(W/m)

Die beiden Auswertemethoden zeigen ähnliche Ergebnisse, was auf eine gute Gesamtmessung zurückzuführen ist. Der etwas geringere Wert nach „objective function“ ist mit dem anfänglichen Einfluss der verwendeten Ausbaumaterialien (Verfüllmaterial, PE-Rohre) mit geringeren Materialwärmeleitfähigkeiten zu erklären.

6.7 Fehlerabschätzung

Anhand der Darstellung der Fehlerabschätzung ist der Einfluss von Abweichungen der verwendeten Eingangsparameter in Bezug auf die daraus resultierenden Ergebnisse dokumentiert. Grundlage der Fehlerabschätzung ist die konventionelle Auswertung der stationären Betriebsphase.

Ausgangswerte			2,77		0,084	
Bemessungsparameter	Mess-/ Erwartungswert	Abweichung vom Mess-/ Erwartungswert	Ergebnis λ_{eff} [W/(m·K)]		Ergebnis R_b [K/(W/m)]	
Tiefe der Erdwärmesonde	78,5 m	+ / - 1 %	2,74	2,80	0,085	0,083
mittlerer Durchmesser GRT-Bohrung	162 mm	+ / - 10 %	(kein Einfluss)		0,090	0,078
beim Test injizierte thermische Leistung	4,1 kW	+ / - 5 %	2,91	2,63	0,079	0,090
ungestörte Erdreichtemperatur	11,8 °C	+ / - 10 %	(kein Einfluss)		0,062	0,106
gemittelte spezifische Wärmekapazität des Erdreichs	2,5 MJ/(m ³ K)	+ / - 10 %	(kein Einfluss)		0,087	0,081

6.8 schrittweise Auswertung der GRT-Messungen

Die schrittweise, konventionelle Auswertung des GRT (zeitlich fortschreitende Auswertung bei gleichem Startzeitpunkt, siehe Abbildung 10) zeigt, dass der Wert der effektiven Wärmeleitfähigkeit ab der 30. Betriebsstunde nur noch geringen Änderungen unterliegt.

Generell lässt ein zeitlich fast unveränderter Ergebniswert auf eine ausreichende Messdauer sowie auf keine bzw. nur geringe äußere Störeinflüsse bzw. auf keine bzw. nur geringe grundwasserdynamische Einflüsse schließen. Eine tendenzielle Steigerung des Ergebniswertes mit zunehmenden Messzeitraum zeigt im Regelfall den Einfluss von signifikanten Grundwasserfließbewegungen an, was bei dieser Messung nicht erkennbar ist.

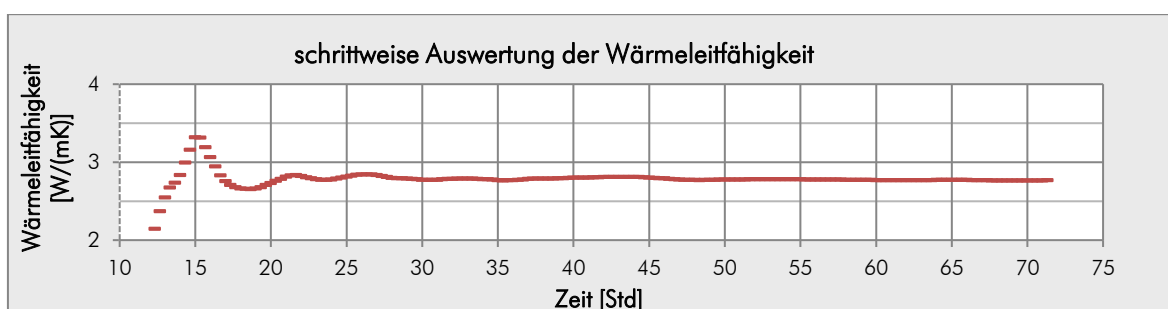


Abbildung 10: Schrittweise Auswertung (konventionelle Methode)

6.9 Temperatur-Profilmessung nach dem GRT

Zur Ableitung ggf. vorhandener schichtenspezifischer Unterschiede in der Temperaturwiederangleichung (z.B. infolge von Grundwassereinflüssen bzw. heterogener Substrateigenschaften) wurde am 18.12.2019, um ca. 14:00 Uhr (ca. 46 Stunden nach Beendigung des GRT) eine weitere Temperatur-Profilmessung in der Test-Erdwärmesonde vorgenommen. Die Ergebnisse der Messung wurden zur Bewertung und Interpretation dem Temperaturprofil vor dem GRT unter Einbeziehung des Bohrprofils gegenübergestellt - siehe Abbildung 11 (Seite 14).

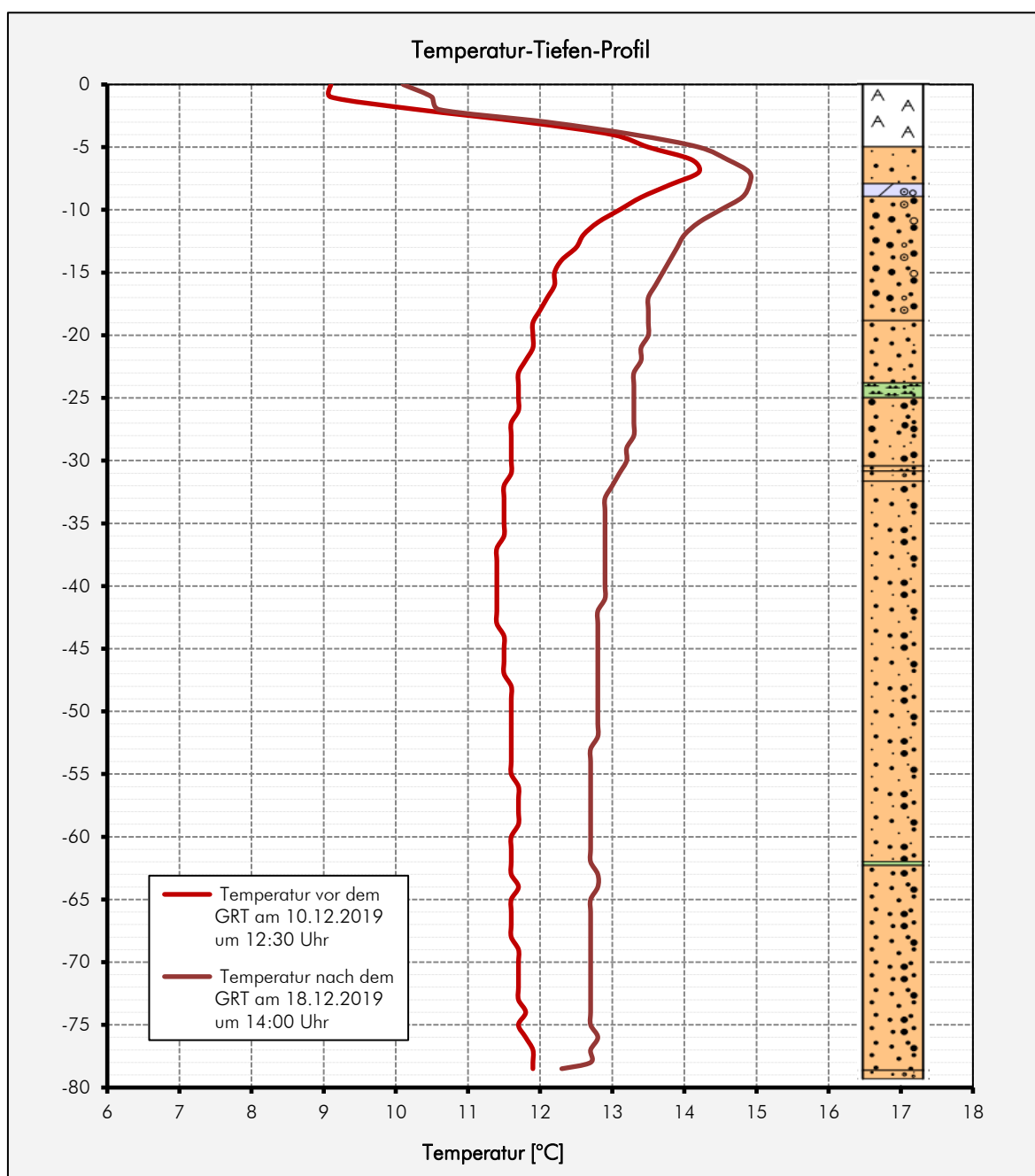


Abbildung 11: Temperatur-Tiefen-Profile vor und nach dem GRT sowie Bohrprofil

Die gemessene Temperaturwiederangleichung an die Ursprungstemperatur verläuft relativ gleichmäßig. Signifikante Grundwasserbewegungen bzw. eine unterschiedliche Wärmeleitfähigkeit im Profil sind aus der Messung nicht abzuleiten.

Die schnellere Temperaturwiederangleichung am Sondenfuß ist auf den zusätzlichen Wärmeabtransport nach unten zurückzuführen.

Die ermittelte effektive Wärmeleitfähigkeit liegt somit im mittleren bis oberen Erwartungsbereich für die angetroffenen und dokumentierten geologischen Schichten. Für die weiterführenden Planungen kann eine Wärmeleitfähigkeit von $2,7 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ verwendet werden.

7 Zusammenfassung und Ergebnisinterpretation

Im Rahmen der Planungen für eine geothermischen Nutzung des Untergrundes am Standort Köpenicker Straße 1 in 12489 Berlin (Adlershof) wurden durch die H.S.W. GmbH im Auftrag der GuD Planungsgesellschaft für Ingenieurbau mbH Vorort-Erkundungsarbeiten vorgenommen. Dazu gehörten u.a. eine Kampfmittelvorerkundung, eine Erkundungsbohrung mit Aufnahme der geologischen Schichten bis zu einer Tiefe von 80 m, die Herstellung einer Test-Erdwärmesonde sowie die Durchführung geothermischer Messungen.

Die Erkundungsbohrung und die Herstellung der Test-Erdwärmesonde erfolgten im Zeitraum vom 02.12. bis zum 04.12.2019. Die geothermischen Messungen an der Test-Erdwärmesonde wurden im Zeitraum vom 10.12. bis zum 18.12.2019 erfolgreich durchgeführt.

Die momentane, mittlere Gebirgstemperatur betrug am Messstandort vor dem Geothermal Response Test ca. 11,8 °C. In der Grundlagenermittlung wurde eine Untergrundtemperatur von 11,0 °C angenommen. Standortbezogen liegt Sie somit über dem Erwartungswert.

Der GRT führte zu einem plausiblen Wert der effektiven Wärmeleitfähigkeit des Untergrundes von 2,77 W/(m·K) für die Gesamttiefe der Erdwärmesonde. Signifikante grundwasserdynamische Einflüsse lassen sich aus dem Verlauf der GRT-Messung sowie aus den Temperaturmessungen nicht ableiten. Unter Berücksichtigung der erbohrten Substrate entspricht dies dem mittleren bis oberen Erwartungswert der gemäß VDI-Richtlinie vorgegebenen Richtwerte der integrierten Wärmeleitfähigkeit für das nachgewiesene Bohrprofil. Unter Berücksichtigung der vorläufigen Annahmen in der Machbarkeitsstudie/Grundlagenermittlung (2,4 W/(m·K)) fällt die nachgewiesene effektive Wärmeleitfähigkeit günstiger aus.

Für die weiterführenden Planungen wird die Verwendung einer mittleren Wärmeleitfähigkeit von 2,7 W/(m·K) für eine Einheitstiefe von 80 m empfohlen. Dabei muss davon ausgegangen werden, dass die geologischen Verhältnisse im gesamten Planungsbereich vergleichbar sind und keine gravierenden Änderungen im geologischen Schichtenaufbau vorliegen. Dies wäre im Rahmen der Bauausführung laufend zu überprüfen/abzugleichen. Je nach Größe/Ausdehnung des letztlich zur Umsetzung geplanten Gesamtvorhabens oder bei deutlich abweichender Geologie können zusätzliche geothermische Messungen erforderlich werden. Ggf. werden weitere Messungen auch durch die Genehmigungsbehörde im Rahmen des Genehmigungsverfahrens gefordert.

Der thermische Bohrlochwiderstand R_b wurde unter Berücksichtigung der Sonden-Ausbauparameter (hier: Durchmesser der Bohrung im Mittel 162 mm, Messung im Doppel-U-Rohr 32 x 3 mm, Verfüllung mit Calidutherm Öko u.a.) sowie unter Berücksichtigung des beim GRT verwendeten Wärmeträgerfluids (hier: Wasser) und des eingestellten Volumenstroms (hier: 1,2 m³/h) mit ca. $R_{b,GRT} = 0,077 \dots 0,084$ K/(W/m) ermittelt. Dies zeugt von einer sehr guten Qualität des Bohrlochausbaus/des Sondeninstallation.

Dipl.-Ing. Jens-Uwe Kühl
(Bearbeiter)



Dipl.-Ing. Börn Oldorf
(Co-Bearbeiter)



Literatur:

- Bernier M.: Ground-coupled heat pump system simulation. ASHRAE Transactions. 107, p.605-616, 2001
- Bernier M. und Shirazi A. S.: Solar Heat Injection Into boreholes: A preliminary analysis, 2nd Canadian Solar Buildings Conference, Calgary, June 10-14, 2007
- Carslaw H.S. und Jaeger J.C.: Conduction of Heat in Solids, Clarendon Press, Oxford University Press, 2nd Edition, 1947
- Chiasson, A. - Advances in Modelling of Ground-Source Heat Pump Systems. Dissertation Oklahoma State University, 1999
- Deng Z.: Modelling of standing column wells in ground source heat pumps, P.hD Thesis, Oklahoma State University, 2004
- Diao N. et al.: Heat transfer in ground heat exchangers with groundwater advection, Int. Journal of Thermal Sciences, 43, 1203-1211, 2004
- Eugster, W.J. und Laloui, L. - Workshop „Geothermische Response Tests“, Geothermische Vereinigung e.V. 49744 Geeste, 2002
- Gustafson, A.-G. - Thermal Response Test - Numerical simulations and analyses, Lulea University of Technology, 2006
- Gehlin S. - Thermal Response Test - In Situ Measurements of Thermal Properties in Hard Rock, Licentiate Thesis, Lulea 1998
- Hanschke, Th. & Freund, R. Geothermal Response Tests mit geregeltm Wärmeeintrag - erste Betriebserfahrungen mit der neuen GRT-Messeinheit. 9. Geothermische Fachtagung Karlsruhe, Oktober 2006
- Hanschke, Th.; Kühl, J.-U.; Oldorf, B. & Uebigau M.: Energetischer Doppelnutzen; Energiepfähle und thermoaktive erdberührte Bauteile, Deutsches Ingenieurblatt, Ausgabe 07-08, 2010
- Ingersoll L. R. et al.: Heat Conduction with Engineering, Geological and other applications, Madison, WI: The University of Wisconsin Press, 1954
- Kastura T. et al.: Heat transfer experiments in the ground with groundwater advection, Proceedings of 10th Energy Conservation Thermal Energy Storage Conference Ecostock'2006, New Jersey
- Kavanaugh S.P. et al.: Investigating Methods for Determining Soil and Rock Formation Thermal Properties From Short Term Field Tests, ASHRAE, Final Report September 1999 – September 2000
- Kübert, M. et al: Thermal Response Tests und Temperaturtiefenprofile Erfahrungen aus Praxis und Forschung, Beitrag zum Geothermiekongress 2009
- Koelbel T.: Grundwassereinfluss auf Erdwärmesonden: Geländeuntersuchungen und Modellrechnungen, Dissertation, Karlsruher Institut für Technologie, 2010
- Sass, I. und Lehr, C.: Improvements on the Thermal Response Test Evaluation, Thirty-Sixth Workshop on Geothermal Reservoir Engineering Stanford University, 2011



Anlage 5

Umweltauswirkungen



Anlage 5.1

Geltungsbereich Bebauungsplan

VII - 133
4 - 23

B-Plan, im Verfahren

1 - 5VE
XIX - VE7

vorhabenbezogener B-Plan, im Verfahren

1 - 2b
1 - 39

B-Plan, festgesetzt

2 - 4VE
XIX - VE3

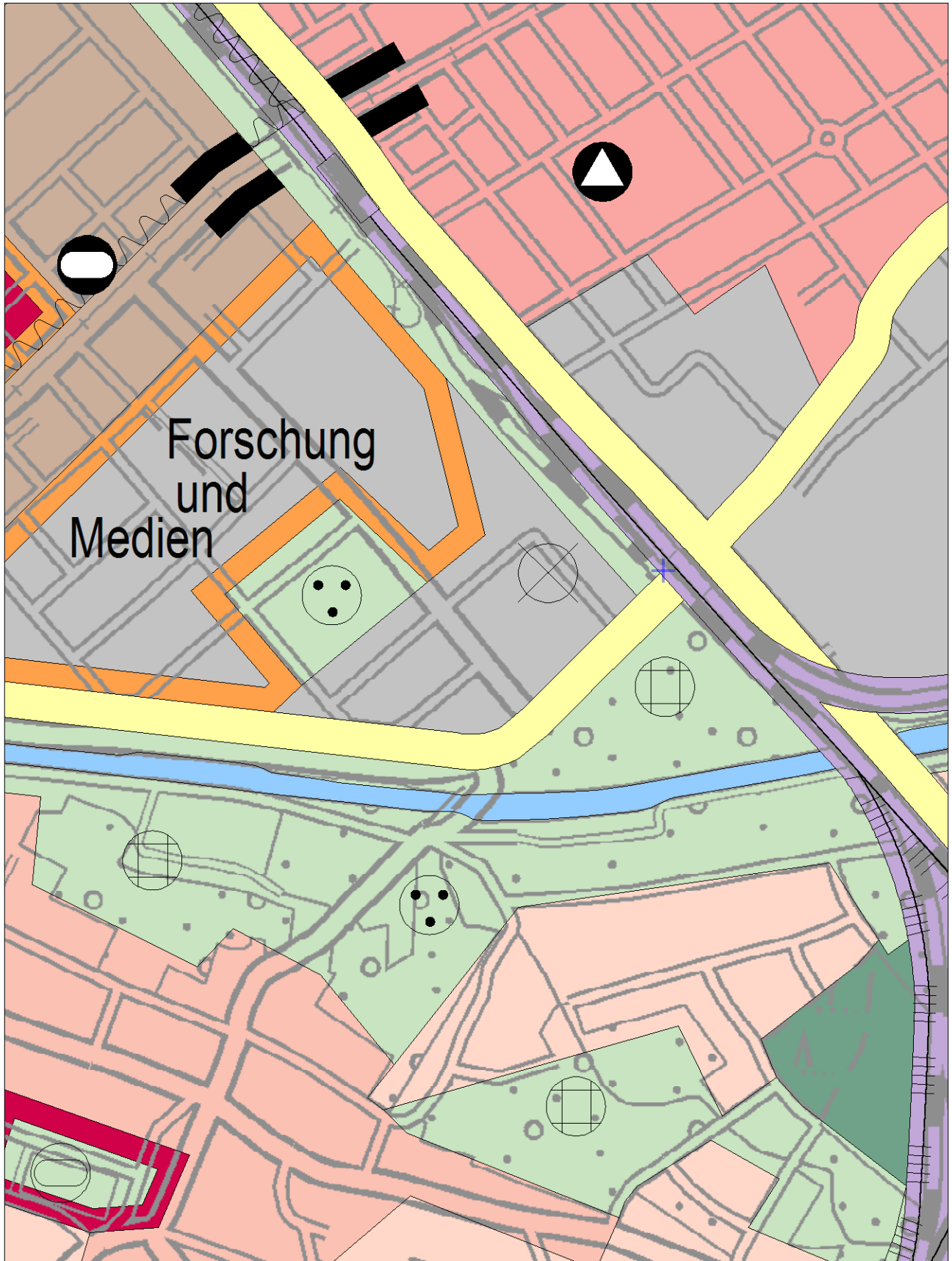
vorhabenbezogener B-Plan, festgesetzt



Anlage 5.2


Flächennutzungsplan

FNP (Flächennutzungsplan Berlin), aktuelle Arbeitskarte













0 500 1000









Baufläche

- | | |
|---|---|
|  Wohnbaufläche, W1
(GFZ über 1,5) |  Gemischte Baufläche, M1 |
|  Wohnbaufläche, W2
(GFZ bis 1,5) |  Gemischte Baufläche, M2 |
|  Wohnbaufläche, W3
(GFZ bis 0,8) |  Gewerbliche Baufläche |
|  Wohnbaufläche, W4
(GFZ bis 0,4) |  Einzelhandelskonzentration |
|  Sonderbaufläche
Hauptstadtfunktion (H) |  Sonderbaufläche |
|  Sonderbaufläche
mit gewerblichem Charakter |  Sonderbaufläche
mit hohem Grünanteil |









Gemeinbedarfsflächen

- | | |
|---|--|
|  Gemeinbedarfsfläche /
 Gemeinbedarfsfläche mit hohem Grünanteil |  Kultur |
|  Hochschule und Forschung |  Verwaltung |
|  Schule |  Post |
|  Krankenhaus |  Sicherheit und Ordnung |
|  Sport | |












Ver- und Entsorgungsanlagen

- | | |
|--|--|
|  Fläche mit gewerblichem Charakter /
 Fläche mit Mischnutzungscharakter |  Energie |
|  Fläche mit hohem Grünanteil /
 Fläche mit landwirtschaftlicher Nutzung |  Betriebshof (Bahn und Bus) |
|  Wasser | |
|  Abfall, Abwasser | |









Verkehr

- | | |
|---|--|
|  Autobahn mit Anschlußstelle |  Bahnfläche |
|  Übergeordnete Hauptverkehrsstraße |  U-, S-, R-Bahn; Bahnhof ober-/unterirdisch |
|  Trassenfreihaltung |  Fernbahnhof (ICE/IC/IR) ober-/unterirdisch |
|  Tunnellage |  Kleinbahn |

Freiflächen, Wasserflächen

- | | |
|--|---|
|  Grünfläche |  Feld, Flur und Wiese |
|  Parkanlage |  Sport |
|  Friedhof |  Wassersport |
|  Kleingarten |  Camping |
|  Wald |  Landwirtschaftsfläche |
|  Wasserfläche | |

Nutzungsbeschränkungen zum Schutz der Umwelt (Darstellungen(D), nachrichtliche Übernahmen(N) und Kennzeichnungen(K))

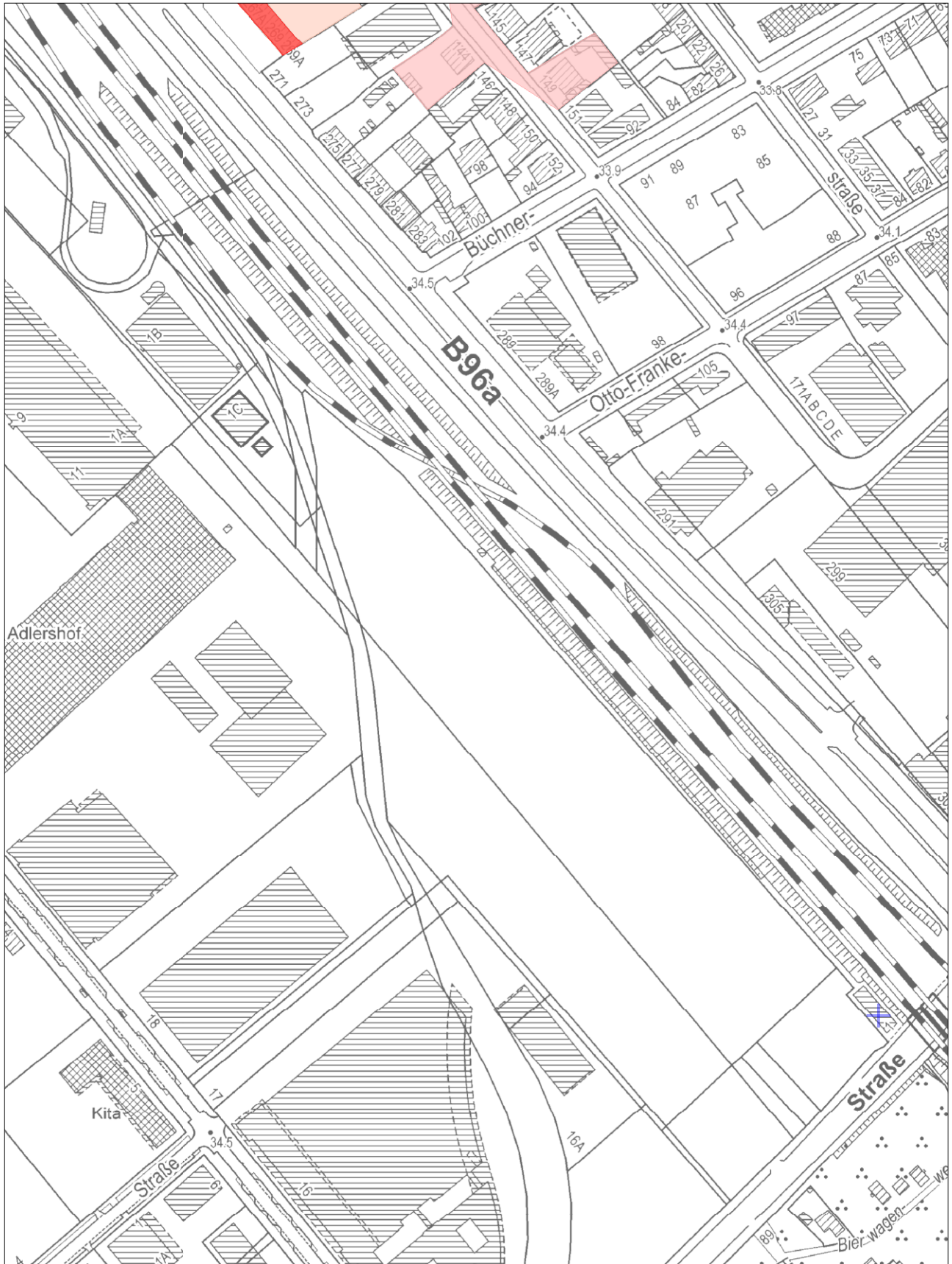
- | | |
|--|--|
|  Landschaftliche Prägung von Wohnbauflächen(D) |  Weltkulturerbe(N) |
|  Vorranggebiet für Luftreinhaltung(D) |  Wasserschutzgebiet(N) |
|  Planungszone Siedlungsbeschränkung gem. LEP
FS(N) |  FFH-*/Landschaftsschutz- /Naturschutzgebiet
(N)
* Flora-, Fauna-, Habitat einschl. Vogelschutz |
|  Geltungsbereich ThF-Gesetz (N)
<u>Nutzung entspr. Gesetz zum Erhalt des
Tempelhofer Feldes (ThF-Gesetz)</u> |  Schadstoffbelastete Böden(K) |

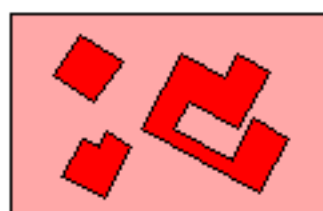


Anlage 5.3

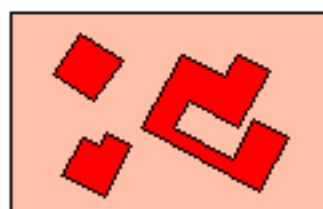
Denkmalkarte

Denkmalkarte Berlin

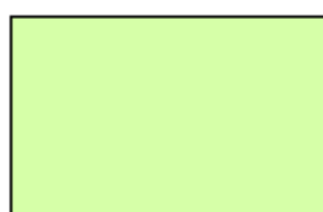




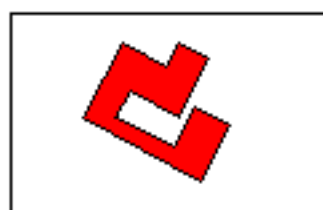
Denkmalbereich
Ensemble



Denkmalbereich
Gesamtanlage



Gartendenkmal



Baudenkmal



Bodendenkmal



Anlage 5.4

Grünflächen

Klimamodell Berlin: Planungshinweise Stadtklima 2015 - Maßnahmen (Umweltatlas)



0 100 500

Empfohlene Flächenkategorien für Maßnahmen der Raumeinheit

-  Siedlungsraum
-  Grün-/Freiflächen
-  Öffentliche Straßen, Wege und Plätze
-  Gewässer
-  Gebäude (ALK, Stand 06/2014)

Die 30 verschiedenen Maßnahmen lassen sich über die Ebenenschaltung unter  ein- und ausschalten.



Dieses Vorhaben wird von der
Europäischen Union kofinanziert
(Europäischer Fonds für regionale
Entwicklung)

Investition in Ihre Zukunft!



...eine Chance durch Europa!












Anlage 5.5

Wasserschutzgebiete

Wasserschutzgebiete



Schutzzonen






















































	Zone I (Fassungsbereich mit Brunnengalerien)
	Zone II (engere Schutzzone)
	Zone III (nach Festsetzung durch Rechtsverordnung)
	Zone III A (nach Festsetzung durch Rechtsverordnung)
	Zone III B (nach Festsetzung durch Rechtsverordnung)
	Zone III (nach 46er Anordnung)
	Schutzgebietsgrenze in Brandenburg
	Betriebsgelände Wasserwerk
	Blattschnitt entsprechend der Anlage zur Wasserschutzgebietsverordnung

Im Bereich des Wasserschutzgebiets Johannisthal gelten z.T. durch eine vorläufige Anordnung abweichende Regelungen. Die entsprechenden Gültigkeitsbereiche sind in der Karte Wasserschutzgebiet Johannisthal (vorläufige Anordnung) dargestellt.



Anlage 5.6

Biotoptyp

Flächen	Linien	Symbole	
			01 Fließgewässer
			02 Standgewässer
			03 Schwimmblatt- u. Unterwasservegetation
			04 Gewässerbegleitende Röhrichte
			05 Rohbodenstandorte
			06 Ruderalfluren
			07 Äcker
			08 Feucht- u. Frischgrünland, Zier- u. Trittrassen
			09 Trocken- u. Magerrasen
			10 Grünlandbrachen u. Staudenfluren
			11 Zwergstrauchheiden
			12 Moore u. Sümpfe
			13 Moorgebüsche
			14 Moor-, Bruch- u. Auenwälder
			15 Gebüsch, Baumreihen u. Baumgruppen
			16 Wälder u. Forsten
			17 Grün- u. Freiflächen
			18 Haus- und Kleingarten
			19 Wohn- u. Mischbebauung
			20 Gewerbe- u. Dienstleistungsflächen
			21 Verkehrsflächen
			22 Sonstiges
			23 Biototyp nicht erfasst
			24 Quellen
			25 unversiegelte Wege u. Straßen
		12345	50 Biototypen-Code der Berliner Liste
			80 Grenzen der Biotopflächen