

- BAUGRUNDUNTERSUCHUNGEN
- BAUGRUNDGUTACHTEN
- GRÜNDUNGSBERATUNG
- ALTLASTERKUNDUNGEN
- KONTAMINATIONS-GUTACHTEN
- GRUNDBAUSTATIK
- BAULEITUNG · PLANUNG

Orientierende Boden- und Baugrunduntersuchungen

402-19

Projekt:	„Blankenburger Süden“ Vorbereitende Untersuchungen
Auftraggeberin:	Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Wohnen Berlin Referat IV D Württembergische Straße 6 10707 Berlin
Bearbeiter:	M.Sc. Birgit Tamme Prof. Dr.-Ing. Hermann Kleen
Umfang:	29 Seiten 9 Anlagen
Datum:	29.08.2019

Berliner Volksbank
IBAN DE92 1009 0000 5431 2700 07
BIC BEVODE33

Steuer Nr. 046/111/01630

Handelsregister
Nr. HRB 100073 Potsdam

Geschäftsführer:
Prof. Dr.-Ing. Hermann Kleen

INHALTSVERZEICHNIS	SEITE
0. Abkürzungsverzeichnis	3
1. Zusammenfassung	4
2. Veranlassung	6
3. Unterlagen	6
4. Untersuchungsflächen	8
5. Baugrund	9
5.1 Vorkenntnisse	9
5.2 Baugrunduntersuchungen	9
5.3 Ergebnisse der Baugrundaufschlüsse	10
5.4 Bodenmechanische Laborversuche	12
5.5 Homogenbereiche / Bodeneigenschaften und -klassifizierung	12
5.6 Bodenkennwerte	14
6. Umweltanalytik Boden	15
6.1 Vorkenntnisse	15
6.2 Untersuchungsprogramm	16
6.3 Ergebnisse nach BBodSchV / Berliner Liste	19
6.4 Ergebnisse nach LAGA	20
6.5 Zusammenfassende Bewertung der Altlastsituation	21
6.6 Abschätzung von Entsorgungskosten	22
7. Grundwasser	23
8. Gründungsempfehlungen	25
8.1 Bauwerke	25
8.2 Frei- und Verkehrsflächen	27
9. Angaben zur Versickerung	28
10. Ergänzende Hinweise und Empfehlungen	29
 Anlagen	 29

0. ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

BBodSchG	Bundes-Bodenschutzgesetz
BBodSchV	Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung
BL	Berliner Liste
BLA-Süd	Blankenburger Süden
BSO	Berliner Schulbauoffensive
BV	Bauvorhaben
DIN	Deutsches Institut für Normung
FHTW	Fachhochschule für Wirtschaft- und Technik
GI	Intermittierend gestufte Kies-Sand-Gemische
ha	Hektar
LAGA	Bund / Länder - Arbeitsgemeinschaft Abfall
NHN	Normalhöhennull
OH	Grob bis gemischtkörnige Böden mit humosen Beimengungen
OT	Ortsteil
SE	enggestufte Sanden
SenSW	Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Wohnen Berlin
SU	Sand-Schluff, 5 bis 15 Gew.-% $\leq 0,063$ mm
SU*	Sand-Schluff, 15 bis 40 Gew.-% $\leq 0,063$ mm
ST*	Sand-Ton, 15 bis 40 Gew.-% $\leq 0,063$ mm
TL	leicht plastische Tone
UF	Untersuchungsfläche
VOB	Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen
WU	wasserundurchlässig
Z0, Z1	Zuordnungswerte nach LAGA
ZTV E-StB	Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau

1. ZUSAMMENFASSUNG

Die für eine Teilfläche des potentiellen neuen Stadtquartiers „Blankenburger Süden“, (ehemaliges Rieselfeld und ehemaliger Standort der Fachhochschule für Wirtschaft- und Technik (FHTW)) in Berlin-Pankow durchgeführten orientierenden Baugrunduntersuchungen haben ergeben, dass innerhalb der Untersuchungsflächen UF I und UF II, lokal in UF V und UF VIII, bis in Tiefen zwischen ca. 0,3 m und maximal 2,8 m unter Gelände Auffüllboden ansteht, der sich als mittelsandiger, schwach humoser und humoser, zum Teil schwach schluffiger und schluffiger Feinsand, versetzt mit Ziegel-, Mörtel- und Betonresten darstellt.

Innerhalb der übrigen Untersuchungsflächen UF III bis UF X konnten ansonsten, bis in Tiefen zwischen ca. 0,1 m und maximal 0,8 m, im Mittel bis ca. 0,4 m unter Gelände, Ober- bzw. Mutterböden, meist als humose, schwach mittelsandige Feinsande mit bereichsweise schluffigen Beimengungen, erbohrt werden.

Gewachsene Sande wurden zunächst, unmittelbar unterhalb der Auffüll- bzw. Oberböden, überwiegend in Form von Mittel- und Feinsanden mit schwach schluffigen Beimengungen, erkundet. Diese Sande der Bodengruppen SE und SU reichen bis in Tiefen zwischen ca. 0,5 m und 2,0 m, bereichsweise bis maximal 6,0 m unter Gelände.

Darunter folgen entweder Geschiebelehm- und -mergelschichten der Bodengruppen ST* und TL oder stark schluffige Feinsande der Bodengruppe SU*. Sandschichten, die darüber hinaus vorherrschen sowie den anstehenden Geschiebemergel durchziehen und unterlagern, können vornehmlich den Bodengruppen SE, SU und SU* zugeordnet werden.

Die Oberböden sind locker, die Auffüllböden sowie die oberflächennah anstehenden Sande locker und mitteldicht, die innerhalb der Mergelschichten vorliegenden Sandschichten meist mitteldicht und die Sande unterhalb der Geschiebemergelschichten mindestens mitteldicht und dicht gelagert.

Die Ansprache des Geschiebebodens vor Ort und im Labor weist diesem eine weich-steife, überwiegend steife, steif-halbfeste, halbfeste und in tieferen Lagen bereichsweise auch eine halbfest-feste Zustandsform zu.

Grundwasser wurde bei den zwischen April und Juli 2019 durchgeführten Baugrunduntersuchungen vornehmlich im westlichen und südwestlichen Untersuchungsbereich als freies Grundwasser, auf der gesamten Fläche darüber hinaus als Schichtenwasser, in Tiefen zwischen 1,1 m und 5,6 m unter Gelände bzw. auf Ordinaten zwischen ca. 44,8 m und 51,6 m über NHN, eingemessen.

Aufgrund oberflächennah anstehender bindiger Böden ist darüber hinaus in jeder Tiefenlage auftretendes Schichten- und Sickerwasser zu erwarten.

Zur Einmessung aktueller Grundwasser- bzw. Schichtenwasserstände wurden auf den Untersuchungsflächen UF I bis UF X zudem insgesamt 20 Grundwassermessstellen (P1 bis P20) als so genannte Rammpegel errichtet.

Zur Bemessung von Versickerungsanlagen kann für die, überwiegend unterhalb der Ober- und Auffüllböden erkundeten Böden der Bodengruppen SE und SU mit Durchlässigkeitsbeiwerten von $k_f = 1 \times 10^{-4}$ m/s (SE) bzw. von $k_f = 5 \times 10^{-6}$ m/s (SU) gerechnet werden. Es wird empfohlen, eine Versickerung von Niederschlagswasser über entsprechend dimensionierte Mulden oder über Muden- / Rigolensysteme zu realisieren.

Die Analyse von Mischproben gemäß Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV) erbrachte an den insgesamt 30 untersuchten Bodenproben keine Überschreitungen der Prüfwerte für den Wirkungspfad Boden - Mensch, Nutzungsarten Kinderspielflächen, Wohngebiet sowie Park- und Freizeitflächen. Der Vergleich mit den, für das Schutzziel Grundwasser, in der Berliner Liste 2005 angegebenen Beurteilungswerten für einen Flurabstand < 5 m, erbrachte ebenfalls keine Auffälligkeiten.

Hinsichtlich des Wirkungspfades Boden-Nutzpflanze wurden für den im Ammonium-Nitrat-Auszug analysierten Parameter Cadmium auf einer Untersuchungsfläche Überschreitungen des Maßnahmewertes, auf zwei weiteren Flächen zudem des geltenden Maßnahmewertes, u.a. für stark cadmiumanreichernde Gemüsearten, nachgewiesen.

Die analytische abfalltechnische Untersuchung der unterhalb vorhandener Oberböden, bis 3,0 m unter Gelände anstehenden Böden gemäß den Mitteilungen der Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA), Mitteilung 20, ergab für zwei Untersuchungsflächen, an den dort aufgeschlossenen Auffüllböden, für vier von insgesamt 30 analysierte Mischproben Verunreinigungen, die für diese Proben einem Zuordnungswert Z1 der LAGA entsprechen.

Die Gründung der geplanten Neubauten kann grundsätzlich, unter Einhaltung der nachfolgend aufgeführten Voraussetzungen, flach, über Bodenplatten erfolgen.

Weitere Hinweise und Angaben zur Bauausführung, zur Gründung von Bauwerken sowie von Frei- und Verkehrsflächen werden im Folgenden ebenso gegeben wie zur Versickerungsfähigkeit anstehender Böden.

2. VERANLASSUNG

Die Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Wohnen Berlin (SenSW Berlin) hat uns beauftragt, für eine Teilfläche des potentiellen neuen Stadtquartiers „Blankenburger Süden“ (ehemaliges Riesefeld und ehemaliger Standort der Fachhochschule für Wirtschaft- und Technik (FHTW)) in Berlin-Pankow, orientierende Boden- und Baugrunduntersuchungen vorzunehmen und die Ergebnisse innerhalb eines Berichtes darzustellen.

Untersuchungsgrundlage bildete dabei die Vergabeunterlage der SenSW Berlin BLA-Süd-2018-1 vom 21.11.2018 (vgl. Unterlage U 3.1).

3. UNTERLAGEN

Für die Bearbeitung standen die nachfolgend aufgeführten Unterlagen zur Verfügung:

- U 3.1 Vergabeunterlage der SenSW Berlin BLA-Süd-2018-1 vom 21.11.2018
- U 3.2 Unterlagen zum Untersuchungsgebiet Blankenburger Süden, übersandt am 21.03.2019 via e-mail durch den Auftraggeber, SenSW Berlin:
 - Auskünfte aus dem Bodenbelastungskataster Berlin, Katasternummern 1444, vom 23.03.2017 und 17982, vom 07.12.2018, des Umweltamtes Pankow von Berlin
 - Gefährdungseinschätzung Malchow, im Stadtbezirk Berlin-Weißensee, Bodenuntersuchungen der Rieselfelder südlich des Blankenburger Plasterwegs und des Fließgrabens, erstellt durch das AZB, Analytisches Zentrum Berlin-Adlershof in der Forgenta GmbH, vom 03.12.1992
 - diverse Leitungsauskünfte
- U 3.3 Gebietsabgrenzung Kernfläche, Vorbereitende Untersuchungen Blankenburger Süden, SenSW Berlin, M.: 1 : 15.000, ohne Datum
- U 3.4 Karten, Pläne, Daten - Online, der SenSW Berlin (FIS-Broker-<https://fbinter.stadt-berlin.de/fb/index.jsp>)
- U 3.5 Regenwasserbewirtschaftungskonzepte für drei Quartiere im Berliner Nordosten, Endbericht 11.2017, der Ingenieurgesellschaft Prof. Dr. Sieker mbH aus Hoppegarten, vom 18.11.2017

- U 3.6 Unser Baugrund- und Gründungsgutachten mit Umweltanalytik 908-18 vom 24.09.2018 sowie unser Bericht zur Umweltanalytik Graben NA1-901-19 vom 14.02.2019 zum Bauvorhaben BSO II - Neubau einer Grundschule mit Sporthalle, Heinersdorfer Straße 22 in 13129 Berlin-Pankow
- U 3.7 Stellungnahme zu Informationen über Kampfmittel für das Areal Blankenburger Pflasterweg und Umgebung in 13129 Berlin Pankow, OT Blankenburg, der Senatsverwaltung für Umwelt, Verkehr und Klimaschutz Berlin, vom 30.04.2019
- U 3.8 Ergebnisse der bodenmechanischen Untersuchungen des Grundbaulabors der Fachhochschule Potsdam, zum BV Vorbereitende Untersuchungen „Blankenburger Süden“, Untersuchungsflächen UF I bis UF X, April bis Juli 2019
- U 3.9 Untersuchungsergebnisse (Analyse von Bodenproben) gemäß BBodSchV / Berliner Liste und LAGA zum BV Vorbereitende Untersuchungen „Blankenburger Süden“, Untersuchungsflächen UF I bis UF X, der Wessling GmbH aus Berlin, April bis August 2019

4. UNTERSUCHUNGSFLÄCHEN

Bei dem zu begutachtenden Standort zur Realisierung des neuen Stadtquartiers „Blankenburger Süden“ im Bezirk Pankow, handelt es sich um eine ca. 90 ha große Teilfläche (Teilgebiet A), die im Einzelnen den ehemaligen FHTW-Standort und die vollständig zurückgebaute Landespolizeischule am Blankenburger Pflasterweg sowie die südlich angrenzenden, sich bis zum Gewerbegebiet Heinersdorf erstreckenden landwirtschaftlich genutzten Flächen umfassen.

Hier ist geplant, die bis ca. 1968 überwiegend, mit Ausnahme eines südöstlich gelegenen Randstreifens, als Rieselfelder genutzte Fläche, mit 5.000 bis 6.000 Wohnungen, einschließlich sämtlicher Infrastrukturmaßnahmen neu zu bebauen.

Lage, Größe und Lasten der geplanten Baukörper sowie der Straßen- und Tramtrassierungen liegen derzeit noch nicht vor.

Im Folgenden wird von einer 5-6 geschossigen Neubebauung ausgegangen.

Als Gründung der Neubauten werden Flachgründungen mittels Bodenplatten bis in Tiefen zwischen 1,0 m und maximal 3,0 m unter Gelände angenommen.

Die relativ ebene, bis auf das Gelände der ehemaligen FHTW, unbebaute und unversiegelte Fläche, besitzt Geländeordinaten zwischen ca. 47,0 m über NHN am Schmöckepfuhlgraben und ca. 55,0 m über NHN am Blankenburger Pflasterweg und fällt damit von Nordosten nach Südwesten ab (vgl. Unterlage U 3.4).

Gemäß Unterlage U 3.1 wurde das ca. 90 ha große Areal, in Anlehnung an die Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV), in zehn etwa gleich große Teilflächen ähnlicher Nutzung aufgeteilt (Untersuchungsflächen UF I bis UF X).

Dabei entspricht der ehemalige FHTW-Standort der Untersuchungsfläche UF I, die brach liegende Fläche, auf der sich vormals u.a. die Landespolizeischule befand, der Untersuchungsfläche UF II und die landwirtschaftlich genutzten Gebiete den Untersuchungsflächen UF III bis UF X.

Die im nördlichen Bereich des Untersuchungsgebietes befindliche Kindertagesstätte (Kita Blankenburger Wichtel) sowie der im Südwesten geplante Standort der Berliner Schulbauoffensive (BSO) (vgl. Unterlage U 3.6), waren nicht Bestandteil unserer Untersuchungen.

Die Lage des betrachteten Standortes und die Aufteilung des Gesamtareals in die zehn Teilflächen UF I bis UF X geht aus der Anlage 1, Seite 1 bis Seite 3, der jeweiligen Untersuchungsflächen hervor.

5. BAUGRUND

5.1 Vorkenntnisse

Gemäß den Unterlagen U 3.2 bis U 3.6 liegt der Untersuchungsstandort im Übergangsbereich zwischen der im Pleistozän gebildeten Barnimhochfläche und dem Panketal.

Hier ist unterhalb von Oberböden und / oder anthropogener Auffüllungen mit mächtigen Geschiebelehm- und -mergelvorkommen zu rechnen, die bereichsweise von Sanden durchzogen und überdeckt werden.

Die Mächtigkeit der Geschiebedecksande nimmt dabei von mehreren Metern im Westen auf wenige bis mehrere Dezimeter im Osten ab (vgl. Unterlage U 3.5).

Die im Jahr 2018 auf dem südwestlich gelegenen BSO-Standort durchgeführten Baugrunduntersuchungen haben ergeben, dass bis in Tiefen zwischen 0,3 m bis 0,8 m unter Gelände Oberböden anstehen, die von feinsandigen Mittelsanden und mittelsandigen Feinsanden mit meist schwach bis stark schluffigen, lokal zudem schwach humosen Beimengungen, unterlagert werden.

Ab Tiefen zwischen 3,7 m bis 4,5 m unter Ansatzpunkt folgt den Sanden, bis zur Aufschlussendteufe von maximal 10,0 m, sandiger Geschiebemergel.

Die Oberböden sind locker, die gewachsenen Sande locker und mitteldicht gelagert.

Dem Geschiebeboden konnte eine durchweg halbfest-feste Zustandsform zugewiesen werden (vgl. Unterlage U 3.6).

5.2 Baugrunduntersuchungen

Zur Vorerkundung des Baugrundes wurden zwischen April und Juli 2019, auf den Untersuchungsflächen UF I bis UF X, jeweils 15 Kleinbohrungen (S1-I bis S15-I; S1-II bis S15-II, S1-III bis S15-III, ..., S1-X bis S15-X) abgeteuft.

Der Feststellung der Lagerungsdichte bzw. der Festigkeit anstehender Böden dienten darüber hinaus 5 Rammsondierungen (R) mittels schwerer Rammsonde (DPH) je Untersuchungsfläche, die den gleich nummerierten Kleinbohrungen zugeordnet wurden.

Die Kleinbohrungen (S) reichten dabei bis in Tiefen von 5 x 6,0 m, 5 x 8,0 m und 5 x 10,0 m unter Gelände; die Rammsondierungen (R) wurden bis jeweils 10,0 m unter Gelände geführt.

Auf Grund des vorliegenden Kampfmittelverdacht (vgl. Unterlage U 3.7) wurden alle Kleinbohrungen vorab mittels Bohrlochsondierung freigemessen.

Die Einmessung der Aufschlussansatzpunkthöhen erfolgte über die, der Unterlage U 3.2 entnommenen Höhenpunkte.

Die Lage der Kleinbohrungen und Rammsondierungen ist innerhalb der Anlage 2 der jeweiligen Untersuchungsflächen UF I bis UF X dargestellt.

5.3 Ergebnisse der Baugrundaufschlüsse

Auf Grundlage der, während der Feldarbeiten erstellten Schichtenverzeichnisse und einer durch uns vorgenommenen Bodenansprache, wurden die in der Anlage 3 der jeweiligen Untersuchungsflächen dargestellten Schichtenprofile angefertigt. Im Einzelnen kann am Untersuchungsstandort vereinfacht von folgendem Baugrundaufbau ausgegangen werden:

- anthropogene Auffüllungen
- Oberböden
- gewachsene Sande
- Geschiebelehm und Geschiebemergel

anthropogene Auffüllungen:

Auffüllböden wurden im gesamten Bereich der Untersuchungsflächen UF I und UF II, lokal in UF V (S3-V und S8-V) sowie bereichsweise in UF VIII (S1-VIII bis S3-VIII, S7-VIII und S8-VIII), vornehmlich als mittelsandiger, schwach humoser und humoser Feinsand, der mit Ziegel-, Mörtel- und Betonresten versetzt ist sowie zum Teil schwach schluffige und schluffige Bestandteile beinhaltet, aufgeschlossen.

Lokal konnten hier auch Kies und Schotterschichten sowie Asphaltreste (S6-II) erbohrt werden.

Im Bereich des ehemaligen FHTW-Standortes (UF I) ist das Gelände darüber hinaus großflächig durch Beton- und Asphaltdeckungen versiegelt.

Die anthropogenen Auffüllungen reichen bei UF I bis in Tiefen zwischen ca. 0,6 m und 2,8 m, im Mittel bis ca. 1,3 m unter Gelände, bei UF II bis in Tiefen zwischen ca. 0,3 m und 2,1 m, im Mittel bis ca. 1,1 m unter Gelände.

Die innerhalb der Untersuchungsflächen UF V und UF VIII aufgeschlossenen Auffüllungen treten bis in Tiefen zwischen ca. 0,5 m und 1,4 m unter Ansatzpunkt auf.

Auf Grund der Schlagzahlen der schweren Rammsonde kann für die sandigen Auffüllböden von einer vornehmlich lockeren und mitteldichten Lagerung ausgegangen werden.

Es wird darauf hingewiesen, dass Auffüllböden auch im Bereich von Zu- bzw. Feldwegen innerhalb aller übrigen Untersuchungsflächen (UF III bis UF X) anstehen.

Oberböden:

Im Bereich der Untersuchungsflächen UF III bis UF X wurden, mit wenigen, wie oben beschriebenen Ausnahmen, oberflächennah Ober- bzw. Mutterböden aufgeschlossen, die sich meist als humose, schwach mittelsandige Feinsande mit bereichsweise schluffigen Beimengungen darstellen.

Die Oberböden sind überwiegend locker gelagert und reichen bis in Tiefen zwischen ca. 0,1 m und maximal 0,8 m, im Mittel bis ca. 0,4 m unter Gelände.

gewachsene Sande:

Gewachsene Sande wurden zunächst, unmittelbar unterhalb der Auffüll- bzw. Oberböden, teilweise (UF I, UF V und UF X), lokal (UF II), ansonsten in allen anderen Bereichen, überwiegend in Form von mittelsandigen Feinsanden mit schwach schluffigen Beimengungen und feinsandigen Mittelsanden, vereinzelt auch als grobsandige Mittel- und mittelsandige Grobsande, erkundet.

Diese Sande, die gemäß DIN 18196 den Bodengruppen SE (enggestufte Sande) und SU (Sand-Schluff-Gemisch) entsprechen, reichen im Bereich der Untersuchungsflächen UF I bis UF IV und UF VIII bis in Tiefen zwischen ca. 0,5 m und 6,0 m unter Gelände, innerhalb der übrigen Untersuchungsflächen UF V, UF VI, UF VII, UF IX und UF X bis in Tiefen zwischen ca. 0,5 m und maximal 2,0 m unter Gelände.

Unterhalb der vor beschriebenen SE- und SU-Böden folgen zunächst entweder Geschiebelehm- und -mergelschichten oder stark schluffige Feinsande der Bodengruppe SU*. Sandschichten, die darüber hinaus vorherrschen sowie den anstehenden Geschiebemergel durchziehen und unterlagern, können vornehmlich den Bodengruppen SE, SU und SU* zugeordnet werden.

Die oberflächennah anstehenden Sande sind locker und mitteldicht, die innerhalb der Mergelschichten vorliegenden Sandschichten meist mitteldicht und die Sande unterhalb der Geschiebemergelschichten mindestens mitteldicht und dicht gelagert.

Die Ergebnisse der Rammsondierungen sind neben den zugehörigen Kleinbohrungen und innerhalb der Anlage 3 der jeweiligen Untersuchungsfläche UF I bis UF X dargestellt.

Geschiebelehm und Geschiebemergel:

In nahezu allen Aufschlüssen wurde sandiger Geschiebemergel erkundet, der sich oberflächennah bereichsweise als sandiger Geschiebelehm darstellt.

Auf Grund der tonigen Anteile dieser gemischtkörnigen Bodenarten können diese den Bodengruppen ST* (Sand-Ton-Gemisch) und TL (Ton, leicht plastisch) zugeordnet werden.

Die Ansprache des Geschiebebodens vor Ort und im Labor weist diesem eine weich-steife, überwiegend steife, steif-halbfeste, halbfeste und in tieferen Lagen bereichsweise auch eine halbfest-feste Zustandsform zu, was durch die durchgeführten bodenmechanischen Laborversuche im Wesentlichen bestätigt wurde.

5.4 Bodenmechanische Laborversuche

Die an gewonnenen gestörten Bodenproben der Untersuchungsflächen UF I bis UF X durchgeführten bodenmechanischen Versuche dienten, neben der Quantifizierung und Bestätigung unserer Ansprache, der Klassifizierung und Benennung anstehender Böden sowie darüber hinaus auch zur Festlegung von Bodenkennwerten.

Im Einzelnen wurden dazu an repräsentativen Bodenproben je Teilfläche zehn Kornverteilungen ausgeführt, deren Ergebnisse innerhalb der Anlage 4 der jeweiligen Untersuchungsflächen dargestellt sind.

Konsistenzgrenzen sowie Wassergehalte gemischtkörniger Böden der Bodengruppen ST* und TL können der Anlage 5 und der Anlage 6 der jeweiligen Untersuchungsflächen entnommen werden.

Danach besitzen die Geschiebeböden der Bodengruppen ST* und TL bei weich-steifer Konsistenz einen Wassergehalt von $w = 13,1$ bis $14,9$ %, im Mittel $w = 14,0$ %, bei steifer Konsistenz $w = 11,7$ bis $13,7$ %, im Mittel $w = 12,7$ % und bei halbfester Zustandsform einen Wassergehalt zwischen $w = 7,1$ % und $12,1$ %, im Mittel ca. $w = 10,7$ %.

Die in tieferen Lagen bereichsweise erbohrten ST*- und TL-Böden mit halbfest-fester Konsistenz weisen Wassergehalte zwischen $w = 7,3$ bis $9,9$ %, im Mittel $w = 8,4$ % auf.

5.5 Homogenbereiche / Bodeneigenschaften und -klassifizierung

Die im Bereich des Untersuchungsstandortes anstehenden Böden können gemäß VOB Teil C, Ausgabe 2012 und Ausgabe 2015, DIN 18196:2011-05 sowie ZTV E-StB 09 wie folgt eingestuft und klassifiziert werden:

Oberboden (UF II bis UF X)

Bodengruppe:	OH
Lagerung:	locker
Verdichtungsfähigkeit:	gut bis mittel
Frostempfindlichkeit:	gering bis mittel frostempfindlich (F2)

Der Oberboden entspricht nach VOB Teil C, Ausgabe 2012 (DIN 18300) der Bodenklasse 1 (Oberboden). Nach DIN 18915:2002-08 kann der Oberboden für vegetationstechnische Zwecke der Bodengruppe 2 zugeordnet werden.

Homogenbereich A / Auffüllung (UF I, UF II, teilweise UF V und UF VIII)

Bodengruppe:	A (SE, SU, SU*, lokal GI)
Lagerung:	locker und mitteldicht
Verdichtungsfähigkeit:	SE: gut bis mittel SU: gut SU* mittel
Frostempfindlichkeit:	SE: nicht frostempfindlich (F1) SU: gering bis mittel frostempfindlich (F2) SU* sehr frostempfindlich (F3)
Durchlässigkeit [m/s]:	SE: $k_f = 1 \times 10^{-3}$ bis 1×10^{-4} SU: $k_f = 1 \times 10^{-4}$ bis 5×10^{-6} SU*: $k_f = 5 \times 10^{-6}$ bis 5×10^{-8}

Die Auffüllung entspricht nach VOB, Teil C, Ausgabe 2012 (DIN 18300) den Bodenklassen 3 (leicht lösbare Bodenarten) und 4 (mittelschwer lösbare Bodenarten).

Homogenbereich B / Sande

Bodengruppe:	SE, SU, SU*
Lagerung:	locker, mitteldicht und dicht
Verdichtungsfähigkeit:	SE: gut bis mittel SU: gut SU* mittel
Frostempfindlichkeit:	SE: nicht frostempfindlich (F1) SU: gering bis mittel frostempfindlich (F2) SU* sehr frostempfindlich (F3)
Durchlässigkeit [m/s]:	SE: $k_f = 1 \times 10^{-3}$ bis 1×10^{-4} SU: $k_f = 1 \times 10^{-4}$ bis 5×10^{-6} SU*: $k_f = 5 \times 10^{-6}$ bis 5×10^{-8}

Die Sande entsprechen nach VOB, Teil C, Ausgabe 2012 (DIN 18300) vornehmlich der Bodenklasse 3 (leicht lösbare Bodenarten).

Homogenbereich C / Geschiebelehm und -mergel

Bodengruppe:	ST*, TL
Festigkeit:	weich-steif, steif, steif-halbfest, halbfest, halbfest-fest
Verdichtungsfähigkeit:	mäßig
Frostempfindlichkeit:	sehr frostempfindlich (F3)
Durchlässigkeit [m/s]:	ST*: $k_f = 1 \times 10^{-7}$ bis 1×10^{-8} TL: $k_f = 1 \times 10^{-8}$ bis 1×10^{-9}

Der Geschiebeboden entspricht nach VOB, Teil C, Ausgabe 2012 (DIN 18300) vornehmlich der Bodenklasse 4 (mittelschwer lösbar Bodenarten), bei mindestens halbfest-fester Konsistenz der Bodenklasse 5 (schwer lösbar Bodenarten).

Im Bereich der Geschiebeböden ist zudem mit Sand- und Kieslagen sowie mit Steinhindernissen zu rechnen.

Die angegebenen Durchlässigkeitsbeiwerte wurden auf der Grundlage der ermittelten Kornverteilungen und unserer Erfahrung festgelegt.

Werden genauere Werte zur Durchlässigkeit anstehender Böden erforderlich, sind weiterreichende Labor- bzw. Feldversuche durchzuführen.

5.6 Bodenkennwerte

Für erdstatische Berechnungen können, auf Grund der Ansprache der gelieferten Proben, der Bohr-, Sondier- sowie der bodenmechanischen Versuchsergebnisse und unserer Erfahrung am Untersuchungsstandort die charakteristischen Bodenkennwerte der folgenden Tabelle 1 angesetzt werden.

Tabelle 1: charakteristische Bodenkennwerte

Bodenart	Bodenkennwerte				
	Wichte feucht γ_K [kN/m ³]	Wichte Auftrieb γ'_K [kN/m ³]	Reibungs- winkel ϕ'_K [°]	Kohäsion $c'_K / c_{u,K}$ [kN/m ²]	Steife- ziffer $E_{s,K}$ [MN/m ²]
Oberboden	18	10	27,5	-- / --	--
Auffüllung	18	10	30,0	-- / --	--
Sand locker	18	10	30,0	-- / --	15
mitteldicht	18	11	32,5	-- / --	30
dicht	19	11	35,0	-- / --	50
Geschiebeboden weich	19	11	27,5	5 / 20	5
steif	20	11	30,0	10 / 40	15
halbfest	21	12	30,0	20 / 80	30

Die Tiefenlagen der in der Tabelle 1 angegebenen Bodenschichten sind der Anlage 3 der jeweiligen Untersuchungsflächen UF I bis UF X zu entnehmen.

6. UMWELTANALYTIK BODEN

6.1 Vorkenntnisse

Gemäß Unterlage U 3.2 war das Untersuchungsgrundstück seit dem 15.09.1993 im Bodenbelastungskataster von Berlin (BBK) unter der Nummer 1444 eingetragen und wird seit dem 22.05.2018 neu, unter der Katasternummer 17982 als altlastverdächtige Fläche geführt.

Hier bestehen, aufgrund der, zwischen den Jahren 1886 und 1969, zur Abwasser-aufbringung genutzten Fläche mit Schlamm-trockenplätzen und Absetzbecken (ehemalige Rieselfelder), Anhaltspunkte für eine schädliche Bodenveränderung oder Altlast.

In jüngster Vergangenheit wurde der überwiegende Untersuchungsbereich, die Flächen UF III bis UF X, als Ackerbau- und Grünlandfläche, die Flächen UF I und UF II als Gewerbe-standorte (ehemaliger FHTW-Standort bzw. Landespolizeischule) genutzt.

Zur Einschätzung möglicher oberflächennaher Schadstoffbelastungen wurden im Dezember 1992, im Bereich der Rieselfelder südlich des Blankenburger Pflasterweges, insgesamt 14 Rammkernsondierungen bis jeweils 1,4 m unter Gelände niedergebracht, von denen die Untersuchungspunkte 6 bis 14 im unmittelbaren Untersuchungsbereich lagen (vgl. Unterlage U 3.2).

Die Analytik der Bodenmischproben erfolgte dabei hinsichtlich Schwermetalle (SM), flüchtige und extrahierbare Halogenverbindungen (EOX, LHKW), polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK), Monoaromaten (BTEX), Anionen, Ammonium, pH-Wert und Gesamtcyanid.

Als Ergebnis konnte zusammenfassend festgestellt werden, dass im v.g. Untersuchungs-bereich keine Grenzüberschreitungen gemäß 1992 gültiger Berliner Liste, für den betrachteten Pfad Boden-Grundwasser festgestellt wurden.

Für Schwermetalle wurden Überschreitungen der zum Zeitpunkt der Untersuchung gültigen Richtlinie der Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umweltschutz, für tolerierbare Gehalte in Oberböden für Nutzungsbereiche von Gärten, analysiert.

6.2 Untersuchungsprogramm

BBodSchV:

Zur orientierenden Ermittlung der räumlichen Verteilung ggf. vorhandener Schadstoffe im Boden wurden in Anlehnung an die Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV) auf jeder der zehn, etwa 9 ha großen Untersuchungsflächen UF I bis UF X, 15 Handbohrungen (HB1-I bis HB15-I; HB1-II bis HB15-II,...,HB1-X bis HB15-X) bis in eine einheitliche Tiefe von jeweils 0,6 m unter Gelände ausgeführt.

Die Entnahme der Einzelproben erfolgte horizontweise über die Tiefen von 0,0 m bis 0,1 m, 0,1 m bis 0,35 m und 0,35 m bis 0,60 m unter Gelände.

Aus den Einzelproben wurden je Teilfläche drei Mischproben (je Horizont eine Mischprobe), insgesamt also 30 Mischproben so gebildet, dass daraus Bereiche ähnlicher Zusammensetzung und Nutzung resultieren.

Dabei wurde u.a. berücksichtigt, dass der östliche Bereich der Untersuchungsflächen UF VII (HB13-VII bis HB15-VII) und UF X (HB1-X, HB2-X, HB7-X, HB8-X und HB13-X) bisher ausschließlich landwirtschaftlich und nicht, wie das überwiegende Untersuchungsgebiet, als Rieselfeld genutzt wurden. Die Einzelproben der v.g. Handbohrungen wurden dem zu Folge bei der Analytik nicht berücksichtigt, um Verfälschungen der Ergebnisse zu vermeiden.

Die Bezeichnung der Mischproben orientiert sich dabei an den Untersuchungsflächen und -horizonten, so dass exemplarisch die Mischprobe des 1. Untersuchungshorizontes (0,0-0,1 m) der Untersuchungsfläche UF I mit MP Bo1-I bezeichnet wurde.

Die Analytik der gewonnenen Bodenproben erfolgte für die o.g. Horizonte an jeder Mischprobe in Anlehnung an die BBodSchV und / oder Berliner Liste, zur Beurteilung des Wirkungspfad des Boden-Mensch sowie zur orientierenden Abschätzung des Wirkungspfad des Boden-Grundwasser, hinsichtlich Schwermetalle (Blei, Cadmium, Chrom, Kupfer, Quecksilber, Nickel, Zink), Arsen, Cyanide gesamt, Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK), Mineralölkohlenwasserstoffe (MKW) und Pflanzenschutzmittel (schwerflüchtige Chlorkohlenwasserstoffe). Zudem wurde, zur Beurteilung des Wirkungspfad des Boden-Nutzpflanze, die Untersuchung auf die Parameter Blei, Cadmium und Thallium im Ammonium-Nitratauszug durchgeführt.

Die Handbohrungen wurden unmittelbar neben den, innerhalb der Anlagen 2 der jeweiligen Untersuchungsflächen dargestellten Aufschlussansatzpunkte der gleichnummerierten Kleinbohrungen angeordnet. So liegt beispielsweise die Handbohrung HB1-I unmittelbar neben der Kleinbohrung S1-I, etc..

LAGA:

Zur orientierenden abfalltechnischen Altlastuntersuchung sowie zur Abschätzung von Entsorgungskosten wurden im Zuge der Baugrunduntersuchungen darüber hinaus, je Untersuchungsfläche, aus allen Kleinbohrungen, weitere Umweltproben als Einzelproben, unterhalb vorhandener Oberböden, bis 3,0 m unter Gelände entnommen. Aus den Einzelproben wurden dann je Untersuchungsfläche, in der Regel drei Mischproben aus jeweils fünf Kleinbohrungen gebildet.

Die analytische Untersuchung erfolgte an allen insgesamt 30 Mischproben, gemäß der Tabelle II.1.2-1 (Mindestuntersuchungsprogramm für Boden bei unspezifischem Verdacht), der Mitteilungen der Bund / Länder - Arbeitsgemeinschaft Abfall - LAGA - Mitteilung 20, im Feststoff und im Eluat.

Zudem wurden Einzelproben als Rückstellproben gesichert, was ggf. eine spätere spezifizierte Analytik einzelner Parameter erlaubt.

Die Mischprobenbezeichnung, die Entnahmestellen und -tiefen für die hinsichtlich LAGA analysierten Mischproben, geht aus der Tabelle 2 hervor.

Tabelle 2: Bildung der Bodenmischproben mit Entnahmetiefen

UF / Mischprobe	Horizont	Bildung der Mischproben (Entnahmetiefe) [m]
UF I MP1-I	A	S1-I (0,0-0,8); S2-I (0,0-0,6); S3-I (0,0-1,0); S4-I (0,0-1,5); S5-I (0,0-0,8); S6-I (0,0-1,0); S15-I (0,0-2,8)
	A	S7-I (0,0-1,0); S8-I (0,0-2,2); S9-I (0,0-1,7); S10-I (0,0-1,0); S11-I (0,0-1,0); S12-I (0,0-1,9); S13-I (0,0-0,7); S14-I (0,0-1,0)
	Bo	S1-I (0,8-3,0); S2-I (0,6-3,0); S3-I (1,0-3,0); S4-I (1,5-3,0); S5-I (0,8-3,0); S6-I (1,0-3,0); S7-I (1,0-3,0); S8-I (2,2-3,0); S9-I (1,7-3,0); S10-I (1,0-3,0); S11-I (1,0-3,0); S12-I (1,9-3,0); S13-I (0,7-3,0); S14-I (1,0-3,0); S15-I (2,8-3,0)
UF II MP1-II	A	S1-II (0,0-1,0); S2-II (0,0-1,3); S3-II (0,0-1,4); S4-II (0,0-0,3); S5-II (0,0-0,6); S6-II (0,0-0,3); S7-II (0,0-1,1)
	A	S8-II (0,0-1,1); S9-II (0,0-0,75); S10-II (0,0-1,0); S11-II (0,0-1,7); S12-II (0,0-1,0); S13-II (0,0-2,1); S14-II (0,0-1,1); S15-II (0,0-0,8)
	Bo	S1-II (1,0-3,0); S2-II (1,3-3,0); S3-II (1,4-3,0); S4-II (0,3-3,0); S5-II (0,6-3,0); S6-II (0,3-3,0); S7-II (1,1-3,0); S8-II (1,1-3,0); S9-II (0,75-3,0); S10-II (1,0-3,0); S11-II (1,7-3,0); S12-II (1,0-3,0); S13-II (2,1-3,0); S14-II (1,1-3,0); S15-II (0,8-3,0)
UF III MP1-III	Bo	S1-III (0,5-3,0); S2-III (0,75-3,0); S3-III (0,1-3,0); S4-III (0,25-3,0); S5-III (0,35-3,0)
	Bo	S6-III (0,6-3,0); S7-III (0,4-3,0); S8-III (0,4-3,0); S9-III (0,3-3,0); S10-III (0,4-3,0)
	Bo	S11-III (0,3-3,0); S12-III (0,2-3,0); S13-III (0,6-3,0); S14-III (0,3-3,0); S15-III (0,3-3,0)

Tabelle 2 - Fortsetzung: Bildung der Bodenmischproben mit Entnahmetiefen

UF / Mischprobe	Horizont	Bildung der Mischproben (Entnahmetiefe) [m]
UF IV MP1-IV	Bo	S1-IV (0,5-3,0); S2-IV (0,3-3,0); S3-IV (0,3-3,0); S4-IV (0,3-3,0); S5-IV (0,3-3,0); S6-IV (0,3-3,0)
	Bo	S7-IV (0,3-3,0); S8-IV (0,3-3,0); S9-IV (0,3-3,0); S10-IV (0,6-3,0); S11-IV (0,5-3,0)
	Bo	S12-IV (0,6-3,0); S13-IV (0,45-3,0); S14-IV (0,3-3,0); S15-IV (0,5-3,0)
UF V MP1-V	Bo	S1-V (0,3-3,0); S2-V (0,35-3,0); S3-V (0,45-3,0); S4-V (0,35-3,0); S5-V (0,5-3,0)
	Bo	S6-V (0,3-3,0); S7-V (0,3-3,0); S8-V (0,35-3,0); S11-V (0,3-3,0); S12-V (0,3-3,0)
	Bo	S9-V (0,3-3,0); S10-V (0,3-3,0); S13-V (0,6-3,0); S14-V (0,4-3,0); S15-V (0,4-3,0)
UF VI MP1-VI	Bo	S1-VI (0,5-3,0); S2-VI (0,3-3,0); S3-VI (0,3-3,0); S4-VI (0,55-3,0); S5-VI (0,35-3,0)
	Bo	S6-VI (0,3-3,0); S7-VI (0,3-3,0); S8-VI (0,3-3,0); S9-VI (0,35-3,0)
	Bo	S10-VI (0,3-3,0); S11-VI (0,5-3,0); S12-VI (0,45-3,0); S13-VI (0,4-3,0); S14-VI (0,45-3,0); S15-VI (0,6-3,0)
UF VII MP1-VII	Bo	S1-VII (0,5-3,0); S2-VII (0,3-3,0); S3-VII (0,35-3,0); S4-VII (0,4-3,0); S5-VII (0,45-3,0); S6-VII (0,55-3,0)
	Bo	S7-VII (0,45-3,0); S8-VII (0,55-3,0); S9-VII (0,35-3,0); S10-VII (0,5-3,0); S11-VII (0,35-3,0); S12-VII (0,45-3,0)
	Bo	S13-VII (0,4-3,0); S14-VII (0,35-3,0); S15-VII (0,3-3,0)
UF VIII MP1-VIII	Bo	S1-VIII (0,0-3,0); S2-VIII (0,0-3,0); S3-VIII (0,0-3,0); S8-VIII (0,0-3,0)
	Bo	S4-VIII (0,55-3,0); S5-VIII (0,55-3,0); S6-VIII (0,45-3,0); S7-VIII (0,0-3,0); S14-VIII (0,45-3,0)
	Bo	S9-VIII (0,35-3,0); S10-VIII (0,4-3,0); S11-VIII (0,6-3,0); S12-VIII (0,6-3,0); S13-VIII (0,55-3,0); S15-VIII (0,6-3,0)
UF IX MP1-IX	Bo	S1-IX (0,4-3,0); S3-IX (0,3-3,0); S9-IX (0,45-3,0); S10-IX (0,5-3,0); S15-IX (0,4-3,0)
	Bo	S2-IX (0,3-3,0); S4-IX (0,3-3,0); S8-IX (0,3-3,0); S11-IX (0,4-3,0); S14-IX (0,4-3,0);
	Bo	S5-IX (0,5-3,0); S6-IX (0,55-3,0); S7-IX (0,25-3,0); S12-IX (0,35-3,0); S13-IX (0,3-3,0)
UF X MP1-X	Bo	S1-X (0,35-3,0); S2-X (0,5-3,0); S7-X (0,45-3,0); S8-X (0,55-3,0); S13-X (0,35-3,0)
	Bo	S3-X (0,6-3,0); S4-X (0,4-3,0); S5-X (0,35-3,0); S6-X (0,25-3,0); S10-X (0,35-3,0)
	Bo	S9-X (0,45-3,0); S11-X (0,55-3,0); S12-VI (0,45-3,0); S14-X (0,55-3,0); S15-X (0,4-3,0)

UF - Untersuchungsfläche; A - Auffüllung; Bo - Boden

6.3 Ergebnisse nach BBodSchV / Berliner Liste

Die organoleptische Ansprache der entnommenen Bodenproben zeigte keine Auffälligkeiten.

Die Auswertung der Ergebnisse erfolgte gemäß BBodSchV für den Wirkungspfad Boden - Mensch, für die Nutzungsarten Kinderspielflächen, Wohngebiet sowie Park- und Freizeitflächen und für den Wirkungspfad Boden - Nutzpflanze.

Ergänzend dazu wurden zur orientierenden Gefährdungsabschätzung für das Schutzziel Grundwasser, die in der Berliner Liste 2005 angegebenen Beurteilungswerte für einen Flurabstand < 5 m (ungesättigte Bodenzone) hinzugezogen.

Als Ergebnis kann zusammenfassend festgehalten werden, dass an keiner der insgesamt 30 untersuchten Bodenproben Überschreitungen der Prüfwerte gemäß BBodSchV für den Wirkungspfad Boden - Mensch, für die Nutzungsarten Kinderspielflächen, Wohngebiet sowie Park- und Freizeitflächen, analysiert wurden.

Der Vergleich mit den, für das Schutzziel Grundwasser in der Berliner Liste angegebenen Beurteilungswerten für einen Flurabstand < 5 m, erbrachte ebenfalls keine Überschreitungen.

Die Analytik hinsichtlich des Wirkungspfades Boden-Nutzpflanze erbrachte für den im Ammonium-Nitrat-Auszug analysierten Parameter Cadmium, mit Konzentrationen zwischen 0,11 mg/kg (MP Bo2-III) und 0,14 mg/kg (MP Bo3-III), auf der Untersuchungsfläche UF III Überschreitungen des Maßnahmewertes (0,1 mg/kg). Legt man den, auf Flächen mit Brotweizenanbau und stark cadmiumanreichernden Gemüsearten, wie beispielsweise Spinat, Mangold und Sellerie, geltenden Maßnahmewert von 0,04 mg/kg zu Grunde, ergeben sich auch auf den Flächen UF IV eine (MP Bo1-IV - 0,05 mg/kg) und UF VI drei weitere Überschreitungen mit 0,06 mg/kg (MP Bo1-VI und MP Bo3-VI) bzw. 0,07 mg/kg (MP Bo2-VI).

Alle anderen erhobenen Untersuchungsergebnisse entsprechen entweder der Bestimmungsgrenze oder liegen unterhalb der relevanten Prüf- / Maßnahmewerte nach BBodSchV.

Nähere Angaben dazu geben die BBodSchV, das Bundes-Bodenschutzgesetz (BBodSchG) sowie die Berliner Liste 2005 (BL).

Die Probenahmeprotokolle sind innerhalb der Anlage 7, die Ergebnisse der Handbohrungen der jeweiligen Untersuchungsfläche in der Anlage 3 dokumentiert. Die Einzelergebnisse der Bodenanalytik gemäß BBodSchV / BL können der Unterlage U 3.9, die jeweils innerhalb der Anlage 8 dargestellt ist, entnommen werden.

6.4 Ergebnisse nach LAGA

Innerhalb der Tabelle 3 sind die LAGA-Einstufungen, bei denen eine Überschreitung der Z0-Werte nach der LAGA Boden analysiert wurde, unter Angabe der maßgeblichen Parameter zusammengestellt.

Tabelle 3: Einstufung der Mischproben nach Zuordnungswerten der LAGA

UF / Mischprobe	Horizont	Zuordnungswert nach LAGA	maßgeblicher Parameter [mg/kg]
UF I MP1-I	A	Z1	Blei (95), Cadmium (0,46), Chrom (40), Kupfer (58), Quecksilber (1,1), Zink (80), TOC (0,8 Masse%)
	MP2-I	A	Z1
UF II MP1-II	A	Z1	Quecksilber (0,15)
	MP2-II	A	Z1

UF - Untersuchungsfläche; A - Auffüllung

Die für die nach LAGA erfolgten Eluatuntersuchungen der Schwermetalle erbrachten keine Belastungen.

Bei allen weiteren Mischproben liegen keine erhöhten Konzentrationen der Analysewerte vor. Damit entsprechen diese Proben dem Zuordnungswert Z0 der LAGA.

Der Zuordnungswert Z0 erlaubt für Boden die Wiederverwendung des Aushubmaterials ohne Einschränkung, unbeachtet der technischen Eignung.

Der Zuordnungswert Z1 der LAGA, der für die Proben MP1-I, MP2-I (UF I) und MP1-II sowie MP2-II (UF II) ermittelt wurde, stellt die Obergrenze für den offenen Einbau unter Berücksichtigung bestimmter Nutzungseinschränkungen, wie die Voraussetzung eines hydrogeologisch günstigen Gebietes, dar. Hydrogeologisch günstig sind dabei u.a. Standorte, bei denen der Grundwasserleiter nach oben durch flächig verbreitete, ausreichend mächtige Deckschichten mit hohem Rückhaltevermögen gegenüber Schadstoffen, überdeckt ist. Dies wird in der Regel durch ca. 2,0 m mächtige Ton-, Schluff- oder Lehmschichten gewährleistet.

Nähere Angaben dazu gibt auch die LAGA, Heft 20.

In diesem Zusammenhang wird darauf hingewiesen, dass bei entsprechender Schadstoffverteilung, in bestimmten Bereichen der Bohrpunkte auch höhere Werte angetroffen werden können als bisher ermittelt wurden. Zudem handelt es sich um stichprobenartige Analysen, so dass weitere Verunreinigungen nicht ausgeschlossen werden können. Darüber hinaus kann die Bildung von Mischproben dazu führen, dass lokal höhere Verun-

reinigungswerte durch Vermischung mit unbelastetem Material unter die angegebenen Grenzwerte gedrückt werden.

Die orientierende Altlastuntersuchung entspricht keiner Deklarationsanalyse. Vor Beginn der Arbeiten werden dazu weiterreichende analytische Untersuchungen erforderlich.

Die Einzelergebnisse der Bodenanalytik gemäß LAGA können der Unterlage U 3.9 entnommen werden, welche als Anlage 9 der jeweiligen Untersuchungsfläche beigefügt ist.

6.5 Zusammenfassende Bewertung der Altlastsituation

Die Vorkenntnisse (Kapitel 6.1) sowie die innerhalb der Kapitel 6.3 und 6.4 dokumentierten Analyseergebnisse geben, wegen des groben Untersuchungsrahmens, lediglich einen orientierenden Überblick über die am Standort bestehende Altlastsituation.

Dennoch lässt sich erkennen, dass das betrachtete Untersuchungsgebiet bereits im derzeitigen Geländezustand für den Wirkungspfad Boden-Mensch eher unproblematisch ist.

Punktuelle Sanierungsmaßnahmen, die ggf. einen oberflächennahen Bodenaustausch bis mindestens 0,30 m unter Gelände, in Bereichen mit sensibler Nutzung, wie u.a. Kinderspielflächen etc., besser bis 0,50 m unter Gelände erfordern, sind jedoch nicht auszuschließen. Dazu werden nach fortgeschrittener Planung weiterreichende, nutzungsorientierte Untersuchungen in einem engeren Raster erforderlich.

Da hinsichtlich des Wirkungspfades Boden-Nutzpflanze auf drei von zehn untersuchten Flächen (UF III, UF IV und UF VI) Überschreitungen des Maßnahmewertes für cadmiumanreichernde Gemüsearten nachgewiesen wurden, ist zudem für Bereiche, die als Hausgärten oder als Anbauflächen für Obst, Gemüse und Küchenkräuter genutzt werden, ein Bodenaustausch bis in eine Tiefe von 0,6 m unter Gelände einzuplanen. Auch hierzu werden nach Vorliegen konkreterer Planungen ggf. standortbezogene Untersuchungen notwendig.

Der Vergleich mit den, für das Schutzziel Grundwasser in der Berliner Liste 2005 angegebenen Beurteilungswerten für einen Flurabstand < 5 m, lässt erste orientierende Gefährdungsabschätzungen für den Wirkungspfad Boden-Grundwasser zu. Danach sind derzeit keine Anhaltspunkte für eine Grundwassergefährdung aus den anstehenden Böden zu erwarten. Um jedoch belastbare Aussagen diesbezüglich tätigen zu können, werden, nach Vorliegen konkreter Planungen, weitere Boden- und/oder Grundwasseruntersuchungen aus dem Übergangsbereich von der ungesättigten zur gesättigten Bodenzone erforderlich.

Bei Bodenaustauscharbeiten ist auf die Einhaltung der Regularien der BBodSchV zu achten. Dies bedeutet u.a., dass zur Herstellung einer durchwurzelbaren Bodenschicht und/oder von Kinderspielflächen, nur Bodenmaterial verwendet werden darf, welches die Vorsorgewerte der BBodSchV einhält.

Zur Realisierung des geplanten Bauvorhabens werden umfangreiche Erdbewegungen stattfinden, bei denen, insbesondere in den nördlichen Teilflächen UF I und UF II, die dort erkundeten Auffüllungen zum größten Teil ausgehoben und entsorgt werden.

Wird eine Befreiung vom Altlastenverdacht angestrebt, sind diese mit dem Umweltamt Pankow von Berlin abzustimmen.

Die bei Baumaßnahmen ausgehobenen oder abgeschobenen Böden sind nach einer Deklarationsanalytik einer ordnungsgemäßen Verwertung bzw. Entsorgung zuzuführen.

6.6 Abschätzung von Entsorgungskosten

Da noch keine konkreten Planungen vorliegen, können zur Zeit keine belastbaren Kubaturen anfallender Aushubböden angegeben werden.

Jedoch kann, auf der Grundlage der in Kapitel 6.3 beschriebenen Belastung der Auffüllböden, die im Bereich der Untersuchungsflächen UF I und UF II erkundet wurden, zunächst davon ausgegangen werden, dass diese dem Zuordnungswert Z1 der LAGA entsprechen.

Auf dieser Grundlage kann exemplarisch, je 1.000 m³ Aushubvolumen, mit folgenden schadstoffbedingten Mehrkosten (ohne Sowieso-Kosten) gerechnet werden:

Aushubkubatur:	$1.000 \text{ m}^3 \times 1,8 \text{ t/m}^3 = 1.800 \text{ t}$
LAGA Boden:	Z1 (UF I und UF II)
Entsorgungskosten:	Z1 ca. 35.000 - 45.000 EUR (ca. 20 - 25 EUR/t)

7. GRUNDWASSER

Gemäß Unterlage U 3.4 liegt der Hauptgrundwasserleiter im Untersuchungsbereich in gespannter Form auf Ordinaten zwischen ca. 46,0 m im Westen und ca. 47,3 m über NHN im Osten vor.

Am westlichen Rand des hier betrachteten Standortes tritt zudem der Hauptgrundwasserleiter des Panketals auf Ordinaten zwischen ca. 45,0 m und 46,0 m über NHN auf. Der zu erwartende höchste Grundwasserstand (zeHGW) beträgt im westlichen Randbereich zwischen ca. 46,2 m im Süden und ca. 47,8 m über NHN im Norden. Der zu erwartende mittlere höchste Grundwasserstand (zeMHGW) wird hier mit Ordinaten zwischen ca. 46,3 m und 47,2 m über NHN angegeben.

Grundwasser wurde bei den zwischen April und Juli 2019 durchgeführten Baugrunduntersuchungen vornehmlich im westlichen und südwestlichen Untersuchungsbereich als freies Grundwasser, auf der gesamten Fläche darüber hinaus als Schichtenwasser in unterschiedlichen Tiefen ermittelt.

Die in diesem Zeitraum innerhalb der Kleinbohrungen eingemessenen minimalen und maximalen Grundwasserstände je Untersuchungsfläche sowie der innerhalb einer Fläche eingemessene mittlere Grundwasserstand (GW-S) in Meter unter Gelände [m u. GOK] bzw. Grundwasserordinaten [m NHN] sind innerhalb der Tabelle 4 dargestellt.

Zur Einmessung aktueller Grundwasser- bzw. Schichtenwasserstände sowie ggf. zur Entnahme von Grundwasserproben wurden auf den Untersuchungsflächen UF I bis UF X zudem insgesamt 20 Grundwassermessstellen (P1 bis P20) als so genannte Rammpegel errichtet.

Das Ergebnis der Stichtagmessung aller Pegel am 08.08.2019 (GW-P), bezogen auf die jeweilige Untersuchungsfläche, kann ebenfalls der Tabelle 4 entnommen werden.

Zusammenfassend kann somit festgestellt werden, dass am Untersuchungsstandort in mittleren Tiefen zwischen 1,3 m (UF VII) und ca. 3,9 m unter Gelände (UF I) freies Grundwasser und/oder Schichtenwasser vorliegt.

Aufgrund oberflächennah anstehender bindiger Böden ist darüber hinaus in jeder Tiefenlage auftretendes Schichten- und/oder Sickerwasser zu erwarten, worauf auch die bereichsweise verockerten Sande oberhalb der Geschiebeböden mit Schwankungsbreiten zwischen ca. 0,2 m und maximal 2,5 m hindeuten.

Die Lage der Grundwassermessstellen kann der Anlage 2, Seite 1 und Seite 2 der jeweiligen Untersuchungsfläche entnommen werden.

Tabelle 4: Grundwasserstände

Untersuchungsfläche	Grundwasserstände	
	GW - S [m u. GOK / m NHN]	GW - P [m u. GOK / m NHN]
UF I S1-I bis S15-I / P1, P2	2,8 - 5,6 (3,9*) / 44,8 - 46,6	3,4 / 45,2 (P1) 4,5 / 45,7 (P2)
UF II S1-II bis S15-II / P4 bis P7	1,8 - 4,4 (3,2*) / 46,0 - 51,6	3,9 / 45,6 (P4) 4,8 / 45,7 (P5) 2,5 / 48,6 (P6) 2,9 / 51,1 (P7)
UF III S1-III bis S15-III / P3, P4, P8, P9	1,6 - 3,9 (2,3*) / 45,3 - 47,5	3,0 / 45,3 (P3) 3,9 / 45,6 (P4) 2,6 / 45,5 (P8) 3,8 / 45,5 (P9)
UF IV S1-IV bis S15-IV / P6, P10, P12	2,8 - 4,5 (3,6*) / 46,4 - 47,7	2,5 / 48,6 (P6) 4,9 / 46,4 (P10) 4,1 / 46,5 (P12)
UF V S1-V bis S15-V / P7, P10, P13	1,2 - 3,2 (2,1*) / 47,7 - 51,0	2,9 / 51,1 (P7) 4,9 / 46,4 (P10) 3,4 / 49,4 (P13)
UF VI S1-VI bis S15-VI / P9, P11, P14	1,5 - 3,6 (2,2*) / 45,4 - 46,9	3,8 / 45,5 (P9) 2,8 / 45,4 (P11) 2,2 / 45,3 (P14)
UF VII S1-VII bis S15-VII / P12, P13	2,0 - 3,5 (2,8*) / 45,6 - 49,9	4,1 / 46,5 (P12) 3,4 / 49,4 (P13)
UF VIII S1-VIII bis S15-VIII / P14, P15, P16	1,1 - 1,7 (1,3*) / 45,5 - 46,4	2,2 / 45,3 (P14) 1,7 / 45,1 (P15) 2,1 / 45,0 (P16)
UF VIX S1-IX bis S15-IX / P17, P18	1,5 - 3,4 (2,4*) / 46,1 - 48,2	2,1 / 45,6 (P17) 2,9 / 45,9 (P18)
UF X S1-X bis S15-X / P18, P19, P20	2,1 - 3,3 (2,6*) / 48,1 - 49,4	2,9 / 45,9 (P18) 3,6 / 47,8 (P19) 4,8 / 47,8 (P20)

GW - S: Grundwasserstände und -ordinaten aus Kleinbohrungen (S), von 04/19 bis 07/19

GW - P: Grundwasserstände und -ordinaten aus Rammpegeln, Messung 08.08.2019

* im Mittel

8. GRÜNDUNGSEMPFEHLUNGEN

8.1 Bauwerke

Die Baugrunduntersuchungen haben ergeben, dass die in Tiefen zwischen 1,0 m und maximal ca. 3,0 m unter Gelände angenommenen Gründungssohlen der Neubauten überwiegend innerhalb des mindestens steifen, bereichsweise weich-steifen Mergels oder/und den hier vornehmlich mitteldicht, bereichsweise locker gelagerten gewachsenen und anthropogenen Sanden liegen werden.

Die Gründung der mehrgeschossigen Neubauten kann somit, unter Einhaltung der nachfolgend aufgeführten Voraussetzungen, flach, mittels Bodenplatten ausgeführt werden.

Die Vorbemessung der Gründungsplatten kann entweder nach dem Steife- oder dem Bettungszifferverfahren erfolgen.

Für das Steifezifferverfahren sind die Steifeziffern der Tabelle 1 zu entnehmen.

Für die Vorbemessung der Platten nach dem Bettungszifferverfahren kann eine Bettungsziffer von

$$k_s = 10 \text{ bis } 15 \text{ MN/m}^3$$

angesetzt werden.

Kommen bereichsweise Streifen- und Einzelfundamente zum Einsatz, können die Bemessungswerte des Sohlwiderstandes, nach Festlegung der endgültigen Gründungsordinaten, standortbezogen ggf. über Grundbruchberechnungen unter Einhaltung verträglicher Setzungen, gemäß DIN 1054:2012-12 ermittelt werden.

Voraussetzung zur Realisierung einer Plattengründung ist, dass die innerhalb der Gründungssohlen anstehenden bindigen Böden eine mindestens steife Konsistenz, die Sande nach ihrer Nachverdichtung eine mindestens mitteldichte Lagerung besitzen.

Stehen im Sohlbereich bereichsweise Auffüllböden oder weniger tragfähige bzw. nicht verdichtungsfähige gewachsene Böden an, sind diese gegen verdichtungsfähige, nicht bindige Böden zu ersetzen.

Kommen Gründungspolster zum Einsatz sind diese bis zur Gründungssohle einzubringen. Das nicht bindige Polstermaterial hat grundsätzlich eine Ungleichförmigkeit $U > 3$ aufzuweisen und ist lagenweise verdichtet, mit Lagenstärken von maximal 0,3 m und einer mindestens mitteldichten Lagerung, unter Berücksichtigung eines Lastausbreitwinkels von 45° , einzubringen.

Es wird darauf hingewiesen, dass bindige Böden gegenüber Wasserzutritt und mechanischer Einwirkung empfindlich reagieren und aufweichen können. Zudem kann es innerhalb der Frostperioden zu Frostschäden kommen. Diesbezügliche Vorkehrungen sind vom Erdbau zu treffen.

Werden die Bauwerke mit Kellergeschoss in einer maximalen Gründungstiefe von ca. 3,0 m unter Gelände ausgeführt, haben die Gründungsmaßnahmen im Schutze einer abgebochten Baugrube zu erfolgen, wobei auf einen Böschungswinkel von maximal 45° zu achten ist. Weitere Angaben dazu sind der DIN 4124:2012-01 zu entnehmen.

Kommen Trägerbohlwände zum Einsatz, können zur Vorbemessung des Verbaus die in der Tabelle 1 angegebenen Bodenkennwerte verwendet werden.

Da im Bereich der Baugrubensohlen mit Schichtenwasser, bereichsweise ggf. auch mit freiem Grundwasser zu rechnen ist, sind die Bauarbeiten ggf. im Schutze einer offenen oder geschlossenen Wasserhaltung vorzunehmen.

In diesem Zusammenhang wird darauf hingewiesen, dass zur Ausführung einer Grundwasserhaltung vorab in jedem Fall ein wasserrechtlicher Antrag bei der zuständigen Senatsverwaltung zu stellen ist.

Die Abdichtung erdberührter Bauteile erfolgt gemäß DIN 18533:2017-07.

Die Wassereinwirkungsklasse kann nach DIN 18533-1:2017-07, Tabelle 1 hier unter der Voraussetzung, dass auf die erdberührten Bauteile eine Wassersäule von kleiner 3,0 m einwirkt, mit W2.1-E angegeben werden.

Alternativ dazu wird empfohlen, die erdberührenden Bauteile in WU-Beton, als so genannte weiße Wanne, auszuführen.

8.2 Frei- und Verkehrsflächen

Die im Untersuchungsbereich erkundeten Baugrundverhältnisse führen für Frei- und Verkehrsflächen zusammenfassend zu folgenden Gegebenheiten und Anforderungen:

Vor der Herstellung von Verkehrsflächen sind die anstehenden Oberböden gänzlich sowie Auffüllungen bis in eine Tiefe von mindestens 0,5 m unter Gelände grundsätzlich zu entfernen und gegen ein lagenweise verdichtet einzubringendes rolliges Material mit einem Ungleichförmigkeitsgrad von $U > 3$ zu ersetzen.

Der Einbau von Austausch-, Trag- und Frostschutzschichten hat lagenweise, in Abhängigkeit des eingesetzten Verdichtungsgerätes, mit Stärken von 20 cm bis 30 cm zu erfolgen. Sollten im Planumbereich Böden mit kompressiblen Bestandteilen vorgefunden werden, sind die Austauscharbeiten entsprechend tiefer zu führen.

Auszuführende Gründungspolster sind immer - sofern nicht durch andere konstruktive Maßnahmen die seitliche Stützung des Polsters erreicht wird - mit einer Verbreiterung entsprechend des Lastverteilungswinkels von ca. 45° bis auf die Solltiefe zu führen.

Zur Überprüfung der geforderten Mindesttragfähigkeiten des Planums sind vor Ort geeignete Verdichtungskontrollen, z.B. Plattendruck- und Proctorversuche durchzuführen.

9. ANGABEN ZUR VERSICKERUNG

Die Baugrunduntersuchungen haben ergeben, dass unterhalb von im Mittel ca. 0,4 m starken Oberböden bzw. bereichsweise vorhandener Auffüllungen, die im Mittel Stärken von 1,3 m (UF I) bzw. 1,1 m (UF II) besitzen, Sande der Bodengruppen SE und SU anstehen, die im Bereich der Untersuchungsflächen UF I bis UF IV und UF VIII bis in Tiefen zwischen ca. 0,5 m und 6,0 m unter Gelände, innerhalb der übrigen Flächen UF V, UF VI, UF VII, UF IX und UF X bis in Tiefen zwischen ca. 0,5 m und maximal 2,0 m unter Gelände reichen.

Darunter folgen Geschiebelehm und -mergel der Bodengruppen ST* und TL oder stark schluffige Feinsande der Bodengruppe SU*.

Sandschichten, die darüber hinaus vorherrschen sowie den vorliegenden Geschiebemergel durchziehen und unterlagern, können vornehmlich den Bodengruppen SE, SU und SU* zugeordnet werden.

In Bereichen mit geplanten Versickerungsanlagen sind die Ober- und Auffüllböden bis zu den gewachsenen Böden auszuheben und ggf. gegen unbelastetes, versickerungsfähiges Material zu ersetzen.

Für die freiliegenden Aushubsohlen ist nachzuweisen, dass die Beurteilungswerte der Berliner Liste 2005 eingehalten werden.

Die im Liegenden, unterhalb der Ober- und Auffüllböden überwiegend erkundeten Böden der Bodengruppen SE und SU sind gemäß DWA-Arbeitsblatt A 138 für eine Regenwasserversickerung geeignet.

Böden der Bodengruppen ST*, TL und SU*, wie diese den SE- und SU-Böden folgen bzw. unmittelbar unterhalb der Ober- und Auffüllböden anstehen, besitzen Durchlässigkeitsbeiwerte kleiner 1×10^{-6} m/s und sind zur Versickerung von Regenwasser wenig geeignet. Zur Bemessung von Versickerungsanlagen kann für die SE- Böden mit einem Durchlässigkeitsbeiwert von $k_f = 1 \times 10^{-4}$ m/s, für die SU-Böden mit einem Durchlässigkeitsbeiwert von $k_f = 5 \times 10^{-6}$ m/s gerechnet werden.

Es wird empfohlen, eine Versickerung von Niederschlagswasser über entsprechend dimensionierte Mulden oder über Muden- / Rigolensysteme zu realisieren.

Nach Festlegung der Lage geplanter Mulden- bzw. Rigolenstandorte sollten zur Bemessung der Versickerungsanlagen im Vorfeld weitere Baugrund- bzw. insitu - Versickerungsversuche durchgeführt werden.

Zudem sollte das geplante Grundwassermonitoring über die vorhandenen Grundwassermessstellen zur Anwendung kommen.

10. ERGÄNZENDE HINWEISE UND EMPFEHLUNGEN

- Die durchgeführten Untersuchungen liefern lediglich einen stichprobenartigen Aufschluss im Bereich des Untersuchungsstandortes.
- Das Bauvorhaben ist in die geotechnische Kategorie GK-2 einzuordnen. Folgerichtig ist nach den Vorgaben der DIN 1054 der Geotechnische Entwurfsbericht zur Fortschreibung zu bringen.
- Nach der Festlegung der Gebäudelage und deren Gründungsordinaten, der Lage von Infrastruktur- und Versickerungsanlagen sind die vor getätigten Angaben zu überprüfen und über weiterreichende Baugrunduntersuchungen zu konkretisieren.
- Ein ggf. geplanter Wiedereinbau von Böden mit Zuordnungswerten der LAGA >Z0 ist mit dem Umweltamt abzustimmen. Für einige Proben werden die Vorsorgewerte nach BBodSchV (Anhang 2, Tab. 4) überschritten, so dass vor dem Hintergrund des bereichsweise geringen Grundwasserflurabstands ein Wiedereinbau dieser Böden grundsätzlich nicht zulässig ist.
- Für den gesamten Untersuchungsstandort besteht Kampfmittel-, auf dem ehemaligen FHTW-Standort darüber hinaus Bombenblindgängerverdacht, so dass vor Beginn von Erd- bzw. Bauarbeiten ein für Munitionssuche und -bergung zugelassenes Unternehmen hinzuzuziehen ist. Detaillierte Angaben zum Kampfmittelverdacht sind der Unterlage U 3.7 zu entnehmen.
- Voraussetzung für das geplante Grundwassermonitoring ist, dass die Oberkanten der von uns gesetzten Pegel vorab durch einen Vermesser einnivelliert werden.
- Im Zuge der Feldarbeiten wurden keine vermuteten unterirdischen Leitungen ehemaliger Rieselfelder erkundet, so dass auf geplante Baggerschürfe zur exakten Lokalisierung der Leitungen zunächst verzichtet wurde.
- Für ergänzende Erläuterungen und Beratungen zu grundbau- und umwelttechnischen Fragestellungen stehen wir gerne zur Verfügung.



Prof. Dr.-Ing. H. Kleen



M.Sc. Birgit Tamme

ANLAGEN 1 bis 9 der Untersuchungsflächen UF I bis UF X