

**Stadtwerke Verkehrsgesellschaft
Frankfurt am Main mbH**

**Hallenerweiterung
STZW Heerstraße 305
60488 Frankfurt am Main**

1. Bericht:

**Baugrunduntersuchung,
geo- und abfalltechnisches Gutachten**

INHALTSVERZEICHNIS

INHALTSVERZEICHNIS	2
ANLAGENVERZEICHNIS	4
TABELLENVERZEICHNIS	4
ABBILDUNGSVERZEICHNIS	4
1. VORBEMERKUNGEN	5
2. VERWENDETE UNTERLAGEN.....	6
3. LAGE DES UNTERSUCHUNGSGELÄNDES UND BESCHREIBUNG DER GEPLANTEN BAUMASSNAHME	7
4. DURCHGEFÜHRTE UNTERSUCHUNGEN.....	9
4.1 Felduntersuchungen	9
4.2 Laboruntersuchungen	10
4.3 Auswertung und Darstellung	10
5. UNTERGRUNDVERHÄLTNISSE.....	11
5.1 Regionale geologische Situation	11
5.2 Örtliche geologische Situation / Schichtenfolge.....	11
5.2.1 Allgemeines	11
5.2.2 Schicht 1: Oberflächenbefestigung / Künstliche Auffüllungen.....	12
5.2.3 Schicht 2: Löß- und Lehmböden (Quartär)	12
5.2.4 Schicht 3: Terrassensande und -kiese (Quartär)	13
5.3 Baugrundbeurteilung.....	13
5.4 Bodenkenngößen/Homogenbereiche.....	15
5.4.1 Bodenkenngößen	15
5.4.2 Eigenschaften und Kennwerte der Homogenbereiche.....	16
5.5 Erdbebenzone.....	17
5.6 Geotechnische Kategorie	17
6. GRUNDWASSERVERHÄLTNISSE.....	17
6.1 Allgemeines	17
6.2 Örtliche Grundwasserverhältnisse.....	18
6.3 Durchlässigkeit des Untergrundes.....	19

7.	ABFALLTECHNISCHE UNTERSUCHUNGEN.....	19
7.1	Bewertungsgrundlagen	19
7.2	Untersuchungsumfang	21
7.3	Ergebnisse	22
7.4	Abfalltechnische Bewertung	22
8.	EMPFEHLUNGEN ZUR GRÜNDUNG	23
8.1	Allgemeines	23
8.2	Bemessung.....	24
9.	EMPFEHLUNGEN ZUR ABDICHTUNG.....	28
10.	HINWEISE ZUR PLANUNG UND BAUDURCHFÜHRUNG.....	28
10.1	Planung.....	28
10.2	Bauausführung.....	29
10.2.1	Ausschachtungen/ Böschungen	29
10.2.2	Sicherungs-/Unterfangungsmaßnahmen	29
10.2.3	Erdarbeiten	31
10.2.4	Wasserhaltungsmaßnahmen.....	32
11.	SCHLUSSBEMERKUNG	33

ANLAGENVERZEICHNIS

1	Lage der Bodenaufschlüsse
2	Bohrprofile nach DIN 4023 und Rammdiagramme nach DIN EN ISO 22476-2
3	Schichtenverzeichnisse nach DIN EN ISO 14688-1
4	Prüfberichte der chemisch-analytischen Laboruntersuchungen
5	Abschlussbericht Kampfmittelortung

TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1:	Charakteristische Bodenkenngößen.....	15
Tabelle 2:	Eigenschaften der Homogenbereiche 1 und 2 für Erdarbeiten.....	17
Tabelle 3:	Zusammensetzung der untersuchten Mischproben und Analyseumfang	22
Tabelle 4:	Bemessungswerte des Sohlwiderstands $\sigma_{R,d}$ für in den Lößböden gegründete Streifenfundamente [kN/m ²]	25
Tabelle 5:	Erforderliche Verformungsmodule nach [8].....	26
Tabelle 6:	Empfehlungen für Fremd-/Verfüllmassen	31

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1:	Luftbild des Betrachtungsgebiets.....	7
Abbildung 2:	Baufeld zum Zeitpunkt der Baugrunderkundung.....	8
Abbildung 3:	Lage der geplanten Erweiterungsbauten (rot).....	9
Abbildung 4:	Lage des Projektgeländes in einem Trinkwasserschutzgebiet der Zone III bzw. IIIA.....	18

1. VORBEMERKUNGEN

Die Stadtwerke Verkehrsgesellschaft Frankfurt am Main mbH (VGF) plant, die Werkstatthalle im Bereich des Geländes der Stadtbahnzentralwerkstatt (STZW) in der Heerstraße 305 im Frankfurter Stadtteil Rödelheim zu erweitern.

Für die weiteren Planungen wurden Kenntnisse über die Untergrund- und Grundwasserhältnisse im gegenständlichen Baufeld benötigt. Aus diesem Grund wurde von der VGF mit der Durchführung einer Baugrunduntersuchung und der Ausarbeitung eines geo- und abfalltechnischen Gutachtens beauftragt.

Im vorliegenden Gutachten (1. Bericht) werden die für die Errichtung des geplanten Anbaus aus geotechnischer Sicht ermittelten Ergebnisse zusammenfassend beschrieben, dargestellt und bewertet. Im Einzelnen werden u. a. Empfehlungen und Hinweise zur

- Gründung und Abdichtung des geplanten Anbaus,
- Planung und Baudurchführung sowie zur
- Verwertung der Aushubböden

gegeben.

2. VERWENDETE UNTERLAGEN

Zur Erstellung des Gutachtens wurden die nachfolgend aufgeführten Unterlagen verwendet:

- [1] Erweiterung STZW, Heerstraße 305, 60488 Frankfurt am Main, "STZW_Variante A" (Vorabzug), Maßstab 1:1.000, Stand 17.03.2021.
- [2] **Hessisches Landesamt für Bodenforschung:** Geologische Karte von Hessen Maßstab 1 : 25.000, Blatt 5817 Frankfurt am Main (West) inkl. Beiblätter, Wiesbaden, 2009.
- [3] **Mitteilungen der Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA):** Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Reststoffen/Abfällen - Technische Regeln -, Fassungen von 1997, 2003 und 2004.
- [4] **Der Bundesminister für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit:** Verordnung zur Vereinfachung des Deponierechts – Deponieverordnung (DepV); Berlin, 27.04.2009, zuletzt geändert im Juni 2020.
- [5] **Regierungspräsidien Darmstadt, Gießen, Kassel:** Merkblatt „Entsorgung von Bauabfällen“; Fassung vom 01.09.2018.
- [6] **Hessisches Ministerium für Umwelt, Klimaschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz:** Richtlinie für die Verwertung von Bodenmaterial, Bauschutt und Straßenaufbruch in Tagebauen und im Rahmen sonstiger Abgrabungen; Wiesbaden, 17. Februar 2014.
- [7] **Verordnung über das Europäische Abfallverzeichnis** (Abfallverzeichnis-Verordnung – AVV) i.d.F. v. 30.06.2020.
- [8] Betonböden für Produktions- und Lagerhallen, 2. überarbeitete Auflage 2008, Verlag Bau + Technik GmbH, Düsseldorf.
- [9]
 - [9.a] Neubau Umspannanlage, STZW Heerstraße 305, 60488 Frankfurt am Main, 1. Bericht: Baugrunduntersuchung, geotechnisches Gutachten,
 - [9.b] Neubau Büro- und Lagercontainer, STZW Heerstraße 305, 60488 Frankfurt am Main, 1. Bericht: Baugrunduntersuchung, geotechnisches Gutachten,
 - [9.c] Archivunterlagen.

3. LAGE DES UNTERSUCHUNGSGELÄNDES UND BESCHREIBUNG DER GEPLANTEN BAUMASSNAHME

In der Abbildung 1 ist die Lage des Untersuchungsgebietes sowie dessen Umfeld eingetragen.

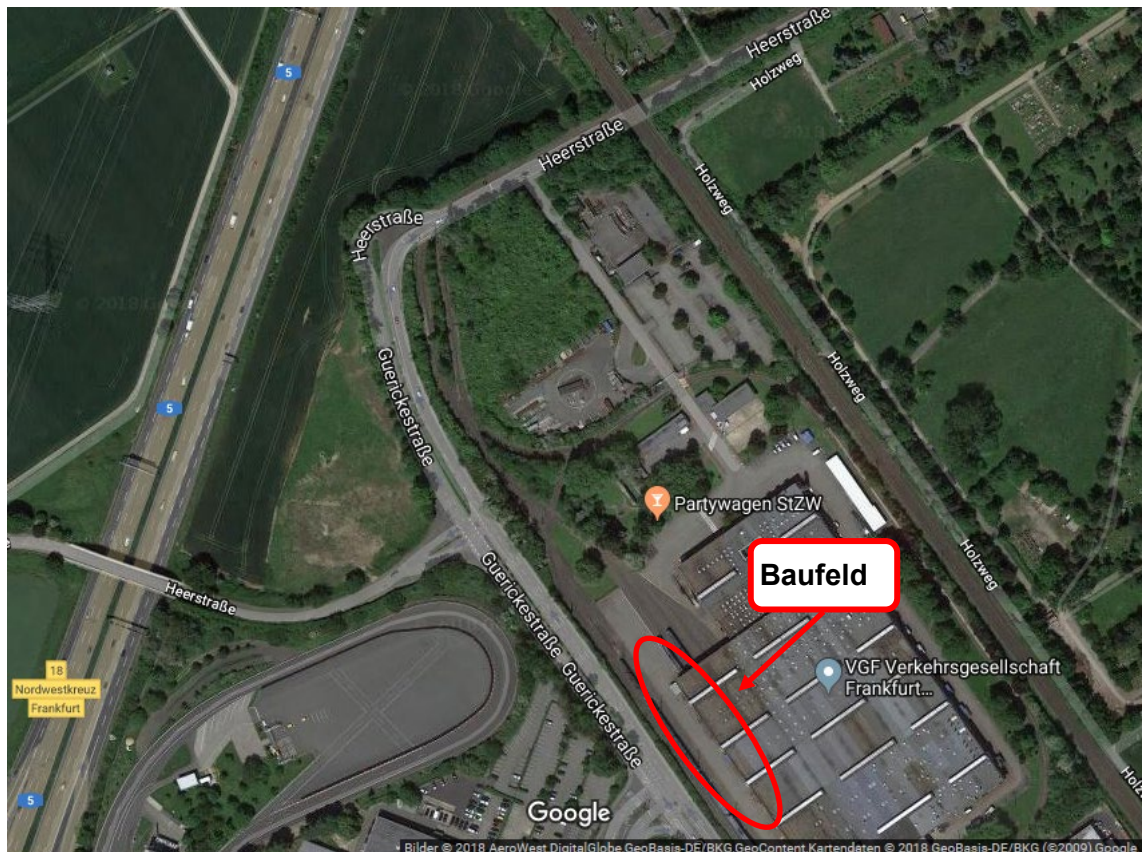


Abbildung 1: Luftbild des Betrachtungsgebiets

Nach den vorliegenden Planungen [1] soll die Werkstatthalle der STZW in Richtung Südwesten erweitert werden. Die betreffenden Freiflächen sind derzeit überwiegend mit Pflastersteinen versiegelt und werden als Lagerfläche genutzt. Bereichsweise verlaufen auch mit Gleisplatten versiegelte Gleistrassen durch das Baufeld.

Die Geländesituation zum Zeitpunkt der Baugrunderkundung kann der nachfolgenden Bildfolge entnommen werden.

- Hallenerweiterung

STZW Heerstraße 305, Frankfurt am Main (1. Bericht)



Abbildung 2: Baufeld zum Zeitpunkt der Baugrunderkundung.

- Hallenerweiterung

STZW Heerstraße 305, Frankfurt am Main (1. Bericht)

Nach den vorliegenden Planunterlagen [1] (siehe Abbildung 3) soll die vorhandene Werkstatthalle um einen L-förmigen Anbau (rot) erweitert werden. Für den Erweiterungsbau (Variante A) sind derzeit maximale Abmessungen von 120 m x 16 m vorgesehen. Die Hallenerweiterung bei den Gleisen 23 bis 25 soll eine Grundfläche von etwa 20,3 x 27,0 m erhalten.

Es ist eine nicht unterkellerte Bauweise geplant. Allerdings sind in der Halle Wartungsgruben vorgesehen.

Weitergehende Angaben zu den Erweiterungsbauten liegen aktuell nicht vor.

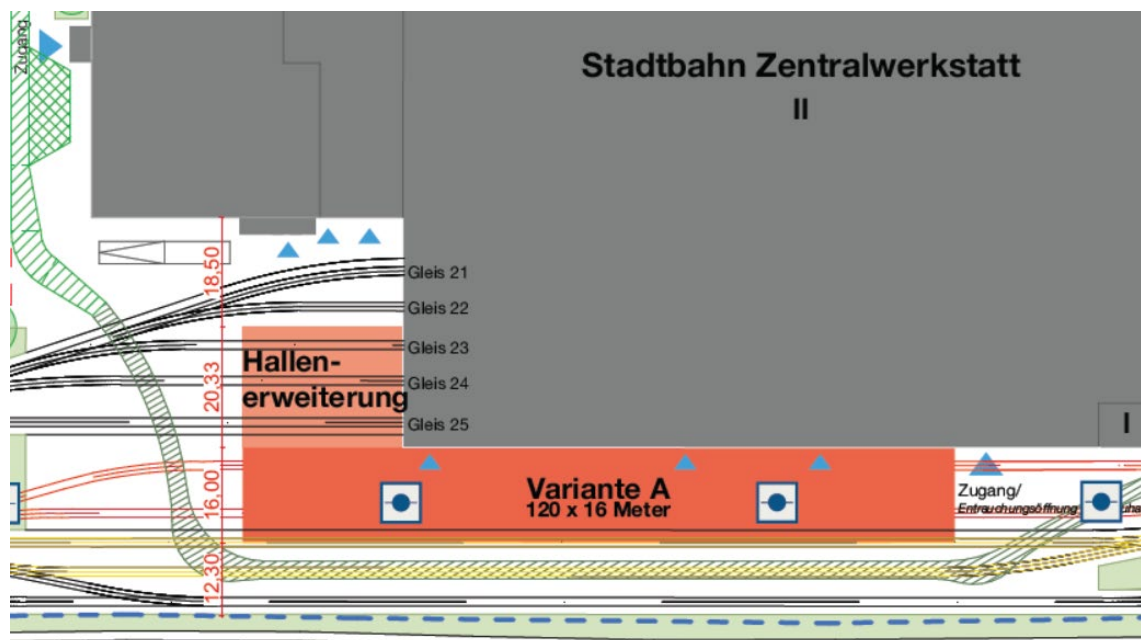


Abbildung 3: Lage der geplanten Erweiterungsbauten (rot)

4. DURCHGEFÜHRTE UNTERSUCHUNGEN

4.1 Felduntersuchungen

Das Projektgebiet liegt in einem Bombenabwurfgebiet des 2. Weltkrieges. Da somit für die Fläche das Vorliegen von Bombenblindgängern im Untergrund grundsätzlich nicht auszuschließen war, wurden die Ansatzstellen für die Bohrsondierungen vorab in unserem Auftrag von der am 26.04.2021 mittels Magnetfeldlinien-Gradiometer freigemessen.

Zur Erkundung der örtlichen Baugrundverhältnisse wurden am 03.05. und 04.05.2021 sechs Bohrsondierungen mit der Rammkernsonde (BS 1 bis BS 6, $\varnothing = 60/50/40$ mm) nach DIN EN ISO 22475-1 und zwei Sondierungen mit der Schweren Rammsonde (DPH 1 und DPH 2 nach DIN EN ISO 22476-2) ausgeführt und überwiegend bis in die planmäßigen Tiefen von 7 m unter GOK niedergebracht.

Bezüglich der Bohrsondierungen BS 2 und BS 5 ist an dieser Stelle anzumerken, dass diese aufgrund von Bohrhindernissen (BS 5) oder Schotternachfall (BS 2) in Tiefen von 1,8 m und 4,0 m vorzeitig abgebrochen werden mussten.

Aus dem mit den Bohrsondierungen gewonnenen Bohrgut wurden aus jedem Bohrmeter bzw. bei jedem Schichtwechsel gestörte Bodenproben nach DIN EN ISO 22475-1 (Kategorie B gemäß DIN EN ISO 22475-1) entnommen und in luftdicht verschließbare Glasbehälter abgefüllt.

4.2 Laboruntersuchungen

Zur Klärung der Entsorgungs- bzw. Verwertungsmöglichkeiten der späteren Aushubböden wurden aus den mit den Bohrungen gewonnenen Bodenproben drei Mischproben zusammengestellt. Hierbei haben wir die Mischproben nach den sandig-kiesigen (MP 1) und bindigen Auffüllungen (MP 1) sowie den darunter anstehenden Löß- und Lehmböden (MP 3) unterteilt. Die Mischproben wurden im Labor der auf die Parameter des Merkblatts "Entsorgung von Bauabfällen" (Tabellen 1.1, 1.2 und 1.3) [5] untersucht.

4.3 Auswertung und Darstellung

Die Ansatzpunkte der Bohrsondierungen wurden nach Lage und Höhe vermessen und in den Lageplan (Anlage 1) eingetragen.

Als Bezugspunkt für die Höheneinmessung diente ein Kanalschachtdeckel im Kreuzungsbereich der Heerstraße mit der Zufahrtsstraße der STZW (siehe Anlage 1, HP A). Eine absolute Geländehöhe, bezogen auf mNN, liegt uns hierfür nicht vor. Wir haben die Höhe des Deckels dementsprechend mit einer örtlichen Bezugshöhe von 10,0 m angenommen.

Die Ergebnisse der Bohrungen sind als Bohrprofile nach DIN 4023 in Anlage 2 dargestellt. Hier sind auch die Rammdiagramme der Schweren Rammsondierungen abgelegt.

In Form von Schichtenverzeichnissen nach DIN EN ISO 14688-1 sind die Ergebnisse der bodenmechanischen und geologischen Bodenansprache der Anlage 3 zu entnehmen.

Die Prüfprotokolle der chemischen Untersuchungen sind in Anlage 4 abgelegt.

Als Anlage 5 ist der Abschlussbericht der zu den durchgeführten Kampfmittelüberprüfungen beigelegt.

5. UNTERGRUNDVERHÄLTNISSE

5.1 Regionale geologische Situation

Gemäß der geologischen Karte [2] und unseren Erfahrungen aus vorangegangenen Untersuchungen im näheren Umfeld der geplanten Baumaßnahme [9] befindet sich das Projektgelände im Bereich quartärer Lößablagerungen.

Unterlagert werden die pleistozänen Schichtenfolgen durch pliozäne Schichten des Tertiärs, die aus einer Wechsellagerung aus meist ausgeprägt plastischen Tonen sowie Sanden und Kiesen bestehen.

In die verdeckte Tertiäroberfläche können häufig mehr oder weniger breite und tiefe, schichtwasserführende Rinnen eingetieft sein, die erfahrungsgemäß mit schluffigem Kies und Ton, verschwemmtem Löß und Lößlehm oder tonigem Lehm gefüllt sind (sogenannte Abschwemmmassen).

5.2 Örtliche geologische Situation / Schichtenfolge

5.2.1 Allgemeines

Mit den durchgeführten Erkundungsaufschlüssen wurde die generell bekannte Untersituation im Wesentlichen bestätigt. Im Untersuchungsgebiet wurde folgender, vereinfachend dargestellter Schichtenaufbau angetroffen.

- **Schicht 1: Oberflächenbefestigung / Künstliche Auffüllungen**
- **Schicht 2: Löß- und Lehmböden (Quartär)**
- **Schicht 3: Terrassensande (Quartär)**

In den nachfolgenden Kapiteln werden die aufgeschlossenen Bodenschichten beschrieben. Weitere Details zur Ausbildung und Beschaffenheit des Untergrundes können den

Bohrprofilen der Anlage 2 und den Schichtenverzeichnissen der Anlage 3 entnommen werden.

5.2.2 Schicht 1: Oberflächenbefestigung / Künstliche Auffüllungen

Das Gelände im Bereich der Bohransatzpunkte ist befestigt. Mit den Bohrsondierungen wurde insoweit zunächst die ca. 10 cm bis 14 cm dicken Oberflächenbefestigungen (Betonpflastersteine, Gleisplatten) durchörtert.

Unterhalb der Oberflächenversiegelungen bzw. der ca. 5 cm bis 10 cm dicken Bettung wurde eine Tragschicht aus Basaltschotter in Form eines teils schwach schluffigen, sandigen bis stark sandigen Kiesel angetroffen, die bis in Tiefen von ca. 0,4 m bis maximal 1,5 m unter jeweiligem Ansatzpunkt reicht.

Unterhalb der Tragschichten wurden mit den Bohrsondierungen BS 3 bis BS 6 bis in Tiefen von ca. 0,9 m (BS 3) bis maximal 1,6 m (BS 6) unter Gelände weitere Auffüllböden angetroffen. An dem Bohrpunkt BS 5 wurde die Unterkante der Auffüllungen bis in die erzielte Tiefe von 1,8 m nicht erreicht.

Diese künstlichen Auffüllungen sind heterogen zusammengesetzt. Es handelt sich sowohl um tonig-schluffige Auffüllböden mit variierenden sandigen und kiesigen Bestandteilen als auch um sandig-kieselige Auffüllungen.

Während die Tragschichten sowie die sandig-kieseligen Auffüllböden meist in mitteldichter bis dichter Lagerung vorliegen, kann den tonig-schluffigen Auffüllungen eine überwiegend halbfeste Konsistenz bescheinigt werden.

Die sandig-kieseligen Auffüllungen sind in Abhängigkeit ihrer Zusammensetzungen und sonstigen Beschaffenheit ersatzweise den Bodengruppen [GW], [GU], [SW], [SE] und [SU] nach DIN 18196 zuzuordnen. Für die tonig-schluffigen Auffüllböden ergibt sich ersatzweise eine Zuordnung in die Bodengruppen [TM] und [TL] der o. g. Norm.

5.2.3 Schicht 2: Löß- und Lehm Böden (Quartär)

Unterhalb der künstlichen Auffüllungen folgen flächendeckend quartäre Löß- und Lehm Böden, deren Unterkante bis zu den planmäßigen Erkundungstiefen von maximal 7,0 m unter GOK überwiegend nicht erreicht wurde. Lediglich im Bereich der Sondierung BS 6 wurde die Basis der Löß- und Lehm Böden bei etwa 6,9 m unter GOK aufgeschlossen.

Die oberen Horizonte der Lößböden sind aufgrund von Verwitterungsprozessen z. T. „verlehmt“ ausgebildet, also weitgehend entkalkt (Lößlehm). Darunter bzw. bei den Bohrungen BS 1 und BS 2 direkt unterhalb der künstlichen Auffüllungen liegen die Lößböden in originärer, unverwitterter Form vor (Löß). Unter den Lößböden folgen quartäre Lehm-schichten (Abschwemmmassen).

Die Löß- und Lehm Böden bestehen hier aus Schluff-Ton-Gemischen mit nur geringen Grobkornanteilen.

Nach der Bohrgutansprache liegen die leicht bis mittelplastischen Löß- und Lehm Böden überwiegend in einer steifen bis halbfesten Konsistenz vor.

Es ist generell aber zu berücksichtigen, dass durch den Bohrvorgang zwangsläufig eine Störung der ausgesprochen empfindlichen Struktur der Löß-/ Lehm Böden auftritt. Dar-aus kann sich bei der Bewertung der Böden im Feld eine ungünstigere Ansprache der Konsistenz ergeben, als sie es in ungestörter Lagerung tatsächlich ist.

In Abhängigkeit ihrer Plastizität sowie ihrer sonstigen Zusammensetzung sind die Löß-/ Lehm Böden gemäß DIN 18196 in die Bodengruppen TM und TL zu stellen.

5.2.4 Schicht 3: Terrassensande und -kiese (Quartär)

Unterhalb der Löß- und Lehm Böden folgen in der Bohrsondierung BS 6 quartäre Terras-sensedimente der Nidda, deren Unterkante bis zu der erzielten Sondierendtiefe von 7 m nicht erreicht wurde.

Die Terrassenablagerungen stellen sich über die aufgeschlossene Tiefe (nur 1 Dezime-ter) als schwach schluffiger, kiesiger Sand dar.

Die dicht gelagerten Terrassensande sind hier in die Bodengruppe SU nach DIN 18196 zu stellen.

Nach allgemeiner Kenntnis können, bevorzugt an der Basis der Terrassensedimente, größere Steine, Gerölle und Blöcke vorhanden sein.

5.3 Baugrundbeurteilung

Zur Beurteilung der Untergrundverhältnisse im Hinblick auf deren Tragfähigkeitseigen-schaften wurden zwei Sondierungen mit der Schweren Rammsonde (DPH) nach DIN EN ISO 22476-2 ausgeführt. Diese bestätigen im Wesentlichen die Bohrgutanspra-che vor Ort.

Bei den künstlichen Auffüllungen (Schicht 1) handelt es sich - den Ergebnissen der Rammsondierungen nach zu urteilen - um einen inhomogenen und in der Gesamtheit nicht eindeutig zu beurteilenden Untergrund, der zur Einleitung konzentrierter Bauwerkslasten nicht oder nur sehr bedingt geeignet ist.

Zwar kann angesichts der langen Liegezeit des Auffüllkörpers davon ausgegangen werden, dass die Eigensetzungen des Auffüllkörpers vermutlich weitestgehend abgeschlossen sind. Gleichwohl können zukünftige lastunabhängige Setzungen/Sackungen, z. B. infolge von schlecht bis kaum verdichteten Horizonten mit erheblichem Setzungspotential nicht sicher ausgeschlossen werden.

Innerhalb der Lößböden und Lehme wurden überwiegend Schlagzahlen von $N_{10} \approx 5 - 10$ Schlägen je 10 cm Eindringtiefe notiert, was auf eine mindestens steif-halbfeste Konsistenz in ungestörter Lagerung schließen lässt.

Die quartären Löß-/ Lehm Böden (Schicht 2) stellen damit einen mäßig tragfähigen Baugrund dar, der hinsichtlich seiner Verformungseigenschaften als kompressibel, d. h. setzungsfähig, zu beurteilen ist.

Als besondere Eigenschaft der anstehenden Löß-/Lehmböden ist deren sehr hohe Wasserempfindlichkeit herauszustellen. Dies bedeutet beispielsweise, dass freigelegte Böden bei Zutritt von Wasser (Niederschläge, Wasserführungen) ihre Konsistenzen rasch ungünstig verändern können. Verbunden mit ungünstigen Veränderungen der Zustandsformen ist grundsätzlich eine Abnahme der Tragfähigkeit der Böden.

Aufgrund der bodenmechanischen Eigenschaften ist von einem zeitlich verzögerten Setzungsverhalten auszugehen.

Hinsichtlich der „Tragfähigkeit“ der bereichsweise angetroffenen quartären Terrassensedimente (Schicht 3) ist festzustellen, dass diese sich aufgrund ihrer i. d. R. mindestens mitteldichten Lagerung und/oder sonstigen Beschaffenheit durch sehr günstige Verformungseigenschaften auszeichnen und einen gut tragfähigen Untergrund mit geringer Setzungserwartung darstellen.

Angesichts der Tiefenlage der Terrassensedimente sind sie im vorliegenden Fall aber im Hinblick auf die geplanten Baumaßnahmen von nur untergeordneter Bedeutung.

²⁾ Innerhalb der Auffüllungen können sich größere Einschlüsse von Bauschutt oder Betonresten befinden, die eine Zuordnung zu den Bodenklassen 3 und 4 nach DIN 18300:2012 nicht rechtfertigen. Für solche Fälle sind in Ausschreibungen Eventualpositionen zur gesonderten Erfassung und Beseitigung von Hindernissen vorzusehen. Die Aufnahme von Oberflächenbefestigungen ist in jedem Falle gesondert auszuschreiben.

Für erdstatische Berechnungen und Vordimensionierungen sind die Ausführungen in Kapitel 5.3 der DIN 1054: 2005-01 zu berücksichtigen.

5.4.2 Eigenschaften und Kennwerte der Homogenbereiche

Die Eigenschaften und Kennwerte der ausführungsrelevanten Schichten haben wir gemäß DIN 18300:2019-09 (Erdarbeiten) zu Homogenbereichen, d. h. zu Böden mit für die Ausführung vergleichbaren bodenmechanischen Eigenschaften, zusammengefasst.

Die Eigenschaften der Homogenbereiche sind in der umseitigen Tabelle 2 beschrieben.

Die Angabe der Spannbreiten für die Werte erfolgt anhand der Ansprache im Feld sowie unter Berücksichtigung von Erfahrungswerten und Literaturangaben.

Abweichungen des Baugrundes von den angegebenen Bandbreiten, insbesondere der abgeschätzten Werte aufgrund von Erfahrungen und Literaturangaben, sind nicht auszuschließen.

Die Angabe einzelner Parameter kann bei Bedarf evtl. baubegleitend präzisiert werden. Für detaillierte Angaben sind weitere Untersuchungen/ Laborversuche erforderlich.

Die Einteilung ist im Zuge der weiteren Planungen zu überprüfen und ggf. an die jeweils geplanten Bau- und Bauhilfsmaßnahmen anzupassen.

Tabelle 2: Eigenschaften der Homogenbereiche 1 und 2 für Erdarbeiten

Eigenschaft	Homogenbereich	
	E1	E2
Schicht	1a	1b, 2
Ortsübliche Bezeichnung	Künstliche Auffüllungen (kiesig-sandig)	Künstliche Auffüllungen (bindig), Löß-/Lehmböden
Korngrößenverteilung	G, s-s', z. T. u' / S, z.T. g-g*, u'	T, u-u*, z. T. s', g'
Stein- und Blockanteile [%]	n. b. (< 5)	n. b. (0)
Wichte [kN/m³]	20 - 21	19 - 21
undrainierte Scherfestigkeit [kN/m²]	-	n. b. (20 - 70)
Kohäsion [kN/m²]	0	n. b. (0 - 7,5)
Wassergehalt [%]	n. b. (< 10)	n. b. (< 40)
Konsistenz		steif bis halbfest
Konsistenzzahl [-]	-	0,5 - 1,5
Lagerungsdichte [-]	mitteldicht-dicht	-
Bodengruppe nach DIN 18196 [-]	[GW], [GU], [SW], [SE], [SU]	[TM], [TL], TM, TL
n. b. = nicht bestimmt; () = Erfahrungswerte		
Hinweis: DIN 18300:2016 (Erdarbeiten) gilt nicht für Oberboden		

5.5 Erdbebenzone

Im Hinblick auf die Erdbebenbemessung sind generell die Ausführungen der DIN EN 1998-1: 2010-12 zu beachten. Gemäß nationalem Anhang DIN EN 1998-1/NA: 2011-01 ist das Projektgrundstück in die Erdbebenzone 0 einzustufen.

5.6 Geotechnische Kategorie

Nach derzeitigem Kenntnisstand ist das Bauvorhaben nach DIN 1054: 2010-12 in die Geotechnische Kategorie GK 2 zu stellen.

6. GRUNDWASSERVERHÄLTNISSE

6.1 Allgemeines

Das Projektgrundstück liegt, wie die Abbildung 4 zeigt, in einem Trinkwasserschutzgebiet der Zone III bzw. IIIA.

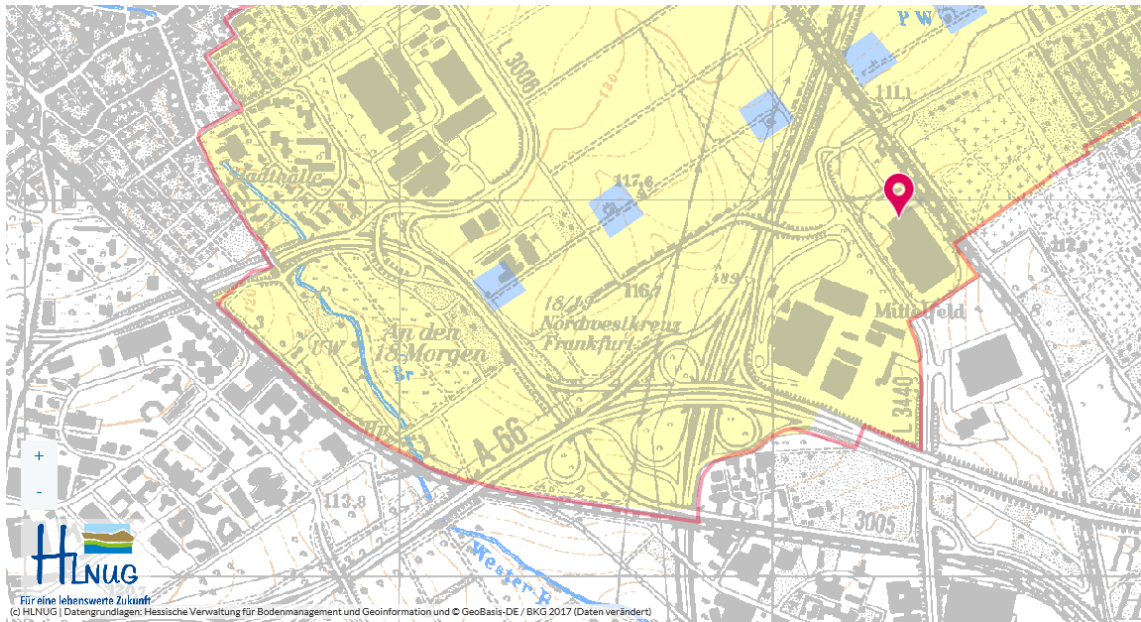


Abbildung 4: Lage des Projektgeländes in einem Trinkwasserschutzgebiet der Zone III bzw. IIIA

Die generelle Hydrogeologie im Baufeld ist durch den quartären Grundwasserleiter, der von den hier nur partiell und in größerer Tiefe erkundeten Terrassensanden aufgebaut wird, und dem Verlauf der Tertiäroberfläche, die über ein ausgeprägtes Paläorelief verfügen kann, gekennzeichnet.

Die grobkörnigen Terrassensedimente (Schicht 3) stellen den oberen Porengrundwasserleiter dar, in dem generell mit erheblichen jahreszeitlichen und witterungsbedingten Schwankungen der Spiegellagen zu rechnen ist.

Die im Projektgebiet bereits oberflächennah anstehenden Löß- und Lehm Böden (Schicht 2) weisen eine Gesamtmächtigkeit von mehreren Metern auf und sind als Grundwassergeringleiter zu charakterisieren. Hier treten - wenn überhaupt - insbesondere in geringmächtigen sandigen Zwischenlagen unsystematische, durch Niederschläge beeinflusste Schichtwasserführungen mit i. d. R. nur geringer Ergiebigkeit auf.

6.2 Örtliche Grundwasserverhältnisse

Im Rahmen der Anfang Mai 2021 ausgeführten Baugrunduntersuchungen wurde kein Grund-/ Schichtenwasser angetroffen. Das Bohrgut der Bohrsondierungen wies lediglich die "normale" Erdfeuchte auf.

Grundwasser steht somit erst in größerer, für die Baumaßnahme nicht relevanter Tiefe an. Ein Anstieg des Grundwassers bis in den bauwerksrelevanten Tiefenbereich ist auszuschließen.

Gleichwohl können in den oberflächennahen Bodenschichten (Auffüllungen, Lehme) Schicht- und Sickerwasserführungen mit i. d. R. geringer Ergiebigkeit und Mächtigkeit auftreten.

Wenngleich die Ergiebigkeit der Wasserführungen in ihrer Gesamtheit vermutlich vergleichsweise gering sein wird, ist grundsätzlich von jahreszeitlichen und vor allem witterungsbedingten Schwankungen der Wasserführungen auszugehen.

6.3 Durchlässigkeit des Untergrundes

Nach den Ergebnissen der Baugrunduntersuchung und nach entsprechenden Erfahrungen aus der Bauausführung können für die anstehenden Böden folgende Bandbreiten der Durchlässigkeitsbeiwerte angenommen werden:

- Schicht 2: Löß- und Lehmböden (Quartär): $k_f \approx 1 \cdot 10^{-6} \text{ m/s}$ bis $k_f \approx 1 \cdot 10^{-8} \text{ m/s}$
- Schicht 3: Terrassensande (Quartär): $k_f \approx 1 \cdot 10^{-4} \text{ m/s}$ bis $k_f \approx 1 \cdot 10^{-5} \text{ m/s}$

7. ABFALLTECHNISCHE UNTERSUCHUNGEN

7.1 Bewertungsgrundlagen

Zur abfalltechnischen Bewertung von Schadstoffgehalten im Boden und/oder in einem Bauschutt werden im Hinblick auf eine offene Verwertung (d. h. außerhalb von Deponien) des Materials in Hessen primär die in dem Merkblatt der hessischen Regierungspräsidien "Entsorgung von Bauabfällen" [5] enthaltenen Zuordnungswerte herangezogen.

In dem „**Merkblatt**“ sind für eine umfangreiche Parameterliste verschiedene Zuordnungswerte (Z 0 bis Z 2) angegeben, nach denen die (in den Technischen Regeln der LAGA [3] definierten) „Einbauklassen (EK)“ u. a. für Aushubböden und Bauschutt festgelegt werden. Die einzelnen Einbauklassen haben im Hinblick auf die Anforderungen an die Verwertung folgende Bedeutung:

- EK Z 0:** Uneingeschränkter Einbau ist in der Regel möglich. Die bodenmechanischen Eigenschaften und die Zusammensetzung der betreffenden Materialien sind bei der Auswahl der Verwertungsstelle allerdings auch zu berücksichtigen.
- EK Z 1:** In der Regel eingeschränkter offener Einbau (z. B. in hydrogeologisch günstigen, gegebenenfalls auch in hydrogeologisch ungünstigen Gebieten) möglich.
- EK Z 2:** Eingeschränkter offener Einbau mit definierten technischen Sicherungsmaßnahmen (z. B. als Lärmschutzwand, Straßentragschicht in hydrogeologisch günstigen Gebieten) ist in Abstimmung mit der Abfallbehörde gegebenenfalls möglich; alternativ dazu erfolgt eine deponietechnische Verwertung.

Die erwähnten Zuordnungswerte stammen aus den Technischen Regeln der LAGA [3] von 1997 (Zuordnungswerte für das Bodeneluat) und von 2004 (Zuordnungswerte für den Bodenfeststoff).

Die Zuordnungswerte für den Bodenfeststoff bezüglich der Einbauklasse Z 0 sind dabei bodenartenspezifisch. Es wird diesbezüglich zwischen den Bodenarten Ton, Lehm/Schluff und Sand unterschieden. Für Bodenmaterial, das nicht bodenartenspezifisch zugeordnet werden kann bzw. wenn es sich um ein Gemisch aus verschiedenen Bodenarten handelt, gelten generell die Zuordnungswerte Z 0 für Lehm/Schluff.

Für die Verfüllung von Abgrabungen unterhalb der durchwurzelbaren Bodenschicht und vorbehaltlich der Einhaltung von weiteren Randbedingungen sind für den Bodenfeststoff zudem noch bodenartenunabhängige Zuordnungswerte Z 0* angegeben.

Die Einstufung der im Bodeneluat ermittelten Messwerte in die Einbauklasse Z 0 erfolgt ebenfalls unabhängig von der Bodenart auf Grundlage von Zuordnungswerten Z 0.

Für den eingeschränkten offenen Bodeneinbau (Einbauklasse Z 1) sind für den Bodenfeststoff Zuordnungswerte Z 1 angegeben. Es wird dabei anders als bei den Eluatkonzentrationen nicht zwischen Zuordnungswerten Z 1.1 und Z 1.2 unterschieden.

Für Bauschutt sind in dem Merkblatt ebenfalls Zuordnungswerte Z 0 bis Z 2 enthalten. Allerdings ist dabei für verschiedene Parameter (Schwermetalle und Arsen) im Feststoff nur der Zuordnungswert Z 0 angegeben. Ersatzweise sind für die diesbezüglichen Einstufungen die weiter oben schon erläuterten Zuordnungswerte Z 1 und Z 2 für den Bodenfeststoff zu verwenden.

Erfolgt eine deponietechnische Verwertung, ist zur Einstufung des Materials in die verschiedenen Deponieklassen die „Deponieverordnung (DepV)“ [4] heranzuziehen. Eine deponietechnische Verwertung wird in der Regel immer erforderlich, wenn die Zuordnungswerte des genannten Merkblatts für Material der Einbauklasse Z 2 überschritten sind. In den meisten Fällen kann auch ein Material der Einbauklasse Z 2 ohne weitere Vorbehandlung keiner offenen Verwertung mehr zugeführt werden und ist dann ebenfalls unter Berücksichtigung der DepV einzustufen.

Soll das anfallende Ausbaumaterial im Bereich eines Tagebaus und/oder einer sonstigen Abgrabung verwertet werden, gilt zu dessen Einstufung die „Richtlinie für die Verwertung von Bodenmaterial, Bauschutt und Straßenaufbruch in Tagebauen und im Rahmen sonstiger Abgrabungen (sog. Verfüllrichtlinie)“ [6]. Da es sich bei dem aktuellen Untersuchungsgelände allerdings um einen Gewerbestandort handelt und nach den Richtlinien gemäß [6] Materialien, die im Bereich entsprechender Flächen angefallen sind, nicht in einem Tagebau oder einer sonstigen Abgrabung verfüllt werden dürfen (auch wenn die jeweiligen Grenzwerte eingehalten werden), gehen wir an dieser Stelle nicht näher auf die Regularien der Verfüllrichtlinie ein.

7.2 Untersuchungsumfang

Für eine orientierende abfalltechnische Untersuchung der bei der Baumaßnahme potenziell anfallenden Bodenmaterialien wurden drei Bodenmischproben zusammengestellt.

Die zur Erstellung der Mischproben verwendeten Einzelproben sowie der jeweilige Analysenumfang sind aus der nachfolgenden Tabelle ersichtlich.

Tabelle 3: Zusammensetzung der untersuchten Mischproben und Analyseumfang

Mischprobe (Tiefe)	Verwendete Einzelproben	untersuchtes Material	Untersuchungsumfang
MP 1 (min. 0,1 m - max. 1,5 m)	BS 1: G 1 – G 3 BS 2: G 1 – G 3 BS 3: G 1 – G 3 BS 4: G 1 – G 3 BS 5: G 1 – G 3 BS 6: G 1 – G 3	sandig-kiesige Auffüllungen	Merkblatt (Tab. 1.1 - 1.3)
MP 2 (min. 0,5 m - max. 1,8 m)	BS 3: G 4 BS 5: G 4 – G 7 BS 6: G 4 – G 5	bindige Auffüllungen	Merkblatt (Tab. 1.1 - 1.3)
MP 3 (min. 0,9 m - max. 4,0 m)	BS 1: G 5 – G 5 BS 2: G 6 – G 6 BS 3: G 7 – G 7 BS 4: G 6 – G 6 BS 6: G 6 – G 8	Löß- und Lehmböden	Merkblatt (Tab. 1.1 - 1.3)

Die chemischen Laboruntersuchungen wurden vom Prüflabor der
ausgeführt. Der Prüfbericht des Labors ist zusammen mit den jeweiligen Ana-
lyseverfahren als Anlage 4 beigelegt.

7.3 Ergebnisse

Aus dem entsprechenden Prüfbericht in Anlage 4 ist ersichtlich, dass in der aus den sandig-kiesigen Auffüllungen zusammengestellten Mischprobe MP 1 leicht erhöhte Schwermetallgehalte festgestellt wurden, die vermutlich mit den in den Auffüllungen vor-
handenen Basaltschotteranteilen in Verbindung stehen. Im Ergebnis sind diese Auffül-
lungen gemäß Hessischem Merkblatt in die Einbauklasse Z 0* einzustufen.

Die Mischproben MP 2 (bindige Auffüllungen) und MP 3 (Löß-/Lehmböden) weisen keine
erhöhten Schadstoffgehalte auf und sind dementsprechend gemäß Merkblatt der Ein-
bauklasse Z 0 zuzuordnen.

7.4 Abfalltechnische Bewertung

Aus Kapitel 7.3 geht hervor, dass die im Zuge der geplanten bodeneingreifenden Maß-
nahmen zum Abtrag kommenden Bodenschichten in die Einbauklassen Z 0 und Z 0*
gemäß Merkblatt „Entsorgung von Bauabfällen“ [5] einzustufen sind.

Die im Hinblick auf Planungs- und Kostensicherheit orientierend durchgeführten abfalltechnischen Untersuchungen sind dabei nicht als vollständige Deklaration des gesamten späteren Aushubmaterials zu verstehen, insbesondere bei vorgesehener Deponierung. Aus diesem Grund kann es bei der Umsetzung der Maßnahme zu Verschiebungen bezüglich der Zuordnung des Aushubmaterials in die Deponie- bzw. Einbauklassen kommen.

Wir raten daher an, bei der Ausschreibung der Erdbaumaßnahmen auch die Entsorgung von Aushubmaterial der Deponie-/Einbauklassen, die mit den Untersuchungen nicht festgestellt wurden, in einem gewissen Umfang als Bedarfsposition mit Gesamtpreisberechnung zu berücksichtigen.

In diesem Zusammenhang ist darauf hinzuweisen, dass von uns in der Vergangenheit für die VGF die Leistungsverzeichnis-Texte „Entsorgung auf Basis von Analytik ab dem 01.09.2019“ ausgearbeitet wurden, die bei der Ausschreibung der Entsorgungsleistungen genutzt werden können/sollten.

Es wird - je nach Verwertungsstelle - vermutlich nur mit ergänzenden abfalltechnischen Untersuchungen möglich sein, das Material den jeweiligen Annahmekriterien entsprechend zu deklarieren. Derartige Untersuchungen sollten in die Bauausführung verlagert werden (Rasterbeprobung im Zuge der Bauausführung). Auch kann es ggf. erforderlich sein, dem jeweiligen Betreiber der Verwertungsstelle weitere Angaben zum Aushubmaterial noch vorzulegen (Abfallcharakteristik, Probenahmeprotokoll in Anlehnung an LAGA PN 98).

Der entsprechende Aufwand (Baggerschürfe, Separierung) sowie die hieraus resultierenden Konsequenzen für den Bauablauf (Termine) sind im Leistungsverzeichnis zu berücksichtigen. Die fachtechnische Begleitung (Probenahme, Analytik, Erstellen des Aushubplanes, ggf. Überwachung der Aushubarbeiten) sollte bauseits erfolgen.

8. EMPFEHLUNGEN ZUR GRÜNDUNG

8.1 Allgemeines

Konkrete Angaben zu den Bauwerkslasten sowie Angaben zum geplanten Gründungskonzept für den neuen Hallenkomplex liegen nicht vor.

In Ermangelung einer Angabe zur Fußbodenhöhe im geplanten Neubau sind wir nachfolgend davon ausgegangen, dass die Fußbodenhöhe in etwa höhengleich zum Bestandsgelände zu liegen kommen wird.

Die Fundamente der nichtunterkellerten Gebäudeteile werden vermutlich mit einer konstruktiv bedingten Mindesthöhe von etwa 0,8 m bis 1,2 m auszuführen sein. Dementsprechend werden die voraussichtlichen Gründungsniveaus planmäßig sowohl noch innerhalb der künstlichen Auffüllungen, die für einen definierten Lastabtrag nicht geeignet sind, als auch innerhalb der natürlichen Löß- und Lehm Böden zu liegen kommen, die für einen Lastabtrag grundsätzlich geeignet sind.

Bei den vorliegenden Randbedingungen bietet sich ein Abtrag der Bauwerkslasten über Einzel- und Streifenfundamente an. Die Fundamente müssen dabei durchgängig innerhalb der quartären Lößböden gegründet werden (ggf. Tieferführen der Fundamente mittels Füllbeton).

Im Bereich der Wartungsgruben kommt das Fußbodenniveau vermutlich etwa 2,5 m bis 3,0 m unterhalb der Hallenebene zu liegen. Insofern bietet sich hier in Verbindung mit den Abdichtungserfordernissen (siehe Kapitel 9) eine Gründung auf lastabtragenden Bodenplatten an.

8.2 Nichtunterkellerte Gebäudeteile

8.2.1 Fundamente

Bei einer Gründung der Fundamente in den Lößböden können für die Dimensionierung der Streifenfundamente Bemessungswerte des Sohlwiderstandes $\sigma_{R,d}$ gemäß der nachstehenden Tabelle 4 angesetzt werden. Die Werte sind in Schrittweiten von 5 kN/m² jeweils nach unten hin abgerundet angegeben. Zwischenwerte sind dabei linear zu interpolieren.

Wir empfehlen, die Bemessungswerte des Sohlwiderstandes $\sigma_{R,d}$ aus Gründen der Gebrauchstauglichkeit (Setzungsdifferenzen) grundsätzlich auf maximal etwa 350 kN/m² zu beschränken.

Bei den angegebenen Bemessungswerten ist die erforderliche Sicherheit gegen Grundbruch in jedem Fall gegeben. Die angegebenen Sohlwiderstände beziehen sich auf lotrecht und mittig belastete Fundamente. Außermittig wirkende Kräfte sind gemäß DIN 4017 zu berücksichtigen.

Tabelle 4: Bemessungswerte des Sohlwiderstands $\sigma_{R,d}$ für in den Lößböden gegründete Streifenfundamente [kN/m²]

Streifenfundamente					
Bemessungswerte des Sohlwiderstands $\sigma_{R,d}$ [kN/m ²]					
Tiefe [m]	Breite [m]				
	0,5	0,7	0,9	1,1	1,3
0,8	220	235	255	290	315
1,0	250	265	305	335	350
1,2	280	325	350 ¹⁾	350 ¹⁾	350 ¹⁾

¹⁾ Aus Gründen der Setzungsverträglichkeit auf $\sigma_{R,d} = 350$ kN/m² beschränkt.

Es sind dann bei voller Ausnutzung der angegebenen Sohlwiderstände Regelsetzungen der Streifenfundamente in einer Größenordnung von $s \approx 1,2$ cm bis max. 3,9 cm zu erwarten.

Für die Bemessung der Einzelfundamente sollte der Bemessungswert des Sohlwiderstandes $\sigma_{R,d}$ aus oben genannten Gründen auf $\sigma_{R,d} = 350$ kN/m² beschränkt werden. Bei einer Einbindung der Fundamente von $\geq 0,8$ m und Fundamentabmessungen von $a = b \geq 1,25$ m ist dann eine ausreichende Grundbruchsicherheit gegeben.

Bei voller Ausnutzung des Bemessungswertes ergeben sich nach überschlägiger Setzungsberechnung Setzungen der Einzelfundamente in einer Größenordnung von $s \approx 1,6$ cm (Fundamentbreite 1,0 m) bis 3,7 cm (Fundamentbreite 2,5 m).

8.2.2 Bodenplatte

Die Bodenplatte des geplanten Hallenkomplexes wird nach dem Profilieren des Geländes innerhalb der künstlichen Auffüllungen liegen.

Betonböden bestehen im Wesentlichen aus drei Teilen (von oben nach unten) [8]:

- Betonplatte mit bearbeiteter Oberfläche
- Tragschicht aus Kies, Schotter oder Bodenverfestigung
- Untergrund – gleichmäßig und verdichtet

Unter dem Begriff „Betonboden“ wird die Einheit aus den drei vorgenannten Teilen betrachtet, wobei der Untergrund entscheidend zur Funktionsfähigkeit beiträgt.

An den vorhandenen Baugrund sind grundsätzlich folgende Forderungen zu stellen:

- gleichmäßige Zusammensetzung über die gesamte Fläche
- gute Verdichtbarkeit
- ausreichende Tragfähigkeit

In Abhängigkeit der Belastung des Betonbodens (maßgebend sind Punktlasten) sind in der Regel bei Verdichtungsverhältnissen $E_{V2}/E_{V1} \leq 2,5$ die in der Tabelle 5 aufgeführten Verformungsmodule E_{V2} auf OK Untergrund und OK Tragschicht für eine fachgerechte Auflagerung der Bodenplatte zu erbringen. Der Nachweis der Tragfähigkeit erfolgt mittels (statischer) Plattendruckversuche nach DIN 18134.

Tabelle 5: Erforderliche Verformungsmodule nach [8]

Belastung: Max. Einzellast Q_d in [kN]	Verformungsmodul des Untergrundes in [MN/m ²]	Verformungsmodul der Tragschicht in [MN/m ²]
≤ 40	≥ 40	≥ 80
≤ 80	≥ 50	≥ 100
≤ 100	≥ 60	≥ 120
≤ 140	≥ 80	≥ 150

Mit Q_d = Bemessungslast. Die Bemessungslast ergibt sich durch Multiplikation von charakteristischen Lasten Q_k mit einem Teilsicherheitsbeiwert und einer Lastwechselzahl. Näheres hierzu in [8].

Angaben zu der zu erwartenden Belastung der Hallenböden liegen derzeit nicht im Detail vor.

Gemäß Tabelle 5 wird - je nach maßgebender Einzellast - ein Verformungsmodul von $E_{V2} \geq 80$ MN/m² bis $E_{V2} \geq 150$ MN/m² auf dem Endplanum (OK Tragschicht) nachzuweisen sein, woraus bei Verwendung von gut verdichtbarem Material im Regelfall bei den vorliegenden Untergrundverhältnissen eine abgeschätzte Tragschichtstärke unter den Bodenplatten von ca. 0,5 m bis 0,8 m resultiert. Das Tragschichtmaterial ist lagenweise einzubauen und zu verdichten. Zwischen Erdplanum und Tragschichtmaterial empfiehlt sich der Einbau eines Geotextils.

Es ist deshalb durch konstruktive Maßnahmen (z. B. konstruktive Bewehrung, Fugenordnung usw.) dafür Sorge zu tragen, dass einerseits Setzungsunterschiede durch die Bodenplatte schadensfrei aufgenommen werden können und bei unterschiedlichen Setzungen ein „Aufhängen“ der Bodenplatte an die Fundamente andererseits nicht eintreten kann.

Für den statischen Nachweis der Bodenplatte kann unter den beschriebenen Voraussetzungen vorläufig ein Bettungsmodul von $k_{s,k} = 30$ MN/m³ angesetzt werden.

8.3 Unterkellerte Gebäudeteile/Wartungsgruben

Die Belastung der Bodenplatte aus dem aufgehenden Gebäude haben wir für eine überschlägige Setzungsprognosen mit etwa 40 kN/m^2 bis 60 kN/m^2 abgeschätzt.

Es werden damit Setzungen der Wartungsgruben in einer Größenordnung von etwa 0,8 cm bis 1 cm prognostiziert.

Entsprechende Setzungsdifferenzen zwischen den Wartungsgruben und den nicht unterkellerten Gebäudeteilen sind bei den weiteren Planungen zu berücksichtigen.

Zur Vorbemessung der Gründungsplatte können unter den beschriebenen Voraussetzungen vorläufig mittlere Bettungsmoduli von $k_{s,k} \approx 5 \text{ MN/m}^3$ bis $k_{s,k} \approx 7,5 \text{ MN/m}^3$ angenommen werden.

In den umlaufenden (freien) Randstreifen der Bodenplatten ist eine lineare Erhöhung der angegebenen Bettungsmoduli über eine Breite, die der doppelten Stärke der Bodenplatte entspricht, auf jeweils den doppelten Wert zulässig.

Der Bettungsmodul ist keine Bodenkenngroße, er hängt u. a. von der Steifigkeit des Gebäudes und der Bodenplatte sowie von der Lastverteilung und -größe ab. Genauere Angaben zum Bettungsmodul sind auf Grundlage einer detaillierten Bodenplatten- und Setzungsberechnung nach DIN 4018 unter Verwendung der Bauwerkslasten (Lastenplan) möglich, die im Zuge der weiteren Planungen – nach Vorlage konkreter Bauwerkspläne bzw. Lastangaben – in Abstimmung mit dem Tragwerksplaner ggf. noch durchzuführen ist.

8.4 Sonstige Hinweise

Die Fundamente und Bodenplatten müssen zur Rechtfertigung der o. g. Ansätze auf einwandfrei hergestellten Erdplanien abgesetzt werden. Wenn im Zuge der Ausschachtungsarbeiten in Bereichen der Gründungssohlen Zonen angetroffen werden, die selbst Mindestanforderungen an die Tragfähigkeit nicht erfüllen (z. B. Reste der Auffüllböden) bzw. durch unsachgemäßen Aushub aufgelockerte/aufgeweichte Sohlflächen, so sind diese nachzuarbeiten oder durch geeignetes Material (Füllbeton) auszutauschen.

9. EMPFEHLUNGEN ZUR ABDICHTUNG

Die Abdichtungsebenen der nicht unterkellerten Gebäudeteile liegen $\geq 0,5$ m oberhalb des Bemessungswasserstandes.

Damit ist nach DIN 18533-1:2017-07 die Einwirkung aus dem Baugrund dem Grunde nach auf Bodenfeuchte und nicht drückendes Grundwasser (Wassereinwirkungsklasse W1-E) beschränkt.

Bei geringen Anforderungen an die Trockenheit der Raumluft (Raumnutzungsklasse RN 1.E) kann die Abdichtung entfallen, wenn stark wasserdurchlässiger Baugrund vorhanden ist (was hier aber nicht gegeben ist) oder Bodenaustausch (z. B. kapillarbrechende Schicht/Schüttung mit $k_f > 10^{-4}$ m/s) mit einer Dicke von mindestens 50 cm unter der Bodenplatte angeordnet wird.

Ansonsten (wasserundurchlässiger Baugrund) kann die Wassereinwirkungsklasse W1.2-E, allerdings nur in Verbindung mit einer sachgerechten Dränung nach DIN 4095, angesetzt werden.

In allen anderen Fällen, und dies gilt insbesondere auch für in das Erdreich einbindende Gebäudeteile (z. B. Unterfahrten, Pumpensümpfe, Leitungskanäle) sowie erdangeschüttete Außenwände, ist die Wassereinwirkungsklasse W2.1-E zu berücksichtigen oder der Beton mit hohem Wassereindringwiderstand nach WU-Richtlinie auszuführen.

10. HINWEISE ZUR PLANUNG UND BAUDURCHFÜHRUNG

10.1 Planung

Grundsätzlich gilt, dass die Gründungssohle der Neubauten entsprechend den Forderungen der DIN 1054: 2010-12 in **frostfreier Tiefe** liegen muss, wenn die Frostsicherheit des Untergrunds nicht auf andere Weise nachgewiesen werden kann. Bei Unterschreitung der frostfreien Einbindetiefe in das vorhandene/geplante Gelände im Randbereich sind hier entsprechende Frostschrünzen auszubilden, die mindestens 0,8 m in das Erdreich einbinden.

Für **Versickerungsanlagen** zur dezentralen Versickerung von nicht schädlich verunreinigtem Niederschlagswasser kommen nach dem anzuwendenden Arbeitsblatt DWA-A Lockergesteine in Frage,

deren Wasserdurchlässigkeitsbeiwerte im Bereich von $k_f = 5 \cdot 10^{-3}$ m/s bis $k_f = 1 \cdot 10^{-6}$ m/s liegen.

Die mit ausgeprägter Mächtigkeit anstehenden quartären Löß-/Lehmböden sind für eine Versickerung nicht geeignet.

Demnach wird eine Versickerung von Niederschlagswasser im Projektgebiet nicht ohne weiteres möglich sein.

10.2 Bauausführung

10.2.1 Ausschachtungen/ Böschungen

Bei der Herstellung von Böschungen sind generell die Bestimmungen der DIN 4124 zu beachten.

Das bedeutet, dass die Ausschachtungen, sofern keine Einflüsse aus Fahrzeugen, Baumaschinen, Baugeräten o. dgl. vorliegen, oberhalb des Grundwassers bis in eine Tiefe von maximal 1,25 m unter Geländeniveau senkrecht ausgeschachtet werden dürfen. Bei Ausschachtungen bis maximal 1,75 m Tiefe müssen die mehr als 1,25 m über der Sohle liegende Bereiche unter 45° abgeböschert werden.

Für freie Böschungen, bei größeren Grabentiefen oder wenn die Vorgaben der DIN 4124 nicht erfüllt sind, können in den hier anstehenden Böden freie Böschungen unter den in der DIN 4124 definierten Randbedingungen (u. a. lastfreie Böschungsschultern) in den Auffüllböden (Schicht 1) mit einer Böschungsneigung von $\beta \leq 45^\circ$ hergestellt werden.

In den Lehm- und Lößböden (Schicht 2) ist bei einer mindestens steifen Konsistenz eine Erhöhung der Böschungsneigung auf $\beta \leq 60^\circ$ zulässig.

Bei Abweichungen von den Vorgaben der DIN 4124 (z. B. durch Krane, Container o. dgl. belastete Böschungsschultern, Böschungshöhen von mehr als 5 m) sind für die Böschungen Standsicherheitsnachweise nach DIN 1054 (Böschungsbruchnachweis).

Um Erosionsschäden zu vermeiden, wird dringend empfohlen, alle Böschungen mit Bau- folie gegen Witterungseinflüsse zu schützen. Die Folien sind ausreichend weit über den Böschungskopf hinaus zu führen.

10.2.2 Sicherungs-/Unterfangungsmaßnahmen

Die geplanten Hallenerweiterungen sollen unmittelbar am Bestand errichtet werden.

Angaben zur Einbindung, der Art der Gründung, den Fundamentabmessungen, etc. des Bestandsgebäudes liegen uns nicht vor. Für die weiteren Planungen sind daher die Abmessungen und die Beschaffenheit der Gründung durch Schürfe und/oder Einsicht von Bestandsunterlagen näher zu erkunden.

Es ist zu berücksichtigen, dass ein Gebäude generell nicht ohne ausreichende Sicherungsmaßnahmen bis zu seiner Fundamentunterkante oder tiefer freigeschachtet werden darf. Zwischen der Aushubsohle und der Gründungssohle der Bestandsfundamente muss ein vertikaler Mindestabstand von 0,5 m eingehalten werden. DIN 4123 ist zu beachten.

Insofern werden im Zuge der Baumaßnahme mit höherer Wahrscheinlichkeit Unterfangungs- und/oder Sicherungsmaßnahmen am bestehenden Gebäude erforderlich werden.

Die Unterfangungsmaßnahmen können - sofern die Voraussetzungen der DIN 4123 (Ausschachtungen, Gründungen und Unterfangungen im Bereich bestehender Gebäude) erfüllt sind - dem Grunde nach herkömmlich (abschnittsweise) durchgeführt werden.

Es ist generell auf eine ausreichende Einbindung der Unterfangungskörper und auf die Gewährleistung des Kraftschlusses zwischen den Fundamenten und den Unterfangungen zu achten.

Es sind Standsicherheitsnachweise nach DIN 1054 bzw. DIN 4123 für die Unterfangungen zu führen, ggf. auch für Zwischenbaustände.

Generell müssen Unterfangungsarbeiten sehr sorgfältig und vorsichtig durchgeführt werden. Auch bei einer ordnungsgemäß ausgeführten Unterfangung können Verformungen der aufgehenden Bebauung nicht ausgeschlossen werden.

Vor diesem Hintergrund wäre zu prüfen, ob die "neuen" Fundamente im Falle einer Bestandsgründung auf Einzelfundamenten "zwischen" den bestehenden Fundamenten angeordnet werden können, um Sicherungs-/ Unterfangungsmaßnahmen am Bestand möglichst zu umgehen.

Dies insbesondere deshalb, weil Einzelfundamente, die für das Bestandsgebäude anzunehmen sind, nicht herkömmlich nach DIN 4123 unterfangen werden dürfen. Hier wären dann Sonderlösungen (HDI-Verfahren, Pfähle o. dgl.) erforderlich.

10.2.3 Erdarbeiten

Nach den Ergebnissen der Erkundungsbohrungen ist davon auszugehen, dass bei den Erdarbeiten grobkörnige Auffüllböden (Homogenbereich E1) sowie bindige Auffüllungen und Löss-/Lehmböden (Homogenbereich E2) anfallen werden. Bezüglich der Eigenschaften der Homogenbereiche verweisen wir auf die Ausführungen in Kapitel 5.4.

Die aufgefüllten Kiese sind im erdfeuchten Zustand und bei geringem Feinkorngehalt für einen Wiedereinbau dem Grunde nach geeignet.

Die beim Aushub anfallenden, bindigen Böden sind für einen sachgerechten, definierten Wiedereinbau nur bedingt geeignet. Es ist davon auszugehen, dass sie ohne weitere Maßnahmen (Zugabe hydraulischer Bindemittel) nicht ausreichend gut verdichtet werden können. Unabhängig davon neigen bindige Böden selbst bei guter Verdichtung zu gewissen Nachsetzungen. Insofern wird empfohlen, zumindest in den Bereichen, in denen die Arbeitsräume planmäßig überbaut werden (z.B. Verkehrsflächen), von der Verwendung bindiger Böden als Verfüllmassen abzusehen.

Sofern zur Verfüllung Fremdmassen verwendet werden sollen oder benötigt werden, eignen sich hierzu generell Mineralgemische, die den Anforderungen der nachfolgenden Tabelle 6 genügen.

Tabelle 6: Empfehlungen für Fremd-/Verfüllmassen

Bodengruppen nach DIN 18196	GW, GI, GU, SW, SI, SU
Feinkornanteil $\leq 0,063$ mm	≤ 15 %
Körnung	0/32 bis 0/45
Ungleichförmigkeitsgrad	$U \geq 6$
Einbauwassergehalt	$0,97 \cdot W_{Pr} \leq W \leq 1,03 \cdot W_{Pr}$

Sollen die Sand-Kies- bzw. Mineralgemische für einen frostsicheren Aufbau verwendet werden, ist abweichend von Tab. 4 der Feinkornanteil Korn- $\varnothing \leq 0,063$ mm auf 5 M.-% (nach Einbau: Korn- $\varnothing \leq 0,063$ mm höchstens 7 M.-%) zu begrenzen.

Der Einbau sollte grundsätzlich lagenweise (Lagenstärke $d \leq 0,3$ m) und unter sachgerechter Verdichtung mit einem geeigneten Verdichtungsgerät erfolgen.

In zu überbauenden Bereichen sollte eine Verdichtungsgüte von $D_{Pr} \geq 100$ % erbracht und nachgewiesen werden. Für Auffüllungen/Fremdmassen zum Zwecke von Geländemodellierungen (keine Überbauung) empfehlen wir die Orientierung an einem Verdichtungsgrad $D_{Pr} \geq 98$ %.

Da die Baumaßnahme in ausgewiesenen Trinkwasser- und Heilquellenschutzgebieten liegt, ist für Lieferstoffe in der Regel die Merkblatt-Zuordnungsklasse Z 0 einzuhalten.

Wir empfehlen, im Vorfeld umwelt- und geotechnische Eignungsprüfungen der Liefermaterialien einzufordern.

Wir weisen nochmal darauf hin, dass bei der Durchführung der Erdarbeiten aufgrund der Wasserempfindlichkeit der Löß-/Lehmböden konsequent darauf zu achten ist, dass offenliegende Flächen stets mit einer Neigung, die den Wasserabfluss von der Oberfläche sicherstellt, hergestellt werden und bei (drohenden) Niederschlägen die Oberfläche durch Abdecken oder Zwischenglättten derart geschützt wird, dass keinerlei Wasser darauf stagnieren kann. Aufgrund der Frostepfindlichkeit der Lößböden (Frostepfindlichkeitsklasse F 3) sind bei Winterbaustellen entsprechende Vorkehrungen vorzusehen.

10.2.4 Wasserhaltungsmaßnahmen

Ein Grundwasserleiter im herkömmlichen Sinne wird im Rahmen der Erdarbeiten nicht angeschnitten.

Wasserhaltungsmaßnahmen im eigentlichen Sinne werden somit nicht notwendig. Ggf. anfallendes Schichten- und Niederschlagswasser kann mit den für die Tagwasserhaltung erforderlichen Gerätschaften (Nebenleistung nach VOB) gefasst und abgeleitet werden.

11. SCHLUSSBEMERKUNG

Die Stadtwerke Verkehrsgesellschaft Frankfurt am Main mbH plant auf dem Gelände der STZW in der Heerstraße 305 in Frankfurt-Rödelheim die Erweiterung der dortigen Werkstatthalle.

Auf Grundlage von sechs ausgeführten Bohrsondierungen sowie zwei Rammsondierungen werden die Untergrundverhältnisse im Bereich der vorgenannten Baumaßnahmen zusammenfassend beschrieben, dargestellt und bewertet.

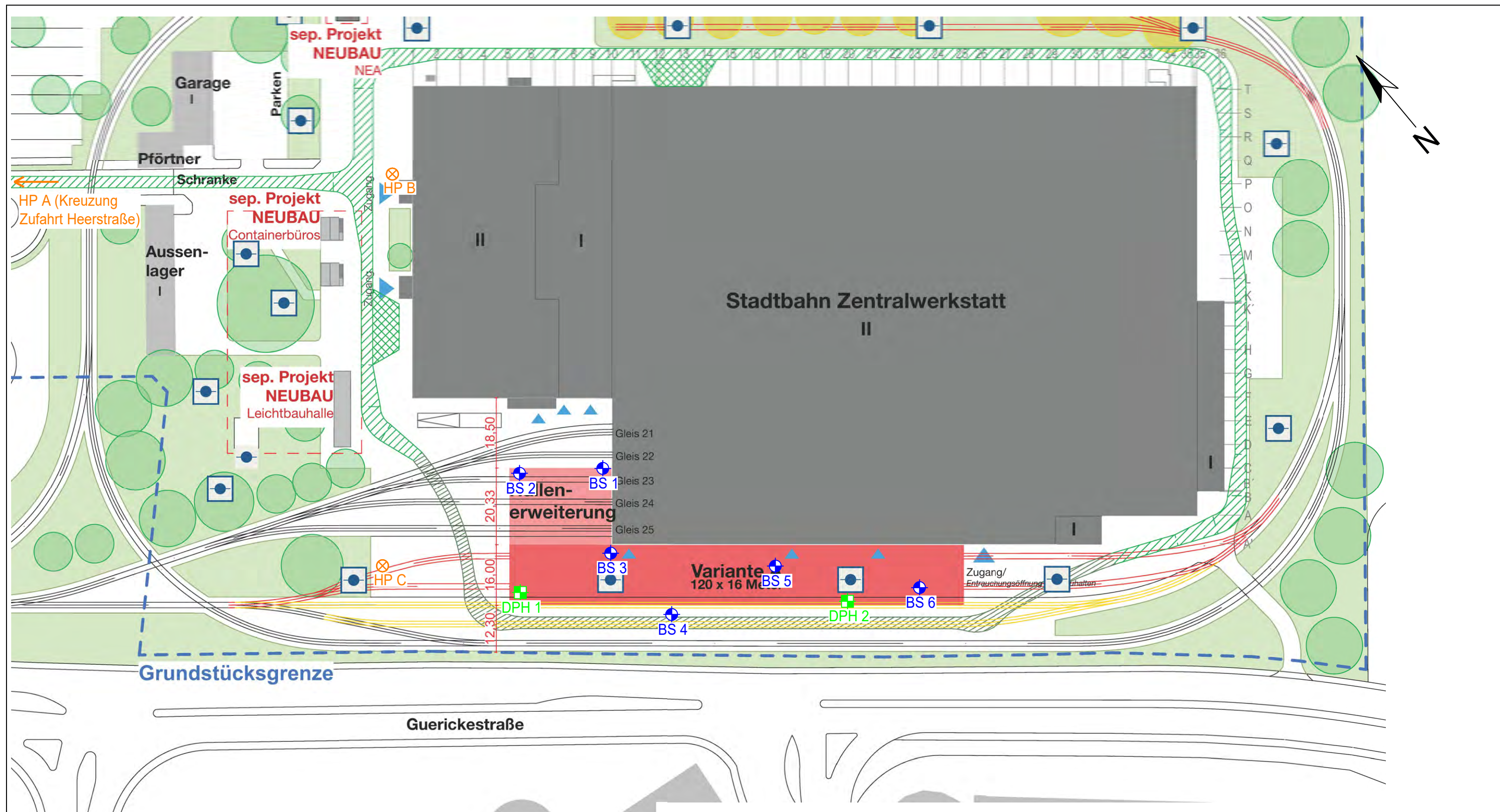
Das vorliegende Gutachten enthält Empfehlungen für die Gründung der geplanten Neubauten. Des Weiteren sind bezüglich der Beurteilung der Verwertungsmöglichkeiten des bei der Baumaßnahme potenziell anfallenden Aushubmaterials die Ergebnisse orientierend durchgeführter abfalltechnischer Analysen beschrieben und bewertet.

Auf Basis der vorliegenden Untersuchungen sollten zunächst die weiteren Planungsarbeiten fortgesetzt werden. Soweit noch detailliertere Angaben aus geo- oder abfalltechnischer Sicht erforderlich sind, bitten wir um entsprechende Rücksprache.

Da im Rahmen der Baugrunderkundung nur punktuelle Bodenaufschlüsse angelegt werden können, sind Abweichungen in Bezug auf Schichtmächtigkeit und Schichtenausbildung zwischen den Aufschlusspunkten nicht auszuschließen.

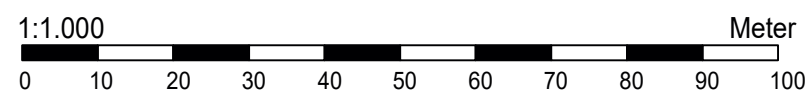
Das vorliegende Gutachten besitzt nur für das beschriebene Bauvorhaben sowie in seiner Gesamtheit Gültigkeit. Gegenüber Dritten besteht Haftungsausschluss.

Anlage 1



LEGENDE

- | | | |
|---------|-----------------------------|----------------------------|
| Bestand | Variantenentwicklung | Feuerwehrumfahrt Bestand |
| Abbruch | Grundstücksgrenze | Feuerwehrumfahrt Anpassung |
| Neubau | Zugang/ Entrauchungsöffnung | Unterflur - Hydrant |



Legende:

- BS** Kleinbohrung nach DIN EN ISO 22475-1
- DPH** Schwere Rammsondierung nach DIN EN ISO 22476-2
- HP** Höhenfestpunkt

Auftraggeber: Stadtwerte Verkehrsgesellschaft Frankfurt am Main mbH			
		Gez.:	
Projekt: Erweiterung STZW, Heerstraße 305, Frankfurt am Main		Gepr.:	
		Maßstab:	1:1.000
Lage der Bodenaufschlüsse		Plan Nr.:	
		Anlage:	1

Anlage 2

ZEICHENERKLÄRUNG (S. DIN 4023)

UNTERSUCHUNGSTELLEN

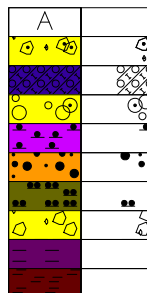
	SCH	Schurf
	B	Bohrung
	BK	Bohrung mit durchgehender Kerngewinnung
	BP	Bohrung mit Gewinnung nicht gekernter Proben
	BuP	Bohrung mit Gewinnung unvollständiger Proben
	DPL	Rammsondierung leichte Sonde ISO 22476-2
	DPM	Rammsondierung mittelschwere Sonde ISO 22476-2
	DPH	Rammsondierung schwere Sonde ISO 22476-2
	BS	Sondierbohrung
	CPT	Drucksondierung nach DIN 4094-2
	RKS	Rammkernsondierung
	GWM	Grundwassermeßstelle

PROBENENTNAHME UND GRUNDWASSER

	Proben-Güteklasse nach DIN EN ISO 22475-1
	Grundwasser angebohrt
	Grundwasser nach Bohrende
	Ruhewasserstand
	Schichtwasser angebohrt
	Sonderprobe
	Bohrprobe (Eimer 5 l)
	Bohrprobe (Glas 0.7l)
	kein Grundwasser
	Verwachsene Bohrkernprobe

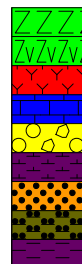
BODENARTEN

Auffüllung		A
Blöcke	mit Blöcken	Y y
Geschiebemergel	mergelig	Mg me
Kies	kiesig	G g
Mudde	organisch	F o
Sand	sandig	S s
Schluff	schluffig	U u
Steine	steinig	X x
Ton	tonig	T t
Torf	humos	H h



FELSARTEN

Fels	Z
Fels, verwittert	Zv
Granit	Gr
Kalkstein	Kst
Kongl., Brekzie	Gst
Mergelstein	Mst
Sandstein	Sst
Schluffstein	Ust
Tonstein	Tst



KORNGRÖßENBEREICH

f	fein
m	mittel
g	grob

NEBENANTEILE

'	schwach (< 15 %)
—	stark (ca. 30-40 %)
"	sehr schwach; = sehr stark

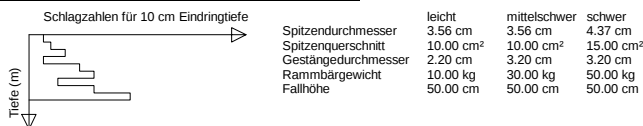
KONSISTENZ

brg		wch	
stf		hfst	
fst			

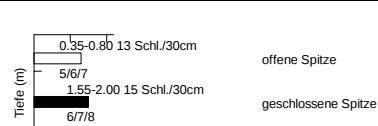
FEUCHTIGKEIT

f	
klü	
ktü	

RAMMSONDIERUNG NACH EN ISO 22476-2



BOHRLOCHRAMMSONDIERUNG NACH DIN 4094-2



Planbezeichnung:
Bohrprofile nach DIN 4023
Rammdiagramme nach DIN EN ISO 22476-2

Projekt:
VGF;
Erweiterung STZW,
Heerstraße 305, Frankfurt

Anlage-Nr: 2

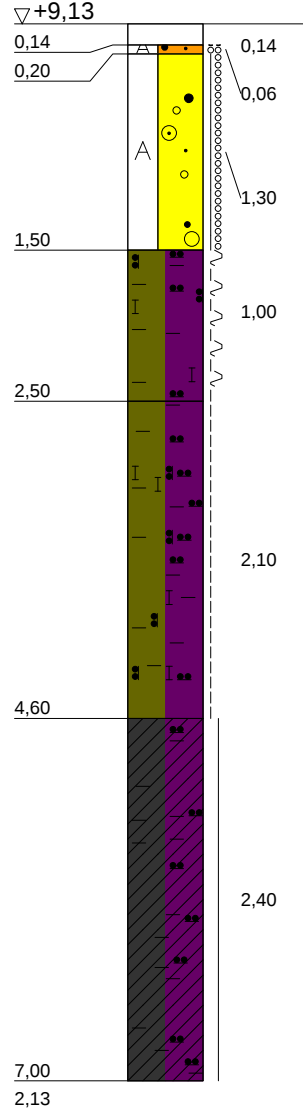
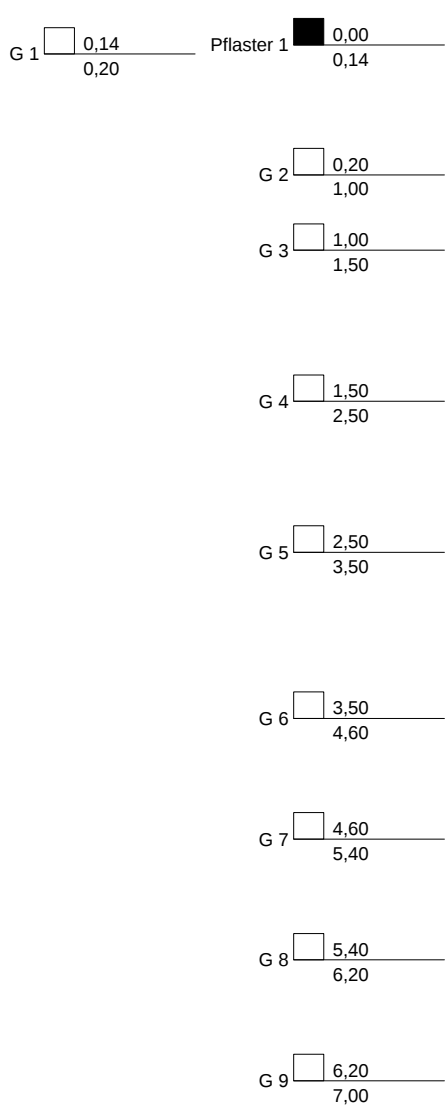
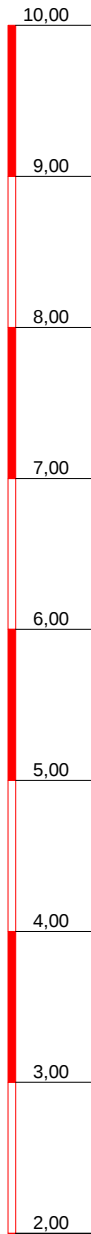
Maßstab: 1:50

Bearbeiter:

Datum:

Kote

BS 1



- 0,14 Betonpflaster
- 0,06 Auffüllung (Mittelsand, feinsandig bis schwach grobsandig), feucht, mitteldicht, [SE], [3], hellgrau
- 1,30 Auffüllung (Kies, sandig, Basaltschotter), feucht, dicht, [GW], [3], ab 1,0 m mit Nachfall?, dkl.grau- hellgrau
- 1,00 Löß, Ton, stark schluffig, stark kalkhaltig, feucht, weich- bis steif, (TL), [4], hellbraun
- 2,10 Löß, Ton, stark schluffig, z.T. Kernverlust, stark kalkhaltig, feucht, steif, (TL), [4], braun
- 2,40 Lehm, Ton, schluffig, z.T. Kernverlust, schwach kalkhaltig, schwach feucht, halbfest, (TM), [4], braun

Planbezeichnung:
Bohrprofil nach DIN 4023

Projekt:
VGF;
Erweiterung STZW,
Heerstraße 305, Frankfurt

Anlage-Nr: 2.1

Projekt-Nr:

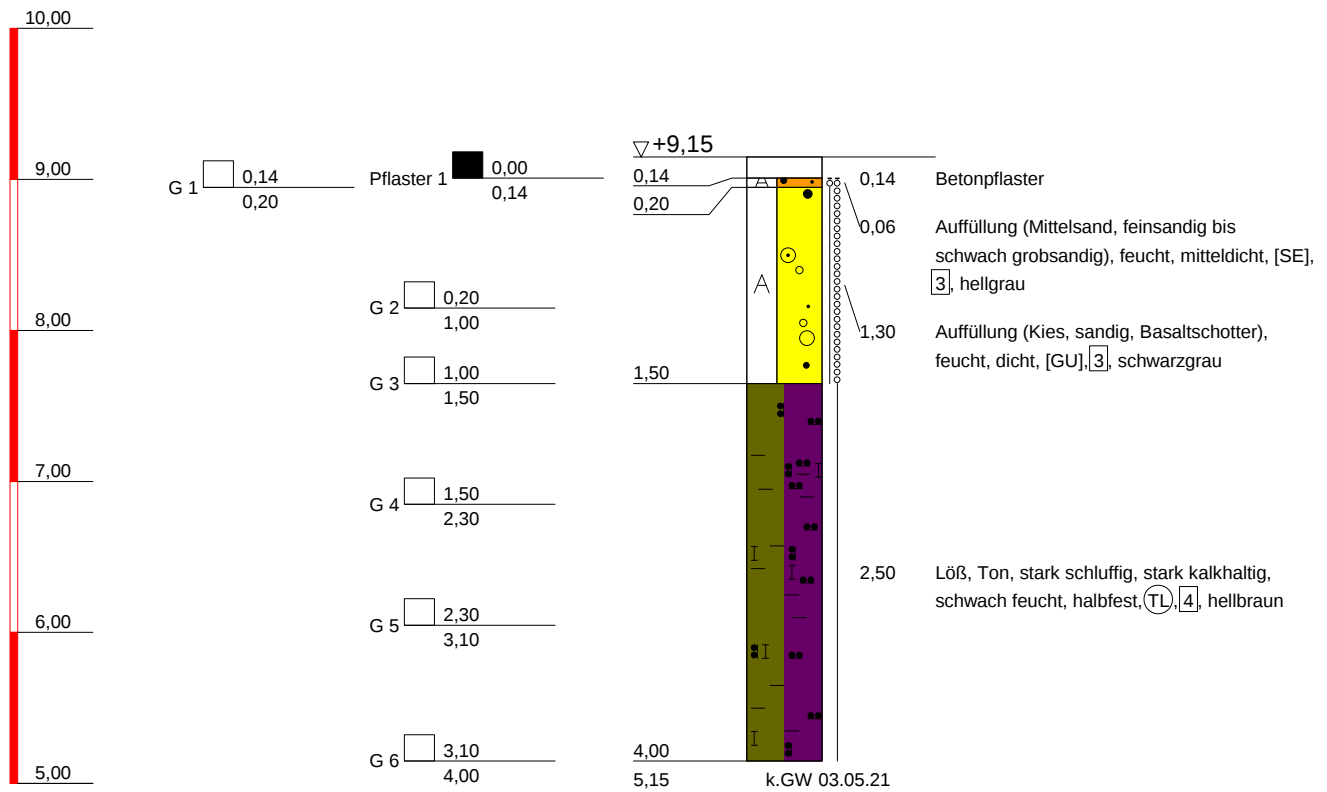
Datum: 05.2021

Maßstab: 1:50

Bearbeiter

Kote

BS 2



Planbezeichnung:
Bohrprofil nach DIN 4023

Projekt:
VGF;
Erweiterung STZW,
Heerstraße 305, Frankfurt

Anlage-Nr: 2.2

Projekt-Nr

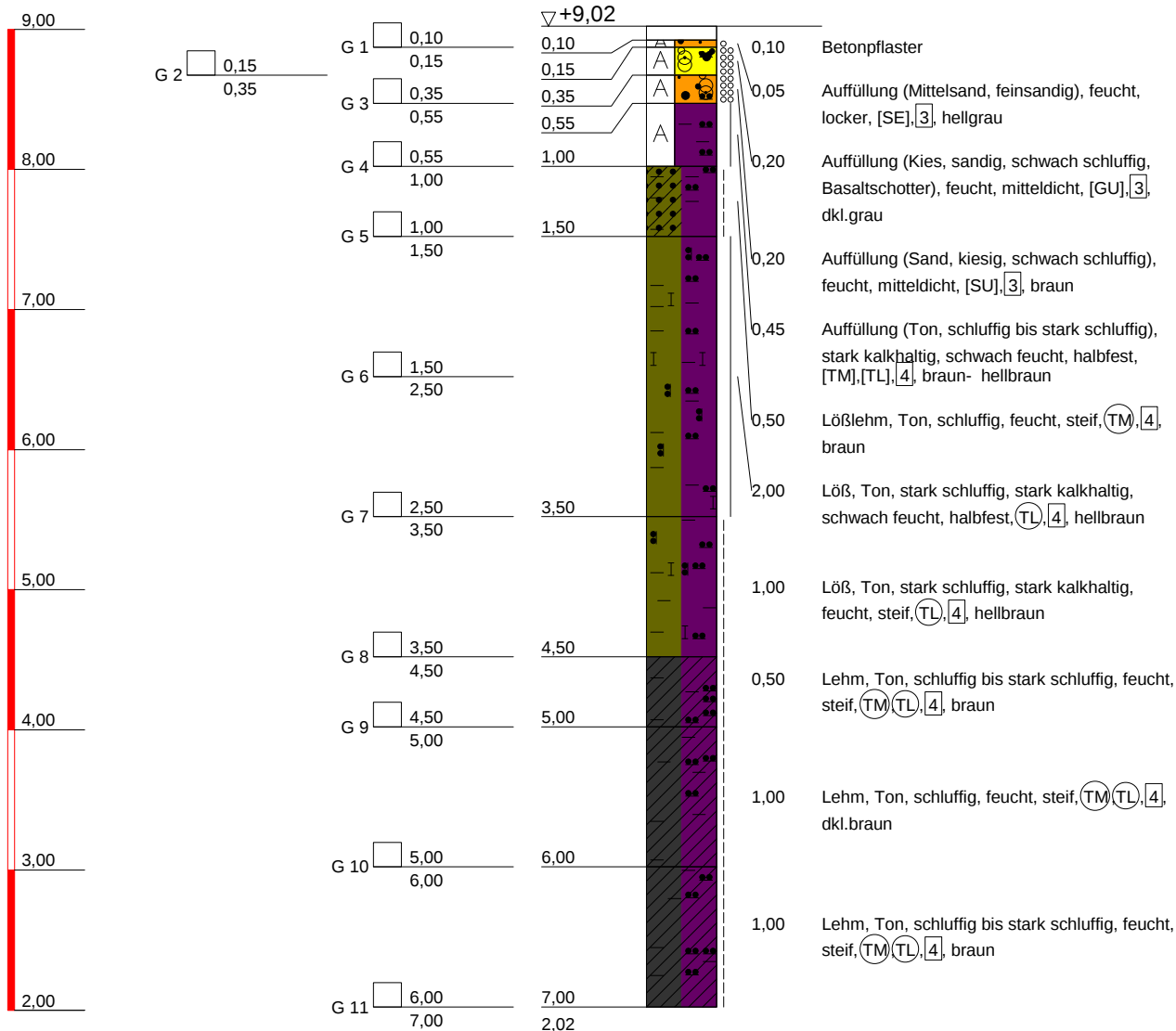
Datum: 05.2021

Maßstab: 1:50

Bearbeiter:

Kote

BS 3



Bohrloch nach Bohrende zugefallen bei 6,7 m/trocken

Planbezeichnung:
Bohrprofil nach DIN 4023

Projekt:
VGF;
Erweiterung STZW,
Heerstraße 305, Frankfurt

Anlage-Nr: 2.3

Projekt-Nr:

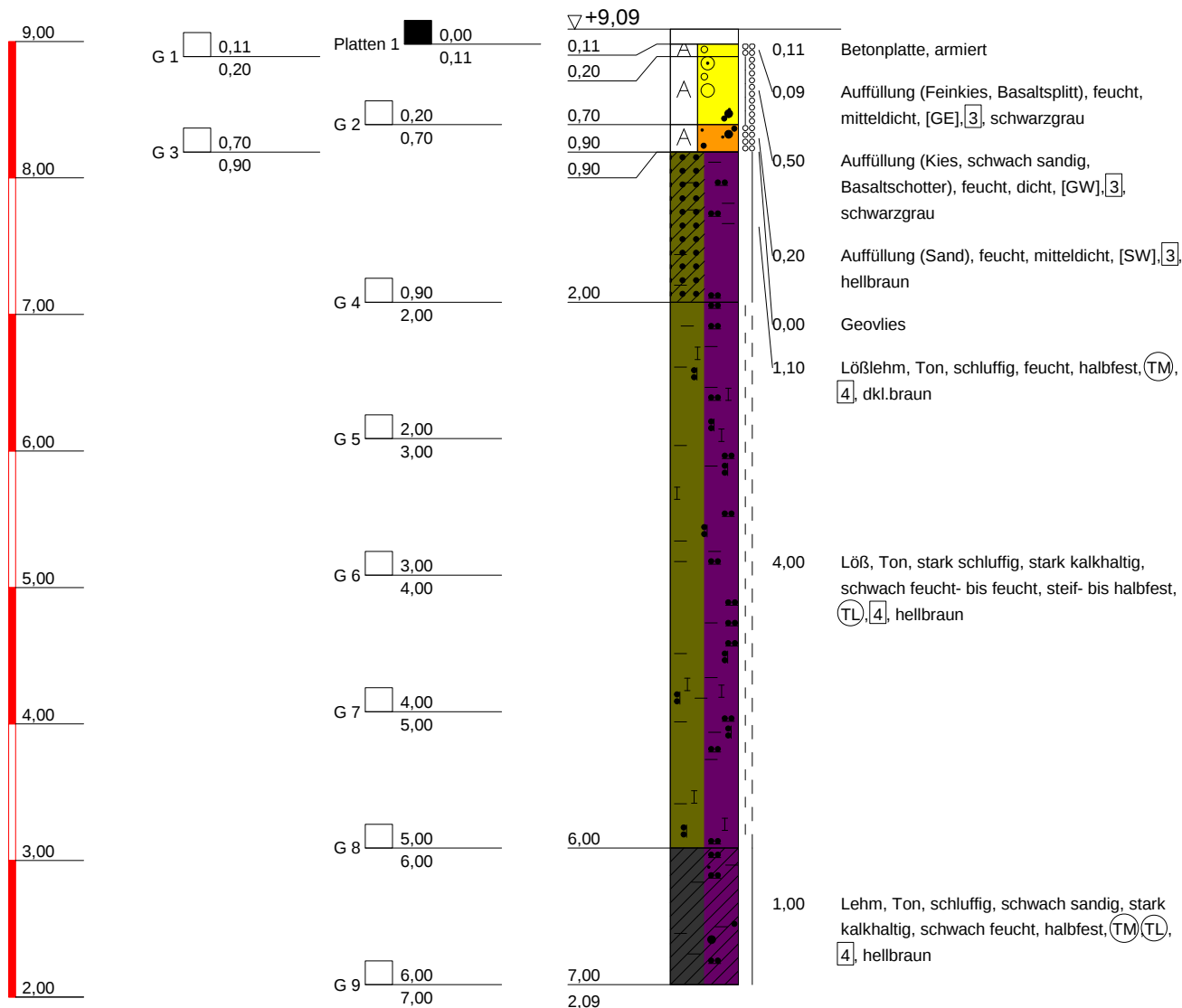
Datum: 05.2021

Maßstab: 1:50

Bearbeiter:

Kote

BS 4



Bohrloch nach Bohrende zugefallen bei 0,7 m/trocken

Planbezeichnung:
Bohrprofil nach DIN 4023

Projekt:
VGF;
Erweiterung STZW,
Heerstraße 305, Frankfurt

Anlage-Nr: 2.4

Projekt-Nr:

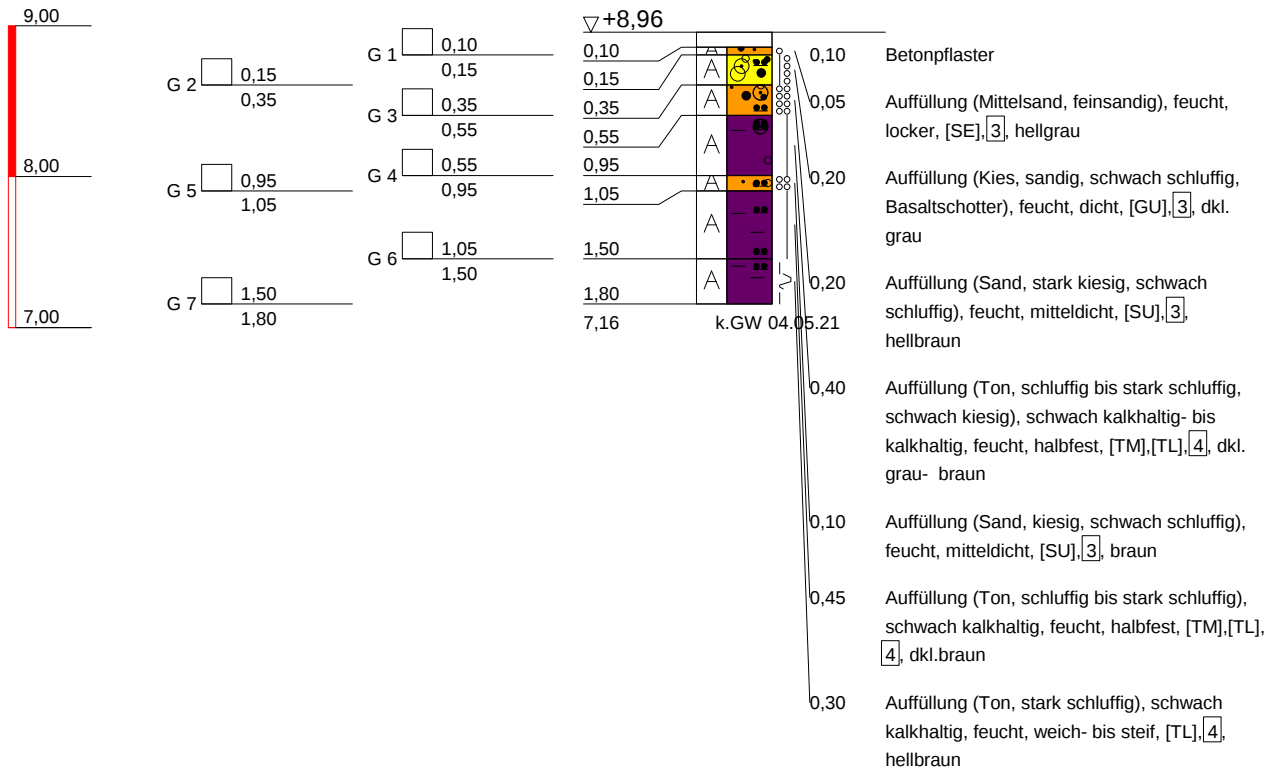
Datum: 05.2021

Maßstab: 1:50

Bearbeiter:

Kote

BS 5



kein weiterer Bohrfortschritt möglich/Beton/Bauwerk?

Planbezeichnung:
Bohrprofil nach DIN 4023

Projekt:
VGF;
Erweiterung STZW,
Heerstraße 305, Frankfurt

Anlage-Nr: 2.5

Projekt-Nr:

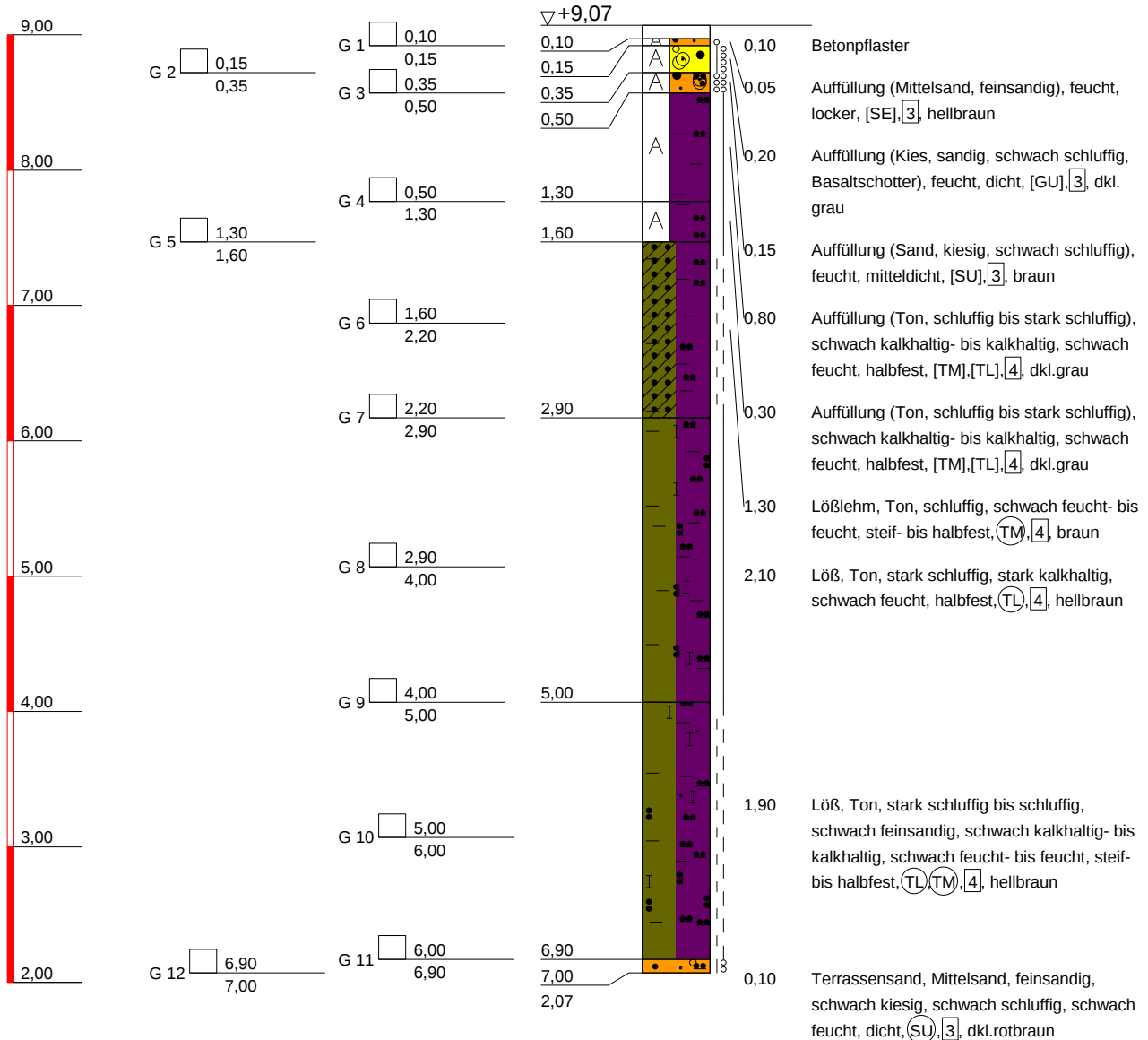
Datum: 05.2021

Maßstab: 1:50

Bearbeiter:

Kote

BS 6



Bohrloch nach Bohrende zugeworfen bei 6,95 m/trocken

Planbezeichnung:
Bohrprofil nach DIN 4023

Projekt:
VGF;
Erweiterung STZW,
Heerstraße 305, Frankfurt

Anlage-Nr: 2.6

Projekt-Nr:

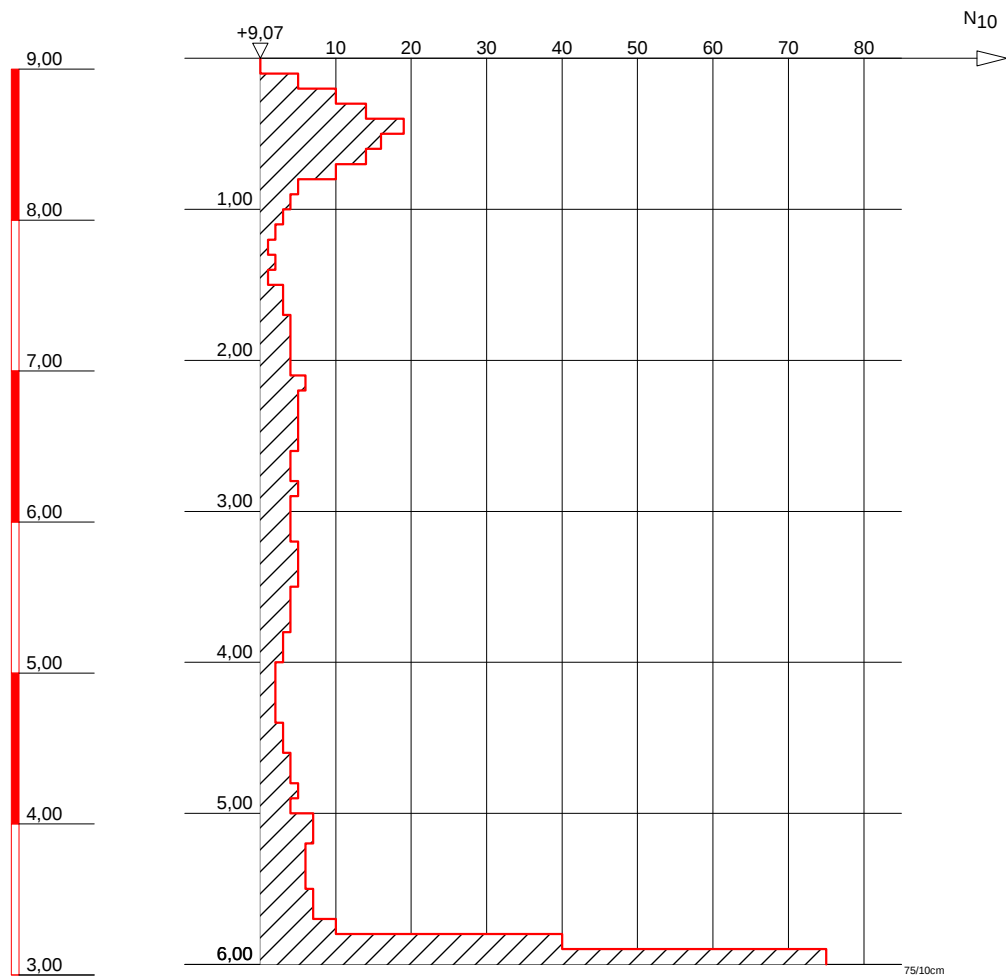
Datum: 05.2021

Maßstab: 1:50

Bearbeiter:

Kote

DPH 1



bis 0,1 m Betonpflaster
Bohrloch nach Bohrende zugefallen bei 6,4 m/trocken

Planbezeichnung:
Rammdiagramm nach DIN EN ISO 22476-2

Projekt:
VGF;
Erweiterung STZW,
Heerstraße 305, Frankfurt

Anlage-Nr: 2.7

Projekt-Nr:

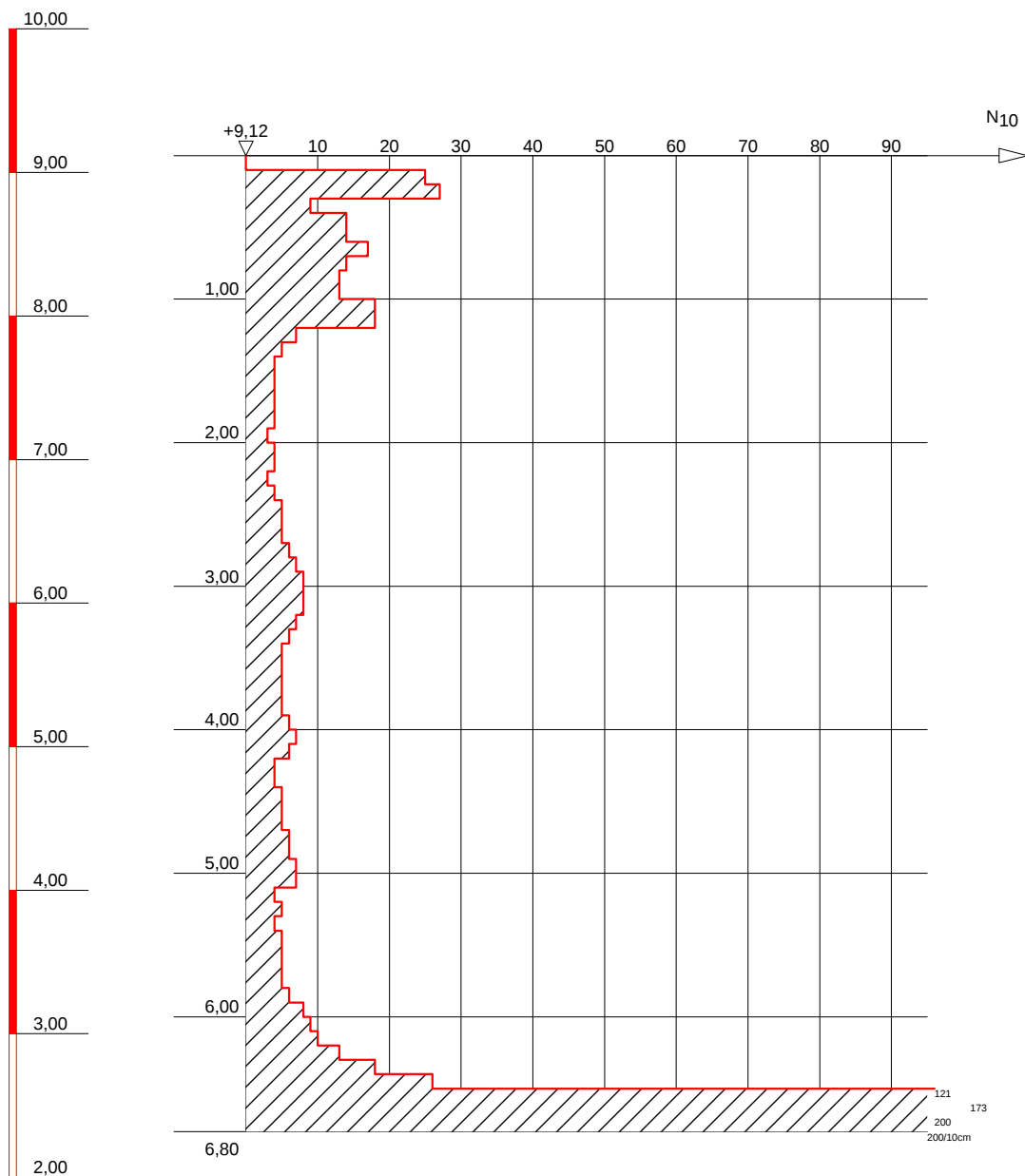
Datum: 05.2021

Maßstab: 1:50

Bearbeiter:

Kote

DPH 2



bis 0,12 m Betonplatten, armiert
Bohrloch nach Bohrende zugefallen bei 0,4 m/trocken

Planbezeichnung:
Rammdiagramm nach DIN EN ISO 22476-2

Projekt:
VGF;
Erweiterung STZW,
Heerstraße 305, Frankfurt

Anlage-Nr: 2.8

Projekt-Nr:

Datum: 05.2021

Maßstab: 1:50

Bearbeiter:

Anlage 3

Name des Unternehmens: Name des Auftraggebers: VGF Bohrverfahren: Datum: Durchmesser: mm Neigung: 0,00 °			Schichtenverzeichnis nach ISO 14688-1 und ISO 14689-1		Seite: 2	
Projektbezeichnung: Erweiterung STZW,					Aufschluss: BS 1	
Name / Unterschrift des qualifizierten Technikers:					Projekt-Nr.: _____	
1	2	3	4	5	6	7
Tiefe bis [m] Geol. Benennung / Stratigraphie	Bezeichnung der Boden- bzw. Felsart Ergänzende Bemerkungen	Farbe Kalk-gehalt	Beschreibung der Probe - Konsistenz - Plastizität - Härte - einachsige Festigkeit - Kornform - Matrix - Verwitterung - Trennflächen usw.	Beschreibung des Bohrfortschrittes - Bohrbarkeit - Kernform - Meißeleinsatz - Beobachtungen usw.	Proben Versuche - Typ - Auto-Nummer - Tiefe	Bemerkungen - Wasserführung - Spülung - Bohrwerkzeuge - Verrohrung - Kernverlust - Kernlänge
0,14	Betonpflaster				Pflaster 1 1 0,00 - 0,14	
0,20	Auffüllung (Mittelsand, feinsandig, schwach grobsandig)	hellgrau	mitteldicht, [SE], 3		G 1 2 0,14 - 0,20	feucht
1,50	Auffüllung (Kies, sandig, Basaltschotter), ab 1,0 m mit Nachfall?	dkl.grau-hellgrau	dicht, [GW], 3		G 2 3 0,20 - 1,00 G 3 4 1,00 - 1,50	feucht
2,50	Quartär, Löß, Ton, stark schluffig	stark kalkhaltig, hellbraun	weich- bis steif, TL, 4		G 4 5 1,50 - 2,50	feucht
4,60	Quartär, Löß, Ton, stark schluffig, z.T. Kernverlust	stark kalkhaltig, braun	steif, TL, 4		G 5 6 2,50 - 3,50 G 6 7 3,50 - 4,60	feucht
7,00	Quartär, Lehm, Ton, schluffig, z.T. Kernverlust	schwach kalkhaltig, braun	halbfest, TM, 4		G 7 8 4,60 - 5,40 G 8 9 5,40 - 6,20	schwach feucht

Aufschluß BS 1		Projektnummer				Seite 3
1	2	3	4	5	6	7
Tiefe bis [m]	Bezeichnung der Boden- bzw. Felsart Ergänzende Bemerkungen Geol. Benennung / Stratigraphie	Farbe Kalk- gehalt	Beschreibung der Probe - Konsistenz - Plastizität - Härte - einachsige Festigkeit - Kornform - Matrix - Verwitterung - Trennflächen usw.	Beschreibung des Bohrfortschrittes - Bohrbarkeit - Kernform - Meißeleinsatz - Beobachtungen usw.	Proben Versuche - Typ - Auto-Nummer - Tiefe	Bemerkungen - Wasserführung - Spülung - Bohrwerkzeuge - Verrohrung - Kernverlust - Kernlänge
					G 9 10 6,20 - 7,00	

Name des Unternehmens: Name des Auftraggebers: VGF Bohrverfahren: Datum: Durchmesser: mm Neigung: 0,00 °			Schichtenverzeichnis nach ISO 14688-1 und ISO 14689-1		Seite: 2	
Projektbezeichnung: Erweiterung STZW,					Aufschluss: BS 2	
					Projekt-Nr.: _____	
Name / Unterschrift des qualifizierten Technikers:						
1	2	3	4	5	6	7
Tiefe bis [m]	Bezeichnung der Boden- bzw. Felsart Ergänzende Bemerkungen Geol. Benennung / Stratigraphie	Farbe Kalk-gehalt	Beschreibung der Probe - Konsistenz - Plastizität - Härte - einachsige Festigkeit - Kornform - Matrix - Verwitterung - Trennflächen usw.	Beschreibung des Bohrfortschrittes - Bohrbarkeit - Kernform - Meißeleinsatz - Beobachtungen usw.	Proben Versuche - Typ - Auto-Nummer - Tiefe	Bemerkungen - Wasserführung - Spülung - Bohrwerkzeuge - Verrohrung - Kernverlust - Kernlänge
0,14	Betonpflaster				Pflaster 1 1 0,00 - 0,14	
0,20	Auffüllung (Mittelsand, feinsandig, schwach grobsandig)	hellgrau	mitteldicht, [SE], 3		G 1 2 0,14 - 0,20	feucht
1,50	Auffüllung (Kies, sandig, Basaltschotter)	schwarzgrau	dicht, [GU], 3		G 2 3 0,20 - 1,00 G 3 4 1,00 - 1,50	feucht
4,00	Quartär, Löß, Ton, stark schluffig	stark kalkhaltig, hellbraun	halbfest, TL, 4		G 4 5 1,50 - 2,30 G 5 6 2,30 - 3,10 G 6 7 3,10 - 4,00	schwach feucht

Name des Unternehmens: Name des Auftraggebers: VGF Bohrverfahren: Datum: Durchmesser: mm Neigung: 0,00 °			Schichtenverzeichnis nach ISO 14688-1 und ISO 14689-1		Seite: 2	
Projektbezeichnung: Erweiterung STZW,					Aufschluss: BS 3	
					Projekt-Nr.: _____	
			Name / Unterschrift des qualifizierten Technikers:			
1	2	3	4	5	6	7
Tiefe bis [m]	Bezeichnung der Boden- bzw. Felsart Ergänzende Bemerkungen Geol. Benennung / Stratigraphie	Farbe Kalk-gehalt	Beschreibung der Probe - Konsistenz - Plastizität - Härte - einachsige Festigkeit - Kornform - Matrix - Verwitterung - Trennflächen usw.	Beschreibung des Bohrfortschrittes - Bohrbarkeit - Kernform - Meißeleinsatz - Beobachtungen usw.	Proben Versuche - Typ - Auto-Nummer - Tiefe	Bemerkungen - Wasserführung - Spülung - Bohrwerkzeuge - Verrohrung - Kernverlust - Kernlänge
0,10	Betonpflaster					
0,15	Auffüllung (Mittelsand, feinsandig)	hellgrau	locker, [SE], 3		G 1 1 0,10 - 0,15	feucht
0,35	Auffüllung (Kies, sandig, schwach schluffig, Basaltschotter)	dkl.grau	mitteldicht, [GU], 3		G 2 2 0,15 - 0,35	feucht
0,55	Auffüllung (Sand, kiesig, schwach schluffig)	braun	mitteldicht, [SU], 3		G 3 3 0,35 - 0,55	feucht
1,00	Auffüllung (Ton, schluffig, stark schluffig)	stark kalkhaltig, braun-hellbraun	halbfest, [TM],[TL], 4		G 4 4 0,55 - 1,00	schwach feucht
1,50	Quartär, Lößlehm, Ton, schluffig	braun	steif, TM, 4		G 5 5 1,00 - 1,50	feucht
3,50	Quartär, Löß, Ton, stark schluffig	stark kalkhaltig, hellbraun	halbfest, TL, 4		G 6 6 1,50 - 2,50 G 7 7 2,50 - 3,50	schwach feucht
4,50	Quartär, Löß, Ton, stark schluffig	stark kalkhaltig,	steif, TL, 4		G 8 8	feucht

Aufschluß BS 3		Projektnummer				Seite 3
1	2	3	4	5	6	7
Tiefe bis [m]	Bezeichnung der Boden- bzw. Felsart Ergänzende Bemerkungen Geol. Benennung / Stratigraphie	Farbe Kalk-gehalt	Beschreibung der Probe - Konsistenz - Plastizität - Härte - einachsige Festigkeit - Kornform - Matrix - Verwitterung - Trennflächen usw.	Beschreibung des Bohrfortschrittes - Bohrbarkeit - Kernform - Meißeleinsatz - Beobachtungen usw.	Proben Versuche - Typ - Auto-Nummer - Tiefe	Bemerkungen - Wasserführung - Spülung - Bohrwerkzeuge - Verrohrung - Kernverlust - Kernlänge
		hellbraun			3,50 - 4,50	
5,00	Quartär, Lehm, Ton, schluffig, stark schluffig	braun	steif, TM,TL, 4		G 9 9 4,50 - 5,00	feucht
6,00	Quartär, Lehm, Ton, schluffig	dkl.braun	steif, TM,TL, 4		G 10 10 5,00 - 6,00	feucht
7,00	Quartär, Lehm, Ton, schluffig, stark schluffig	braun	steif, TM,TL, 4		G 11 11 6,00 - 7,00	feucht

Name des Unternehmens: Name des Auftraggebers: VGF Bohrverfahren: Datum: Durchmesser: mm Neigung: 0,00 °			Schichtenverzeichnis nach ISO 14688-1 und ISO 14689-1		Seite: 2	
Projektbezeichnung: Erweiterung STZW,					Aufschluss: BS 4	
					Projekt-Nr.: _____	
Name / Unterschrift des qualifizierten Technikers:						
1	2	3	4	5	6	7
Tiefe bis [m]	Bezeichnung der Boden- bzw. Felsart Ergänzende Bemerkungen Geol. Benennung / Stratigraphie	Farbe Kalk-gehalt	Beschreibung der Probe - Konsistenz - Plastizität - Härte - einachsige Festigkeit - Kornform - Matrix - Verwitterung - Trennflächen usw.	Beschreibung des Bohrfortschrittes - Bohrbarkeit - Kernform - Meißeleinsatz - Beobachtungen usw.	Proben Versuche - Typ - Auto-Nummer - Tiefe	Bemerkungen - Wasserführung - Spülung - Bohrwerkzeuge - Verrohrung - Kernverlust - Kernlänge
0,11	Betonplatte, armiert				Platten 1 1 0,00 - 0,11	
0,20	Auffüllung (Feinkies, Basaltsplitt)	schwarzgrau	mitteldicht, [GE], 3		G 1 2 0,11 - 0,20	feucht
0,70	Auffüllung (Kies, schwach sandig, Basaltschotter)	schwarzgrau	dicht, [GW], 3		G 2 3 0,20 - 0,70	feucht
0,90	Auffüllung (Sand)	hellbraun	mitteldicht, [SW], 3		G 3 4 0,70 - 0,90	feucht
0,90	Geovlies					
2,00	Quartär, Lößlehm, Ton, schluffig	dkl.braun	halbfest, TM, 4		G 4 5 0,90 - 2,00	feucht
6,00	Quartär, Löß, Ton, stark schluffig	stark kalkhaltig, hellbraun	steif- bis halbfest, TL, 4		G 5 6 2,00 - 3,00 G 6 7 3,00 - 4,00 G 7 8 4,00 - 5,00 G 8	schwach feucht- bis feucht

Aufschluß BS 4		Projektnummer				Seite 3
1	2	3	4	5	6	7
Tiefe bis [m]	Bezeichnung der Boden- bzw. Felsart Ergänzende Bemerkungen Geol. Benennung / Stratigraphie	Farbe Kalk-gehalt	Beschreibung der Probe - Konsistenz - Plastizität - Härte - einachsige Festigkeit - Kornform - Matrix - Verwitterung - Trennflächen usw.	Beschreibung des Bohrfortschrittes - Bohrbarkeit - Kernform - Meißeleinsatz - Beobachtungen usw.	Proben Versuche - Typ - Auto-Nummer - Tiefe	Bemerkungen - Wasserführung - Spülung - Bohrwerkzeuge - Verrohrung - Kernverlust - Kernlänge
					9 5,00 - 6,00	
7,00	Quartär, Lehm, Ton, schluffig, schwach sandig	stark kalkhaltig, hellbraun	halbfest, TM, TL, 4		G 9 10 6,00 - 7,00	schwach feucht

Name des Unternehmens: Name des Auftraggebers: VGF Bohrverfahren: Datum: Durchmesser: mm Neigung: 0,00 °			Schichtenverzeichnis nach ISO 14688-1 und ISO 14689-1		Seite: 2	
Projektbezeichnung: Erweiterung STZW,					Aufschluss: BS 5	
					Projekt-Nr.: _____	
			Name / Unterschrift des qualifizierten Technikers:			
1	2	3	4	5	6	7
Tiefe bis [m]	Bezeichnung der Boden- bzw. Felsart Ergänzende Bemerkungen Geol. Benennung / Stratigraphie	Farbe Kalkgehalt	Beschreibung der Probe - Konsistenz - Plastizität - Härte - einachsige Festigkeit - Kornform - Matrix - Verwitterung - Trennflächen usw.	Beschreibung des Bohrfortschrittes - Bohrbarkeit - Kernform - Meißeleinsatz - Beobachtungen usw.	Proben Versuche - Typ - Auto-Nummer - Tiefe	Bemerkungen - Wasserführung - Spülung - Bohrwerkzeuge - Verrohrung - Kernverlust - Kernlänge
0,10	Betonpflaster					
0,15	Auffüllung (Mittelsand, feinsandig)	hellgrau	locker, [SE], 3		G 1 1 0,10 - 0,15	feucht
0,35	Auffüllung (Kies, sandig, schwach schluffig, Basaltschotter)	dkl.grau	dicht, [GU], 3		G 2 2 0,15 - 0,35	feucht
0,55	Auffüllung (Sand, stark kiesig, schwach schluffig)	hellbraun	mitteldicht, [SU], 3		G 3 3 0,35 - 0,55	feucht
0,95	Auffüllung (Ton, schluffig, stark schluffig, schwach kiesig)	schwach kalkhaltig-bis kalkhaltig, dkl.grau-braun	halbfest, [TM],[TL], 4		G 4 4 0,55 - 0,95	feucht
1,05	Auffüllung (Sand, kiesig, schwach schluffig)	braun	mitteldicht, [SU], 3		G 5 5 0,95 - 1,05	feucht
1,50	Auffüllung (Ton, schluffig, stark schluffig)	schwach kalkhaltig, dkl.braun	halbfest, [TM],[TL], 4		G 6 6 1,05 - 1,50	feucht
1,80	Auffüllung (Ton, stark schluffig)	schwach kalkhaltig, hellbraun	weich- bis steif, [TL], 4		G 7 7 1,50 - 1,80	feucht

Name des Unternehmens: Name des Auftraggebers: VGF Bohrverfahren: Datum: Durchmesser: mm Neigung: 0,00 °			Schichtenverzeichnis nach ISO 14688-1 und ISO 14689-1		Seite: 2	
					Aufschluss: BS 6	
Projektbezeichnung: Erweiterung STZW,					Projekt-Nr.: _____	
			Name / Unterschrift des qualifizierten Technikers:			
1	2	3	4	5	6	7
Tiefe bis [m]	Bezeichnung der Boden- bzw. Felsart Ergänzende Bemerkungen Geol. Benennung / Stratigraphie	Farbe Kalkgehalt	Beschreibung der Probe - Konsistenz - Plastizität - Härte - einachsige Festigkeit - Kornform - Matrix - Verwitterung - Trennflächen usw.	Beschreibung des Bohrfortschrittes - Bohrbarkeit - Kernform - Meißeleinsatz - Beobachtungen usw.	Proben Versuche - Typ - Auto-Nummer - Tiefe	Bemerkungen - Wasserführung - Spülung - Bohrwerkzeuge - Verrohrung - Kernverlust - Kernlänge
0,10	Betonpflaster					
0,15	Auffüllung (Mittelsand, feinsandig)	hellbraun	locker, [SE], 3		G 1 1 0,10 - 0,15	feucht
0,35	Auffüllung (Kies, sandig, schwach schluffig, Basaltschotter)	dkl.grau	dicht, [GU], 3		G 2 2 0,15 - 0,35	feucht
0,50	Auffüllung (Sand, kiesig, schwach schluffig)	braun	mitteldicht, [SU], 3		G 3 3 0,35 - 0,50	feucht
1,30	Auffüllung (Ton, schluffig, stark schluffig)	schwach kalkhaltig-bis kalkhaltig, dkl.grau	halbfest, [TM],[TL], 4		G 4 4 0,50 - 1,30	schwach feucht
1,60	Auffüllung (Ton, schluffig, stark schluffig)	schwach kalkhaltig-bis kalkhaltig, dkl.grau	halbfest, [TM],[TL], 4		G 5 5 1,30 - 1,60	schwach feucht
2,90	Quartär, Lößlehm, Ton, schluffig	braun	steif- bis halbfest, TM, 4		G 6 6 1,60 - 2,20 G 7 7 2,20 - 2,90	schwach feucht- bis feucht

Aufschluß BS 6		Projektnummer				Seite
Tiefe bis [m]	Bezeichnung der Boden- bzw. Felsart Ergänzende Bemerkungen Geol. Benennung / Stratigraphie	Farbe Kalk- gehalt	Beschreibung der Probe - Konsistenz - Plastizität - Härte - einachsige Festigkeit - Kornform - Matrix - Verwitterung - Trennflächen usw.	Beschreibung des Bohrfortschrittes - Bohrbarkeit - Kernform - Meißeleinsatz - Beobachtungen usw.	Proben Versuche - Typ - Auto-Nummer - Tiefe	Bemerkungen - Wasserführung - Spülung - Bohrwerkzeuge - Verrohrung - Kernverlust - Kernlänge
5,00	Quartär, Löß, Ton, stark schluffig	stark kalkhaltig, hellbraun	halbfest, TL, 4		G 8 8 2,90 - 4,00 G 9 9 4,00 - 5,00	schwach feucht
6,90	Quartär, Löß, Ton, stark schluffig, schluffig, schwach feinsandig	schwach kalkhaltig- bis kalkhaltig, hellbraun	steif- bis halbfest, TL,TM, 4		G 10 10 5,00 - 6,00 G 11 11 6,00 - 6,90	schwach feucht- bis feucht
7,00	Quartär, Terrassensand, Mittelsand, feinsandig, schwach kiesig, schwach schluffig	dkl.rotbraun	dicht, SU, 3		G 12 12 6,90 - 7,00	schwach feucht

Anlage 4

11.05.2021
21052625.1

Untersuchung von Feststoff

Ihr Auftrag vom: 04.05.2021

Projekt: - Erweiterung STZW, Heerstraße 305, Frankfurt a. M.

PRÜFBERICHT NR:

21052625.1

Untersuchungsgegenstand:

Feststoffprobe

Untersuchungsparameter:

Merkblatt "Entsorgung von Bauabfällen", Stand 01.09.2018,
Tabellen 1.1, 1.2 und 1.3, Einstufung: Sand

Probeneingang/Probenahme:

Probeneingang: 06.05.2021

Die Probenahme wurde vom Auftraggeber vorgenommen.

Analysenverfahren:

Probenvorbereitung nach DIN 19747:2009-07
Eluaterstellung nach DIN EN 12457-4:2003-01
siehe Analysenbericht

Prüfungszeitraum:

06.05.2021 bis 11.05.2021

Gesamtseitenzahl des Berichts: 3

Auftraggeber:
Projekt:
AG Bearbeiter:
Probeneingang:

Analytiknummer:				21052625.1
Probenart:				Boden
Probenbezeichnung:				MP 1
				0,1 - 1,5
Feststoffanalyse: Parameter gemäß Merkblatt "Entsorgung von Bauabfällen" Tab. 1.1 und Tab. 1.2				
Parameter	Einheit	Verfahren	BG	
EOX	mg/kg	DIN 38414 S17	1	<1
TOC	%	DIN EN 13137	0,05	0,30
KW-ges. (C10-C40)	mg/kg	KW/04	10	27
KW (C10-C22)	mg/kg	KW/04	10	<10
BTEX				
Benzol	mg/kg	DIN ISO 22155	0,01	<0,01
Toluol	mg/kg	DIN ISO 22155	0,01	<0,01
Ethylbenzol	mg/kg	DIN ISO 22155	0,01	<0,01
m/p-Xylol	mg/kg	DIN ISO 22155	0,01	<0,01
o-Xylol	mg/kg	DIN ISO 22155	0,01	<0,01
Summe BTEX	mg/kg			
LHKW				
Dichlormethan	mg/kg	DIN ISO 22155	0,01	<0,01
trans-1,2-Dichlorethen	mg/kg	DIN ISO 22155	0,01	<0,01
cis-1,2-Dichlorethen	mg/kg	DIN ISO 22155	0,01	<0,01
Trichlormethan	mg/kg	DIN ISO 22155	0,01	<0,01
1,1,1-Trichlorethan	mg/kg	DIN ISO 22155	0,01	<0,01
Tetrachlormethan	mg/kg	DIN ISO 22155	0,01	<0,01
Trichlorethen	mg/kg	DIN ISO 22155	0,01	<0,01
Tetrachlorethen	mg/kg	DIN ISO 22155	0,01	<0,01
Summe LHKW	mg/kg			
PAK				
Naphthalin	mg/kg	DIN ISO 18287	0,01	<0,01
Acenaphthylen	mg/kg	DIN ISO 18287	0,01	<0,01
Acenaphthen	mg/kg	DIN ISO 18287	0,01	<0,01
Fluoren	mg/kg	DIN ISO 18287	0,01	<0,01
Phenanthren	mg/kg	DIN ISO 18287	0,01	<0,01
Anthracen	mg/kg	DIN ISO 18287	0,01	<0,01
Fluoranthren	mg/kg	DIN ISO 18287	0,01	0,01
Pyren	mg/kg	DIN ISO 18287	0,01	<0,01
Benzo[a]anthracen	mg/kg	DIN ISO 18287	0,02	<0,02
Chrysen	mg/kg	DIN ISO 18287	0,02	<0,02
Benzo[b]fluoranthren	mg/kg	DIN ISO 18287	0,02	<0,02
Benzo[k]fluoranthren	mg/kg	DIN ISO 18287	0,02	<0,02
Benzo[a]pyren	mg/kg	DIN ISO 18287	0,02	<0,02
Indeno[1,2,3-c,d]pyren	mg/kg	DIN ISO 18287	0,02	<0,02
Dibenz[a,h]anthracen	mg/kg	DIN ISO 18287	0,02	<0,02
Benzo[g,h,i]perylene	mg/kg	DIN ISO 18287	0,02	<0,02
Summe PAK, 1-16	mg/kg			0,01
PCB				
PCB 28	mg/kg	DIN EN 15308	0,001	<0,001
PCB 52	mg/kg	DIN EN 15308	0,001	<0,001
PCB 101	mg/kg	DIN EN 15308	0,001	0,001
PCB 153	mg/kg	DIN EN 15308	0,001	0,001
PCB 138	mg/kg	DIN EN 15308	0,001	0,002
PCB 180	mg/kg	DIN EN 15308	0,001	0,001
Summe PCB	mg/kg			0,005
Arsen	mg/kg	DIN EN ISO 17294-2	0,1	1,2
Blei	mg/kg	DIN EN ISO 17294-2	0,5	2,8
Cadmium	mg/kg	DIN EN ISO 17294-2	0,05	0,05
Chrom	mg/kg	DIN EN ISO 17294-2	0,5	34,5
Kupfer	mg/kg	DIN EN ISO 17294-2	0,5	14,0
Nickel	mg/kg	DIN EN ISO 17294-2	0,5	45,4
Quecksilber	mg/kg	DIN EN 1483	0,03	<0,03
Zink	mg/kg	DIN EN ISO 17294-2	0,2	27,3
Thallium	mg/kg	DIN EN ISO 17294-2	0,2	<0,2
Cyanide ges.	mg/kg	DIN EN ISO 11262	0,2	<0,2

Z-Wert Merk- blatt	Zuordnungswerte Merkblatt (*)			
	Sand			
	Z 0	Z 0*	Z 1	Z 2
Z0	1	1	3	10
Z0	0,5/1 (-)	0,5/1 (-)	1,5	5
Z0	100	400	600	2000
Z0	100	200	300	1000
Z0	1	1	1	1
Z0	1	1	1	1
Z0	0,3	0,6	0,9	3
Z0	3	3	3 (9) **	30
Z0	0,05	0,10	0,15	0,5
Z0	10	15	45	150
Z0	40	140	210	700
Z0	0,4	1 (+)	3	10
Z0*	30	120	180	600
Z0	20	80	120	400
Z0*	15	100	150	500
Z0	0,1	1	1,5	5
Z0	60	300	450	1500
Z0	0,4	1 (+)	2,1	7
Z0	1	1	3	10

(*) Zuordnungswerte gem. Merkblatt "Entsorgung von Bauabfällen"; Stand 01.09.2018

(**) Bodenmaterial mit PAK-Gehalten von > 3 mg/kg und ≤ 9 mg/kg darf nur in Gebieten mit hydrologisch günstigen Deckschichten eingebaut werden.

(+) Für Bodenmaterial der Bodenart Sand gilt der Zuordnungswert Z0/Sand;

(-) Bei einem C/N-Verhältnis > 25 gilt der Zuordnungswert 1 Masse %, hydrologisch günstigen Deckschichten eingebaut werden.

Bemerkung: Die Analysenergebnisse beziehen sich auf die Trockenmasse.

Analytiknummer:				21052625.1
Probenart:				Boden
Probenbezeichnung:				MP 1
				0,1 - 1,5
Eluatanalyse: Parameter gemäß Merkblatt "Entsorgung von Bauabfällen" Tab. 1.3				
Parameter	Einheit	Verfahren	BG	
pH-Wert bei 20°C		DIN 38404 C 5	0,01	8,73
Elektr. Leitfähigkeit	µS/cm	DIN EN 27888	0,1	47
Chlorid	mg/l	DIN EN ISO 10304-1	1	4
Sulfat	mg/l	DIN EN ISO 10304-1	1	2
Cyanide ges.	µg/l	DIN 38405 D 13-1	3	<3
Phenol-Index	µg/l	DIN 38409 H 16	10	<10
Arsen	µg/l	DIN EN ISO 17294-2	1	2
Blei	µg/l	DIN EN ISO 17294-2	2	<2
Cadmium	µg/l	DIN EN ISO 17294-2	0,5	<0,5
Chrom	µg/l	DIN EN ISO 17294-2	2	2
Kupfer	µg/l	DIN EN ISO 17294-2	5	<5
Nickel	µg/l	DIN EN ISO 17294-2	5	<5
Quecksilber	µg/l	DIN EN 1483	0,2	<0,2
Zink	µg/l	DIN EN ISO 17294-2	20	<20
Thallium	µg/l	DIN EN ISO 17294-2	1	<1

Z-Wert Merk- blatt	Zuordnungswerte Merkblatt (*) Sand			
	Z 0	Z1.1	Z1.2	Z2
Z0	6,5-9,0	6,5-9,0	6,0-12	5,5-12
Z0	500	500	1000	1500
Z0	10	10	20	30
Z0	50	50	100	150
Z0	<10	10	50	100
Z0	<10	10	50	100
Z0	10	10	40	60
Z0	20	40	100	200
Z0	2	2	5	10
Z0	15	30	75	150
Z0	50	50	150	300
Z0	40	50	150	200
Z0	0,2	0,2	1	2
Z0	100	100	300	600
Z0	<1	1	3	5

(*) Zuordnungswerte gem. Merkblatt "Entsorgung von Bauabfällen"; Stand 01.09.2018;

(***) Bei Chlorid und Sulfat sind in analoger Anwendung der "Richtlinie für die Verwertung von Bodenmaterial, Bauschutt und Straßenaufbrauch in Tagebauen und im Rahmen sonstiger Abgrabungen" vom 03.03.2014 Überschreitungen bis 250 mg/l zulässig.

Probenvorbereitungsprotokoll nach DIN 19747 **Deponieverordnung**

Datum: 14.10.2019

Seite: 1 von 1

Probeneingang:

Analysennummer:	21052625.1		
Probenbezeichnung:	MP 1 0,1 - 1,5		
Projekt:	Erweiterung STZW, Heerstraße 305, Frankfurt a. M.		
Probenannahmedatum:	06.05.2021	Uhrzeit:	vormittags
Probenart:	Sand, Schotter	Probenmenge: 5,00kg	
Probengefäß:	Eimer ☒ Glas: ☐ Flasche ☐ Headspace: ☐ PE: ☐ sonstiges: ☐ Tüte: ☐		
Transportbedingungen:	gekühlt: ☒	gefroren: ☐	sonstiges:
ordnungsgem. Anlieferung:	ja: ☒	nein: ☐	wenn nein, warum?

Probenvorbereitung:

spezielle Aussonderung:	ja: ☐	nein: ☒	wenn ja, was ausgesondert?
Zerkleinerung:	von Hand: ☐	Brechen: ☒	sonstiges:
zerkleinerte Menge:	kg		Gesamte Probe: ☒
Siebung:	ja: ☐	nein: ☒	2 mm
Teilung/Homogenisierung:	Kegeln und Vierteln: ☒	fraktioniertes Teilen: ☐	sonstiges:
Anzahl der Proben:	1		
Rückstellproben:	1		

Probenaufbereitung:

Untersuchungsspezifische Trocknung der Proben:	Lufttrocknung: ☐	Trocknung bei 105 °C: ☒	sonstiges:
Untersuchungsspezifische Zerkleinerung der Proben:	gemahlen (250µm) Kontrollsiebung durchgeführt		

Bemerkung:

--

11.05.2021
21052626.2

Untersuchung von Feststoff

Ihr Auftrag vom: 04.05.2021

Projekt: - Erweiterung STZW, Heerstraße 305, Frankfurt a. M.

PRÜFBERICHT NR:

21052626.2

Untersuchungsgegenstand:

Feststoffproben

Untersuchungsparameter:

Merkblatt "Entsorgung von Bauabfällen", Stand 01.09.2018.

Tabellen 1.1, 1.2 und 1.3, Einstufung: Lehm / Schluff

Probeneingang/Probenahme:

Probeneingang: 06.05.2021

Die Probenahme wurde vom Auftraggeber vorgenommen.

Analysenverfahren:

Probenvorbereitung nach DIN 19747:2009-07

Eluaterstellung nach DIN EN 12457-4:2003-01

siehe Analysenbericht

Prüfungszeitraum:

06.05.2021 bis 11.05.2021

Gesamtseitenzahl des Berichts: 5

Analytiknummer:				21052626.1
Probenart:				Boden
Probenbezeichnung:				MP 2
				0,5 - 1,8
Eluatanalyse: Parameter gemäß Merkblatt "Entsorgung von Bauabfällen" Tab. 1.3				
Parameter	Einheit	Verfahren	BG	
pH-Wert bei 20°C		DIN 38404 C 5	0,01	7,71
Elektr. Leitfähigkeit	µS/cm	DIN EN 27888	0,1	61
Chlorid	mg/l	DIN EN ISO 10304-1	1	5
Sulfat	mg/l	DIN EN ISO 10304-1	1	<1
Cyanide ges.	µg/l	DIN 38405 D 13-1	3	<3
Phenol-Index	µg/l	DIN 38409 H 16	10	<10
Arsen	µg/l	DIN EN ISO 17294-2	1	3
Blei	µg/l	DIN EN ISO 17294-2	2	<2
Cadmium	µg/l	DIN EN ISO 17294-2	0,5	<0,5
Chrom	µg/l	DIN EN ISO 17294-2	2	<2
Kupfer	µg/l	DIN EN ISO 17294-2	5	<5
Nickel	µg/l	DIN EN ISO 17294-2	5	<5
Quecksilber	µg/l	DIN EN 1483	0,2	<0,2
Zink	µg/l	DIN EN ISO 17294-2	20	<20
Thallium	µg/l	DIN EN ISO 17294-2	1	<1

Z-Wert Merk- blatt	Zuordnungswerte Merkblatt (*) Lehm / Schluff			
	Z 0	Z1.1	Z1.2	Z2
Z0	6,5-9,0	6,5-9,0	6,0-12	5,5-12
Z0	500	500	1000	1500
Z0	10	10	20	30
Z0	50	50	100	150
Z0	<10	10	50	100
Z0	<10	10	50	100
Z0	10	10	40	60
Z0	20	40	100	200
Z0	2	2	5	10
Z0	15	30	75	150
Z0	50	50	150	300
Z0	40	50	150	200
Z0	0,2	0,2	1	2
Z0	100	100	300	600
Z0	<1	1	3	5

(*) Zuordnungswerte gem. Merkblatt "Entsorgung von Bauabfällen"; Stand 01.09.2018;

(***) Bei Chlorid und Sulfat sind in analoger Anwendung der "Richtlinie für die Verwertung von Bodenmaterial, Bauschutt und Straßenaufbrauch in Tagebauen und im Rahmen sonstiger Abgrabungen" vom 03.03.2014 Überschreitungen bis 250 mg/l zulässig.

Analytiknummer:				21052626.2
Probenart:				Boden
Probenbezeichnung:				MP 3
				0,9 - 4,0
Feststoffanalyse: Parameter gemäß Merkblatt "Entsorgung von Bauabfällen" Tab. 1.1 und Tab. 1.2				
Parameter	Einheit	Verfahren	BG	
FOX	mg/kg	DIN 38414 S17	1	<1
TOC	%	DIN EN 13137	0,05	0,39
KW-ges. (C10-C40)	mg/kg	KW/04	10	<10
KW (C10-C22)	mg/kg	KW/04	10	<10
BTEX				
Benzol	mg/kg	DIN ISO 22155	0,01	<0,01
Toluol	mg/kg	DIN ISO 22155	0,01	<0,01
Ethylbenzol	mg/kg	DIN ISO 22155	0,01	<0,01
m/p-Xylol	mg/kg	DIN ISO 22155	0,01	<0,01
o-Xylol	mg/kg	DIN ISO 22155	0,01	<0,01
Summe BTEX	mg/kg			
LHKW				
Dichlormethan	mg/kg	DIN ISO 22155	0,01	<0,01
trans-1,2-Dichlorethen	mg/kg	DIN ISO 22155	0,01	<0,01
cis-1,2-Dichlorethen	mg/kg	DIN ISO 22155	0,01	<0,01
Trichlormethan	mg/kg	DIN ISO 22155	0,01	<0,01
1,1,1-Trichlorethan	mg/kg	DIN ISO 22155	0,01	<0,01
Tetrachlormethan	mg/kg	DIN ISO 22155	0,01	<0,01
Trichlorethen	mg/kg	DIN ISO 22155	0,01	<0,01
Tetrachlorethen	mg/kg	DIN ISO 22155	0,01	<0,01
Summe LHKW	mg/kg			
PAK				
Naphthalin	mg/kg	DIN ISO 18287	0,01	<0,01
Acenaphthylen	mg/kg	DIN ISO 18287	0,01	<0,01
Acenaphthen	mg/kg	DIN ISO 18287	0,01	<0,01
Fluoren	mg/kg	DIN ISO 18287	0,01	<0,01
Phenanthren	mg/kg	DIN ISO 18287	0,01	<0,01
Anthracen	mg/kg	DIN ISO 18287	0,01	<0,01
Fluoranthen	mg/kg	DIN ISO 18287	0,01	<0,01
Pyren	mg/kg	DIN ISO 18287	0,01	<0,01
Benzo[a]anthracen	mg/kg	DIN ISO 18287	0,02	<0,02
Chrysen	mg/kg	DIN ISO 18287	0,02	<0,02
Benzo[b]fluoranthen	mg/kg	DIN ISO 18287	0,02	<0,02
Benzo[k]fluoranthen	mg/kg	DIN ISO 18287	0,02	<0,02
Benzo[a]pyren	mg/kg	DIN ISO 18287	0,02	<0,02
Indeno[1,2,3-c,d]pyren	mg/kg	DIN ISO 18287	0,02	<0,02
Dibenz[a,b]anthracen	mg/kg	DIN ISO 18287	0,02	<0,02
Benzo[g,h,i]perylene	mg/kg	DIN ISO 18287	0,02	<0,02
Summe PAK, 1-16	mg/kg			
PCB				
PCB 28	mg/kg	DIN EN 15308	0,001	<0,001
PCB 52	mg/kg	DIN EN 15308	0,001	<0,001
PCB 101	mg/kg	DIN EN 15308	0,001	<0,001
PCB 153	mg/kg	DIN EN 15308	0,001	<0,001
PCB 138	mg/kg	DIN EN 15308	0,001	<0,001
PCB 180	mg/kg	DIN EN 15308	0,001	<0,001
Summe PCB	mg/kg			
Arsen	mg/kg	DIN EN ISO 17294-2	0,1	7,1
Blei	mg/kg	DIN EN ISO 17294-2	0,5	10,4
Cadmium	mg/kg	DIN EN ISO 17294-2	0,05	0,14
Chrom	mg/kg	DIN EN ISO 17294-2	0,5	25,0
Kupfer	mg/kg	DIN EN ISO 17294-2	0,5	9,6
Nickel	mg/kg	DIN EN ISO 17294-2	0,5	23,0
Quecksilber	mg/kg	DIN EN 1483	0,03	<0,03
Zink	mg/kg	DIN EN ISO 17294-2	0,2	34,8
Thallium	mg/kg	DIN EN ISO 17294-2	0,2	<0,2
Cyanide ges.	mg/kg	DIN EN ISO 11262	0,2	<0,2

Z-Wert Merk- blatt	Zuordnungswerte Merkblatt (*) Lehm / Schluff			
	Z 0	Z 0*	Z 1	Z 2
Z0	1	1	3	10
Z0	0,5/1 (-)	0,5/1 (-)	1,5	5
Z0	100	400	600	2000
Z0	100	200	300	1000
Z0	1	1	1	1
Z0	1	1	1	1
Z0	0,3	0,6	0,9	3
Z0	3	3	3 (9) **	30
Z0	0,05	0,10	0,15	0,5
Z0	15	15	45	150
Z0	70	140	210	700
Z0	1	1 (+)	3	10
Z0	60	120	180	600
Z0	40	80	120	400
Z0	50	100	150	500
Z0	0,5	1	1,5	5
Z0	150	300	450	1500
Z0	0,7	1 (+)	2,1	7
Z0	1	1	3	10

(*) Zuordnungswerte gem. Merkblatt "Entsorgung von Bauabfällen"; Stand 01.09.2018

(**) Bodenmaterial mit PAK-Gehalten von $> 3 \text{ mg/kg}$ und $\leq 9 \text{ mg/kg}$ darf nur in Gebieten mit hydrologisch günstigen Deckschichten eingebaut werden.

(+) Für Bodenmaterial der Bodenart Lehm / Schluff gilt der Zuordnungswert Z0/Lehm / Schluff.

(-) Bei einem C/N-Verhältnis ≥ 25 gilt der Zuordnungswert 1 Masse %.

(-) Bei einem C/N-Verhältnis > 25 gilt der Zuordnungswert hydrologisch günstigen Deckschichten eingebaut werden.

Bemerkung: Die Analyseergebnisse beziehen sich auf die Trockenmasse.

Analytiknummer:				21052626.2
Probenart:				Boden
Probenbezeichnung:				MP 3
				0,9 - 4,0
Eluatanalyse: Parameter gemäß Merkblatt "Entsorgung von Bauabfällen" Tab. 1.3				
Parameter	Einheit	Verfahren	BG	
pH-Wert bei 20°C		DIN 38404 C 5	0,01	7,94
Elektr. Leitfähigkeit	µS/cm	DIN EN 27888	0,1	56
Chlorid	mg/l	DIN EN ISO 10304-1	1	3
Sulfat	mg/l	DIN EN ISO 10304-1	1	3
Cyanide ges.	µg/l	DIN 38405 D 13-1	3	<3
Phenol-Index	µg/l	DIN 38409 H 16	10	<10
Arsen	µg/l	DIN EN ISO 17294-2	1	1
Blei	µg/l	DIN EN ISO 17294-2	2	<2
Cadmium	µg/l	DIN EN ISO 17294-2	0,5	<0,5
Chrom	µg/l	DIN EN ISO 17294-2	2	<2
Kupfer	µg/l	DIN EN ISO 17294-2	5	<5
Nickel	µg/l	DIN EN ISO 17294-2	5	<5
Quecksilber	µg/l	DIN EN 1483	0,2	<0,2
Zink	µg/l	DIN EN ISO 17294-2	20	<20
Thallium	µg/l	DIN EN ISO 17294-2	1	<1

Z-Wert Merk- blatt	Zuordnungswerte Merkblatt (*) Lehm / Schluff			
	Z 0	Z1.1	Z1.2	Z2
Z0	6,5-9,0	6,5-9,0	6,0-12	5,5-12
Z0	500	500	1000	1500
Z0	10	10	20	30
Z0	50	50	100	150
Z0	<10	10	50	100
Z0	<10	10	50	100
Z0	10	10	40	60
Z0	20	40	100	200
Z0	2	2	5	10
Z0	15	30	75	150
Z0	50	50	150	300
Z0	40	50	150	200
Z0	0,2	0,2	1	2
Z0	100	100	300	600
Z0	<1	1	3	5

(*) Zuordnungswerte gem. Merkblatt "Entsorgung von Bauabfällen"; Stand 01.09.2018.

(***) Bei Chlorid und Sulfat sind in analoger Anwendung der "Richtlinie für die Verwertung von Bodenmaterial, Bauschutt und Straßenaufbrauch in Tagebauen und im Rahmen sonstiger Abgrabungen" vom 03.03.2014 Überschreitungen bis 250 mg/l zulässig.

Probenvorbereitungsprotokoll nach DIN 19747 **Deponieverordnung**

Datum: 14.10.2019

Seite: 1 von 1

Probeneingang:

Analysennummer:	21052626.1		
Probenbezeichnung:	MP 2 0,5 - 1,8		
Projekt:	Erweiterung STZW, Heerstraße 305, Frankfurt a. M.		
Probenannahmedatum:	06.05.2021	Uhrzeit:	vormittags
Probenart:	Lehm,wenig Steine	Probenmenge:2,07kg	
Probengefäß:	Eimer ☒ Glas: ☐ Flasche ☐ Headspace: ☐ PE: ☐ sonstiges: ☐ Tüte: ☐		
Transportbedingungen:	gekühlt: ☒	gefroren: ☐	sonstiges:
ordnungsgem. Anlieferung:	ja: ☒	nein: ☐	wenn nein, warum?

Probenvorbereitung:

spezielle Aussonderung:	ja: ☐	nein: ☒	wenn ja, was ausgesondert?
Zerkleinerung:	von Hand: ☐	Brechen: ☐	sonstiges:
zerkleinerte Menge:	kg		Gesamte Probe: ☒
Siebung:	ja: ☐	nein: ☒	2 mm
Teilung/Homogenisierung:	Kegeln und Vierteln: ☒	fraktioniertes Teilen: ☐	sonstiges:
Anzahl der Proben:	1		
Rückstellproben:	1		

Probenaufbereitung:

Untersuchungsspezifische Trocknung der Proben:	Lufttrocknung: ☐	Trocknung bei 105 °C: ☒	sonstiges:
Untersuchungsspezifische Zerkleinerung der Proben:	gemahlen (250µm) Kontrollsiebung durchgeführt		

Bemerkung:

--

Probenvorbereitungsprotokoll nach DIN 19747 **Deponieverordnung**

Datum: 14.10.2019

Seite: 1 von 1

Probeneingang:

Analysennummer:	21052626.2		
Probenbezeichnung:	MP 3 0,9 - 4,0		
Projekt:	- Erweiterung STZW, Heerstraße 305, Frankfurt a. M.		
Probenannahmedatum:	06.05.2021	Uhrzeit:	vormittags
Probenart:	Lehm, Schluff	Probenmenge: 4,38kg	
Probengefäß:	Eimer ☒ Glas: ☐ Flasche ☐ Headspace: ☐ PE: ☐ sonstiges: ☐ Tüte: ☐		
Transportbedingungen:	gekühlt: ☒	gefroren: ☐	sonstiges:
ordnungsgem. Anlieferung:	ja: ☒	nein: ☐	wenn nein, warum?

Probenvorbereitung:

spezielle Aussonderung:	ja: ☐	nein: ☒	wenn ja, was ausgesondert?
Zerkleinerung:	von Hand: ☐	Brechen: ☐	sonstiges:
zerkleinerte Menge:	kg		Gesamte Probe: ☒
Siebung:	ja: ☐	nein: ☒	2 mm
Teilung/Homogenisierung:	Kegeln und Vierteln: ☒	fraktioniertes Teilen: ☐	sonstiges:
Anzahl der Proben:	1		
Rückstellproben:	1		

Probenaufbereitung:

Untersuchungsspezifische Trocknung der Proben:	Lufttrocknung: ☐	Trocknung bei 105 °C: ☒	sonstiges:
Untersuchungsspezifische Zerkleinerung der Proben:	gemahlen (250µm) Kontrollsiebung durchgeführt		

Bemerkung:

--

Anlage 5

ABSCHLUSSBERICHT

Projekt: **Frankfurt, Heerstraße 305**

Kampfmittelüberprüfung

Auftraggeber:

Ausführungszeitraum: 26.04.2021

Ansprechpartner:

Beschreibung der Arbeiten:

Überprüfung von 8 Bohrpunkten mittels Geomagnetik.

1. Freimessung

Die im Gelände gekennzeichneten / vorgegebenen Bohrpunkte wurden mittels Geomagnetik freigemessen. Konnte ein Punkt nicht freigemessen werden, wurde der Ansatzpunkt versetzt und neu vermarktet. Es konnten alle Ansatzpunkte freigemessen werden.

Die Bohransatzpunkte sind somit für die weitere Bearbeitung freigegeben.

Die Freigabe wurde vorab mündlich erteilt.

2. Bemerkung

Der Auftraggeber hat durch die beauftragten Kampfmittelräummaßnahmen seine Sorgfaltspflicht bezüglich der Absicherung von erdeingreifenden Baumaßnahmen erfüllt. Die Kampfmittelräumarbeiten wurden nach dem Stand der Technik durchgeführt. Es ist dennoch nicht völlig ausgeschlossen, dass sich Kampfmittel aus Besonderheiten, die mit dem Magnetfeld zusammenhängen, einer Detektion entziehen. Dies ist zwar äußerst selten der Fall; gleichwohl werden Sie gebeten, die Bauarbeiten mit der notwendigen Vorsicht durchzuführen. Bei Auffinden unbekannter, insbes. kampfmittelverdächtiger Gegenstände bitten wir Sie, den zuständigen Kampfmittelräumdienst unverzüglich zu verständigen.

3. Tiefenangaben zur sondierbarkeit von Kampfmitteln mittels Geomagnetik:

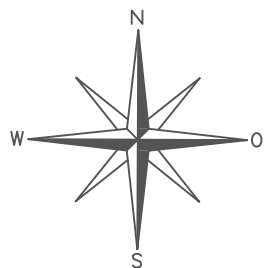
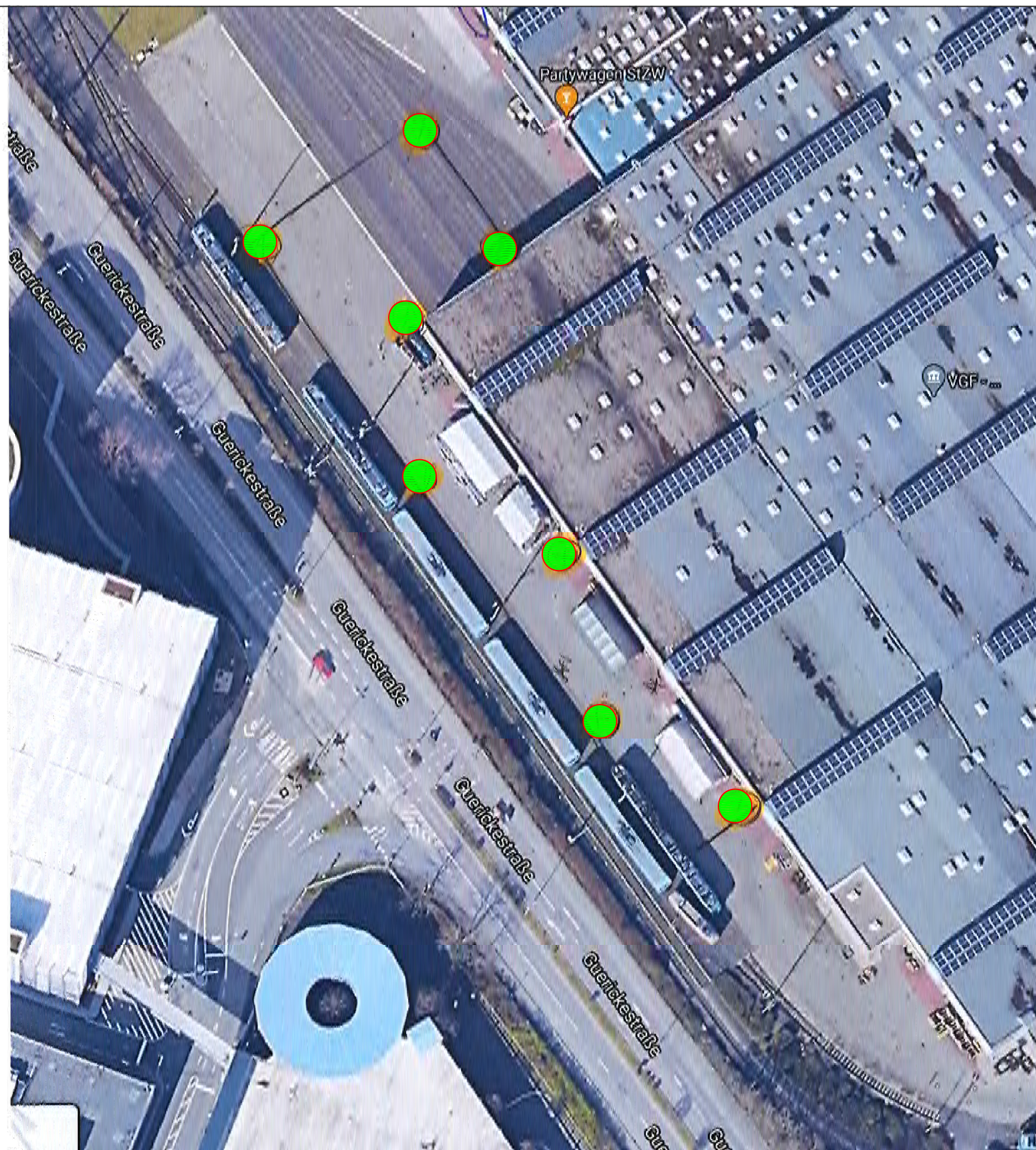
Ausgehend von dem Geländeniveau zum Zeitpunkt der Kampfmitteldetektion können Sprengbomben von einer Größe ab 250 Kg bis zu einer Tiefenlage von 5 Meter, Sprengbomben ab einer Größe von 50 Kg bis zu einer Tiefenlage von 2 Meter, Granaten ab einer Größe von 10 Kg bis zu einer Tiefenlage von 1 Meter, Kleinkampfmittel kleiner 0,5 Kg nur bis zu einer Tiefenlage von 0,3 Meter angemessen werden.

4. Geborgene Kampfmittel

Es wurden keine Kampfmittel geborgen

Anlagen:

Freigabekarte
Freigabeprotokoll



 Freigegebene Bohransatzpunkte
mittels Geomagnetik

Ausführung:

Auftraggeber:

Projekt: 2021322 Frankfurt am Main
Heerstraße 305

Detail: Freigegebene Bohransatzpunkte mittels Geomagnetik

Firma: Datum : 29.04.2021
gezeichnet :

Maßstab : ohne

Verteiler:

Projektnummer:

2021322

Ausführungszeitraum:

26.04.2021

Protokoll über die Räumung kampfmittelbelasteter Flächen
Teilfreigabe

☒ **Abschlussprotokoll**

Anhänge:

Freigabekarte
Abschlussbericht

Anschrift / Gemarkung der Räumstelle: Frankfurt am Main, Heerstraße 305

Kampfmittelräumung

Überprüfung von Bohransatzpunkten mittels Geomagnetik

Auftraggeber

Räumbericht:

Die im Gelände gekennzeichneten / vorgegebenen Ansatzpunkte wurden mittels Geomagnetik freigemessen. Konnte ein Punkt nicht freigemessen werden, wurde der Ansatzpunkt versetzt und neu vermarktet. Es konnten alle Ansatzpunkte freigemessen werden. Die Bohransatzpunkte sind im beiliegenden Lageplan grün gekennzeichnet und für die weitere Bearbeitung freigegeben. Die Freigabe wurde vorab mündlich erteilt.

Die Kampfmittelüberprüfung wird hiermit

☒ **bescheinigt**

☐ **nicht bescheinigt**

Freigegebene Bohransatzpunkte mittels Geomagnetik

8 Stück

Bemerkungen:

Die Kampfmittelräumarbeiten wurden nach dem Stand der Technik durchgeführt. Es ist dennoch nicht völlig ausgeschlossen, dass sich Kampfmittel aus Besonderheiten, die mit dem Magnetfeld zusammenhängen, einer Detektion entziehen. Dies ist zwar äußerst selten der Fall; gleichwohl werden Sie gebeten, die Bauarbeiten mit der notwendigen Vorsicht durchzuführen. Bei Auffinden unbekannter, insbes. kampfmittelverdächtiger Gegenstände bitten wir Sie, den zuständigen Kampfmittelräumdienst unverzüglich zu verständigen.

Tiefenangaben sondierbarer Kampfmittel mittels Geomagnetik:

Ausgehend von dem Geländeniveau der Datenaufnahme können Sprengbomben von einer Größe ab 250 Kg bis zu einer Tiefenlage von 5 Meter, Sprengbomben ab einer Größe von 50 Kg bis zu einer Tiefenlage von 2 Meter, Granaten ab einer Größe von 10 Kg bis zu einer Tiefenlage von 1 Meter, Kleinkampfmittel kleiner 0,5 Kg nur bis zu einer Tiefenlage von 0,3 Meter angemessen werden.

Datum:

Name:

Datum / Unterschrift / Stempel
Auftraggeber