

Bauherr: DB InfraGO AG
I.II-N-B-S
Lindemannallee 3
30173 Hannover

Planer: DR. GRABAND & PARTNER GmbH
Efeuweg 9
38104 Braunschweig

Bauvorhaben: Erneuerung BÜSA *Friedrich-Wilhelmsdorfer-Straße*
Strecke 1740 Wunstorf - Bremerhaven, Bahn-km 174,268
27612 Loxstedt

GEOTECHNISCHER BERICHT

zu den

Baugrund-/Gründungsverhältnissen

Projekt-Nr.: D25/2291

Auftrag vom: 30.01.2025 (per E-Mail, Frau Heimke)

Ausfertigung: PDF

Stand: 05.05.2025

Bearbeitung: Dipl.-Ing. M. Bräunlich
Dipl.-Geogr. T. Lachmann

INHALTSVERZEICHNIS**SEITE**

0.	VORGANG / VERANLASSUNG	3
I.	METHODIK	4
II.	BAUGRUND	5
III.	STANDSICHERHEIT	9
III.1	Tragfähigkeit	9
III.2	Grundbruch	10
IV.	GRUNDWASSER	10
V.	ANALYTIK	11
V.1	Boden	11
V.2	Asphalt	13
VI.	EMPFEHLUNGEN	14
VI.1	Erdbau	14
VI.2	Signale / Bahnschranken / Schalthäuser	16
VI.2.1	Rammrohrpfähle	16
VI.2.2	„Monoblock Betonfüße“	18
VI.3	Wasserhaltung	19
VI.4	Baugruben	19
VI.5	Frostschutz, Oberflächenbefestigung	20
VI.6	Sonstige Empfehlungen	21

VERZEICHNIS DER ANLAGEN

Anlage 1:	Lageplan	(M ca. 1:250 [A3])
Anlage 2:	Bodenprofil – Schnitt I - I	(V 1:75 / H ohne)
Anlage 3:	Schichtenverzeichnisse KRB1 und KRB2	(DIN 4022)
Anlage 4:	Entnahmeprotokoll MP1, AP1	
Anlage 5:	Analytikprotokoll Boden MP1	
Anlage 6:	Analytikprotokoll Asphalt AP1	
Anlage 7.1:	Vorbemessung Rammrohrpfähle	
Anlage 7.2:	Fundamentberechnung „Monoblock Betonfüße“	

0. VORGANG / VERANLASSUNG

Die DB InfraGO AG, Lindemannallee 3, 30173 Hannover, plant über das Büro DR. GRABAND & PARTNER GmbH, Efeuweg 9, 38104 Braunschweig, am Bahnübergang *Friedrich-Wilhelmsdorfer-Straße* (Strecke 1740 Wunstorf - Bremerhaven [Bahn-km 174,268]), die

Erneuerung der Bahnübergangssicherungsanlage (BÜSA).

Für eine fachgerechte Gründung und Bauwerkssicherung wurde das ibG Ingenieurbüro Gauglitz beauftragt, die stoffliche Zusammensetzung des Untergrundes und seine erdbau-technische Qualität zu erkunden sowie die Ergebnisse in einem Geotechnischen Bericht zusammenzufassen.



Abb. 1: BÜ *Friedrich-Wilhelmsdorfer-Straße*

I. METHODIK

Im Auftrag und unter Leitung des ibG führte die geotechnik heiligenstadt gmbh, Aegidienstraße 14, 37308 Heilbad Heiligenstadt, die Erkundung der Untergrund- und Grundwasser- verhältnisse aus. Dazu wurden, nach Aufstellung eines Untersuchungskonzeptes, am 12.03.2025 zwei Baugrundaufschlüsse je Bahnüberseite, jeweils als Paar aus Kleinramm- bohrung (KRB1, KRB2) gemäß DIN EN ISO 22475-1 und Rammsondierungen mit der Schweren Rammsonde (DPH1, DPH2) gemäß DIN EN ISO 22476-2, bis max. 8 m (KRB1, DPH1) bzw. 10 m unter Gelände (DPH2) abgeteuft. Die insgesamt vier Aufschlüsse wurden von uns ingenieurgeologisch aufgenommen. Die Ergebnisse dieser Aufnahme sind gemäß DIN 4023 als Bodenprofil im Schnitt zeichnerisch dargestellt (s. Anlage 2) und in den Schich- tenverzeichnissen gemäß DIN 4022 dokumentiert (s. Anlage 3).

Die Aufschlüsse wurden nach Lage und Höhe eingemessen. Als Höhenbezugspunkt diente die Oberkante der Bahngleise, deren Höhe mit

OK Gleis = 0,00 m rel.

festgelegt wurde (s. Anlage 1).

Aus den Kleinrammbohrungen wurden

Bodenproben der Güteklasse 3 - 5 (DIN 4021)

entnommen, verpackt und beschriftet. Aus dem gewonnen Bodenmaterial wurde eine abfall- charakterisierende Mischprobe MP1 gebildet und im akkreditierten Labor *Thüringer Umwel- tinstitut Henterich GmbH*, Kielforstweg 2, 99819 Krauthausen, gemäß den Materialwerten der Ersatzbaustoffverordnung (ErsatzbaustoffV) /U4/, chemisch analysiert. Die Ergebnisse der Laboruntersuchungen sind in das Gutachten eingearbeitet worden und liegen dem Bericht bei (s. Anlage 5).

Eine Wasserprobe konnte nicht gewonnen werden, da in allen Sondierungen das Bohrloch wieder zugefallen und damit verschlossen war.

Zur Bestimmung des Verwertungsweges wurde aus der Oberflächenbefestigung der Straße (s. Anlage 1) eine Abschlagsprobe AP1 entnommen und gemäß RuVA-StB 01 auf teer- und

pechtypische Bestandteile /U5/ sowie auf Asbest gemäß VDI /U6/ im o.g. Labor analysiert. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen wurden in dem Gutachten berücksichtigt und liegen dem Bericht bei (s. Anlage 6).

Zur Disposition, Durchführung und Auswertung der Aufschlussarbeiten standen uns neben der Ortsbesichtigung folgende Unterlagen zur Verfügung:

- /U1/: Kreuzungsplan – Einbau einer Lichtzeichenanlage mit Halb- und Fuß-/Radwegschranken BÜ Friedrich-Wilhelmsdorfer-Straße in Loxstedt, Bahn-km 174,268 – Dr. GRABAND & PARTNER GmbH, Stand: 28.08.2024 (M 1:200)
- /U2/: Ergebniskarte BA-2023-03813 – LGLN, Kampfmittelbeseitigungsdienst – M 1:5.000, Stand: 01.02.2024
- /U3/: NIBIS® Kartenserver (2025): *Geologische Karte 1:25.000* - Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (LBEG), Hannover
- /U4/: Analytik von Bodenmaterial gemäß Ersatzbaustoffverordnung (ErsatzbaustoffV), Anlage 1: Tab. 3, nach Materialwerten BM/BG-F0* bis BM/BG-F3 mit < 10% Fremdbestandteilen mit 2:1 Schütteleluat, Stand: 07-2021
- /U5/: RuVA-StB 01: Richtlinie für die umweltverträgliche Verwertung von Ausbaustoffen mit teer- und pechtypischen Bestandteilen sowie für die Verwertung als Ausbauasphalt im Straßenbau
- /U6/: Asbestbestimmung von Faserproduktproben mittels Rasterelektronenmikroskopie VDI 3866, Bl. 5
- /U7/: Einbauanweisung für Rammrohr mit Adapter (S 8240.25.4 t), DB Netz, Stand: 08.2016

II. BAUGRUND

Der geologische Untergrund im Bereich des Bahnüberganges *Friedrich-Wilhelmsdorfer-Straße* in Loxstedt wird durch mehrere Meter mächtige, überwiegend mitteldicht gelagerte Glazifluviatile Sedimente aufgebaut. Sie sind mit bindig-steifen Lagen vergesellschaftet /U3/. Alle Schichten werden dem geologischen Zeitalter des

Quartärs (Drenthe-Stadium)

zugeordnet. Diese eiszeitlichen Ablagerungen werden von gemischtkörnig-sandigen Auffüllungen überlagert. Ein geringmächtiger Mutter- / Oberboden schließt das Baugrundprofil zur Geländeoberfläche ab.

Organische Böden, wie z.B. Hoch- und Übergangsmoore, die in der Region durchaus verbreitet sind, wurden bei unseren Erkundungen nicht angetroffen.

Somit kann nach den aus den Kleinrammbohrungen gewonnenen Erkenntnissen über die genaue geologische Abfolge in der gründungsrelevanten Tiefenzone der Baugrund für die weiteren Planungs- und Ausführungsarbeiten in ein **3-Schicht-Profil** untergliedert werden, das nach ingenieurgeologisch-bodenmechanischen Kriterien wie folgt beschrieben wird:

Schicht 0:**Mutter- / Oberboden**

von 0,00 m bis ca. 0,25 m unter Gelände mit allen Sondierungen angetroffen

Bodenart:	Sand, schwach schluffig bis schluffig, humos
Lagerung:	locker
Bodenklassen:	Homogenbereich 1 (DIN 18300) (1 / 2 unter Wassereinwirkung DIN 18300 alt)
Bodengruppen:	A [OH] - DIN 18196

Der Mutterboden ist im Zuge der Gründungsarbeiten vollständig abzutragen und unter Berücksichtigung der Vorgaben der DIN 18300 bzw. DIN 18915 zu behandeln bzw. zwischenzulagern.

Schicht 1:**Auffüllung**

von ca. 0,25 m bis ca. 0,80 m bzw. bis ca. 0,90 m unter Gelände mit allen Sondierungen angetroffen

Bodenart:	Sand, schwach schluffig, schwach kiesig mit Grauwacke und Flintstein in der Kiesfraktion
Lagerung:	locker bis mitteldicht
	setzungsfähig mäßig scherfest

mäßig wasser- und vibrationsempfindlich
bedingt verdichtungsfähig
schlecht tragfähig

Bodenkennwerte (Mittelwerte aus Tabellen):

Wichte: $\gamma_k / \gamma_k' = 18,5 / 10,5 \text{ kN/m}^3$
Reibungswinkel: $\varphi_k' = 30,0^\circ$
Kohäsion: $c_k' = 0 \text{ kN/m}^2$
Steifemodul: $E_s = 15 - 20 \text{ MN/m}^2$

Bodenklassen: Homogenbereich 2
(3 / 2 unter Wassereinwirkung, 5 für Blockwerk
[DIN 18300 alt])
Bodengruppen: A [SU] - DIN 18196

Frostempfindlichkeit: F2 gemäß ZTV E-StB 17

Schicht 2:

Glazifluviatile Sedimente

von ca. 0,80 m bzw. von ca. 0,90 m bis zur Endteufe von ca. 6,00 m
bzw. ca. 8,00 m unter Gelände mit allen Sondierungen angetroffen

Bodenart: Sand, schwach schluffig
Lagerung: überwiegend mitteldicht

bedingt setzungsfähig
bedingt scherfest
bedingt wasser- und vibrationsempfindlich
bedingt verdichtungsfähig
ausreichend tragfähig
(ab $N_{10} \geq 5$ [s. Kapitel III.1])

Bodenkennwerte (Mittelwerte aus Tabellen):

Wichte: $\gamma_k / \gamma_k' = 18,5 / 10,5 \text{ kN/m}^3$
Reibungswinkel: $\varphi_k' = 32,5^\circ$
Kohäsion: $c_k' = 0 \text{ kN/m}^2$

Steifemodul: $E_s = 20 - 40 \text{ MN/m}^2$

Bodenklassen: Homogenbereich 3
(3 - 5 / 2 unter Wassereinwirkung, 6 - 7 für
Blockwerk / Findlinge [DIN 18300 alt])

Bodengruppen: SU - DIN 18196

Frostempfindlichkeit: F2 gemäß ZTV E-StB 17

Aufgrund des mäßigen Feinkornanteils ist im gesamten Profilbereich allgemein von einer

- bedingten Witterungsempfindlichkeit
- bedingten Frostempfindlichkeit
- bedingten Vibrationsempfindlichkeit

auszugehen. Dennoch muss z.B. im Gefolge starker Niederschläge, häufiger Frost- / Tau-Wechsel oder bei Beanspruchung der oberflächennahen Baugrundanteile durch dynamische Energie (Befahren, Rütteln, Rammen etc.) mit einer Verschiebung aller bodenphysikalischen Kennwerte und Zustandsgrößen zur ungünstigen Seite gerechnet werden, so dass sich nach dem Verlust der Scherfestigkeit dieses Material nicht mehr bearbeiten lässt („Fließende Bodenarten“). Daher empfehlen wir, durch geeignete maschinen- und verfahrenstechnische Disposition sowie durch die Vorhaltung und ggf. durch den Betrieb von offenen Tageswasserhaltungsanlagen Vorsorge zu treffen.

III. STANDSICHERHEIT

III.1 Tragfähigkeit

Die Sondierungen mit der Schweren Rammsonde (DPH) nach DIN EN ISO 22476-2 ermöglichen über die Auswertung der Schlagzahl N_{10} (N_{10} = Anzahl der Schläge des Fallgewichtes $m = 50$ kg bei $h = 50$ cm Fallhöhe für jeweils 10 cm Eindringtiefe der Sondierspitze $A = 15 \text{ cm}^2$) eine Abschätzung der Lagerungsdichte und damit der Tragfähigkeit. Dabei kann von folgender korrelativer Abstufung ausgegangen werden (s. Tabelle 1):

Schlagzahlen $N_{10} < 5$	= unzureichende Tragfähigkeit
Schlagzahlen $N_{10} = 5 - 15$	= geringe bis mittlere Tragfähigkeit
Schlagzahlen $N_{10} > 15$	= gute Tragfähigkeit

Tab. 1: Rammkriterium

Nach Auswertung der Rammsondierungen können unter Zugrundelegung des o. g. Rammkriteriums und unter Hinzuziehung der Ergebnisse aus den Kleinrammbohrungen folgende Ergebnisse abgeleitet werden:

1. Die niedrigen Schlagzahlen im oberen Profilbereich dokumentieren die locker gelagerten Auffüllungen (Schicht 1). Ein lagenweiser Anstieg der Schlagzahlen verweist auf vorhandene Sondierhindernisse innerhalb inhomogener Auffüllungen respektive auf schichtweise höhere Lagerungsdichten (DPH1, DPH2).
2. Der Anstieg der Schlagzahlen im übrigen Profilbereich der Schicht 2, ab ca. 0,90 m (DPH1) bzw. ab ca. 1,50 m unter Gelände (DPH2) bis zum Erreichen der Endteufe, markiert den Übergang zu den überwiegend mitteldicht gelagerten Glazifluviatilen Sedimenten ($N_{10} \geq 5$). Hier werden mit den signifikant erhöhten Schlagzahlen ausreichende Tragfähigkeitseigenschaften dokumentiert, sodass Bauwerkslasten setzungsarm aufgenommen und abgeleitet werden können.

III.2 Grundbruch

Bei Einhaltung unserer Gründungsempfehlungen und Bemessungsgrenzen ist eine ausreichende Sicherheit gegen Grundbruch gemäß DIN 4017 gewährleistet, so dass auf weitere Einzelnachweise verzichtet werden kann.

IV. GRUNDWASSER

Im Zuge unserer Untersuchungen wurden folgende Grundwasserstände in den Aufschlüssen gemessen (s. Tabelle 2):

Sondierung	Datum	Ansatzhöhe m rel.	Wasseranschnitt		nach Bohrende	
			m u. GOK	m rel.	m u. GOK	m rel.
KRB1	12.03.2025	-0,08	5,00	-5,08	Bohrloch zugefallen bei 5,00 m	
KRB2		+0,13	5,00	-4,87	Bohrloch zugefallen bei 5,00 m	
DPH1		-0,01	-	-	5,00	-5,01
DPH2		-0,08	-	-	5,00	-5,08

Tab. 2: Grundwasserstände

Die eingemessenen Wasserstände kennzeichnen ein oberflächennahes Grundwasservorkommen, das an die Schichten der Glazifluvialen Sedimente gebunden ist (Schicht 2). In Abhängigkeit von den jahreszeitlichen Niederschlagsraten ergeben sich ganz erhebliche Wasserspiegelschwankungen. Erfahrungsgemäß ist für vergleichbare Grundwasserverhältnisse mit einem niederschlagsabhängigen Schwankungsbereich von etwa $\pm 0,75$ m auszugehen. Derzeit kann ein mittlerer Grundwasserspiegel angenommen werden. Genauere Angaben zur langjährigen Entwicklung des Grundwasserspiegels können hier jedoch erst nach entsprechenden Beobachtungen in geeigneten Messpegeln gemacht werden. Dies ist u. E. für die Baumaßnahme entbehrlich.

Nach langanhaltenden starken Niederschlägen kann im Untersuchungsgebiet nicht ausgeschlossen werden, dass es lokal zu weiteren Sickerwasseranreicherungen kommt, die bei Anschnitt (Böschungswandungen und Baugruben) austreten können.

Hinsichtlich ihrer Versickerungsfähigkeit sind die Böden der Glazifluviatilen Sedimente, in Abhängigkeit von ihrem Feinkornanteil, gemäß DIN 18130 erfahrungsgemäß als „schwach durchlässig“ bis „durchlässig“ zu bewerten.

V. ANALYTIK

V.1 Boden

Zur Deklaration und ersten orientierenden Einstufung der anfallenden Erdmassen beim Aus-hub in die Materialwerte gemäß Ersatzbaustoffverordnung, wurden aus den Sondierungen Bodenproben entnommen. Hieraus wurde eine abfallcharakterisierende Mischprobe MP1 aus der Auffüllung gebildet (s. Tabelle 3). Die Probe wurden durch das Labor *Thüringer Umweltinstitut Henterich GmbH* gemäß ErsatzbaustoffV /U4/ chemisch analysiert.

Misch-probe	Datum	Sondierung	Einzel-probe	Tiefe [m GOK]	Beschreibung
MP1	12.03.2025	KRB1	GP1/1	0,25 - 0,90	Auffüllung (Sand, schwach schluffig, schwach kiesig mit Grauwacke und Flintstein in der Kiesfraktion)
		KRB2	GP2/1	0,25 - 0,80	

Tab. 3: Zusammenstellung der Mischprobe MP1

Im Nachfolgenden wird der organoleptische Befund der Mischprobe MP1 wie folgt beschrieben:

Mischprobe MP1

Zusammensetzung: Auffüllung (Sand, schwach schluffig, schwach kiesig mit mineralischen Fremdbestandteilen <10 Vol.-% [Grauwacke, Flintstein], Wurzelreste)

Entnahmeort: KRB1, KRB2

Tiefe: 0,25 m - 0,90 m unter Gelände

Farbe: graubraun

Gewicht: 1,35 kg (Laborprobe)

Geruch: neutral

Auffälligkeiten: keine

Chemischer Befund

Die nachfolgende Tabelle 4 enthält die Analytikergebnisse der Mischprobe MP1 und stellt sie den Materialwerten der ErsatzbaustoffV /U4/ gegenüber (s. Anlage 5).

Parameter	Einheit	Probe	Materialwerte gemäß ErsatzbaustoffV /U4/					
		MP1	BM-0 ¹⁾	BM-0*	BM-F0*	BM-F1	BM-F2	BM-F3
Feststoff								
Arsen	mg/kg TS	<3,3	10	20	40	40	40	150
Blei	mg/kg TS	31,2	40	140	140	140	140	700
Cadmium	mg/kg TS	0,21	0,4	1	2	2	2	10
Chrom	mg/kg TS	7,9	30	120	120	120	120	600
Kupfer	mg/kg TS	14	20	80	80	80	80	320
Nickel	mg/kg TS	4,9	15	100	100	100	100	350
Thallium	mg/kg TS	<0,17	0,5	1	2	2	2	7
Zink	mg/kg TS	59,6	60	300	300	300	300	1.200
Quecksilber	mg/kg TS	<0,07	0,2	0,6	0,6	0,6	0,6	5
TOC	Masse %	1,8	1	1	5	5	5	5
EOX	mg/kg TS	0,41	1	1	-	-	-	-
Kohlenwasserstoff C ₁₀ - C ₂₂	mg/kg TS	<50	-	300	300	300	300	1.000
Kohlenwasserstoff C ₁₀ - C ₄₀	mg/kg TS	<50	-	600	600	600	600	2.000
ΣPCB ₇ n. EBV	mg/kg TS	0,11	0,05	0,1	-	-	-	-
Benzo(a)pyren	mg/kg TS	0,79	0,3	-	-	-	-	-
ΣPAK ₁₆ n. EBV	mg/kg TS	10	3	6	6	6	9	30
Eluat								
pH-Wert		7,2	-	-	6,5-9,5			5,5-12
Leitfähigkeit	µS/cm	83,1	-	350	350	500	500	2.000
Sulfat	mg/l	8,5	250	250	250	450	450	1.000
Arsen	µg/l	<3	-	8	12	20	85	100
Blei	µg/l	<7	-	23	35	90	250	470
Cadmium	µg/l	<0,5	-	2	3	3	10	15
Chrom	µg/l	<3	-	10	15	150	290	530
Kupfer	µg/l	10	-	20	30	110	170	320
Nickel	µg/l	<7	-	20	30	30	150	280
Zink	µg/l	<33	-	100	150	160	840	1.600
Thallium	µg/l	<0,07	-	0,2	-	-	-	-
Quecksilber	µg/l	<0,03	-	0,1	-	-	-	-
ΣPAK ₁₅ o. Naphtali- ne n. EBV	µg/l	0,07	-	0,2	0,3	1,5	3,8	20
ΣNaphtaline n. EBV	µg/l	0,02	-	2	-	-	-	-
ΣPCB ₇ n. EBV	µg/l	n.n.	-	0,01	-	-	-	-

TS = Trockensubstanz

n.n. = nicht nachweisbar

¹⁾ Sand

BM-0*	BM-F0*	BM-F1	BM-F2	BM-F3	>BM-F3
-------	--------	-------	-------	-------	--------

Tab. 4: Analytikergebnisse der Mischprobe MP1

Wie aus der Tabelle 4 ersichtlich ist, ergibt sich folgende Bewertung:

Bewertung MP1:

Materialwert BM-F3 in der Originalsubstanz :	ΣPAK_{16}
Materialwert BM-F0* in der Originalsubstanz :	TOC, ΣPCB_7
Materialwert BM-0* in der Originalsubstanz :	Benzo(a)pyren

Materialwert **BM-0** im **Eluat**: alle gemessenen Parameter

Der *Summen-Parameter* PAK_{16} im Feststoff der Mischprobe **MP1** liegt oberhalb des Materialwertes BM-F2 gemäß ErsatzbaustoffV /U4/. Daher erhält das Aushubmaterial den **Materialwert BM-F3**. Das gewonnene Material kann gemäß ErsatzbaustoffV, Anlage 3: Tabelle 4, als mineralischer Ersatzbaustoff in technischen Bauwerken wiederverwendet werden. Sofern das Aushubmaterial abgefahren und ordnungsgemäß entsorgt werden soll, erhält dieses vorab den **Abfallschlüssel 170504**.

V.2 Asphalt

Zur Bestimmung des Verwertungsweges für die Oberflächenbefestigung am BÜ *Friedrich-Wilhelmsdorfer-Straße* wurde eine Asphaltprobe AP1 als Abschlagsprobe aus dem Straßenbelag entnommen (s. Anlage 1). Sie wurde durch das *Thüringer Umweltinstitut Henterich GmbH* gemäß RuVA-StB 01 /U5/ auf teer- und pechhaltige Bestandteile untersucht. Die Asbestbestimmung von Faserprodukten erfolgte mittels Rasterelektronenmikroskopie gemäß VDI 3866, Bl. 5 /U6/.

Die nachfolgende Tabelle 5 zeigt das Analytikergebnis der Asphaltuntersuchung der Probe AP1 auf (s. Anlage 6). Gleichzeitig werden den Ergebnissen die Verwertungsklassen der RuVA-StB 01 gegenübergestellt.

Parameter	Einheit	Probe	Verwertungsklasse /U5/		
		AP1	A	B	C
Foto					
Herkunft		BÜ <i>Friedrich-Wilhelmsdorfer-Straße</i>			
Gesamtstärke	cm	ca.12 cm (Deck- / Tragschicht)			
Analytik		von 0,00 cm - 12,00 cm			
ΣPAK	mg/kg	-/-	≤25	>25	>25
Phenolindex	mg/l	<0,01	≤0,1	≤0,1	>0,1
Asbest		nein			

Tab. 5.: Analytikergebnisse der Asphaltprobe AP1

Wie aus der Tabelle 5 ersichtlich ist, wurde in der Asphaltprobe AP1 **kein Asbest** nachgewiesen.

Die Deck- / Tragschicht der Asphaltprobe **AP1** aus dem Straßenbelag am BÜ *Friedrich-Wilhelmsdorfer-Straße* weist keine erhöhten teer- und pechtypischen Bestandteile auf und ist gemäß RuVA-StB 01 der **Verwertungskategorie A** zuzuordnen. Es handelt sich um einen Ausbauasphalt, der als Asphaltgranulat im Heißmischverfahren wiederverwertet werden kann.

Sofern der Asphalt abgefahren und ordnungsgemäß entsorgt werden soll, erhält dieser vorab den **Abfallschlüssel 170302** (Bitumengemische).

VI. EMPFEHLUNGEN

VI.1 Erdbau

Die Baugrunduntersuchung für eine Anpassung der Straße am BÜ *Friedrich-Wilhelmsdorfer-Straße* hat gezeigt, dass oberflächlich gering tragfähige, nicht frostfreie Böden anstehen. Daher empfehlen wir

einen grundhaften Ausbau der Straße

im Bereich des Bahnüberganges. Nach Abfräsen der Oberflächenbefestigung ist die freigelegte Ungebundene Tragschicht unter Beachtung der DIN 4124 im Rückwärtsverfahren bis auf die Oberkante Erdplanum auszuheben, wobei die Materialien getrennt nach den einzelnen Fraktionen zu separieren sind.

Für den Aushub sollte ein Bagger mit Tieflöffel und glatter Schneide eingesetzt werden. Dabei können Böschungen bis 1,75 m senkrecht hergestellt werden, sofern die oberen 0,50 m unter einem Winkel von $\beta \leq 45^\circ$ abgebösch werden.

Für das Erdplanum im Untersuchungsgebiet ergeben sich einige Besonderheiten, die aus der Geologie des Untergrundes resultieren. Da nicht ausgeschlossen werden kann, dass in Teilbereichen auch - zumindest in nasser Jahreszeit – weiche, wassergesättigte Böden angeschnitten werden und der auf dem Erdplanum zu erzielende Verformungsmodul von

$$E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$$

ohne Weiteres nicht erreicht werden kann, sollten hier geeignete Zusatzmaßnahmen eingeplant werden. Da eine Verdichtung solcher Böden teilweise nur bedingt möglich ist, wird ein Bodenaustausch weicher Böden durch nicht bindige, verdichtungsfähige Brechkorngemische im Lageneinbau oder eine Vermörtelung durch Bindemittel-Zuschlag notwendig, um die erforderliche Standfestigkeit des Untergrundes zu erzielen und den vertikalen Wasseraufstieg zu verhindern. Für den Bodenaustausch sollte eine Stärke von

$$D \geq 0,30 \text{ m}$$

eingeplant werden. Als Material eignen sich Mineralgemische oder die gewonnenen Aushubmaterialien der ungebundenen Tragschicht. Die bei einem Bodenaustausch anfallenden Aushubmassen eignen sich nicht für eine Wiederverwendung im Straßenbau. Diese Überschussmassen können nur für landschaftliche Gestaltungen verwendet werden, wobei Setzungen in einer Größenordnung von ca. 15 % bis 20 % der Einbauhöhe eingeplant werden müssen. Bei der Verwendung von Bindemittel ist erfahrungsgemäß eine Zugabe von ca. 4 - 6 Gew.-% notwendig, um eine deutliche Verbesserung und dementsprechend bessere Tragwirkung zu erzielen.

Der Einsatz eines Geotextils reißfester Qualität (Geotextilrobustheitsklasse GRK 4) sollte bei Bodenaustauschmaßnahmen und bei sehr weichen Böden zur Trennung der Materialien und zur Erhöhung der Standfestigkeit eingeplant werden.

Bei den Erdarbeiten im gesamten Untersuchungsgebiet ist darauf zu achten, dass hier mit den oberflächennahen feinkörnigen Böden hochsensible Materialien anstehen, die ihre bodenphysikalischen Eigenschaften durch Wassereinwirkung rasch zur ungünstigen Seite (fließende Bodenarten) verändern können. Daher sollte das Planum immer ein ausreichendes Gefälle haben, damit Oberflächenwasser aus Niederschlagsereignissen schadlos abfließen kann. Abflusslose Senken sollten bei der Herstellung von Planien vermieden werden. Bei längeren Arbeitspausen sollten freiliegende Böschungen und das ggf. freiliegende Planum zusätzlich mit Folien gesichert werden.

Nach Freilegung des Erdplanums erfolgt der Einbau des neuen Fahrbahnaufbaues, wobei die Frostschutz- bzw. Schottertragschicht lagenweise unter Einsatz dynamischer Verdichtung im Vorkopfeinbau hergestellt wird. Auf der Oberkante der Schottertragschicht ist ein Verdichtungsziel von

$$\text{Verformungsmodul: } E_{v2} \geq 120 \text{ MN/m}^2$$

$$\text{Verhältniswert: } E_{v2} / E_{v1} \leq 2,2$$

zu erzielen und über Lastplattendruckversuche gemäß DIN 18134 nachzuweisen.

Der Fahrbahnaufbau sollte für die entsprechende Bauklasse nach den vorgegebenen Normen entsprechend ZTV E-StB 17 und RStO 12/24 erfolgen. Das Erdplanum ist mit einem Seitengefälle von 2,5% mit einer Entwässerung in eine Seitenlängsdränage herzustellen.

VI.2 Signale / Bahnschranken / Schalthäuser

VI.2.1 Rammrohrpfähle

Die Baugrunduntersuchung hat gezeigt, dass ab einer Tiefe von ca. 0,90 m (DPH1) bzw. ca. 1,50 m unter Gelände (DPH2) die ausreichend tragfähigen Glazifluviatilen Sedimente der Schicht 2 anstehen ($N_{10} \geq 5$). Daher empfehlen wir, die Bahnsicherungselemente über

Rammrohrpfähle

37115 Duderstadt
info@ibg-goettingen.de

zu gründen. Ausgehend von den Ergebnissen der Rammsondierungen DPH1 und DPH2 sind die erkundeten Böden leicht bis mittel rammpbar, wobei Rammhindernisse in den Auffüllungen der Schicht 1 (z.B. Blockwerk) bzw. in den Glazifluviatilen Sedimenten der Schicht 2 (z.B. Findlinge) erfahrungsgemäß nicht ausgeschlossen werden können. Diese wurden von uns jedoch nicht erkundet.

In der nachstehenden Tabelle 6 werden die zur Vorbemessung erforderlichen Pfahlkennwerte für Fertigrammpfähle (offenes Stahlrohr / Hohlkasten) in Anlehnung an die EA-Pfähle angegeben.

Bodenschicht	Tiefe [m. rel.]	Pfählmantelreibung $q_{s,k}$ [MN/m ²] bei einer Setzung		Pfählspitzendruck $q_{b,k}$ [MN/m ²] bei einer bezogenen Pfahlkopfsetzung s/D	
		s_{sg}^*	$s_g=0,1 \cdot D_{eq}$	0,035	0,1
Auffüllung	0,00 - -0,98	0,024	0,032	-	-
Glazifluviatile Sed.	<-0,98	0,0323	0,0437	2,32	4,427

Tab. 6: Pfahlkennwert gemäß EA-Pfähle

Die in Tabelle 6 angegebenen Werte sind für offene Stahlrohrpfähle ($D_b \leq 0,8 \text{ m}$) anzupassen:

Anpassungsfaktor: Pfahlspitzenwiderstand: $\eta_b = 0,65$
 Pfahlmantelreibung: $\eta_s = 0,80$

Für die Bemessung der Rammrohrlängen empfehlen wir eine Mindestlänge von

ca. 5,00 m

einzuhalten, um zu gewährleisten, dass die Pfähle mindestens 4,00 m in den tragfähigen Untergrund (Schicht 2) einbinden. In der Anlage 7.1 liegt eine Vorbemessung von Stahlrohr-rampfpfählen mit einem Durchmesser von $d = 323.9 \text{ mm}$ /U7/ bei.

Um die Pfahllängen ggf. noch optimieren zu können, können Drucksondierungen gemäß DIN 22476-1 zur Ermittlung der notwendigen Pfahlparameter abgeteuft werden. Die Tragfähigkeit der hergestellten Pfähle ist mittels Pfahlprobebelastungen zu bestätigen.

VI.2.2 „Monoblock Betonfüße“

Alternativ können die Bahnsicherungselemente auch über

Einzelfundamente / „Monoblock Betonfüße“

auf den Böden der Schicht 2 gegründet werden. Sofern die Unterkante des Fundamentes den ausreichend tragfähigen Bodenhorizont ($N_{10} \geq 5$) noch nicht anschneidet, ist die Fehlhöhe zwischen Unterkante statischer Fundamente und Oberkante Lastboden mit Magerbeton C8/10 zu überbrücken. Der notwendige Bodenaustausch bis auf Oberkante Lastboden erfolgt vollflächig im Aufmaß der Fundamente mit Magerbeton.

Der Aushub der Fundamentgruben ist zügig mittels Hydraulikbagger mit Greifer mit glatter Schneide (ohne Zähne) und der sofortigen Wiederverfüllung ggf. in alternierenden Abschnitten durchzuführen, wobei eine senkrechte Abschachtung möglich ist. Allerdings sollten Nachbrüche aus den Fundamentgrubenwandungen, welche zwangsläufig zu Mehrmassen führen, mit einkalkuliert werden.

Für die Bemessung der Einzel- / Blockfundamente sollte ein rechnerisch mittiger

$$\text{Sohlwiderstand } \sigma_{r,d} \leq 400 \text{ kN/m}^2$$

nicht überschritten werden. Eine Fundamentberechnung ist dem Gutachten mit Anlage 7.2 beigelegt. Sofern die Bemessung der Gründungkörper nach dem Bettungsmodulverfahren erfolgt, empfehlen wir folgenden Ansatz:

$$\text{Bettungsmodul } k_{s,d} = 25 \text{ MN/m}^3.$$

Für Kanten- und Eckpressungen ist eine Überschreitung von 30 % zulässig.

Die zu erwartenden Setzungen und die daraus resultierenden Setzungsdifferenzen können unter Ansatz der zulässigen Bodenkennwerte mit einer Größenordnung von

Setzung:	$s_{\max.} = 0,7 \text{ cm} - 2,3 \text{ cm},$
Setzungsdifferenzen:	$\Delta s_{\max.} = 1,5 \text{ cm}$

für eine Fundamentabmessung von 0,80 m bis 2,50 m abgeschätzt werden (s. Anlage 7.2).

Etwa 60% der Setzungsbeträge werden mit Aufbringen der Last sofort eintreten. Die restlichen Verformungen werden über einen Zeitraum von einem Jahr weitgehend abklingen. Nach Vorlage der Fundamentlasten können die Setzungen und Setzungsdifferenzen durch eine Berechnung überprüft werden.

VI.3 Wasserhaltung

An die bauzeitige Wasserhaltung bestehen bei der empfohlenen Gründung keine Anforderungen, die über die VOB - gemäße Fassung und Ableitung von Tages- und Sickerwasser hinausgehen (Pumpensümpfe, Drängräben, selbstschaltende Schmutzwasserpumpen etc.).

VI.4 Baugruben

Für die erforderliche Baugrubenherstellung sind die Vorgaben der DIN 4124 zu beachten. Der Aushub von Baugruben erfolgt im Rückwärtsverfahren und kann grundsätzlich in offener Bauweise ausgeführt werden. Für die anstehenden Böden ist ein maximaler

$$\text{Böschungswinkel: } \beta \leq 45^\circ$$

zulässig.

Böschungshöhen bis zu 1,75 m können senkrecht abgeschachtet werden, wobei die oberen 0,50 m unter $\beta = 45^\circ$ abzuflachen sind. Baugruben für den Bodenaustausch können senkrecht hergestellt werden, da diese nicht betreten werden dürfen (s. Kapitel VI.1).

Die Böschungsflächen sind mit Folien abzudecken. Der Zulauf von Tageswasser über die Böschungskanten ist durch geeignete Schutzmaßnahmen zu verhindern.

Bei ungünstigen niederschlagsreichen Witterungsbedingungen sollte für den Baugrubenaushub ein Kettenbagger eingesetzt werden. Die Gründungssohle ist durch Tieflöffel mit glatter Schneide (ohne Zähne) freizulegen, um ein Aufreißen des Bodens zu verhindern.

VI.5 Frostschutz, Oberflächenbefestigung

Nach der RStO 12/24 bzw. der RIL 836.4101A04I liegt das Bauvorhaben im

Frosteinwirkungsgebiet I,

in dem zur Vermeidung von schädlichen Frosteinwirkungen eine

Frostschutztiefe $T_F > 0,80 \text{ m}$

zum Schutz frostempfindlicher Bauteile und Installationen einzuhalten ist. Für die dauerhaft verformungsbeständige Herstellung der Oberflächenbefestigung empfehlen wir einen frostsicheren Gesamtaufbau entsprechend RStO 12/24 (F2, Zone I, kein Grund-/Schichtwasser) bzw. in einer Mindeststärke von

$D_{\min} \geq 0,50 \text{ m}$ (Belastungsklasse BK 0,3 [Radweg]),

$D_{\min} \geq 0,60 \text{ m}$ (Belastungsklasse BK1,0).

Der Fahrbahnaufbau sollte für die entsprechende Bauklasse nach den vorgegebenen Normen entsprechend ZTV E-StB 17 und RStO 24 erfolgen.

Für die Gleisverbesserung ergibt sich folgende Bemessungssituation:

Kriterium:	Verbesserung / Erneuerung
Einstufung Geschwindigkeit:	$V \leq 140 \text{ km/h}$
Frostempfindlichkeit:	F3 nach ZTV E-StB 09
Frosteinwirkungsgebiet:	I gemäß RIL 836.4101A04

Folglich ergibt sich gemäß RIL 836.4101A02 ein frostsicherer Regelaufbau von 0,50 m bis Unterkante Schwelle. Die oberen 0,30 m des Regelaufbaus sind gemäß Tab. 1 RIL 836.4101A02 aus Gleisschotter und die unterlagernden 0,20 m aus geeignetem Material für Schutzschichten (PSS) herzustellen.

VI.6 Sonstige Empfehlungen

Das Projekt ist in die geotechnische Kategorie 1 einzuordnen.

Nach der DIN 4149 (Ausgabe 04/2005) fällt der Gründungsbereich des Planungsgebietes in die Erdbebenzone 0, so dass hier keine statisch-konstruktive Zusatzmaßnahmen zur Sicherung des Bauwerkes notwendig sind.

Der Einbau von Böden, Trag- und Schutzschichten ist unter treppenförmiger Verzahnung an den Bestand anzubinden.

Einzuleitende Sicherungsmaßnahmen für vorhandene bauliche Anlagen sind von den durchzuführenden Baumaßnahmen abhängig und sollten nach Auswahl der geeigneten Bau- und Betriebstechnologie festgelegt werden.

An den baulichen Anlagen ist ggf. vor dem eigentlichen Baubeginn eine Beweissicherung durchzuführen.

Bei Durchführung der Arbeiten sollte ggf. im angrenzenden Gleis eine „Langsam-Fahrstelle“ eingerichtet werden.

Während der Bauausführung sind der Zustand der Gleise sowie die angrenzenden Bahnanlagen und Bauwerke ständig zu beobachten. Die Gleislage sollte kontinuierlich mittels Gleismessungen in zeitlichen Abständen vor, während und nach den Arbeiten überwacht werden. Bei Überschreitung festzulegender Eingriffswerte ist das Gleis zu sperren. Die Gründungsarbeiten sind einzustellen.

Durch die Bauarbeiten ggf. geschädigte Schotterflanken und Schotterhalterungen sind ohne zeitliche Verzögerung wieder instand zu setzen. Sollten Setzungen und Setzungsunterschiede an den Gleisen auftreten, sind diese durch lokales, manuelles Stopfen des Gleisrostes wiederherzustellen.

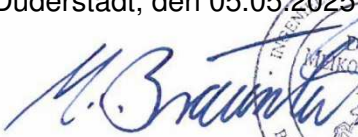
Die abgeleitete Klassifizierung der Aushubmaterialien beim Erdbau bzw. beim Rückbau erfolgt nach der ErsatzbaustoffV /U4/. Etwaige deponiespezifische Zusatzanalysen (z.B. nach DepV, etc.) bleiben vorbehalten. Das entnommene Bodenmaterial wird ab Fertigstellungsdatum des Gutachtens nach Ablauf von drei Monaten ordnungsgemäß entsorgt.

Die beschriebene Baugrundsituation ist Ergebnis der punktuellen Aufschlüsse. Hierbei sollte berücksichtigt werden, dass sich die beschriebenen Verhältnisse gleitend ändern. Die genauen Verhältnisse lassen sich letztendlich erst in den geöffneten Baugruben bzw. Bauabschnitten erkennen.

Bei Beginn der Gründungsarbeiten bitten wir um rechtzeitige Benachrichtigung, um die erforderlichen Gründungsmaßnahmen im Detail in der Örtlichkeit mit der Bauleitung abstimmen und um die Gründungssohlen abnehmen bzw. erforderliche Zusatzmaßnahmen in der Örtlichkeit festlegen zu können.

Sofern sich Änderungen in der Bauwerkskonzeption und Ausführungsplanung gegenüber unseren Annahmen ergeben, bedarf dies einer entsprechenden geotechnischen Überprüfung durch das ibG.

Duderstadt, den 05.05.2025



Dipl.-Ing. M. Bräunlich



Dipl.-Geogr. T. Lachmann