DR. SPANG

INGENIEURGESELLSCHAFT FÜR BAUWESEN, GEOLOGIE UND UMWELTTECHNIK MBH

DB InfraGO AG
Projekte Ausrüstungstechnik LST/EM
V.IW-S-P 311
Frau Ann-Kathrin Folle
Rimparer Straße 7, 97080 Würzburg
97080 Würzburg

Projekt-Nr.	Datei	Diktat	OE	Datum
47.11488	P11488B260629	Baum/Von	GEO.NUE	29.06.2026

DB-Strecke 5850, Weichenheizungsstationen Dutzendteich km 97,1, km 96,2; km 95,0

- Baugrundgutachten -

Ing-Vertrag Nr. 1000/ / 4KZ / 92350685
Auftrag vom 16.02.2026

Gesellschaft: HRB 8527 Amtsgericht Bochum, USt-IdNr. DE126873490, https://www.dr-spang.de
58453 Witten, Rosi-Wolfstein-Straße 6, Tel. (0 23 02) 9 14 02 - 0, Fax 9 14 02 - 20, zentrale@dr-spang.de

Geschäftsführer: Dipl.-Ing. Christian Spang, Dipl.-Wirtsch.-Ing. Christoph Spang

Niederlassungen: 73734 Esslingen/Neckar, Eberhard-Bauer-Str. 32, Tel. (0711) 351 30 49-0, Fax 351 30 49-19, esslingen@dr-spang.de
60528 Frankfurt/Main, Hahnstraße 40, Tel. (069) 678 65 08-0, Fax 678 65 08-20, frankfurt@dr-spang.de
09599 Freiberg/Sachsen, Halsbrücker Straße 34, Tel. (03731) 798 789-0, Fax 798 789-20, freiberg@dr-spang.de
20097 Hamburg, Sachsenstraße 6, Tel. (040) 524 73 35-0, Fax 524 73 35-20, hamburg@dr-spang.de
30655 Hannover, Leo-Sympher-Promenade 65, Tel. (0511) 132 291-50, Fax 132 291-90, hannover@dr-spang.de
06618 Naumburg, Wilhelm-Franke-Straße 11, Tel. (03445) 762-25, Fax 762-20, naumburg@dr-spang.de
90491 Nürnberg, Erlenstegenstraße 72, Tel. (0911) 964 56 65-0, Fax 964 56 65-5, nuernberg@dr-spang.de
85521 Ottobrunn, Alte Landstraße 29, Tel. (089) 277 80 82-60, Fax 277 80 82-90, muenchen@dr-spang.de
14482 Potsdam, Walter-Klausch-Straße 25, Tel. (0331) 231 843-0, Fax 231 843-20, berlin@dr-spang.de
A-6330 Kufstein, Salurnerstraße 22, Tel. +43 (5372) 23 20-00, Fax 23 20-20, kufstein@dr-spang.at

Banken: Deutsche Bank AG, Witten, IBAN: DE42 4307 0024 0813 9511 00, BIC: DEUTDEDB430
Stadtsparkasse Witten, IBAN: DE59 4525 0035 0000 0049 11, BIC: WELADED1WTN

INHALT **SEITE**

1.	**ALLGEMEINES**	**4**
1.1	Projekt	4
1.2	Auftrag	4
1.3	Unterlagen	5
1.4	Untersuchungen	6
2.	**GEOTECHNISCHE VERHÄLTNISSE**	**8**
2.1	Morphologie, Vegetation und Bebauung	8
2.2	Baugrund	9
2.3	Hydrogeologie / Grundwasser	11
2.4	Bodenmechanische Laborversuche	13
2.5	Umwelttechnische Untersuchungen	15
2.6	Sonstige Randbedingungen und Eigenschaften	17
3.	**TECHNISCHE EIGENSCHAFTEN UND KENNWERTE**	**18**
3.1	Klassifizierung für bautechnische Zwecke	18
3.2	Bodenkennwerte	19
3.3	Homogenbereiche	20
3.3.1	Allgemeines	20
3.3.2	DIN 18 300 Erdarbeiten	20
3.3.3	DIN 18 301 Bohrarbeiten	21
4.	**FOLGERUNGEN UND EMPFEHLUNGEN**	**23**
4.1	Gründung	23
4.1.1	Gründung der Betonschalthäuser	23
4.1.2	Gründung des Lärmschutzwandsegments	24
4.1.3	Gründung der Böschungstreppe	25
4.2	Baugruben	26
4.3	Wasserhaltung / Abdichtung	27
4.4	Nachbarbebauung	28
4.5	Geotechnische Kategorie	28
4.6	Sonstige Empfehlungen	28

INHALT **SEITE**

ANLAGEN

Anlage 1	Übersichtslageplan, 1 : 50.000 (2)
Anlage 2	Lageplan mit Aufschlusspunkten, 1 : 1.000 (4)
Anlage 3	Geotechnische Längsschnitte 1 : 100 (3)
Anlage 4	Ergebnisse der Baugrundaufschlüsse (1)
Anlage 4.1	Zeichenerläuterung Baugrunderkundung (2)
Anlage 4.2	Bohrsondierungen (BS) (6)
Anlage 4.3	Schwere Rammsondierung (DPH) (6)
Anlage 5	Bodenmechanische Laborversuche (9)
Anlage 6	Chemische Analytik (1)
Anlage 6.1	Prüfberichte (14)
Anlage 6.2	Auswertung EBV (3)
Anlage 6.3	Auswertung DIN 4030 (3)

1. ALLGEMEINES

1.1 Projekt

Entlang der Strecke 5850, zwischen der Haltestelle Dutzendteich bei km 94,2 und km 97,2 sollen drei Betonschalthäuser (BSH) für Weichenheizungen, zum Teil, rückgebaut und neu errichtet werden. BSH W1 soll bei km 95,0 im Grünstreifen am Ausläufer eines Trogbauwerkes [U 14] errichtet werden. BSH W2 soll bei km 96,2 am Sonderhaltepunkt Frankenstadion neben einem bestehenden Gebäude errichtet werden. BSH W3 soll bei km 97,1 südlich der Lärmschutzwand entlang der Herzogsstraße errichtet werden [U 11]. Die Objekte weisen gemäß den beigefügten Lageplänen eine Grundfläche von 3,6 x 1,8 m auf und sollen gemäß Planer unterkellert (Gründungstiefe ca. 0,7 m; Telefonat Hr. Matthes Fa. Signon.Group vom 26.06.2026) und flach gegründet werden [U 13].

Weitere Bauwerke, die im Rahmen dieses Gutachtens betrachtet werden, sind ein Lärmschutzwandsegment bei ca. km 97,25, das im Rahmen des Rückbaus des bestehenden BSH W3 erneuert werden muss, sowie eine Böschungstreppe [U 12], die bei Str. 5962 km 6,5 als Stahlkonstruktion mit Fundament / Erdschrauben gegründet werden soll und ein bestehendes Treppenbauwerk ersetzt.

1.2 Auftrag

Auf Basis unseres Angebots A 47.22685 vom 29.01.2026 wurde von der DB InfraGO AG mit Schreiben vom 26.02.2026 der Dr. Spang GmbH der Auftrag erteilt, die entsprechenden Leistungen auszuführen.

1.3 Unterlagen

Es wurden die nachfolgend aufgeführten Unterlagen verwendet:

[U 1] **Digitale Geologische Karte Nürnberg, Blatt Nr. 6532, 1:25.000;** Bayerisches Landesamt für Umwelt, August 2025.

[U 2] **Erläuterungen zur Geologischen Karte von Bayern 1:25.000, Blatt 6532 Nürnberg**, Bayerisches geologisches Landesamt München, 1956

[U 3] **UmweltAtlas Bayern, http://www.umweltatlas.bayern.de;** Bayerisches Landesamt für Umwelt; Zuletzt aufgerufen am 09.09.2025

[U 4] **BayernAtlas: https://geoportal.bayern.de/bayernatlas;** Bayerisches Landesamt für Digitalisierung, Breitband und Vermessung, München, aufgerufen am 09.09.2025.

[U 5] **Grundwassergleichenkarte für mittlere Grundwasserstände, M 1 : 25.000;** Datengrundlage: Stichtagsmessung März 2022, Stadt Nürnberg Umweltreferat, April 2023.

[U 6] **Grundbautaschenbuch Teil 1 bis 3;** 8. Auflage, Ernst & Sohn Verlag, Berlin, 2018.

[U 7] **RStO 12: Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen;** Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswege (FGSV), Arbeitsgruppe „Infrastrukturmanagement“, Bonn, Ausgabe 2012 / Fassung 2004.

[U 8] **Ersatzbaustoffverordnung – ErsatzbaustoffV: Verordnung über Anforderungen an den Einbau von mineralischen Ersatzbaustoffen in technische Bauwerke;** Bundesministerium der Justiz / Bundesamt für Justiz, vom 09.07.2021 (BGBI. I S. 2598), zuletzt geändert durch Artikel 1 der Verordnung vom 13.07.2023 (BGBI. 2023 I Nr. 186).

[U 9] **ZTV-E StB 17: Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau;** Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV), Arbeitsgruppe „Erd- und Grundbau“, Bonn, Ausgabe 2017.

[U 10] Erläuterungsbericht zur Entwurfsplanung – Erneuerung EWHA im Bf Nürnberg-Dutzendteich – Kabeltiefbau, Nr. G.016177710; Signon Deutschland GmbH, Berlin, 17.04.2026

[U 11] Lagepläne Lvbk.5850.NND.LP 1-4, Erneuerung EWHA im Bf Nürnberg-Dutzendteich; Signon Deutschland GmbH, Berlin, 31.03.2026

[U 12] Mail Fr. Folle bzgl. Treppenneugründung; 23.04.2026

[U 13] Mail Hr. Matthes bzgl. BSH W3, 12.05.2026

[U 14] Ingenieurgeologische Stellungnahme zu BW 202 Bf Dutzendteich; igi Ingenieur-geologisches Institut Niedermeyer, Westheim, August 1988

1.4 Untersuchungen

Vom 22.04. bis 12.05.2026 wurden 6 Kleinrammbohrungen als (BS) nach DIN EN ISO 22 475-1 (Schappen-Ø 40 – 60 mm) und 6 Rammsondierungen nach DIN EN ISO 22 476-2 bis in eine maximale Tiefe von 7,0 m unter Geländeoberfläche (GOF) ausgeführt.

Das Bohrgut wurde nach den Maßgaben der DIN EN ISO 14 688 (Boden) geotechnisch aufgenommen und nach DIN 18 196 gruppiert. Die Ergebnisse der Bohrgutaufnahmen sind gemäß DIN 4023 in Anlage 4.2 dargestellt. Die Rammsondierungen sind gemäß DIN EN ISO 22 476-2 als Rammdiagramme in Anlage 4.3 enthalten.

Die geplanten Erkundungsbohrungen **BS / DPH 5** und **BS / DPH 6** konnten aus bahnbetrieblichen Gründen nicht durchgeführt werden. Die Untersuchungspunkte wären nur durch mehrere Gleisquerungen und Teilsperrungen der Bahnstrecke umsetzbar. Zur groben Einordnung der Untergrundverhältnisse im Bereich des **BSH W1** wurden von der DB InfraGO ein Altgutachten [U 14] übermittelt.

Auf-schlussbe-zeichnung	Untersuchungs-stelle	Ansatzhöhe	Endteufe	
		[m NHN]	[m NHN]	[m u. GOF]
BS 1	BSH W3	319,34	312,34	7,0
BS 2	BSH W3	319,31	312,31	7,0
BS 3	BSH W2	320,28	316,18	4,1
BS 4	BSH W2	320,36	316,06	4,3
BS 7	LSW-Segment	318,99	316,49	2,5
BS 8	Böschungstreppe	331,39	327,69	3,7
DPH 1	BSH W3	319,31	312,31	7,0
DPH 2	BSH W3	319,29	312,29	7,0
DPH 3	BSH W2	320,31	316,11	4,2
DPH 4	BSH W2	320,36	316,16	4,2
DPH 7	LSW-Segment	318,99	316,49	2,5
DPH 8	Böschungstreppe	331,42	325,02	6,4

Tabelle 1.4-1: Bezeichnung der Baugrundaufschlüsse und Höhe

BS 3, 4, 7 und 8 konnten nicht bis in die geplante Endteufe von 7,0 m u. GOF durchgeführt werden. Aufgrund der geologischen Gegebenheiten ist hier zumindest bei BS 3 und 4 mit dem Erreichen des Felshorizontes zu rechnen. In BS 7 und BS 8 können Felshochlagen bzw. Blöcke und Steine durch Auffüllungen nicht ausgeschlossen werden.

Zur detaillierten Bewertung der anstehenden Böden sowie des Festgesteins wurden folgende boden- und felsmechanischen Laborversuche durchgeführt:

- 3 x Bestimmung des Wassergehalts nach DIN EN ISO 17892-1;
- 5 x Bestimmung der Korngrößenverteilung nach DIN EN ISO 17892-4;
- 1 x Kalkgehaltsbestimmung nach DIN 18 129
- 1 x Glühverlust nach DIN EN 17 685-1

2. GEOTECHNISCHE VERHÄLTNISSE

2.1 Morphologie, Vegetation und Bebauung

Morphologie: Das geplante **BSH W1** befindet sich auf einer Grünfläche zwischen dem Überwerfungsbauwerk 202 und der Str. 5850 bei km 95,0. Das Gelände dort ist vorwiegend flach. Das geplante **BSH W2** befindet sich auf einer Brachfläche östlich des Sonderhaltepunkts Frankenstadion bei km 96,2 der Str. 5850. Das Gelände dort ist durchgehend flach. Das geplante **BSH W3** befindet sich auf einer Grünfläche bei km 97,1 der Str. 5850 südlich der Lärmschutzwand. Das Gelände dort ist vorwiegend flach. Das geplante **Lärmschutzwandsegment** befindet sich bei km 97,3 der Str. 5850 und ist im Baubereich vornehmlich flach. Die geplante **Böschungstreppe** bei Str. 5962 km 6,5 befindet sich an der Böschung eines ca. 7 m hohen Dammes.

Vegetation: Das geplante **BSH W1** befindet sich auf einer flachen Grünfläche ohne nennenswerte Vegetation. Das geplante **BSH W2** befindet sich auf einer Brachfläche, auf der sich überwiegend Sträucher und Heckengewächse mit geringer Stammdicke befinden. Das geplante **BSH W3** befindet sich auf einer dicht mit Sträuchern und Bäumen bewachsenen Grünfläche. Am geplanten **Lärmschutzwandsegment** befindet sich keine nennenswerte Vegetation. Hier ist lediglich mit Sträuchern zu rechnen. Im Bereich der **Böschungstreppe** ist mit Strauchgewächsen und Bäumen mit geringer Stammdicke zu rechnen.

Bebauung: Das geplante **BSH W1** befindet sich genau zwischen den Bahnstrecken 5850 und dem Überwerfungsbauwerk 202. Der zugehörige Oberbau, sowie die OLA-Masten befinden sich dort in unmittelbarer Nähe zum Baugebiet. Das geplante **BSH W2** befindet sich ca. 10 m östlich eines bestehenden Betonhauses entlang der Str. 5850 und ist ca. 10 m vom Bestandsgleis der Str. 5850 entfernt. Das geplante **BSH W3** befindet sich gemäß den Lageplänen und der Vor-Ort Erkundung direkt nördlich einer bestehenden Lärmschutzwand im Abstand von max. 5 m. Im Untergrund ist zudem ein Entwässerungsschacht erkundet worden. Die bestehende **Lärmschutzwand** ist im relevanten Bereich auf Einzelfundamenten mit eingehängten Segmenten gegründet und bindet gemäß den am 13.05. durchgeführten Suchschürfen **etwa 0,5 bis 0,8 m** in den Untergrund ein. Inwieweit eine Tiefgründung vorliegt, konnte mit den oberflächlichen Suchschürfen nicht eindeutig geklärt werden.

Im Bereich des geplanten **Lärmschutzwandsegments** ist dichte Bebauung vorherrschend, vornehmlich das bestehende Bauwerk BSH / WSH 3, welches im Zuge der Maßnahme rückgebaut werden soll. Der gesamte Bereich ist durchzogen von Bauschutt und Bodenplatten. Direkt angrenzend befindet sich der Fußgängerzugang / Unterführung für den Bahnhof NBG Dutzendteich. Im Bereich der **Böschungstreppe** sind, neben der stark beschädigten bestehenden Holztreppe inkl. zugehörigen Fundamenten. Im weiteren Umkreis Silobauwerke zu nennen, die zur Grundig Werksfeuerwehr gehören.

2.2 Baugrund

Gemäß der digitalen Geologischen Karte von Nürnberg, Blatt 6532 [U 1] und [U 2] stehen an allen geplanten Baubereichen oberflächennah zunächst unterschiedlich mächtige Auffüllungen an, die dort vermutlich im Zuge der Nutzung als Bahngelände angeschüttet und umgelagert wurden. Im Liegenden ist mit pleistozänem Flussschotter und dem Zersatzboden bzw. Felshorizonts des Coburger Sandsteins und des unteren Burgsandsteins zu rechnen.

Schicht Nr.	Bezeichnung	Schicht-mächtigkeit [m]	Bodenbeschreibung	
			Bodenart / Farbe	Konsistenz / Lagerungsdichte
1	Auffüllung, gemischtkörnig	0,4 bis >3,7	Sand und Kies mit schwachem Feinanteil, bereichsweise schwach humos, kalkhaltig bis stark kalkhaltig. hellbraun, hellgrau, beige, weiß, rot, graubraun, gelblichbraun Fremdbestandteile (< 10 Vol.-%): Ziegel-, Kalkstein-, Beto und Sandsteinbruch, lokal Schlacke	locker – mitteldicht lagenweise dicht (BS 8)
2	Quartär, rollig bis gemischtkörnig[1)]	>5,3	Sand, gelblichbraun bis hellbraun, kalkfrei	mitteldicht

Schicht Nr.	Bezeichnung	Schicht-mächtigkeit [m]	Bodenbeschreibung	
			Bodenart / Farbe	Konsistenz / Lage-rungsdichte
3	Zersatzboden, gemischtkörnig[1)]	>1,4 bis >2,2	Sand, schwach schluffig bis schluffig, beige, hell-braun, weiß, graubraun bis gelblichbraun, kalkfrei	mitteldicht – dicht
4	Keuper-Sandstein[2)]	nicht erkundet	Sandstein, Tonstein	/

1) nicht in allen Bohrungen erkundet
2) Nicht erkundet, aufgrund geologischer Karte angenommen

Tabelle 2.2-1: Schematischer Baugrundaufbau

Schicht 1 (Auffüllung, gemischtkörnig): In allen Bohrungen wurden umgelagerte Auffüllungen in unterschiedlicher Mächtigkeit erkundet. Diese bestehen aus Sand und Kies mit bereichsweise schwachem Feinanteil und wechselnden Fremdbestandteilen (< 10 Vol.-%). Die Fremdanteile bestehen zum größten Teil aus Ziegel-, Kalkstein- und Sandsteinbruch vereinzelt (BS 2) wurde auch Betonbruch, bzw. Schlacke (BS 8) erkundet. Gemäß den zugehörigen schweren Rammsondierungen (DPH) ist mit lockerer bis mitteldichter Lagerung, in BS 8 auch mit dichter Lagerung, zu rechnen.

Schicht 2 (Quartär, rollig bis gemischtkörnig): In BS 1 und BS 2 wurden im Liegenden der Auffüllungen homogene, quartäre Sande mit überwiegend geringem Feinanteil bis zur Endteufe der Bohrung erkundet. Der Boden weist eine hellbraune Färbung und keinen nennenswerten Kalkgehalt auf. Gemäß den Schlagzahlen der zugehörigen schweren Rammsondierungen (DPH) ist mit einer mitteldichten Lagerung der quartären Sande zu rechnen.

Schicht 3 (Zersatzboden, gemischtkörnig): In BS 3, 4 und 7 wurden, im Liegenden der Auffüllungen, Sande mit schwachem Feinanteil erkundet. Diese können dem Zersatzboden des tieferliegenden Keupersandsteins zugeordnet werden. Sie weisen unterschiedliche Grau- und Brauntöne und einen nicht nennenswerten Kalkgehalt auf. Gemäß den zugehörigen schweren Rammsondierungen (DPH) ist mit einer mitteldichten, bis in die Tiefe auch dichten, Lagerung zu rechnen. In allen Bohrsondierungen kam der Erkundungsfortschritt in dieser Schicht zum Erliegen. Es ist damit zu rechnen, dass in diesen Tiefenbereichen der Übergang zum Festgestein (FOK) liegt.

Schicht 4 (Fels / Keuper – Sandstein): Der Fels wurde in den Erkundungen nicht direkt aufgeschlossen. Gemäß den Zersatzprodukten, bzw. den Auskünften der geologischen Karte ist mit Sandstein und lagenweise auch Tonstein zu rechnen.

Der erkundete Schichtaufbau entspricht stratigraphisch den Angaben der geologischen Karte [U 1].

Die Grundlagenermittlung beim geplanten BSH W1 fand über ein Bestandsgutachten von 1988 statt [U 14]. Hier wird ab einer Höhe von 324 m NHN vom Erreichen des „mürben“ bzw. entfestigtem Sandstein ausgegangen. Es ist davon auszugehen, dass dieser Bereich gemäß den beiliegenden Bohrprofilen zumindest oberflächennah der Schicht 3 (Zersatzboden) zuzuordnen ist. Lokal können auch überlagernde quartäre Sande angetroffen werden. Die FOK (Schicht 4) ist bereits in geringer Tiefe zu erwarten [U 14]. Aussagen über die Lagerungsdichten und Beschaffenheit des anstehenden Bodens können nicht getroffen werden. Sollten detaillierte Auskünfte über den Untergrund im avisierten Gründungsbereich gefordert werden, so können diese nur nach einer entsprechenden Baugrunduntersuchung geliefert werden.

Zur Beurteilung der Lagerungsdichte des Bodens sowie der Zustandsform sind Schwere Rammsondierungen (Fallgewicht 50 kg, Fallhöhe 50 cm, Spitzenquerschnitt 15 cm^2) nach DIN EN ISO 22 476-2 ausgeführt worden. Mit der Rammsonde wird u.a. die in Tabelle 2.2-1 angegebene Lagerungsdichte / Konsistenz abgeschätzt.

Unterhalb des Grundwasserspiegels werden insbesondere bei grobkörnigen Böden trotz gleicher Lagerungsdichte geringere Eindringwiderstände gemessen. Bei den bindigen Böden ist zudem die Lagerungsstörung beim Rammvorgang zu berücksichtigen, die eine geringere Konsistenz vortäuscht als der ungestörte Boden tatsächlich aufweist. In diesem Fall ist die Konsistenz aus der Bohrgutansprache zuverlässiger, auch wenn diese zwangsläufig ebenfalls gestört ist. Dies wurde bei der Angabe der Lagerungsdichte und Konsistenz berücksichtigt. Weiterhin werden die Ergebnisse aus den bodenmechanischen Laborversuchen berücksichtigt.

2.3 Hydrogeologie / Grundwasser

Gemäß Grundwassergleichenkarte [U 5] der Stadt Nürnberg ist bei BSH W1 mit einem Grundwasserstand von ca. 324 m NHN, bei BSH W2 von 317,5 m NHN und bei BSH W3 von ca. 314 m NHN

zu rechnen. Die Grundwasserfließrichtung verläuft dabei in Richtung Nordwest in Richtung des zentralen Vorfluters der Pegnitz.

Während der Erkundung wurde Wasser angetroffen. Die angetroffenen Wasserstände sind in Tabelle 2.3-1 zusammengefasst.

Bohrung	Datum	Höhe Ansatzpunkt Bohrung [m NHN]	Wasser angebohrt [m u. Ansatzpunkt]	Wasser angebohrt [m NHN]
BS 1	22.04.2026	319,34	4,5	314,84
BS 2	22.04.2026	319,31	4,8	314,51

Tabelle 2.3-1: Angetroffene Wasserstände während der Baugrunderkundung

Die Bewertung der Grundwasserstände wurde nach DIN EN 1997-2, 3.6.3 auf Grundlage der verfügbaren Informationen vorgenommen. Grundwassermessstellen sind in greifbarer Entfernung nicht vorhanden, sodass auf entsprechende Messdaten nicht zurückgegriffen werden konnte. Da zuverlässige Daten von Langzeitmessungen für den unmittelbaren Bereich des geplanten Bauwerks fehlen, ist es erforderlich, den Bemessungswasserstand und den Bauwasserstand vorsichtig auf Grundlage der begrenzt verfügbaren Informationen abzuschätzen. Auf dieser Basis wird der **Bauwasserstand** bei BSH W1 auf ca. 324 m NHN [U 14], bei BSH W2 auf 318 m NHN und bei BSH W3 auf 315,5 m NHN angesetzt. Gemäß Grundwassermessdaten aus einem angrenzenden Bauprojekt aus dem Jahre 2018 (Logistikzentrum Hoffmann Group Nürnberg, ca. 490 m südlich des BSH W1) ist für den Bereich des geplanten BSH W1 ein Grundwasserstand zw. 324 m NHN anzusetzen. Dies deckt sich mit den Informationen aus dem zur Verfügung gestellten Altgutachten [U 14].

Es wird darauf hingewiesen, dass die zugrundeliegenden Informationen zur Festlegung des Bauwasserstands im Bereich des BSW H1 aus vergangenen Bodenuntersuchungen sowie benachbarten Erkundungsarbeiten herreichen. Daher ist diese nur als grobe Abschätzung einzuordnen. Wir empfehlen im avisierten Gründungsbereich weitere Erkundungen durchzuführen um die Empfehlungen zu verifizieren.

Darüber hinaus können aufgrund von Durchlässigkeitsunterschieden Stauwasserhorizonte bis in Höhe der Geländeoberfläche auftreten. Diese weisen in der Regel eine geringe Ergiebigkeit auf und bluten bei Anschnitt relativ schnell aus.

Der **Bemessungswasserstand** (der während der voraussichtlichen Nutzungs- bzw. Lebensdauer zu erwartende höchste Wasserstand) ist daher überall **auf Höhe der Geländeoberfläche** angegeben.

Die Bandbreiten der Durchlässigkeitsbeiwerte für die anstehenden Schichten sind in der Tabelle 2.3-2 angegeben.

Es ist insbesondere in den Wechselfolgen von sedimentierten Böden von einer ausgeprägten Anisotropie der Durchlässigkeiten auszugehen, d. h. sie sind parallel der Schichtung durchlässiger als senkrecht dazu.

Schicht Nr.	Bezeichnung	Durchlässigkeitsbeiwert k_f [m/s]	Durchlässigkeitsbereich[1)]
1	Auffüllung, gemischtkörnig	1×10^{-4} bis 1×10^{-7}	durchlässig bis schwach durchlässig
2	Quartär, rollig bis gemischtkörnig	1×10^{-3} bis 1×10^{-5}	stark durchlässig bis durchlässig
3	Zersatzboden, gemischtkörnig	1×10^{-4} bis 1×10^{-7}	durchlässig bis schwach durchlässig

1) Bezeichnung gemäß DIN 18 130

Tabelle 2.3-2: Durchlässigkeitsbeiwerte der Schichten

Angaben zur Aggressivität der Bodenschichten finden sich in Kapitel 2.6.

2.4 Bodenmechanische Laborversuche

Zur Untersuchung der bodenmechanischen Eigenschaften des Bodens wurden die folgenden Laborversuche durchgeführt.

- 3 x Bestimmung des Wassergehalts nach DIN EN ISO 17892-1;
- 5 x Bestimmung der Korngrößenverteilung nach DIN EN ISO 17892-4;
- 1 x Kalkgehaltsbestimmung nach DIN 18 129
- 1 x Glühverlust nach DIN EN 17 685-1

An fünf unterschiedlichen Bodenproben wurde die Korngrößenverteilung nach DIN EN ISO 17892-4 durchgeführt. Die Ergebnisse sind der nachfolgenden **Tabelle 2.4-1** zu entnehmen.

Auf-schluss	Tiefe [m]	Schicht	Schlämm-korn [1] [%]	Feinstkorn-anteil [2] [%]	Bodenart [3]	Boden-gruppe [4]
Quartärböden (Schicht 2)						
BS 1	2,7 – 7,0	2	4,1	/	mS, gS, g´, fs´	SE
BS 2	2,7 – 5,9	2	6,8	/	mS, gS, u´, fs´	SU
Zersatzboden (Schicht 3)						
BS 3	3,7 – 4,1	3	16,4	1,6	mS, gs, u, fs´	SU*
BS 4	2,5 – 3,5	3	13,1	1,0	mS, gs, u´, fs´	SU
BS 7	0,4 – 1,4	3	18,3	7,8	S, u´, t´	SU/ST

1) Korngröße ≤ 0,063 mm
2) Korngröße ≤ 0,002 mm
3) DIN EN ISO 14 688 / DIN 4023
4) DIN 18 196
5) unter Berücksichtigung der Plastizitätsuntersuchungen

Tabelle 2.4-1: Ergebnisse der Korngrößenverteilungsuntersuchung nach DIN EN ISO 17 892-4

Die beiden Proben der Schicht 2 können den Bodengruppen SE und SU zugeordnet werden. Die drei Bodenproben der Schicht 3 können den Bodengruppen SU, ST und SU* zugeordnet werden.

An drei ausgewählten Bodenproben wurde der **Wassergehalt** nach DIN EN ISO 17 892-1 bestimmt. Die Ergebnisse können der **Tabelle 2.4-2** entnommen werden.

Aufschluss	Tiefe [m u. GOK]	Schicht	Bodenart [1]	Wassergehalt [%]
BS 1	2,7 – 7,0	2	mS, gS, g´, fs´	10,55
BS 3	3,7 – 4,1	3	mS, gs, u, fs´	8,70
BS 7	0,4 – 1,4	3	S, u´, t´	9,52

1) DIN EN ISO 14 688 / DIN 4023

Tabelle 2.4-2:Ergebnisse der Bestimmung des Wassergehaltes nach DIN EN ISO 17 892-1

An zwei ausgewählten Bodenproben wurde einmal der Glühverlust und einmal der Kalkgehalt untersucht. Die Ergebnisse sind der folgenden **Tabelle 2.4-3** zu entnehmen.

Aufschluss	Tiefe [m]	Schicht	Bodenart	Glühverlust w_{LOI} [%]	Kalkgehalt v_{Ca} [%]
BS 1	2,7 – 7,0	2	mS, gS, g´, fs´	/	0,47
BS 7	0,4 – 1,4	3	S, u´, t´	2,01	/

Tabelle 2.4-3: Organische Bestandteile nach DIN EN 17 685-1 und Kalkgehalt nach DIN 18 129

Die Probe bei BS 1 weist einen Kalkgehalt von 0,47 % auf. Damit kann die Probe als kalkfrei angesehen werden. Die Probe bei BS 7 weist einen Glühverlust von 2,01 % auf. Somit ist die Bodenprobe als nicht organisch einzustufen

2.5 Umwelttechnische Untersuchungen

Aus den Bodenproben der Sondierungen wurden insgesamt drei Mischproben zusammengestellt. Die Mischproben MP 1 und MP 2 wurden zur Festlegung der Verwertungsmöglichkeiten gemäß den Vorgaben der **Ersatzbaustoffverordnung (kurz: ErsatzbaustoffV) [U 8]** untersucht. Darüber hinaus wurden an MP 1, MP2 und MP 3 der Auffüllungen die Betonaggressivität nach DIN 4030 für Boden ermittelt, deren Ergebnisse in Kapitel 2.6 zu finden sind. Eine Übersicht zur Probenbildung ist der Tabelle 2.5-1 zu entnehmen.

Probenbezeichnung	Aufschluss-Nr.	Tiefe von bis [m]	Art	Art und Menge des Fremdanteils	Untersuchungsumfang
MP 1	BS 1: G1 – G3, BS 2: G1 – G3	0,0 – 2,7	Auffüllung	< 10 Vol. %	BM-0* + Betonaggressivität (DIN 4030) Boden
MP 2	BS 3: G1 – G3, BS 4: G1 – G4	0,0 – 2,7	Auffüllung	< 10 Vol. %	BM-0* + Betonaggressivität (DIN 4030) Boden
MP 3	BS 8	0,5 – 2,4	Auffüllung	/	Betonaggressivität (DIN 4030) Boden

Tabelle 2.5-1: Probenbildung und Untersuchungsumfang

Die Originalanalytik und die Prüfverfahren für die Einzelparameter sind der Anlage 6.1 (Prüfberichte der Agrolab Labor GmbH) zu entnehmen. Die Analyseergebnisse der Mischproben werden in der Anlage 6.2.1 den Materialwerten der ErsatzbaustoffV [U 8] gegenübergestellt.

Die Ergebnisse der Analysen nach **ErsatzbaustoffV** [U 8] mit der jeweiligen Einstufung in die entsprechende Materialklasse werden in der nachfolgenden Tabelle 2.5-2 zusammengefasst. Die Detailauswertung kann der Anlage 6.1 entnommen werden.

Probe	Einstufung	Einstufungsrelevante Parameter	
		Parameter	Konzentration
MP 1	**> BM-F3**	∑ PAK16 n. EPA	120 mg/kg
MP 2	**BM-0**	/	/

FS = Feststoff, EL = Eluat

Tabelle 2.5-2: Bewertung der chemischen Untersuchungen gemäß ErsatzbaustoffV

Im Bodenmaterial der Mischprobe MP 1 wurde hohe PAK-Gehalte festgestellt, die die Materialwerte der Materialklasse BM-F3 überschreiten. Aufgrund dessen wird die MP 1 der Materialklasse **>BM-F3** zugeordnet

Im Material der MP 2 wurde keine Überschreitung der Grenzwerte nachgewiesen. Daher findet eine Einstufung in die **Materialklasse BM-0** statt.

Aufgrund des zu erwartenden zeitlichen Abstands zwischen der hier vorliegenden Untersuchung und dem Zeitpunkt der Baumaßnahme werden i.d.R. für die Entsorgung Deklarationsanalysen kurz vor der Baumaßnahme oder baubegleitend erforderlich.

Gemäß den Ergebnissen der Untersuchungen nach **DIN 4030 zur Betonaggressivität von Boden** wurde die Mischproben **MP 1** der gemischtkörnigen Auffüllungen (Schicht 1) als **mäßig angreifend (XA2)** eingestuft. Die beiden Mischproben **MP 2** und **MP 3** der Schicht 1 wurden als **nicht aggressiv** eingestuft.

Allgemeine Hinweise: Die hier im Rahmen der Baugrunderkundung durchgeführten abfalltechnischen Untersuchungen sollen als Grundlage für eine Massenschätzung bezüglich vorliegender Belastungen und entsorgungsrelevanter Massen im Vorfeld der Baumaßnahme dienen.

Da die Ergebnisse aus Bohrungen gewonnen wurden, handelt es sich verfahrensbedingt um Stichprobenuntersuchungen.

Die LAGA-Richtlinien sehen für eine repräsentative Probenahme eindeutig eine Untersuchung von Materialien aus Haufwerken oder Stoffströmen vor. Nach geltendem Abfallrecht sind daher weiterführende abfalltechnische Materialuntersuchungen während der Bauausführung (Haufwerksuntersuchungen) vorzusehen, welche als maßgeblich für die Deklaration und Entsorgung der gegenständlichen Massen gelten.

Somit ist eine **baubegleitende Haufwerksbeprobung zur Deklaration der Aushubmaterialien erforderlich.** Seit dem 01.08.2023 gilt die Ersatzbaustoffverordnung für die Bewertung der Entsorgung (Verwertung und Beseitigung) von Böden bzw. Bauschutt oder Boden-Bauschutt-Material. Daher ist seit dem 01.08.2023 eine Deklaration des Aushubs gemäß der ErsatzbaustoffV durchzuführen.

In diesem Zusammenhang ist eine Bereitstellung der Aushubmaterialien bis zum Vorliegen der Ergebnisse der Deklarationsanalysen erforderlich bzw. entsprechend vorzusehen. Der Analysenumfang ist im Vorfeld mit dem jeweiligen Entsorger abzustimmen. ´

2.6 Sonstige Randbedingungen und Eigenschaften

Nach DIN 4149:2005-04 liegt das Projektgebiet in **keiner Erdbebenzone** und kann dementsprechend keiner Untergrundklasse zugeordnet werden.

Der Projektstandort ist nach der RiL 836 der **Frosteinwirkungszone F II** zuzuordnen. Daraus ergibt sich für die Gründung von erdberührten Bauteilen eine frostfreie Einbindetiefe von mindestens 1,0 m. Es ist im gesamten Baugebiet mit Kampfmitteln zu rechnen. Schutzgebiete / Biotope sind an allen Bauflächen nicht verzeichnet.

3. TECHNISCHE EIGENSCHAFTEN UND KENNWERTE

3.1 Klassifizierung für bautechnische Zwecke

Nach den Erkundungsergebnissen sowie den Kenntnissen u.a. aus Archivunterlagen lassen sich die im Projektgebiet zu erwartenden Böden wie folgt geotechnisch klassifizieren.

Schicht-Nr.	Bezeichnung	Bodenart	Klassifizierung nach DIN 18 196	Frostempfindlichkeit[1)]	Verdichtbarkeit[2)]
1	Auffüllung, gemischtkörnig	Sand und Kies mit schwachem Feinanteil, lokal schwach humos	SU, ST, SW, SE, GU, GT, GW; lokal OT	F1 – F 2	V 1 (OT: --)
2	Quartär, rollig bis gemischtkörnig	Sand, bereichsweise schwach schluffig	SE, SW; SU, ST	F 1 – F 2	V 1
3	Zersatzboden, gemischtkörnig	Sand, schwach schluffig bis schluffig	ST, ST*, SU, SU*	F 2 – F 3	V 1 – V 2
4	Keuper-Sandstein	Sandstein / Tonstein	/	/	/

1) Nach ZTV E-StB, Tab. 3 (F1 nicht frostempfindlich, F3 sehr frostempfindlich).
2) V1 = verdichtbar, V2 = eingeschränkt verdichtbar, V3 = schwer verdichtbar
3) Der angegebene Boden kann bei Wassersättigung infolge Störung der Lagerung in eine fließende Bodenart übergehen
4) Bezeichnung nach DIN 4023

Tabelle 3.1-1: Bodenklassifizierung

Die **Rammbarkeit** der Bodenschichten für Spundwände, Stahlträger und Rammpfähle ist wie in der nachfolgenden Tabelle 3.1-2 zusammengestellt einzuschätzen. In Schicht 3 muss wegen Steinen und Blöcken, bzw. Felshochlagen mit schwerer Rammfähigkeit oder auch fehlender Rammfähigkeit gerechnet werden. Bei schwer rammbaren Böden und Böden die Rammhindernisse enthalten (siehe Tabelle 3.1-2) ist die Rammbarkeit ggf. nicht ohne Zusatzmaßnahmen (z.B. in Form von Austauschbohrungen) möglich. Es ist davon auszugehen, dass in Abhängigkeit der erforderlichen Einbindetiefe Zusatzmaßnahmen erforderlich werden. Dies ist im Zuge der weiteren Planung und bei der Ausschreibung zu beachten.

Schicht-Nr.	Bezeichnung	Rammbarkeit[1)]
1	Auffüllung, gemischtkörnig	leicht – mittelschwer Rammhindernisse möglich [2)]
2	Quartär, rollig bis gemischtkörnig	leicht – mittelschwer
3	Zersatzboden, gemischtkörnig	mittelschwer – schwer Rammhindernisse möglich [2)]
4	Keuper-Sandstein	nicht rammbar

1) Bezeichnungen gemäß Grundbau-Taschenbuch, 8. Auflage, Ernst & Sohn Verlag
2) Genesebedingt sind Steine / Gerölle bzw. Felshochlagen möglich

Tabelle 3.1-2: Rammbarkeit der anstehenden Schichten

Bindige Böden und eng gestufte Sande (z.B. Schicht 2) können bei Wassersättigung und Lagerungsstörung (z.B. dynamische Beanspruchung, Überfahrten, etc.) in eine fließende Bodenart übergehen.

3.2 Bodenkennwerte

Gemäß DIN EN 1997-1 (Eurocode 7) ist der charakteristische Wert einer geotechnischen Kenngröße als „eine vorsichtige Schätzung desjenigen Wertes festzulegen, der im Grenzzustand wirkt." Unter Berücksichtigung dieser Definition lassen sich auf Basis der Untersuchungen und von umfangreichen Erfahrungen mit den im Projektgebiet anstehenden Böden die in Tabelle 3.2-1 zusammengestellten charakteristischen Bodenkennwerte angeben. Lokale Abweichungen sind möglich.

Schicht Nr.	Bezeichnung	Wichte feuchter Boden γ_k [kN/m³]	Wichte unter Auftrieb γ_k' [kN/m³]	Reibungswinkel φ_k' [°]	Kohäsion c_k' [kN/m²]	Undrainierte Kohäsion $c_{u,k}$ [kN/m²]	Steifemodul $E_{s,k}$[1)] [MN/m²]
1	Auffüllung gemischtkörnig	18,5	10,5	30	/	/	10 – 20
2	Quartär, rollig bis gemischtkörnig	19,0	11,0	32,5	/	/	20 – 30
3	Zersatzboden, gemischtkörnig	19,5	11,0	32,5	/	/	20 – 40

1) Ermittlung des Steifemoduls $E_{S,k}$ für den Laststeigerungsbereich 0 bis 300 kN/m²

Tabelle 3.2-1: Charakteristische Bodenkennwerte

3.3 Homogenbereiche

3.3.1 Allgemeines

Boden und Fels ist gemäß den Normen der VOB/C (seit der Ausgabe 2015) in Homogenbereiche einzuteilen, die für die Ausschreibung verwendet werden sollen. Ein Homogenbereich ist dabei ein begrenzter Bereich, bestehend aus einzelnen oder mehreren Boden- oder Felsschichten, der für die in den einzelnen Gewerken einsetzbaren Baugeräte vergleichbare Eigenschaften aufweist. Die Homogenbereiche sind somit ggf. gewerkspezifisch festzulegen und hängen von den einsetzbaren Baugeräten ab. Da die geplanten Bauverfahren zum Zeitpunkt der Gutachtenerstellung noch nicht festgelegt waren, erfolgt eine vorläufige Einteilung auf Basis der empfohlenen Verfahren gemäß Kap. 4, die im Zuge des Planungsprozesses bis zur Ausschreibung zu überprüfen und ggf. zu überarbeiten ist.

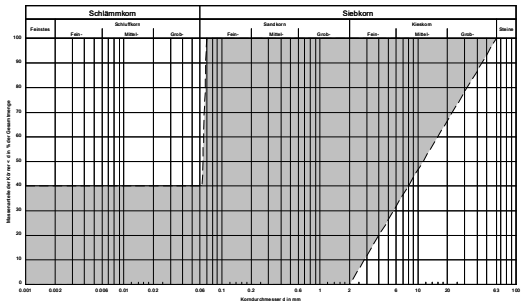
Die Homogenbereiche und die angegebenen Eigenschaften beschreiben den Zustand des Bodens und Fels vor dem Lösen. Bei den aufgeführten Eigenschaften und Kennwerten handelt es sich nicht um charakteristische Kennwerte für Berechnungen, sondern um mögliche Spannbreiten, die zur Abschätzung der Bearbeitbarkeit von Boden und Fels verwendet werden können.

Die Einteilung der Homogenbereiche ist zur Ausschreibung unter Berücksichtigung der geplanten Bauverfahren vom Planer und geotechnischen Gutachter zu überprüfen und ggf. anzupassen.

3.3.2 DIN 18 300 Erdarbeiten

Für die Festlegung der Homogenbereiche für Erdarbeiten (DIN 18 300) wird davon ausgegangen, dass der Aushub mit einem Bagger mittlerer (ca. 10 – 30 to) bis hoher (> 30 to) Leistungsklasse ausgeführt wird, der Boden zumindest zum Teil auf der Baustelle zwischengelagert wird und vor Ort wieder eingebaut und verdichtet wird. Daher berücksichtigen die Homogenbereiche sowohl das Lösen als auch den Wiedereinbau und die Verdichtung. Sollte ein Wiedereinbau nicht vorgesehen sein, können die Homogenbereiche weiter zusammengefasst werden. In der nachfolgenden Tabelle 3.3-1 ist die Zuordnung der in diesem Gutachten angegebenen geologischen Schichten zu Homogenbereichen für Erdarbeiten, sowie die zusammengefassten Eigenschaften der Homogenbereiche ange-

geben. Es wird davon ausgegangen, dass der Aushub maximal bis in eine Tiefe von ca. 3 m u. GOF erfolgt, sodass nur bis in diese Tiefe Homogenbereiche für Erdarbeiten ausgewiesen werden.

Eigenschaft / Kennwert	**Homogenbereiche**
	Erd-A
Schicht Nr.	1, 2, 3
ortsübliche Bezeichnung	Auffüllung, Quartär, Zersatzboden
Korngrößenverteilung mit Korngrößenband[2)]	
Massenanteil Steine [%] Blöcke [%] große Blöcke [%]	< 30 < 15 < 5
natürliche Dichte [g/cm³]	1,7 – 2,3
undrainierte Scherfestigkeit c_u [kN/m²]	/
Wassergehalt w_n [%]	5 – 30
Plastizitätszahl I_P	/
Konsistenzzahl I_C / Bezeichnung[1)]	/
bezogene Lagerungsdichte I_D / Bezeichnung[1)]	0,00 – 0,65 / sehr locker bis dicht
organischer Anteil v_{gl} / Bezeichnung[1)]	0 – 6 / nicht organisch bis schwach organisch
Bodengruppe	A [], SE, SW, SU, SU*, ST, ST*, GE, GW, GU, GT, GU*, GT*, OT

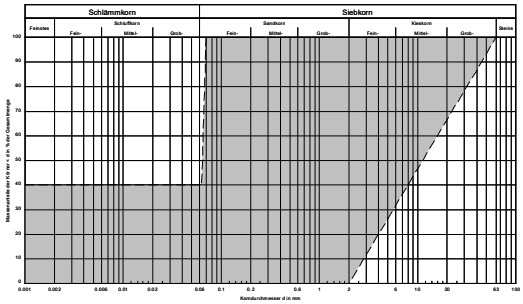
1) Begriffe nach DIN EN ISO 14 688-2
2) Das Körnungsband bezieht sich nur auf den Massenanteil ohne Stein, Blöcke und Große Blöcke

Tabelle 3.3-1: Homogenbereiche gemäß DIN 18 300 für Erdarbeiten

3.3.3 DIN 18 301 Bohrarbeiten

Für die Pfahlgründung / eine Rückverankerung eines Verbaus können für die Bohrarbeiten die Zuordnung der in diesem Gutachten angegebenen geologischen Schichten zu Homogenbereichen für

Bohrarbeiten, sowie die zusammengefassten Eigenschaften der Homogenbereiche gemäß Tabelle 3.3-2 und Tabelle 3.3-3 verwendet werden. Es wird davon ausgegangen, dass die erforderlichen Bohrungen durch Großbohrgeräte ausgeführt werden.

Eigenschaft / Kennwert	**Homogenbereiche**
	Bohr-A
Schicht Nr.	1, 2, 3
ortsübliche Bezeichnung	Auffüllung, Quartärer Sand, Zersatzboden
Korngrößenverteilung mit Korngrößenband[2)]	
Massenanteil Steine [%] Blöcke [%] große Blöcke [%]	 < 30 < 15 < 5
Kohäsion c‘ [kN/m²]	/
undrainierte Scherfestigkeit c_u [kN/m²]	/
Wassergehalt w_n [%]	5 – 30
Plastizitätszahl I_P	/
Konsistenzzahl I_C / Bezeichnung[1)]	/
bezogene Lagerungsdichte I_D / Bezeichnung[1)]	0,00 – 0,65 / sehr locker bis dicht
LCPC-Abrasivitäts-Koeffizient LAK [g/to] / Bezeichnung[3)]	250 – 850 / niedrig bis hoch
Bodengruppe	A [], SE, SW, SU, SU*, ST, ST*, GW, GU, GT, GU*, GT*

1) Begriffe nach DIN EN ISO 14 688-2
2) Das Körnungsband bezieht sich nur auf den Massenanteil ohne Stein, Blöcke und Große Blöcke
3) Begriffe Empfehlung Nr. 24 des Arbeitskreises 3.3 – Versuchstechnik Fels – der Deutschen Gesellschaft für Geotechnik e.V.

Tabelle 3.3-2: Homogenbereiche gemäß DIN 18 301 für Bohrarbeiten in Boden

Eigenschaft / Kennwert	Homogenbereiche
	Bohr-B
Schicht Nr.	4
ortsübliche Bezeichnung	Keuper-Sandstein
Benennung von Fels	Sandstein / Tonstein
Verwitterung und Veränderungen, Veränderlichkeit	verfärbt bis zerfallen, veränderlich bis stark veränderlich
einaxiale Druckfestigkeit [MN/m²]	≤ 0,5 – 50
Trennflächenrichtung, Trennflächenabstand, Gesteinskörperform	Fallen 1° - 10 °; Trennflächen 10 – 200 cm
Cerchar-Abrasivitätsindex CAI [-] / Bezeichnung[1)]	0,5 – 2,0 / schwach abrasiv bis abrasiv lokal stark abrasiv, CAI < 4,0

Tabelle 3.3-3: Homogenbereiche gemäß DIN 18 301 für Bohrarbeiten im Festgestein

4. FOLGERUNGEN UND EMPFEHLUNGEN

4.1 Gründung

4.1.1 Gründung der Betonschalthäuser

Zum Zeitpunkt der Gutachtenerstellung waren die finalen Gründungshöhen der Betonschalthäuser BSW H1 bis BSW H3 noch nicht genau festgelegt. Gemäß der Rücksprache mit dem Planungsbüro (Telefonat Hr. Matthes Fa. Signon-Group vom 25.06.2026) ist mit einer Gründungssohle bei ca. 0,7 bis maximale 1,0 m u. GOF zu rechnen. Nach derzeitigem wird mit einer Flachgründung, unter Berücksichtigung der frostfreien Gründungstiefe von min. 1,0 m geplant. In diesem Fall können die Gründungkoten in den Schicht 1, 2 bzw.3 zu liegen kommen.

Schicht 1 ist in den Erkundungen durchgehend locker bis max. mitteldicht gelagert aufgetreten. Die Schicht kann bei einer mindestens mitteldichten Lagerung als tragfähig angesehen werden. Lockere Bereiche können bei der angetroffenen Kornverteilung mit einer Nachverdichtung ertüchtigt werden

und sind dann als ausreichen tragfähig einzustufen. Sollten Bereiche mit hohen humosen Anteilen angetroffen werden, sind diese auszutauschen.

Sollten während der Aushubarbeiten Schicht 2 oder 3 angetroffen werden, so können diese ab einer mitteldichten Lagerung ebenfalls als tragfähig eingestuft werden.

Der nicht direkt erkundete Sandstein der Schicht 4 kann ebenfalls als tragfähig eingestuft werden, wird aber voraussichtlich nicht im Gründungsbereich anstehen.

Es wird eine Flachgründung mit fachgerechter Nachverdichtung der Gründungssohle und einem mind. 0,3 m mächtigem Gründungspolster aus gut verdichtbarem, korngestuftem und frostsicherem Material (z.B. Mineralbeton Körnung 0/45) empfohlen.

Die frostfreie Einbindetiefe von 1,0 m ist dabei einzuhalten.

4.1.2 Gründung des Lärmschutzwandsegments

Zum Zeitpunkt der Gutachtenerstellung waren keine detaillierten Informationen über die Bestandsgründung bekannt. Es wurden im Zuge der Erkundungsmaßnahmen oberflächliche Handschachtungen durchgeführt, welche jedoch keine eindeutigen Hinweise auf die Bestandsgründung ergaben. Weiterhin ist im Zuge der Planung zu prüfen, ob hier Gründungsarbeiten notwendig werden. Aufgrund der vorhanden Bestandswände wird davon ausgegangen, dass das neue Segment lediglich an die bestehenden Fundamente angedient wird.

Dennoch werden im Folgenden mögliche Gründungsvarianten für Lärmschutzwände am betroffenen Standort dargestellt.

Im Bereich des zu erneuenden Lärmschutzwandsegments wurden bis ca. 0,4 m u. AP (Ansatzpunkt) die gemischtkörnigen Auffüllungen der Schicht 1 erkundet. Darunter folgt bis zum Bohrlochtiefsten bei 2,5 m u. GOK der Zersatzboden der Schicht 3 in dichter bis sehr dichter Lagerung. Anschließend war mit der Sondierbohrung, sowie der schweren Rammsonde kein weiterer Bohr- bzw. Rammfortschritt zu verzeichnen, was auf den Übergang zum geringer verwitterten Keuper-Sandsteinhorizont hinweist. Die Sande der Schicht 3 sind hier ab einer mitteldichten Lagerung bzw. einer fachgerechten Nachverdichtung als ausreichend tragfähig einzustufen.

Nach Ril 804.5501 sind die Gründungskörper für Lärmschutzwände im Regelfall über Bohr- oder Rammpfähle mit Aussparungen bzw. Köchern zur Aufnahme der Pfosten bzw. der Anker von Kopfplatten vorzusehen. Nach der Justierung der Pfosten bzw. der Anker sind diese Aussparungen gemäß den Vorgaben der Ril 804.5501 kraftschlüssig zu verfüllen.

Da für das neue Lärmschutzwandsegment zwischen bereits bestehenden Lärmschutzwänden entsteht, ist eine **Rammpfahlgründung** aufgrund der möglichen Erschütterungen in der Nähe von Bestandsfundamenten nicht zu empfehlen. Weiterhin ist aufgrund des voraussichtlich bereits ab ca. 2,5 m u. GOF hoch anstehenden Übergangs zum Keuper-Sandsteinhorizonts (nicht rammbar) mit entsprechenden Zusatzmaßnahmen (z.B. Austauschbohrungen) zu rechnen.

Eine **Bohrpfähle** ist als Gründungsvariante denkbar und durch den ab ca. 2,5 m u. GOF zu erwartenden Übergang zum Keuper-Sandsteinhorizont, gut umsetzbar.

Alternativ ist auch eine Gründung über **Mikropfähle** denkbar. Diese haben den Vorteil, dass sie mit kleineren Bohrgeräten und somit auch bei beengten Platzverhältnissen herstellbar sind. Weiterhin bieten sie ebenfalls eine erschütterungsarme Alternative.

Weiterhin kann die Lärmschutzwand aus geotechnischer Sicht auch über **Einzel- bzw. Streifenfundamente** gegründet werden. Inwieweit eine Flachgründung, auch im Hinblick auf die aufzunehmenden Horizontalkräfte, möglich ist, ist zunächst planerisch zu prüfen. Auf Grundlage einer objektspezifischen Entwurfsplanung können Angaben zum ansetzbaren Bemessungswert des Sohlwiderstandes nachgereicht werden. Die Tragfähigkeit des Planums ist zu verifizieren und im Zuge der geotechnischen Bauüberwachung fachtechnisch abzunehmen.

4.1.3 Gründung der Böschungstreppe

Im Bereich der zu erneuernden Böschungstreppe wurden bis in einer Tiefe von ca. 2,4 m u. AP die gemischtkörnigen Auffüllungen der Schicht 1 in einer überwiegend lockeren Lagerung erkundet. Darunter folgen die Zersatzböden der Schicht 3 mit einer zunächst mitteldichten Lagerung bis ca. 3,0 m u. AP, welche anschließend bis ca. 4,0 m u. AP in eine dichte bis sehr dichter Lagerung übergeht. Ab ca. 4,2 m u. AP wurde anschließend eine überwiegend mitteldichte Lagerung mit der schweren Rammsonde erkundet, bevor aufgrund der Schlagzahlen N_{10} > 100 im Bohrlochtiefsten vermutlich

der Übergang zum Festgestein angetroffen wurde. Verfahrensbedingt konnte der Boden mit der Bohrsondierung nur bis in eine Tiefe von ca. 3,7 m u. AP aufgeschlossen werden.

Die Gründung der Treppe kommt voraussichtlich in Schicht 1 zum Liegen. Aufgrund der geringen Lasten kann diese ebenfalls durch eine Flachgründung oder durch ein Erdschraubenfundament realisiert werden. Prinzipiell ist eine Rammbarkeit der Fundamente in Schicht 1 gegeben. Es ist dort jedoch prinzipiell mit Hindernissen in Form von Steinen, Blöcken oder Bauschutt zu rechnen. Daher werden ggf. Zusatzmaßnahmen (z.B. Vorbohren) erforderlich.

Für den Einbau von Schraubfundamenten wird auf die Kennwerte in Kap. 3.2 verwiesen.

Die Gründung ist in frostfreier Tiefe, mindestens 1,0 m unter Geländeoberfläche vorzusehen, ansonsten sind Frostschutzmaßnahmen erforderlich. Dies kann mit einer Frostschürze umgesetzt werden.

4.2 Baugruben

Die Baugrube kann bei entsprechender Baugrubentiefe und ausreichendem Abstand zu den bestehenden Bahngleichen grundsätzlich ohne Verbau ausgeführt werden. Dies ist bis zu einer Baugrubentiefe von 1,25 m ohne weiteren Nachweis möglich, sofern die notwendigen Mindestabstände zur Bahnlinie und angrenzenden Bebauung eingehalten werden. Wird die Baugrube tiefer als 1,25 m ausgehoben kann die Baugrube bei ausreichenden Platzverhältnissen mit 45° geböscht werden.

Lassen die Platzverhältnisse gleisseitig sowie aufgrund eines zu geringen Abstandes zu den Bestandsbauwerken (Lärmschutzwand, Oberbau etc.) eine geböschte Baugrube nicht zu, muss diese durch einen Verbau gesichert werden. Hierzu eignet sich an allen Standorten ein Trägerbohlwandverbau. Bei BSH W1 ist gemäß den Bestandsunterlagen mit einer hohen FOK zu rechnen, daher ist hier mit Zusatzmaßnahmen in Form von Austausch- oder Lockerungsbohrungen zu rechnen.

Muss die Baugrube gleisseitig verbaut werden ist aufgrund der angrenzenden Verkehrsflächen der Baugrubenverbau auf erhöhten aktiven Erddruck ($0{,}5 \times e_a + 0{,}5 \times e_0$) zu bemessen. Die bodenmechanischen Rechenwerte für die Standsicherheitsberechnungen des Baugrubenverbaus können Tabelle 3.2-1 entnommen werden.

Trägerbohlwände mit Holzausfachung dürfen nur für kurzzeitige Zwecke eingesetzt werden. Bei Trägerbohlwänden im Druckbereich von Eisenbahnverkehrslasten darf die freie Standhöhe in rolligen Böden maximal 1,5 Bohlenhöhen und in bindigen Böden maximal 2,5 Bohlenhöhen, aber maximal 0,5 m betragen. Gemäß Ril 836.4302, Abs 7 (4) und (5) ist die freie Standhöhe während der Herstellarbeiten kontinuierlich, d. h. unter ständiger Anwesenheit eines qualifizierten Vertreters der Bauüberwachung während der Herstellung, insbesondere Abgrabarbeiten, zu überwachen. Holzbohlen sind im Zuge der Verfüllung von Baugruben vollständig auszubauen. Entstandene Hohlräume sind zu verfüllen. Freie Standhöhen von mehr als einer Bohlenbreite während des Verdichtens von Hinterfüllungen sind nicht zulässig.

Der Aushub muss rückschreitend erfolgen. Das Aushubgerät ist grundsätzlich mit einer Grabenschaufel (Baggerschaufel mit gerader Schneide) auszurüsten. Damit lässt sich die Aushubsohle weitgehend ohne Störung des Baugrundes herstellen. Die Baugrubensohlen dürfen nicht befahren werden und sind unverzüglich abzudecken bzw. zu überbauen, um die anstehenden Böden vor ungünstigen Witterungseinflüssen zu schützen. Aufgeweichte Bereiche sind vollständig aus der Aushubsohle zu entfernen und gegen ein rolliges, gut verdichtbares, steinfreies Material, (Bodengruppen nach DIN 18 196: GW, SW, SI, GI oder Tragschichtmaterial, z. B. 0/45 gemäß ZTV SoB-StB) auszutauschen.

4.3 Wasserhaltung / Abdichtung

Die Baugrubensohlen von BSH W3 liegt nach derzeitiger Planung über dem Bauwasserstand. Eine Grundwasserabsenkung ist dort daher nicht notwendig. Eine offene (Rest-) Wasserhaltung zur Fassung von Schichten-, Rest- und Tagwasser ist ausreichend. Gegebenenfalls anfallende Schicht-, Stau-, und Sickerwässer sind zusammen mit Niederschlagswasser in Pumpensümpfe zu fassen und abzuleiten. Planien und Aushubsohlen sind hierzu mit entsprechendem Gefälle herzustellen.

An BSH W1 wird aufgrund der Bestandsunterlagen ein Bauwasserstand ab ca. 324 m NHN erwartet. Es ist planerisch zu prüfen, ob eine Grundwasserabsenkung in Abhängigkeit der Gründungshöhe für die Baugruben nötig wurd. Der Wasserstand ist bis 0,5 m unter die geplante Baugrubensohle abzusenken.

Die Bauwasserhaltung (inkl. Einleitung) ist genehmigungspflichtig.

Das Sichern der Arbeiten gegen Niederschlagswasser und ihrer Beseitigung ist gemäß DIN 18 299 als Nebenleistung anzusehen.

4.4 Nachbarbebauung

Das geplante **BSH W1** befindet sich genau zwischen den Bahnstrecken 5850 und dem Überwerfungsbauwerk 202. Es ist beim Aufbau auf Erschütterungsarme Methoden zu achten. **BSH W2** befindet sich im unmittelbaren Bereich der Strecke 5850. Es ist beim Aufbau auf Erschütterungsarme Methoden zu achten. **BSH W3** befindet sich im unmittelbaren Bereich einer Lärmschutzwand. Weiterhin befindet sich ein Abwasserschacht in unmittelbarer Umgebung. Für die angrenzende bestehende Bebauung und für die wahrscheinlich im Nahbereich der Baumaßnahme vorhandenen Leitungen / Kanäle sowie die Verkehrsflächen wird eine Beweissicherung vor dem Beginn und nach Abschluss der Baumaßnahme empfohlen.

4.5 Geotechnische Kategorie

Unter Berücksichtigung der Komplexität der Gründungsarbeiten in den nicht tragfähigen, sehr locker bis locker gelagerten Auffüllungen (Schicht 1), sowie im Bereich von hohem Grundwasser bei BSHW1 oder BSW H2, werden die Bauwerke in die geotechnische Kategorie 2 nach Normenhandbuch EC 7 eingeordnet.

4.6 Sonstige Empfehlungen

Vor Herstellung der Gründungselemente ist der anstehende Baugrund und die Gründungssohle gemäß Normenhandbuch EC 7-1, Abs. 4.3.1 (1)P durch uns zu kontrollieren und abzunehmen.

Eine Baugrunderkundung ist naturgemäß eine stichprobenartige Bestandsaufnahme, die zwischen den Aufschlüssen Ergebnisse interpoliert. Abweichungen in gewissem Umfang sind somit nicht gänzlich auszuschließen. Bei Abweichungen der angetroffenen Bodenverhältnisse von den in diesem Gutachten beschriebenen ist die Dr. Spang GmbH umgehend zu benachrichtigen.

Sollten geotechnische Fragen auftreten, die im vorliegenden Gutachten nicht bzw. nicht ausreichend behandelt wurden, oder sollten sich Abweichungen bzw. Abänderungen in den Planungen bzw. Annahmen ergeben, die diesem Gutachten zugrunde gelegt wurden, so ist die Dr. Spang GmbH vom Auftraggeber zu informieren und zu einer ergänzenden Stellungnahme aufzufordern.

Zur Beantwortung weiterer Fragen stehen wir Ihnen gerne jederzeit zur Verfügung.

i.V. i.A. (gezeichnet)

Marc Vonderau, M.Sc.
(Teamleitung)

Dr. rer. nat. Sebastian Baumgärtel
(Projektleitung)

Verteiler:
- DB InfraGO AG, Frau Ann-Kathrin Folle, Würzburg, 1 x per Mail an <Ann-Kathrin.Folle@deutschebahn.com>
- Dr. Spang GmbH, 1 x