



Fritz-Voigt-Straße 4
67433 Neustadt/Weinstr.
Telefon: 06321 4996-00
Telefax: 06321 4996-29
ibes-gmbh@ibes-gmbh.de
www.ibes-gmbh.de

Aktenvermerk

· Geotechnik
· Umwelttechnik
· Hydrogeologie
· FEM-Berechnungen
· Beweissicherungen
· Erdbaulabor
· Geotechnische Bauüberwachung
· Erschütterungsmessungen
· Infrastrukturgeotechnik
· Bausubstanzuntersuchungen
· Gebäuderückbaukonzepte

Registergericht: Ludwigshafen Nr. HRB 41377
Steuernummer: 31/652/0418/2

AV-Nr.:	AV01	Projekt-Nr.:	19.574.2
Bearbeiter:	Weinacht	Seitenzahl:	7
Projekt:	Strecke 3570, km 2,170 Ersatzneubau EÜ „Hafenstraße“, 67547 Worms	Datum:	19.12.2024
Bezug:	TEAMS-Besprechung am 27.11.2024 Endzustand: Gründung der EÜ auf Bestandsfundamenten Bauzustand: Herstellung der EÜ in Nebenlage und Einschub		
Teilnehmer:	Frau Bergmann, Herr Maurer, Herr Specka, DB InfraGO AG, Karlsruhe Herr Weinacht, IBES GmbH, Neustadt/Weinstraße		
Verteiler:	DB InfraGO AG, Gutschstraße 6, 76137 Karlsruhe linda.bergmann@deutschebahn.com, lukas.maurer@deutschebahn.com, thorsten.specka@deutschebahn.com, gilbert.waldmann@obermeyer-group.com		

Strecke 3570, km 2,170

Ersatzneubau EÜ „Hafenstraße“, 67547 Worms

TEAMS-Besprechung am 27.11.2024

Endzustand: Gründung der EÜ auf Bestandsfundamenten

Bauzustand: Herstellung der EÜ in Nebenlage und Einschub

1 Vorbemerkungen / Veranlassung

Die auf der DB Strecke 3570 im km 2,170 befindliche Bogenbrücke soll im Auftrag der DB InfraGO, Karlsruhe, erneuert werden. Die EÜ überführt nordöstlich von Worms die zweigleisige, elektrifizierte Strecke 3570 über die Hafenstraße.

Für das Bauvorhaben wurde von unserem Büro mit Datum vom 14.05.2020 ein Baugrund- und Gründungsgutachten ausgearbeitet (IBES Projekt-Nr. 19.574.1). Zum Zeitpunkt der Berichterstellung existierte noch kein Bauwerksentwurf. Es wurde jedoch bereits seinerzeit vermutet, dass die EÜ entweder im Einschubverfahren oder im Schutze von Hilfsbrücken hergestellt und im Endzustand - analog zum Bestand - unterhalb des über 3 m dicken, sehr locker gelagerten Auffüllungshorizonts auf den anstehenden Terrassensedimenten gegründet wird (vgl. Baugrunderkundung: BK/DPH 1 und BK/DPH 2). Unter der Annahme, dass die Bestandsfundamente vollständig zurückgebaut werden, wären hierfür allerdings bis zu ca. 4,2 m tiefe Baugruben erforderlich - bezogen auf die Straßenoberkante (SOK).

Hauptsitz:
Neustadt an der Weinstraße
Zweigniederlassung Schweiz: Basel

Geschäftsführer:
Dipl.-Ing. (FH) Bernhard Rauch
Dipl.-Ing. (FH) Johannes Rauch

Prokuristen:
Dipl.-Ing. Christian Böhm
Dipl.-Ing. (FH) Ulrich Weinacht
M.Sc. Geow. Max Lang





Anlässlich der fortschreitenden Planung fand am 27.11.2024 mit dem o. g. Teilnehmerkreis eine TEAMS-Besprechung statt, in der die Entwurfsplanung vorgestellt wurde. Danach ist vorgesehen, das neue Brückenbauwerk als Stahlbetonhalbrahmen in Nebenlage in etwa auf Straßenniveau und damit möglichst oberflächennah herzustellen und im Anschluss daran über ein Verschubsystem einzuschieben und in seine Endlage abzusenken.

Für die EÜ-Gründung in Endlage wird überlegt, die Bestandsfundamente nur teilweise rückzubauen und die neue EÜ auf den im Baugrund verbleibenden Bauteilen abzusetzen; dadurch könnte die Baugrubentiefe und damit die Verbauhöhe reduziert sowie auf den zusätzlichen Einbau einer mineralischen Ausgleichsschicht verzichtet werden, was neben einer Senkung der Baukosten auch Bauzeit einspart.

Für die Verschubfundamente ist derzeit eine Brunnengründung geplant, mit der die sackungsgefährdeten Auffüllungen durchfahren und die Lasten unmittelbar in die Terrassensedimente abgetragen werden.

Der Unterzeichner wurde gebeten, auf Grundlage der nachfolgend aufgeführten Unterlagen die Gründung der EÜ und der Verschubfundamente zu überprüfen.

- [U1] Entwurfspläne zur *Erneuerung der EÜ Hafenstraße*, Endzustand, Planverfasser: Obermeyer Infrastruktur GmbH & Co. KG, Karlsruhe, Planungsstand: 01/2023
 - [U1.1] Ansicht, Längsschnitt, M. 1 : 100, Unterlage 07.01.01
 - [U1.2] Draufsicht, Querschnitt, Details, M. 1 : 200 und M. 1 : 100, Unterlage 07.01.02
- [U2] Auszüge aus den statischen Berechnungen, Aufsteller: Obermeyer Infrastruktur GmbH & Co. KG, Karlsruhe, Druckdatum/Bearbeitungsstand: 04.12.2024 und 01/22
 - [U2.1] Darstellung des statischen Systems, M. 1 : 142 bzw. M. 1 : 150, 3 Seiten
 - [U2.2] Ergebnisse der Finite-Elemente-Berechnung: Gründungslasten für Seite Ost und Seite West, 4 Seiten
 - [U2.3] Verschubbahn: Vordimensionierung der Gründung, 2 Seiten
- [U3] Baugrund- und Gründungsgutachten mit Umweltteil zum BV Strecke 3570, km 2,170, Ersatzneubau EÜ Hafenstraße, 67547 Worms, Aufsteller: IBES Baugrundinstitut GmbH, Neustadt/Weinstraße, Erstellungsdatum: 14.05.2020

Darüber hinaus wurde ein Plan einer Verschubmaßnahme zur Verfügung gestellt, der am Beispiel des Projektes *Erneuerung EÜ Donau* eine Brunnenringgründung der Verschubfundamente zeigt. Allerdings ist diese Gründungsvariante für die EÜ Hafenstraße nicht bindend; daher wurde der Unterzeichner gebeten, alternative Gründungsmöglichkeiten zu untersuchen.



2 Stellungnahme

2.1 EÜ-Neubau

Der nachfolgende Auszug aus [U1.1] zeigt die geplante Gründungssituation am Beispiel vom Widerlager (WL) West:

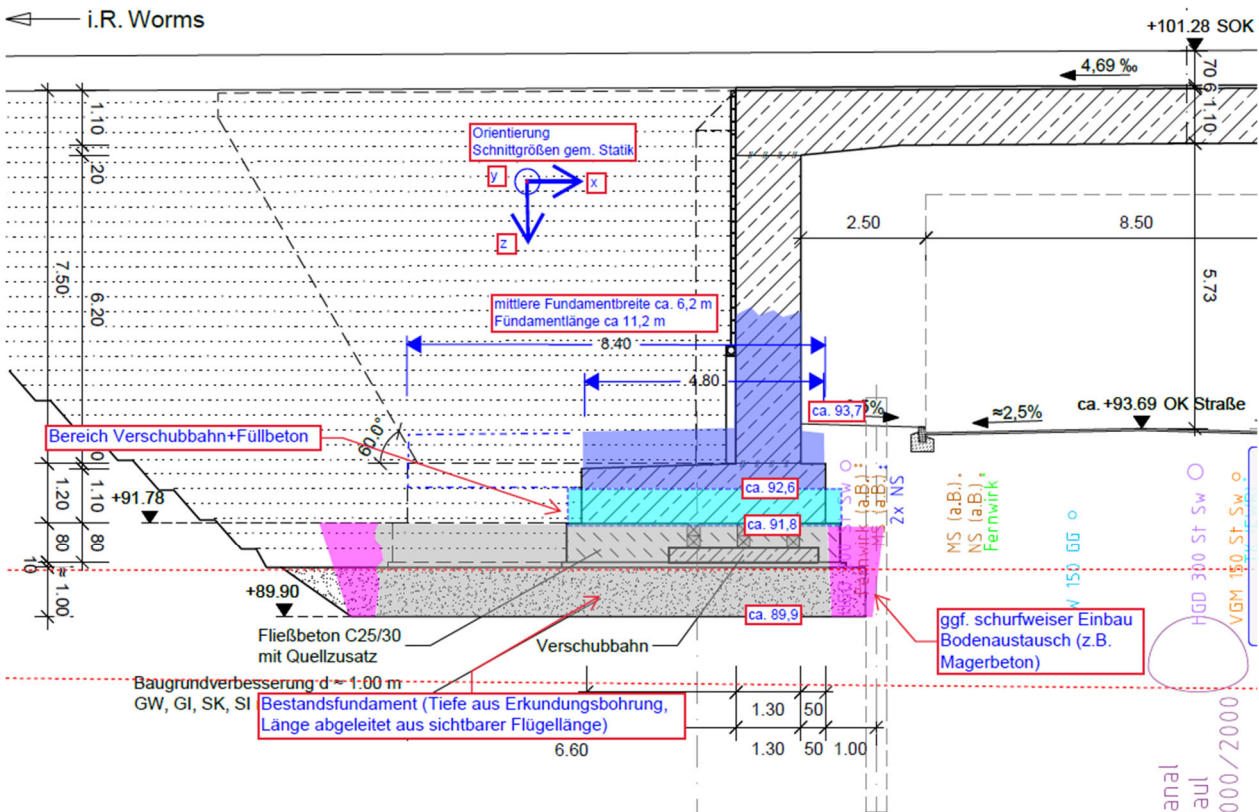


Abbildung 1: Gründungssituation WL West (Auszug aus [U1.1])

In der Abbildung ist noch die im Kapitel 1 beschriebene mineralische Ausgleichsschicht dargestellt, die in der Zeichnung als Baugrundverbesserung bezeichnet ist.

Der Unterlage [U1] wurden die gründungsrelevanten Eckdaten wie folgt entnommen:

• Geländeoberkante		GOK	~ 93,8 mNHN
• Fundamentunterkante EÜ		FUK _{EÜ}	~ 91,8 mNHN
• Fundamenteinbindetiefe EÜ		d _{EÜ}	~ 2,0 m
• Fundamentabmessungen EÜ		a × b	~ 11,2 m × 7,1 m ¹⁾
• Unterkante Verschiebungsfundament	Bauzustand	FUK _{VF-T}	~ 94,0 mNHN
• Unterkante Verschiebungsfundament	Endzustand	FUK _{VF-P}	~ 90,9 mNHN
• Breite Verschiebungsfundament		b _{VF}	~ 3,5 m

¹⁾ Kastenwiderlager → Fundamentfläche umgerechnet auf rechteckigen Fundamentgrundriss



Die Unterlage [U2.2] enthält die *Gründungslasten für Seite Ost und Seite West* - bezogen auf den Mittelpunkt vom Widerlagerfundament auf Höhe FUK = 91,8 mNHN. Nach Einschätzung des Unterzeichners sind für die Beurteilung der Gründungssituation die Lasten für die *Seltene Kombination LM71* sowie die *Seltene Kombination SW/0* von Relevanz, die der Vollständigkeit halber nachfolgend wiedergegeben sind.

Tabelle 1: Gründungslasten (aus [U2.2])

Seite Ost								Seite West							
Seltene Kombination LM71								Seltene Kombination LM71							
LF	LF-Name	KNOT	M-X [MNm]	M-Y [MNm]	P-X [MN]	P-Y [MN]	P-Z [MN]	LF	LF-Name	KNOT	M-X [MNm]	M-Y [MNm]	P-X [MN]	P-Y [MN]	P-Z [MN]
2201	MAXR-PX KNOT	4	-2.827	-3.376	6.036	0.101	-17.124	8101	MAX-PX KNOT	3	8.370	-2.111	3.144	2.236	-23.326
2202	MINR-PX KNOT		5.147	1.455	-1.815	1.382	-21.336	8102	MIN-PX KNOT		-4.864	4.453	-7.731	-0.013	-23.078
2203	MAXR-PY KNOT		4.030	-1.559	3.198	1.832	-17.405	8103	MAX-PY KNOT		6.144	0.420	-1.688	2.747	-23.906
2204	MINR-PY KNOT		-4.089	-0.601	1.739	-1.831	-17.493	8104	MIN-PY KNOT		-6.183	1.578	-3.795	-2.743	-17.029
2205	MAXR-PZ KNOT		-2.705	-3.497	5.486	0.156	-16.257	8105	MAX-PZ KNOT		4.975	3.492	-7.110	0.094	-15.804
2206	MINR-PZ KNOT		5.024	1.381	-1.060	1.327	-22.577	8106	MIN-PZ KNOT		-8.597	-0.748	2.097	-2.313	-31.050
2207	MAXR-MX KNOT		10.129	-1.273	0.773	1.440	-19.026	8107	MAX-MX KNOT		15.871	0.620	-2.784	2.159	-19.680
2208	MINR-MX KNOT		-10.189	-0.760	2.940	-1.439	-19.733	8108	MIN-MX KNOT		-15.925	1.582	-0.760	-2.155	-26.857
2209	MAXR-MY KNOT		1.122	1.749	-0.585	0.096	-20.926	8109	MAX-MY KNOT		-5.052	4.926	-5.449	-0.095	-26.638
2210	MINR-MY KNOT		-2.823	-3.654	5.229	0.101	-17.392	8110	MIN-MY KNOT		8.552	-2.603	2.229	2.318	-22.850
2211	MAXR-MZ KNOT		-3.969	-0.919	1.829	-1.776	-17.417	8111	MAX-MZ KNOT		-0.025	0.811	-1.707	0.000	-17.419
2212	MINR-MZ KNOT		2.690	-1.599	3.077	1.777	-19.020	8112	MIN-MZ KNOT		-0.036	0.993	-1.722	0.000	-23.516
LF	Lastfall	KNOT					Knoten	LF	Lastfall	KNOT					Knoten
LF-Name	Lastfallbezeichnung		M-X,M-Y,P-X,P-Y,P-Z				Auflagerkräfte in Knoten	LF-Name	Lastfallbezeichnung		M-X,M-Y,P-X,P-Y,P-Z				Auflagerkräfte in Knoten

Seltene Kombination SW/0								Seltene Kombination SW/0							
LF	LF-Name	KNOT	M-X [MNm]	M-Y [MNm]	P-X [MN]	P-Y [MN]	P-Z [MN]	LF	LF-Name	KNOT	M-X [MNm]	M-Y [MNm]	P-X [MN]	P-Y [MN]	P-Z [MN]
3201	MAXR-PX KNOT	4	-2.827	-3.376	6.036	0.101	-17.124	3201	MAXR-PX KNOT	3	5.573	-1.511	1.914	1.491	-21.440
3202	MINR-PX KNOT		5.148	1.463	-1.913	1.382	-21.441	3202	MINR-PX KNOT		-3.245	3.462	-6.034	-0.009	-17.045
3203	MAXR-PY KNOT		4.030	-1.559	3.198	1.832	-17.405	3203	MAXR-PY KNOT		4.094	0.287	-1.333	1.831	-17.751
3204	MINR-PY KNOT		-4.089	-0.601	1.739	-1.831	-17.493	3204	MINR-PY KNOT		-4.129	1.313	-3.407	-1.829	-17.151
3205	MAXR-PZ KNOT		-2.705	-3.497	5.486	0.156	-16.257	3205	MAXR-PZ KNOT		3.310	2.560	-5.657	0.063	-16.259
3206	MINR-PZ KNOT		5.024	1.331	-1.083	1.327	-22.520	3206	MINR-PZ KNOT		-5.735	-0.341	1.254	-1.542	-22.525
3207	MAXR-MX KNOT		10.112	-1.180	0.642	1.440	-18.859	3207	MAXR-MX KNOT		10.575	0.497	-2.650	1.439	-18.926
3208	MINR-MX KNOT		-10.170	-0.667	2.809	-1.439	-19.566	3208	MINR-MX KNOT		-10.620	1.361	-0.773	-1.436	-19.646
3209	MAXR-MY KNOT		1.123	1.827	-0.603	0.096	-20.466	3209	MAXR-MY KNOT		-3.372	3.789	-4.292	-0.064	-19.418
3210	MINR-MY KNOT		-2.820	-3.696	4.293	0.101	-19.408	3210	MINR-MY KNOT		4.868	-1.876	0.605	1.288	-20.465
3211	MAXR-MZ KNOT		-4.156	-0.801	0.781	-1.776	-19.522	3211	MAXR-MZ KNOT		-0.646	-0.319	-0.584	0.000	-20.484
3212	MINR-MZ KNOT		6.717	-1.502	2.942	1.777	-18.856	3212	MINR-MZ KNOT		0.304	1.789	-1.681	-1.479	-18.653
LF	Lastfall	KNOT					Knoten	LF	Lastfall	KNOT					Knoten
LF-Name	Lastfallbezeichnung		M-X,M-Y,P-X,P-Y,P-Z				Auflagerkräfte in Knoten	LF-Name	Lastfallbezeichnung		M-X,M-Y,P-X,P-Y,P-Z				Auflagerkräfte in Knoten

Mit Hilfe interner erdstatischer Berechnungen mit dem GGU-Programm FOOTING wurde für die ausgesuchten, offenkundig maßgeblichen Lastfälle LF2204, LF 2205, LF 2207 und LF 2210 bzw. LF3204, LF 3205, LF 3207 und LF 3210 jeweils die Grundbruchsicherheit nachgewiesen und die tatsächliche Fundamentsetzung bestimmt.



Die Berechnungsergebnisse sind in nachfolgender Tabelle zusammengestellt.

Tabelle 2: Ergebnisse der erdstatischen Berechnungen, d = 2,0 m (gemäß Planung)

Seite Ost			Seite West		
Seltene Kombination LM71			Seltene Kombination LM71		
LF	μ_{Gru} [-]	Stats. [cm]	LF	μ_{Gru} [-]	Stats. [cm]
2204	0,19	< 1,5	2204	0,25	< 1,5
2205	0,50	< 1,5	2205	0,51	< 1,5
2207	0,19	< 2,0	2207	0,24	< 2,0
2210	0,48	< 1,5	2210	0,19	< 2,0
Seltene Kombination SW/0			Seltene Kombination SW/0		
LF	μ_{Gru} [-]	Stats. [cm]	LF	μ_{Gru} [-]	Stats. [cm]
3204	0,19	< 1,5	3204	0,24	< 1,5
3205	0,50	< 1,5	3205	0,51	< 1,5
3207	0,19	< 2,0	3207	0,23	< 2,0
3210	0,42	< 2,0	3210	0,20	< 2,0

Nach dem Verständnis des Unterzeichners soll die Fundamenteinbindetiefe d nach Möglichkeit reduziert werden. Vor diesem Hintergrund wurden weitere Berechnungen für LF2205 und LF2210 sowie LF3205 vorgenommen mit einer reduzierten Fundamenteinbindetiefe von d = 1,0 m. Die Ergebnisse sind in Tabelle 3 enthalten.

Tabelle 3: Ergebnisse der erdstatischen Berechnungen, d = 1,0 m

Seite Ost			Seite West		
Seltene Kombination LM71			Seltene Kombination LM71		
LF	μ_{Gru} [-]	Stats. [cm]	LF	μ_{Gru} [-]	Stats. [cm]
2205	0,54	wie vor	2205	0,56	wie vor
2210	0,27	wie vor	2210	0,25	wie vor
Seltene Kombination SW/0			Seltene Kombination SW/0		
LF	μ_{Gru} [-]	Stats. [cm]	LF	μ_{Gru} [-]	Stats. [cm]
3205	0,54	wie vor	3205	0,26	wie vor

Streng genommen ändern sich durch die Verringerung der Fundamenteinbindetiefe auch die Lastgrößen; allerdings dürfte dies nach Einschätzung des Unterzeichners nicht ausschlaggebend für die Gründung sein. Sofern die Planung allerdings dahingehend geändert wird, wird empfohlen, den Grundbruchnachweis für die neuen Lasten sicherheitshalber erneut zu führen.

Der neue Fundamentgrundriss ist sicherlich nicht deckungsgleich mit der alten Fundamentfläche, sondern übergreift diese in Teilbereichen aller Voraussicht nach. Um ein einheitliches Gründungsniveau zu schaffen, ist vorgesehen, in den „Überlappungsbereichen“ tiefer reichende Schachtungen auszuführen und diese mit Magerbeton zu verfüllen; dadurch ist zudem gewährleistet, dass die EÜ-Gründung im Endzustand nicht durch im Baugrund verbleibende Auffüllungen beeinflusst ist. Es wird daher empfohlen, diesen konstruktive Maßnahme in dieser Form umzusetzen.



2.2 Verschubbahnen

Gemäß der Darstellung in [U2.3] soll die EÜ über rund 3,5 m breite Verschubbahnen in die Endlage eingeschoben werden. Um dabei eine Beeinträchtigung der Gründung in Herstelllage sowie beim Einschubvorgang durch die Auffüllungen auszuschließen, wurde bereits im Gutachten empfohlen, die Lasten in die Terrassensedimente abzutragen. Daran wird nach erneuter Prüfung festgehalten, da nicht vorhersehbar bzw. rechnerisch bestimmbar ist, ob sich durch den konzentrierten Lastabtrag sowie insbesondere auch die auftretenden Erschütterungen während der Bauausführung Sackungen einstellen werden und wenn ja, welche Größenordnung die dadurch ausgelösten Setzungen erreichen.

Die Baugrundsituation legt nahe, die Vershubbfundamente als Balken auszubilden und die Lasten über Punktfundamente in den Baugrund abzutragen, was - wie bereits in [U3] empfohlen und in der Planung berücksichtigt - über eine Brunnengründung erfolgen kann, bei der der Boden innerhalb vorgefertigter Betonrohre (i. d. R. Schachtringe) bis zur Solltiefe mittels Rundschalengreifer ausgehoben und anschließend der zylindrische Hohlraum mit Beton verfüllt wird. Problematisch ist dabei im Allgemeinen das lotrechte Absenken der Schachtringe bis auf Sollniveau; vor diesem Hintergrund sollten diese Arbeiten ausschließlich durch eine Firma ausgeführt werden, die entsprechende Erfahrungen und Referenzen auf diesem Gebiet vorweisen kann.

Die prinzipiell kostengünstigere Variante einer Pfeilergründung, bei der auf eine Hilfsabstützung verzichtet wird, kann ebenfalls erfolgreich sein, was jedoch zwingend im Vorfeld mittels Probeschürfung zu überprüfen ist.

Die Brunnen/Pfeiler können in Abhängigkeit vom gewählten Brunnendurchmesser $\varnothing$ für einen Bemessungswert des Sohlwiderstandes von $\sigma_{R,d} = 1.000 \text{ kN/m}^2$ für $\varnothing = 1,0 \text{ m}$ bzw. $\sigma_{R,d} = 600 \text{ kN/m}^2$ für $\varnothing = 2,0 \text{ m}$ dimensioniert werden; Zwischenwerte können linear interpoliert werden. Bei Ausnutzung des $\sigma_{R,d}$ - Wertes sind Setzungen von bis zu 2 cm zu erwarten.

Es gibt grundsätzlich verschiedene technische Möglichkeiten für die sichere Gründung der Verschubbahnen. Alternativ wäre es beispielsweise denkbar, im Bereich der Herstelllage und im Grundriss der Vershubbfundamente im Schutze von umspundeten Baugruben einen Bodenaustausch bis zu den Terrassensanden vorzunehmen. Auch eine Untergrundverbesserung mittels Tiefenverdichtung²⁾ wurde in Betracht gezogen. Vorteil beider Varianten ist, dass keine „festen“ Einbauten im Baugrund verbleiben - wie beispielsweise bei o. g. Brunnengründung. Allerdings sind auch einige Nachteile zu berücksichtigen: beide Maßnahmen erfordern den Einsatz spezieller Gerätschaften, deren Betrieb zudem zusätzliche Erschütterungen im Baugrund hervorruft, durch die die vorhandene Infrastruktur ggf. (empfindlich) in Mitleidenschaft gezogen wird. Weiterhin ist zu bedenken, dass bei einem großflächigen Bodenaustausch eine erhebliche Menge an Aushubmaterial anfällt, das ordnungsgemäß entsorgt werden muss. Demgemäß erscheint bei den vorliegenden Randbedingungen die bereits in [U3] vorgeschlagene Brunnengründung nach wie vor die beste Variante für die Gründung der Verschubbahnen sowie der EÜ in Herstelllage.

²⁾ Bei einer Tiefenverdichtung würde ein geschlossener Vortriebsdorn mit Aufsatzrüttler rasterförmig in die Auffüllungen eingebracht, die dadurch umgelagert werden bis eine dichte Lagerung erreicht ist.

19.574.2 Strecke 3570, km 2,170
Ersatzneubau EÜ „Hafenstraße“, 67547 Worms



Das Baugrund- und Gründungsgutachten besitzt weiterhin Gültigkeit.

Bei neu auftretenden Fragen bitten wir um rechtzeitige Benachrichtigung

Neustadt/Weinstr., 19.12.2024 wei/bö
Fritz-Voigt-Straße 4
Telefon: 06321 4996-00
Telefax: 06321 4996-29
E-Mail: ibes-gmbh@ibes-gmbh.de

IBES Baugrundinstitut GmbH
Ingenieurgesellschaft für Geotechnik und Bauwesen

ppa. Dipl.-Ing. (FH) Ulrich Weinacht
Projektleiter

ppa. Dipl.-Ing. Christian Böhm